

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE PARA
"SERIOUS GAMES" COM INTERAÇÃO GESTUAL PARA IDOSOS**

Fernando Winckler Simor

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Computação
Aplicada na Universidade de Passo Fundo.

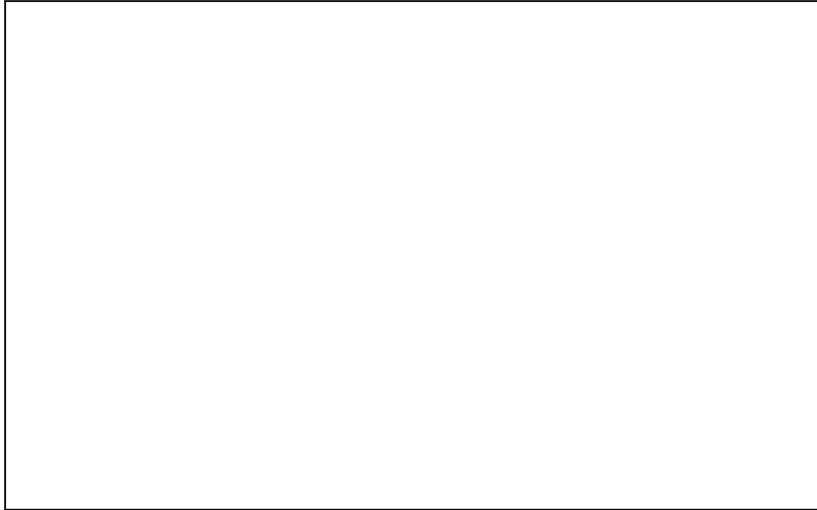
Orientadora: Ana Carolina Bertolotti De Marchi

Coorientador: Rafael Rieder

Passo Fundo

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for entering international cataloging data (CIP).

Bibliotecário Responsável

Número do Registro no CRB

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela oportunidade de vencer mais essa etapa e a chance de melhorar todos os dias, seja como pessoa, como cristão ou como profissional.

Agradeço, em especial, a minha esposa e companheira de todas as horas Fernanda Graeff Zanotelli, e também minha amada filha Eduarda Zanotelli Simor, que é a motivação para todos os meus dias. Sem o apoio de vocês, isso tudo não faria sentido.

Agradeço à minha mãe Kátia Moura Winckler, exemplo de mulher, de estudante, de educadora, de profissional, de pessoa, e principalmente de mãe. Com certeza a melhor mãe do mundo! Sempre fez o melhor que pôde para me dar condições de estudo e de trabalho, é uma pessoa do bem e nunca desiste dos sonhos diante dos desafios e dos percalços da vida.

Agradeço ao meu irmão Marcelo Winckler Simor, um grande exemplo de profissional, uma grande referência, um grande amigo e incentivador.

Agradeço ao meu pai Paulo Caratajú Simor (*in memoriam*) ao qual dedicou a sua vida à academia. Meu pai sempre fez questão de dizer que a Educação é o que diferencia uma pessoa das outras. Acredito realmente que a Educação é a chave para um mundo melhor.

Agradeço aos meus tios Jorge Antônio Winckler, Bernadete Dalmolin, Luiz Fernando Winckler, Deicy Isabel Winckler e Silvana Winckler, referências para mim. Agradeço por estarem presentes em todos os momentos de minha vida, por mostrarem que sempre existe um caminho melhor, que basta acreditar e que família é a base de tudo. Agradeço também ao meu primo ao qual tenho como um irmão Paulo Celso Winckler Filho, meu parceiro para todos os momentos. Estendo meu agradecimento aos meus amigos e demais familiares.

Agradeço à minha orientadora Ana Carolina Bertoletti De Marchi e meu coorientador Rafael Rieder pela oportunidade e por acreditarem que eu poderia me tornar mestre. Agradeço por não me deixarem desistir, por serem pessoas incríveis e principalmente, por serem os melhores professores e orientadores que um aluno poderia ter. O mundo seria muito melhor se existissem mais pessoas como vocês. Estendo meu agradecimento aos demais professores e funcionários do PPGCA da Universidade de Passo Fundo.

Agradeço também ao Grupo de Pesquisa SIN, em especial aos bolsistas do curso de Ciência da Computação que participaram da aplicação dos testes de usabilidade.

Agradeço aos profissionais do CREATI e em especial aos idosos participantes dos testes pela incrível experiência.

Por fim, agradeço à música, pois onde há música, não há maldade.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE PARA "SERIOUS GAMES" COM INTERAÇÃO GESTUAL PARA IDOSOS

RESUMO

Nos últimos anos observa-se um aumento nos esforços em desenvolver *serious games* destinados ao público idoso, extrapolando a ideia de entretenimento e proporcionando experiências com o propósito de promover condições melhores de saúde física e/ou mental. Diante desta expansão, é preciso estabelecer mecanismos para avaliar a usabilidade das interfaces que utilizam gestos como base da interação. Este projeto tem por objetivo propor um método para avaliar a usabilidade de *serious games* com interação gestual destinado a idosos. Para a proposição do método foi realizada uma pesquisa exploratória, com vistas a investigar diferentes abordagens de avaliação da usabilidade disponíveis na literatura. Para a validação do instrumento foi realizado um estudo experimental com duas versões do game Motion Rehab. A população do estudo foi composta por 10 idosos com idade igual ou superior a 60 anos, de ambos os sexos, voluntários do Centro Regional de Estudos e Atividades para Terceira Idade de Passo Fundo. Para a coleta de dados foram utilizados o Questionário Sociodemográfico, o Mini Exame do Estado Mental, a Escala de Depressão Geriátrica e o instrumento de avaliação da usabilidade proposto. Os resultados indicaram que a aplicação do método permitiu detectar que a versão 2.0 possui melhor usabilidade que a versão 1.0 do game. Tais resultados indicam que o método proposto é válido para avaliar a usabilidade de *serious games* destinados à idosos.

Palavras-chave: idosos, interação gestual, método, serious games, usabilidade.

USABILITY EVALUATION METHOD FOR GESTURE-BASED SERIOUS GAMES FOR OLDER ADULTS

ABSTRACT

In recent years, there has been an increase in efforts in developing serious games for the older population, surpassing the idea of entertainment and providing experiences in order to promote better conditions of physical and / or mental health. Considering this expansion, it is necessary to establish mechanisms in order to evaluate the usability of gesture-based interfaces. With this in mind, this project aims to propose a usability evaluation method for gesture-based serious games for older adults. In an effort to propose our method, an exploratory survey investigated different usability assessment approaches available in the literature. For instrument validation, we applied an experimental study with two versions of the Motion Rehab game. The subjects consisted of 10 older adults aged over 60 years, male and female volunteers of the “Centro Regional de Estudos e Atividades para Terceira Idade”, Passo Fundo, RS, Brazil. For data collection, we used a Socio Demographic Questionnaire, the Mini Mental State Examination, the Geriatric Depression Scale and the proposed assessment tool. The results indicated that the method allowed detecting that version 2.0 present better usability than version 1.0 of the game. These results indicate that the proposed method is valid to evaluate the usability of serious games designed for older adults.

Keywords: gesture-based interaction, method, older adults, serious games, usability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Visualização de taxonomia: classificação dos gestos baseado em IHC.....	18
Figura 2. Microsoft Xbox (em baixo) com Kinect (em cima).....	20
Figura 3. Nintendo Wii (à direita) com Wiimote (à esquerda).....	20
Figura 4. Croqui da sala de aplicação de testes de usabilidade (vista aérea).	30
Figura 5. Croqui da sala de aplicação de testes de usabilidade (vista lateral).....	31
Figura 6. Fluxograma de aplicação do método.	35
Figura 7. Tela de acesso ao menu do game (versão 1.0).....	38
Figura 8. Tela de acesso ao menu principal do game (versão 2.0).....	38
Figura 9. Tela de acesso ao menu do game (versão 2.0).	39
Figura 10. Layout do cenário do game (versão 1.0).....	39
Figura 11. Layout do cenário do game (versão 2.0).....	40
Figura 12. Mensagens de orientação do game (versão 1.0).....	40
Figura 13. Mensagens de orientação do game (versão 2.0).....	41
Figura 14. Aviso de acertos / pontuação (versão 2.0).	41
Figura 15. Tela de calibragem (versão 2.0).....	42
Figura 16. Sala de aplicação dos testes de usabilidade.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Questões do questionário de avaliação da usabilidade do game.	44
Tabela 2. Frequência das respostas nos questionários nas duas versões do game.	45
Tabela 3. Média \pm de usabilidade das questões nos questionários.	46
Tabela 4. Classificação das questões quanto às características de usabilidade.	46
Tabela 5. Diretrizes propostas.	51

LISTA DE SIGLAS

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

AVC – Acidente Vascular Cerebral

AVE – Acidente Vascular Encefálico

CREATI – Centro Regional de Estudos e Atividades para Terceira Idade

GDS-15 – Escala de Depressão Geriátrica

IHC – Interação Humano-Computador

MEEM – Mini Exame do Estado Mental

UPF – Universidade de Passo Fundo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
1.1. INTERAÇÃO GESTUAL	17
1.2. DISPOSITIVOS COM INTERAÇÃO GESTUAL	19
1.3. USABILIDADE.....	21
1.4. TRABALHOS RELACIONADOS	22
2. FUNDAMENTAÇÃO DA METODOLOGIA	29
2.1. APRESENTAÇÃO DO MÉTODO	29
2.2. CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE TESTE	30
2.3. SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	31
2.4. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	32
2.4.1. Pré-teste	32
2.4.2. Teste com o <i>game</i>	32
2.4.3. Pós-teste	33
2.5. TREINAMENTO, SUPERVISÃO E ADMINISTRAÇÃO DOS DADOS	33
2.6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	33
2.7. PASSOS PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA.....	34
3. ESTUDO DE CASO	37
3.1. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	37
3.2. MOTION REHAB.....	37
3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	42
3.4. EXPERIMENTO	42
3.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	44
3.6. RESULTADOS DO TESTE DE USABILIDADE.....	44
3.7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	47
3.7.1. Análise dos resultados do questionário de usabilidade	47
3.7.2. Diretrizes a serem consideradas em games com interação gestual	50
4. CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	56
APÊNDICE B - PROTOCOLO DE TESTE DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE SERIOUS GAMES	57

1. PLANO DE TESTE.....	57
1.1. OBJETIVO DO TESTE.....	57
1.2. DECLARAÇÃO DE PROBLEMAS DE USABILIDADE.....	57
1.3. PARTICIPANTES.....	58
1.4. METODOLOGIA.....	58
1.5. TAREFAS.....	59
1.6. CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE TESTE.....	60
1.7. PAPEL DO OBSERVADOR.....	61
1.8. MÉTRICAS.....	61
1.9. CONTEÚDO DO RELATÓRIO E APRESENTAÇÃO.....	62
2. PRÉ-TESTE.....	63
2.1. INSTRUÇÃO PARA EXPERIMENTO – OBSERVADOR.....	63
2.1.1. Ambiente de Teste.....	63
2.1.2. Papel do Observador.....	64
2.1.3. Papel do Participante.....	64
2.1.4. Recursos básicos do Game.....	64
2.1.5. Formulários utilizados.....	66
3. TESTE.....	67
3.1. INSTRUÇÃO PARA EXPERIMENTO – PARTICIPANTE.....	67
3.1.1. Lista de tarefas do teste.....	67
3.2. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE - OBSERVADOR.....	69
4. PÓS-TESTE.....	72
4.1. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE - PARTICIPANTE.....	72
ANEXO A - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	74
ANEXO B - MINI EXAME DO ESTADO MENTAL – MEEM.....	75
ANEXO C - ESCALA DE DEPRESSÃO GERIÁTRICA (GDS-15).....	76
ANEXO D - SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO.....	77
ANEXO E - FORNECIMENTO DE AUTORIZAÇÃO.....	78

1. INTRODUÇÃO

Os jogos digitais (*games*) estão cada vez mais ao alcance da população em geral. Com uma variedade de propósitos, essas aplicações acabam conquistando jogadores de todas as idades e interesses.

Um estudo realizado no Reino Unido indicou que aproximadamente 18% dos adultos com idades entre 51 e 65 anos jogam *games* [1]. Este número tem aumentado significativamente com a crescente adoção de dispositivos eletrônicos inteligentes, que facilitam a interação, deixando-a mais natural.

Conforme dados divulgados pela Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República, o número de idosos cresceu 55% em 10 anos (2001 - 2011) e representam hoje 12% da população brasileira. Em 2012, 810 milhões de pessoas tinham 60 anos ou mais, constituindo 11,5% da população. Projeta-se que esse número alcance 1 bilhão pelo menos até 2022 e mais que duplique em 2050, alcançando 2 bilhões de pessoas ou 22% da população [2].

Desde a criação dos primeiros *games* (videogames) na década de 1970, vários estudos procuram investigar como as habilidades cognitivas estão envolvidas no processo de interação [3]. Esforços têm sido despendidos para projetar e desenvolver *games* destinados ao público idoso, pois têm se mostrado eficientes para melhorar o tempo de reação, a percepção visual, as habilidades cognitivas, a autoconfiança e, conseqüentemente, a qualidade de vida e o bem-estar geral [4][1][5][6][7]. Além disso, os benefícios tendem a permanecer por semanas e podem ser transferidos para as tarefas diárias.

Quando os jogos são destinados para fins além do entretenimento, como no exemplo citado de *games* para idosos, os mesmos são denominados de jogos sérios (*serious games*) [8]. Projetar tais jogos para a população mais longeva exige diferentes desafios aos designers. É preciso levar em consideração limitações cognitivas, sensoriais e/ou físicas, bem como a pouca experiência com interfaces de *games* e convenções, que tendem a ser mais intuitivas aos jogadores mais jovens [1].

Diante deste contexto, a avaliação de usabilidade de *games* é fundamental para garantir uma boa experiência aos idosos, minimizando efeitos inerentes às limitações provenientes do avanço da idade. A usabilidade se caracteriza como a variedade e o grau com que as funcionalidades do sistema podem ser utilizadas eficientemente, permitindo a realização das tarefas de forma eficaz e intuitiva. A eficácia real de um sistema é alcançada

quando existe um equilíbrio entre a funcionalidade e a usabilidade [8]. Dentre as características definidas por Nielsen [9] está a facilidade em realizar tarefas básicas; a eficiência ao realizar estas tarefas; a facilidade ao reutilizar recursos; o reestabelecimento de serviços aos erros cometidos e a satisfação com o uso.

Para avaliar a presença ou não da usabilidade em sistemas interativos, existem diferentes métodos. Conforme Martins [10], os quatro principais mecanismos de avaliação são: teste, questionário, experiência controlada e inspeção. Os três primeiros são normalmente utilizados nos modelos empíricos e baseiam-se em dados recolhidos dos usuários. O quarto está relacionado com os modelos analíticos e baseia-se na inspeção feita por especialistas [10].

O desenvolvimento de métodos de avaliação de usabilidade ocorre devido à alta oferta de sistemas interativos no mercado, trazendo constantemente ao usuário novas formas de interação. As interações baseadas em gestos estão dentre os estilos de interação disponíveis atualmente, sendo muito empregadas em *serious games*. No entanto, a carência de um padrão para a avaliação não permite identificar ou analisar elementos para medir a usabilidade destes jogos [11].

De acordo com Simor *et al.* [11], uma revisão sistemática apontou que não há uma padronização quanto aos métodos, já que consideram diferentes variáveis de análise. A definição, principalmente quanto à interação gestual, do que seria usabilidade em jogos, de quem deve ser avaliado, e como deve ser avaliado, também não ficaram evidentes nos estudos selecionados. Algumas abordagens avaliavam com usuários, outros com especialistas, com métodos qualitativos e/ou quantitativos.

Ainda conforme o mesmo autor, os estudos selecionados não apresentaram os mesmos métodos quanto ao processo de seleção dos usuários, nem aos critérios que devem ser seguidos para testes, tampouco sobre a adoção de protocolos para aplicação de avaliações. Também não se pôde perceber um senso comum entre os questionários e as opções de respostas para os mesmos [11].

Neste sentido, considerando a taxa crescente de envelhecimento da população, projetada para alcançar dois bilhões de pessoas em 2050 [2], e o aumento na demanda de mercado por sistemas com interação gestual, faz-se necessário estabelecer mecanismos que avaliem a usabilidade de *serious games* para idosos. O apelo de um *serious games* orientado para pessoas com muitos anos de vida é diferente de um destinado ao público jovem, uma vez que eles vêm sendo cada vez mais adotados por profissionais da saúde como terapia alternativa na reabilitação física e/ou cognitiva.

Diante do exposto acima, chegou-se ao seguinte problema de pesquisa: Como avaliar a usabilidade de um *serious games* com interação gestual para idosos? Para responder ao problema de pesquisa proposto estabeleceu-se como objetivo a proposição de um método de avaliação de usabilidade para *serious games* com interação gestual para idosos. Para alcançar esse objetivo, definiu-se como objetivos específicos que é preciso identificar os conceitos, métodos e técnicas que influenciam na concepção e avaliação de interfaces de games com interação gestual; desenvolver um método para avaliação da usabilidade de *serious games* com interação gestual; e avaliar o método utilizando um *serious games* para idosos com o uso de um sensor de movimentos.

Em termos de organização, a presente dissertação está dividida em cinco capítulos. O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, enquanto que o Capítulo 3 descreve a fundamentação da metodologia utilizada para a realização da pesquisa. O Capítulo 4 apresenta o estudo de caso, onde são apresentados resultados e discussões da pesquisa. Por fim, o Capítulo 5 encerra com a conclusão e considerações finais do trabalho.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma visão geral sobre o estado da arte desta pesquisa, conceituando usabilidade e interação gestual. Ele também contempla uma visão geral dos dispositivos com interação gestual analisados neste estudo.

1.1. INTERAÇÃO GESTUAL

Os gestos têm sido considerados uma técnica de interação que potencialmente fornece formas naturais, criativas e intuitivas de comunicação entre homem e máquina. O reconhecimento de gestos pode facilitar a realização e dar a naturalidade desejada para a interação humano-computador (IHC). Os usuários geralmente usam gestos de mão para notificações de seus pensamentos e expressão de seus sentimentos, tanto na comunicação entre humanos quanto na interação com o computador [12].

Karam *et al.* [13], com base em pesquisas bibliográficas de mais de 40 anos, classificam as interações baseadas em gestos em quatro categorias: domínio de aplicação, tecnologias de base, sistema de resposta e estilos de gesto, conforme pode ser observado na Figura 1. O diagrama representa a classificação dos gestos com base na literatura de IHC revista como taxonomia. Esta organização pode ser reorganizada, conforme perspectiva do pesquisador ou da pesquisa, sendo que as opções de entrada e saída e gesto para a interação podem ser definidos pelo que é apropriado ou disponível dentro dos limites deste domínio [13].

As interações baseadas em gestos podem ser habilitadas através de várias tecnologias de entrada. Os gestos podem ser usados como um modo de entrada para interagir com *games*, por exemplo. Ainda, conforme Karam *et al.* [13], os gestos podem ser classificados por base de tecnologia, de acordo com as entradas:

- **Não perceptiva:** mouse e caneta de entrada, toque e pressão de entrada, vestível ou corpo montado (detecção eletrônica), luvas (sensoriamento eletrônico), sensor incorporado a objetos e interfaces tangíveis (sensoriamento eletrônico), dispositivos de rastreamento (detecção eletrônica) e entrada de áudio.
- **Perceptiva:** visão computacional e sensores remotos.

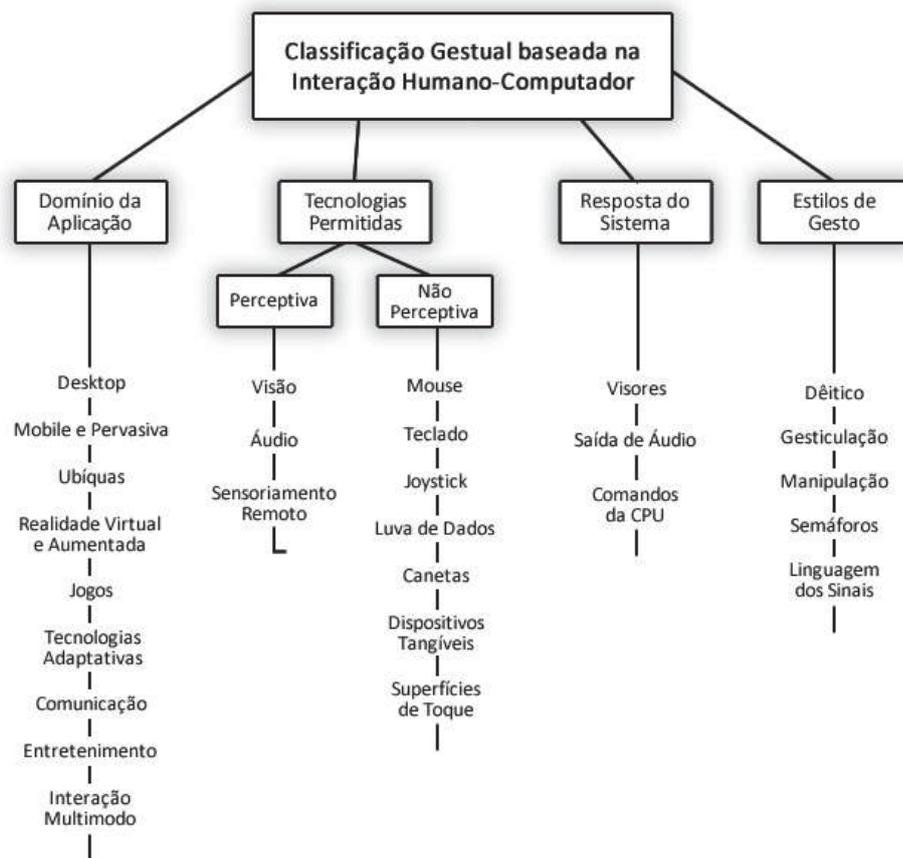


Figura 1. Visualização de taxonomia: classificação dos gestos baseado em IHC.

Karray *et al.* [8] também demonstram que um sistema pode ser dividido em modalidades de comunicação (entrada e saída) da interface do dispositivo de interação. Um sistema baseado em apenas uma modalidade denomina-se unimodal e pode ser classificado em três categorias:

- **Baseado em visual:** análise da expressão facial, rastreamento de movimento corporal (em grande escala), reconhecimento de gestos, detecção de olhar (rastreamento de movimento dos olhos).
- **Baseado em áudio:** reconhecimento de fala, reconhecimento de alto-falante, análise de emoção auditiva humana - feito ruído / detecção de sinais (arfar, suspirar, rir, chorar, etc.), interação musical.
- **Baseado em sensores:** interação com caneta, mouse e teclado, controle de jogos e digitalizadores, sensores de rastreamento de movimento, sensores táteis, sensores de sabor/cheiro, sensores de pressão.

Para Dix *et al.* [12], a maioria dos sistemas interativos ainda usam o teclado tradicional e um dispositivo apontador, como um mouse para entrada e são restritos a uma tela com cores e alguns recursos de som para a saída. Cada um desses dispositivos de entrada e saída pode ser considerado como um canal de comunicação para o sistema e correspondem a determinado canal de comunicação humana [12].

Neste sentido, todos os sistemas interativos podem ser considerados multimodais. Os humanos sempre usaram sua visão e seu tato como canais para manipular um computador. O canal auditivo também é utilizado para ouvir se o computador está funcionando corretamente [12].

Diversos estilos de gestos aplicados em conjunto são mais comumente usados na literatura, o que pode ser devido à evolução para interações multimodais [13]. Dessa forma, sistemas multimodais de realidade virtual e multimídia podem ser considerados como um forte núcleo de pesquisa para projetos de sistemas interativos no Século XXI [12].

Dentro desse contexto, os dispositivos baseados em gestos têm sido amplamente utilizados. Por exemplo, Cuccurullo *et al.* [14] apresentam uma abordagem de *game* com o uso do dispositivo Microsoft Kinect para gerenciar um software de apresentação. Em seu *game*, Real Dance, Charbonneau [13] oferece instruções e estimula a dança utilizando o console do Wii, combinando recursos de sensores, áudio e vídeo. Assim, combina-se a interatividade 3D de um ambiente virtual, com interações físicas de um ambiente real.

1.2. DISPOSITIVOS COM INTERAÇÃO GESTUAL

Neste trabalho serão listados dois dos principais dispositivos de interação gestual disponíveis no mercado atualmente: o Microsoft Kinect e o Nintendo Wii.

O Kinect (Figura 2) é um sensor de movimentos criado para o Xbox 360 e Xbox One, dois consoles de jogos produzidos pela Microsoft. Os consoles são acoplados na televisão para *games* 2D e 3D. Entre as principais características, destacam-se os serviços de jogos online, download de jogos, visualização de shows de TV, música e filmes [15].



Figura 2. Microsoft Xbox (em baixo) com Kinect (em cima)

A característica principal do Kinect é o fato dos jogadores poderem interagir com os jogos sem ter em mãos um controle, ou seja, o dispositivo possui sensores capazes de detectar os movimentos das mãos, dos dedos e de outras partes do corpo. Ainda, permite, através de microfone, a interação por comandos de voz [16].

Já o Wiimote (Wii Remote, Figura 3) é o console principal do Nintendo Wii, acoplado a uma televisão para *games* 2D e 3D. É um dispositivo que capta os movimentos do jogador através de acelerômetros e sensores infravermelhos. Possui um sistema de vibração e pequeno alto-falante que emite sons baixos conforme o que está sendo jogado [17].



Figura 3. Nintendo Wii (à direita) com Wiimote (à esquerda)

A característica principal do Wiimote é que usuário, de posse consolide um controle, pode estabelecer movimentos e angulações diferenciadas para interagir com *games*.

1.3. USABILIDADE

A usabilidade de um sistema é a variedade e o grau com que funcionalidades podem ser utilizadas de forma eficiente, permitindo que o usuário realize suas tarefas de forma eficaz, fácil e intuitiva. A eficácia real de um sistema é alcançada quando há um equilíbrio entre a funcionalidade e usabilidade de um sistema [8].

A norma ISO/IEC 9126 [18] tem por foco a qualidade de software, e classifica a usabilidade como um dos seis principais atributos para um produto destinado ao usuário final, que considera também a funcionalidade, a confiabilidade, a eficiência, a manutenibilidade e a portabilidade.

De acordo com Cockton [19], avaliar a usabilidade é fundamental para que se estabeleça uma relação entre a qualidade de um sistema interativo e a qualidade de interação. O autor ainda menciona que quando a avaliação de usabilidade aponta que um sistema ou dispositivo pode ser utilizado, os métodos, juntamente com o uso de métricas, também determinam a extensão da sua usabilidade, mensurando a robustez, os objetivos e a confiabilidade do mesmo.

Para Nielsen [9], as características da usabilidade dividem-se em:

- **Facilidade de aprendizagem:** representa a facilidade com que os usuários conseguem realizar as tarefas básicas num primeiro contato com um produto;
- **Eficiência:** caracteriza-se pela rapidez com que os usuários conseguem realizar as tarefas, após aprenderem a utilizar o produto;
- **Facilidade de memorização:** diz respeito a facilidade com que os usuários conseguem reestabelecer a sua proficiência, após um período sem utilização do produto;
- **Segurança:** o sistema deve prever e evitar erros cometidos pelos usuários, devendo ainda, permitir recuperar-se dos erros; e
- **Satisfação:** refere-se a quanto o produto é agradável de utilizar, os usuários ficar satisfeitos com a sua utilização.

O desenvolvimento constante de mecanismos de avaliação de usabilidade ocorre devido à alta oferta de sistemas interativos no mercado, trazendo ao usuário novas formas de interação a cada dia. No entanto, a falta de métodos não permite identificar ou analisar quaisquer elementos para medir a usabilidade de jogos e ambientes virtuais.

1.4. TRABALHOS RELACIONADOS

Com base na revisão sistemática apresentada por Simor *et al.* [11], foram selecionados cinco estudos, aos quais estão relacionados ao tema desta pesquisa e serão apresentados buscando atender aos seguintes itens: a) o objetivo da avaliação; b) qual(is) dispositivo(s) de interação gestual foi(ram) utilizado(s); c) o perfil dos avaliadores; d) quantos são e quem são os usuários; e) qual método adotado para avaliação e como funciona; f) quais as tarefas foram dadas; e g) quais foram os resultados obtidos.

No estudo de Francese *et al.* [20] o objetivo era avaliar dois jogos desenvolvidos para interação 3D com o uso dos mapas de navegação do Bing Maps. Cada jogo desenvolvido recebeu um nome: o Wing, para o Nintendo Wiimote e o King, para o Microsoft Kinect. A ideia principal do método adotado foi avaliar a interação gestual controlando a navegação do usuário em mapas do Bing, utilizando os dispositivos supracitados.

A avaliação envolveu 24 voluntários, 16 homens e 8 mulheres, funcionários e estudantes da Universidade de Salerno. As idades variavam entre 18 e 41 anos, com uma média de 24 anos.

Antes de iniciar o experimento foram avaliadas as habilidades dos participantes nos games. Oito participantes indicaram jogar pelo menos uma vez por semana, sendo três jogadores de Nintendo Wii e apenas dois do Xbox e Kinect. No método, cada participante respondia 12 perguntas sendo avaliados três fatores: envolvimento, distração e controle. A escala Likert foi utilizada com sete níveis de respostas. O estudo foi realizado em um laboratório de pesquisa na Universidade de Salerno.

Com relação às atividades do experimento, em um primeiro momento os participantes tiveram rápido contato com as interfaces gestuais, devendo realizar duas tarefas de navegação. Depois de serem instruídos sobre os sistemas de Wing e King, os usuários foram orientados a navegar em dois roteiros geográficos aos quais envolviam cidades italianas bem conhecidas: MAR (Cagliari-Nápoles-Palermo) e TERRENO (Genova-Roma-Veneza).

Ambas as tarefas são compatíveis em termos de distâncias e dificuldades na localização das cidades de destino. No entanto, com o objetivo de evitar viés com a avaliação de tarefas, os usuários foram divididos em dois grupos: cada membro do mesmo grupo utilizou o início do experimento com o mesmo sistema. Após cada tarefa, todos participantes preenchiavam os questionários.

Também foi aplicado nos participantes o Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) com 19 questões que avaliavam a satisfação do usuário considerando

quatro fatores: Avaliação geral, Sistema de Utilidade, Qualidade da Informação, e Qualidade Interface. Os autores consideram que os resultados da avaliação realizada por meio de questionários padronizados foram encorajadores. Ainda, considerando também a satisfação relacionada com a novidade do controlador Kinect, sugerem que quanto mais a interface é natural e envolve o corpo na ação, mais o usuário fica satisfeito e envolvido na experiência de navegação, em específico neste jogo, nos mapas 3D.

O estudo de Shin *et al.* [21], teve por objetivo combinar exercícios de reabilitação com elementos de jogos. Os dispositivos de interação gestual utilizados foram o Microsoft Kinect e o Nintendo Wii. A avaliação foi feita por pesquisadores da Universidade de Hanyang, Seoul, Coreia do Sul. Os grupos de usuários foram organizados da seguinte forma: pacientes com Acidente Vascular Cerebral (AVC), terapeutas ocupacionais e fisiatras que estiveram envolvidos na concepção do software RehabMaster, um sistema de realidade virtual interativo baseado em game com o objetivo de reabilitar de pacientes que sofreram acidente vascular cerebral das extremidades superiores. Foram realizados dois ensaios clínicos, o primeiro com sete pacientes e o segundo com 16 pacientes, todos com AVC. O primeiro foi um estudo observacional em que sete pacientes com AVC crônico receberam 30 minutos de intervenção RehabMaster por dia, durante duas semanas. O segundo foi um estudo controlado randomizado de 16 pacientes com AVC agudo ou subagudo, que receberam 10 sessões de terapia ocupacional convencional mais de 20 minutos de intervenção RehabMaster.

Tarefas e procedimentos de rotina de cada paciente foram avaliados individualmente e estudos de grupos focais foram realizados uma vez por semana, durante cerca de meio ano. O feedback e as sugestões foram categorizadas e incorporados ao processo de desenvolvimento do software.

Um estudo de usabilidade foi então aplicado nos mesmos utilizadores. O principal objetivo do teste foi avaliar o RehabMaster, a partir da perspectiva de cada grupo de participantes. As sessões realizadas com os pacientes com AVC no RehabMaster foram de 20 minutos em intervalos regulares, duas vezes por semana, durante duas semanas, sob a supervisão de terapeutas ocupacionais e fisiatras. A fim de contemplar diferentes pontos de vista, cada um dos três grupos de utilizadores completaram um estilo próprio de questionário com cinco pontos na escala de Likert

No RehabMaster os movimentos incorporados foram sugeridos por fisiatras e terapeutas ocupacionais e fisiatras especializados em reabilitação. Foram sugeridos quatro tipos diferentes de jogos que abordam déficits funcionais gerais em pacientes.

O envolvimento do paciente é um ponto chave na intervenção RehabMaster. Com o grupo de usuários com AVC, foram avaliados a capacidade do RehabMaster de fornecer uma forte motivação, prazer, e conseqüentemente, uma experiência de fluxo ideal. Os grupos de usuários secundários (terapeutas ocupacionais e fisiatras), no entanto, foram avaliados separadamente quanto a usabilidade do RehabMaster, a partir da perspectiva de melhora significativa da disfunção dos membros superiores e da capacidade de prover níveis adequados de desafio para todos os diversos pacientes no grupo AVC.

Para identificar se o game proporcionou aos pacientes com AVC um nível desejável de reabilitação, foram considerados três fatores em sua experiência ao jogar: manutenção da atenção, habilidade (capacidade) e motivação. Estes fatores foram devidamente identificados em seis questões aplicadas aos participantes. De modo geral, considerou-se que os participantes mantiveram boa atenção e obtiveram uma experiência agradável (imersão), mesmo considerando as limitações motoras dos mesmos.

Os resultados dos dois ensaios mostraram uma ligeira diferença. Os diferentes objetivos de reabilitação e as características de cada fase de AVC podem ter influenciado os resultados nestes dois grupos. No entanto, este estudo foi um caso piloto originalmente projetado para testar a viabilidade do uso do RehabMaster em pacientes com graus variados e níveis de AVC. Diferentes protocolos experimentais utilizando diferentes tempos de intervenção nos dois experimentos podem ter causado a inconsistência em seus resultados.

Os autores salientam ainda que um novo estudo deve ser feito. Um dos motivos foi o fato de não terem sido consideradas a função cognitiva, a motivação, e a depressão, que são comumente analisados em pacientes com AVC. Outro fato foi de que os grupos não foram comparados quanto à avaliação de usabilidade, uma vez que foi avaliada a satisfação de cada grupo quanto a sua experiência.

O trabalho de Legouverneur [3] teve por objetivo realizar um estudo de usabilidade de dois games de esporte para o console Nintendo Wii. A finalidade era determinar se os idosos com comprometimento cognitivo poderiam aprender a jogar e controlar seus movimentos com o controle sem fio (Wiimote). Um objetivo secundário foi examinar como déficits neuropsicológicos específicos pode modular a usabilidade desses jogos.

A avaliação foi feita por profissionais do Hospital Broca, em Paris, França. Os usuários avaliados eram formados por um primeiro grupo composto por idosos com Doença de Alzheimer com grau leve a moderado, conforme critérios de diagnóstico. O segundo grupo era composto por idosos com comprometimento cognitivo leve (MCI). Um terceiro grupo era

constituído por idosos saudáveis. Todos os indivíduos tinham entre 75 e 90 anos. Os participantes foram recrutados em um centro de saúde.

O protocolo de teste com o usuário consistiu em uma sessão introdutória e quatro sessões de teste a uma média de sessão de uma hora por semana. Na sessão introdutória a avaliação neuropsicológica foi realizada. Nesta sessão os participantes também criaram o seu próprio avatar para os fins de jogo, uma tarefa que foi usada para instruí-los no uso do Wiimote. Nas sessões de teste os participantes foram convidados a interagir com dois jogos de boliche e dois jogos de tênis de forma alternada. A tela do jogo e o jogador foram gravados em vídeo, em cada sessão de teste com duas filmadoras.

Além do console de game, os equipamentos envolvidos no experimento foram uma TV de plasma de 46 polegadas, duas câmeras de vídeo e um software de análise de comportamento. Para a coleta de dados de desempenho e comportamental foram utilizadas as gravações de vídeo com o software de análise de comportamento. A escala de Likert de cinco pontos foi utilizada para avaliar as preferências do usuário, administrada no fim da primeira sessão de teste e após a quarta sessão. Esta escolha foi feita com o objetivo de avaliar se a familiarização com os jogos apresentava influência sobre as preferências do sujeito.

Os resultados mostraram que todos os participantes, independentemente de seu estado cognitivo, poderiam usar o controlador sem fios e aprender a jogar os dois jogos. Um dos resultados positivos da experiência, segundo os autores, foi da melhora das habilidades com jogos ao longo das sessões nas medidas de desempenho que foram observadas para a maioria dos participantes. O estudo ainda confirmou a importância dos testes de usabilidade com usuários finais antes de introduzir tecnologias tradicionais a adultos mais velhos que sofrem de disfunção cognitiva. Várias sessões de usabilidade permitem que os usuários com comprometimento cognitivo se familiarizem com dispositivos tecnológicos, para aprender a usá-los e ter uma experiência positiva com eles. Esta experiência também corrobora com o papel de motivação e de um ambiente de apoio social em como uma pessoa aprende a usar novas tecnologias.

O estudo de Komlódi *et al.* [22] teve por objetivo testar o dispositivo Wiimote na navegação básica, manipulação de objetos e tarefas de interação gestual de menu em um ambiente virtual. A avaliação foi feita por pesquisadores da University of Maryland (USA) e da Budapest University of Technology and Economics (Hungria). Um grupo de 14 estudantes universitários húngaros participou da avaliação, com idade média de 24 anos, sendo sete homens e sete mulheres. Metade destes tinha alguma experiência com utilização de

simuladores de jogos de computador. Quatro já tinham utilizado o Wii anteriormente, mas nenhum com experiência significativa.

Durante o teste piloto, três participantes realizaram as tarefas no ambiente virtual e preencheram os questionários. Como resultado do teste várias mudanças foram feitas para o procedimento, as tarefas e os instrumentos. O período de instrução foi ampliado, as tarefas foram refinadas, e as perguntas da entrevista foram modificadas.

O estudo combinou métodos qualitativos e quantitativos para explorar a utilidade dos métodos de interação no ambiente 3D. Três pilotos com duas tarefas no ambiente imersivo foram realizados com 14 participantes, depois de um breve treinamento. Todo o processo foi observado, salvo em vídeo e os participantes foram entrevistados sobre sua experiência imediatamente após a interação.

Após a orientação e a sessão de treinos, os participantes foram verbalmente instruídos para ler instruções para as tarefas em um cartaz branco. O cartaz exibia a seguinte orientação: 1) Caminhar ao redor da sala e encontrar os dominós. Empilhar os dominós um em cima do outro e depois desmanchá-los; 2) Fazer o robô KUKA mover as bolas de preto cinza na tabela. Quando terminar, avisar ao coordenador de sessão.

Foi aplicado aos participantes um questionário contendo 19 perguntas sobre sua experiência ao utilizar o jogo. Entre as perguntas estavam questões como a facilidade da interação, as primeiras impressões, as reações durante o uso, a satisfação ao utilizar e, também, sugestões futuras para melhorias do jogo. Apenas duas perguntas utilizavam uma escala de 0 a 100, as demais eram opinativas.

Além deste questionário, também foi solicitado o preenchimento do questionário sociodemográfico e o questionário de tipo de personalidade (Myers-Briggs Type Indicator – MBTI). Este último identifica características de extroversão-introversão, sensorial-intuição, pensamento-sentimento e julgamento-percepção do usuário. Os participantes também executaram o Folding Test (VZ-2) para medir a capacidade cognitiva de visualização espacial, o que pode influenciar a capacidade do usuário para navegar em um espaço 3D e manipular objetos no espaço e ainda o Eyes Test para leitura da mente.

Contudo, os autores consideram que para estudos de usabilidade eficazes, necessita-se de maior tempo de treinamento e prática com jogos, bem como várias sessões de interação envolvendo especialistas e novatos com os jogos e com os dispositivos. Além disso, reduzir a carga de memória para os usuários, incluindo as tarefas e funções de feedback, e ajuda no ambiente, também melhoram usabilidade dos jogos.

O estudo de Norougi-Gheidari *et al.* [5] desenvolveram um estudo que teve por objetivo utilizar um protocolo de pesquisa para validar um sistema de realidade virtual de baixo custo como ferramenta de reabilitação para recuperação motora de membro superior em sobreviventes de AVC. O dispositivo de interação gestual utilizado foi o Microsoft Kinect. A avaliação foi feita por oito médicos, fisioterapeutas ou profissionais com, pelo menos, um ano de experiência no trabalho neurológico. Os usuários avaliados eram 24 pacientes com AVC com diferentes níveis de habilidade.

Foram recrutados seis pacientes para cada nível de habilidade motora, sendo o total 4 de níveis diferentes. Cada paciente passou por três sessões de 20 minutos de jogo por um período de 10 dias. Durante cada sessão, os pacientes deveriam ficar sentados em uma cadeira de frente para a câmera do Kinect, a uma distância fixa de 1,5m, conforme especificações do dispositivo. O sistema deveria ser calibrado a esta distância, pois o intervalo ativo de movimento do braço no âmbito do espaço de alcance do jogo iria ser medido, de forma a determinar a posição do alvo para as atividades.

O paciente, então, deveria interagir com todos os cinco jogos, pelo menos uma vez durante os 20 minutos da sessão. As atividades dos jogos foram projetadas para envolver o movimento unilateral, movimento bilateral e controle de tronco na posição sentada. O nível de dificuldade de cada atividade (velocidade necessária, número de destino, repetições, etc.) foi determinado pelo médico e poderia ser ajustada durante a sessão.

Depois de cada segmento de jogo, uma pontuação de acertos foi apresentada ao paciente (de acordo com o seu nível de desempenho), como forma de motivá-lo a continuar. No final de cada sessão, o médico visualizava um relatório de desempenho global. No final da última sessão, os médicos e os pacientes deveriam preencher um questionário estruturado com base em modelos de aceitação de tecnologia da informação médica para avaliar suas opiniões sobre o sistema do jogo. Além disso, o componente de membro superior de cada paciente deveria ser avaliado pelo teste Fugl-Meyer. Para cada paciente, sessão e atividade, foram medidos a taxa de sucesso, o desempenho em testes de sucesso (médias de velocidade e de precisão) e o maior nível de dificuldade atingido dentro da sessão.

Esta avaliação, no entanto, apresentou apenas resultados preliminares. Ele serviu apenas para compilar e identificar vantagens e limitações percebidas por clínicos e pacientes com AVC em jogos de reabilitação. As taxas de sucesso, pontuação de desempenho e nível de dificuldade ainda não foram estudadas.

Nota-se que não existe um padrão de avaliação de interfaces, especialmente para idosos. Dessa forma, adotar um padrão no processo de avaliação de usabilidade de *serious*

games com interação gestual para idosos e estabelecer critérios que permitam também a análise quantitativa nas avaliações, pode ser muito significativo para a área. Uma vez estabelecidos os objetivos, é possível criar um instrumento de avaliação de usabilidade para *games* voltados à reabilitação de pessoas com algum comprometimento motor ou cognitivo.

2. FUNDAMENTAÇÃO DA METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a fundamentação da metodologia proposta para a avaliação da usabilidade de *serious games* com interação gestual para idosos. Para tanto, são descritas as definições necessárias para a aplicação da metodologia, tais como: a configuração do ambiente de teste, o procedimento de seleção dos participantes, os instrumentos de coleta de dados, a descrição das tarefas, o treinamento, supervisão e administração dos dados, a análise dos dados, e as considerações éticas. Ao final, a sequência de passos para aplicação da metodologia é apresentada.

Cabe ressaltar que foram elaborados um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A) e um protocolo de teste de avaliação de usabilidade de *serious games* com todas as definições propostas neste trabalho (Apêndice B).

2.1. APRESENTAÇÃO DO MÉTODO

O método de usabilidade proposto foi desenvolvido buscando atender à crescente demanda de mercado de *Serious Games* para o público idoso, que está cada vez mais interagindo adotando esses jogos em atividades de entretenimento e/ou para intervenções relacionadas à saúde. O intuito é que novos *Serious Games* possam ser lançados no mercado com melhores características de usabilidade.

Para a triagem dos participantes foram utilizados dois instrumentos com o objetivo de selecionar participantes que possuíssem condições cognitivas e motoras de avaliar o game. Para tanto, foi aplicado o Mini Exame do Estado Mental (MEEM) [23], ao qual é utilizado para identificar o grau de comprometimento cognitivo. Também foi aplicada a Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) [24][25], utilizada para identificar sinais de depressão em idosos. Ambos são amplamente utilizados por profissionais da saúde e podem ser aplicados por qualquer profissional liberal, dado suas simplicidades e assertividades.

Primeiramente, um teste piloto foi realizado com três estudantes de Pós-Graduação, com o objetivo de validar os procedimentos protocolares, uso de equipamentos e assim fazer a adequação das etapas e procedimentos para aplicação definitiva. Não foram analisados os resultados relacionados a interação com o *game*.

A partir deste teste foi possível realizar adequações quanto ao tempo das fases, que foi reduzido, e adaptações no jogo para viabilizar o uso dele na validação do método.

2.2. CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE TESTE

O ambiente de teste é o local de aplicação dos testes de avaliação de usabilidade com os participantes. É importante ressaltar que a disposição dos equipamentos e dos móveis na sala deve ser igual para todos os participantes. Sendo assim, recomenda-se a marcação com fitas adesivas dos locais destinados as mesas, cadeiras e filmadora.

A Figura 4 ilustra a vista aérea da sala de aplicação dos testes explicitando a disposição e a distância dos equipamentos a serem utilizados, bem como dos móveis (cadeiras e mesas). Nesta imagem, o televisor está na cor azul, o sensor Kinect em verde, a filmadora na cor vermelha, as cadeiras nas cores laranja e as mesas na cor branca. A Figura 5 ilustra lateralmente a disposição dos equipamentos na sala de testes.

O televisor deve estar posicionado de modo que o participante possa interagir com o game na altura dos olhos. Para o correto funcionamento do sensor Kinect, recomenda-se que o equipamento esteja entre 0,6m e 1,8m de altura do chão e a uma distância mínima de 1,2m do participante, sem nenhum obstáculo entre o participante e o sensor.

Os equipamentos e os objetos a serem utilizados na aplicação dos testes estão listados na seção 1.6, Configuração do Ambiente de Teste, do Apêndice B.

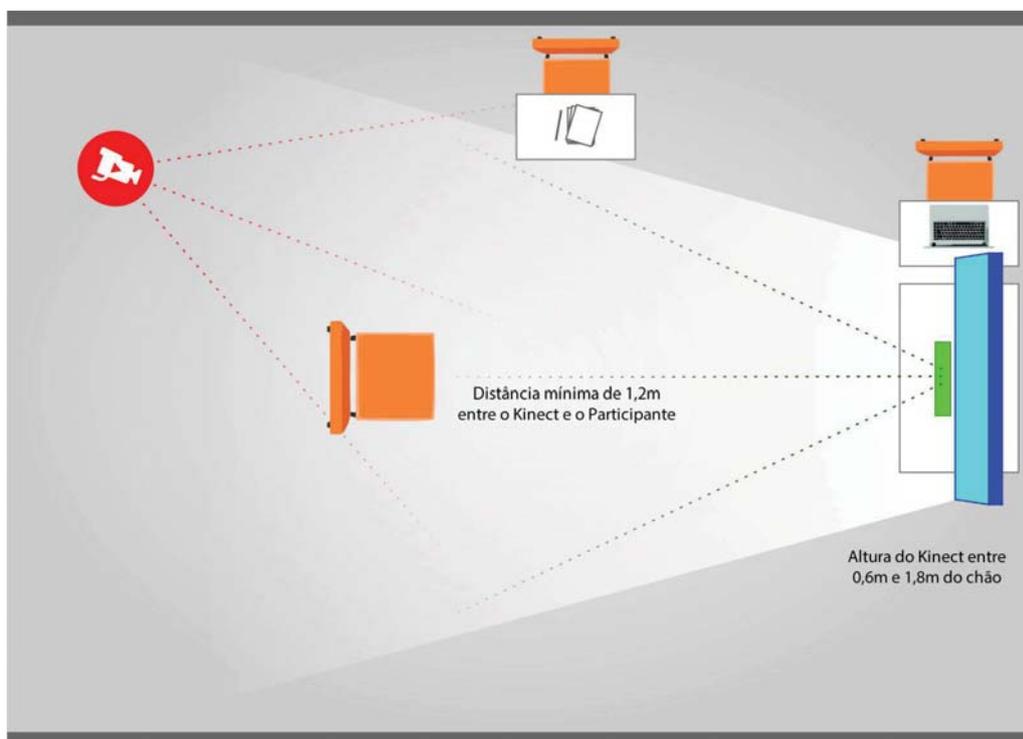


Figura 4. Croqui da sala de aplicação de testes de usabilidade (vista aérea).

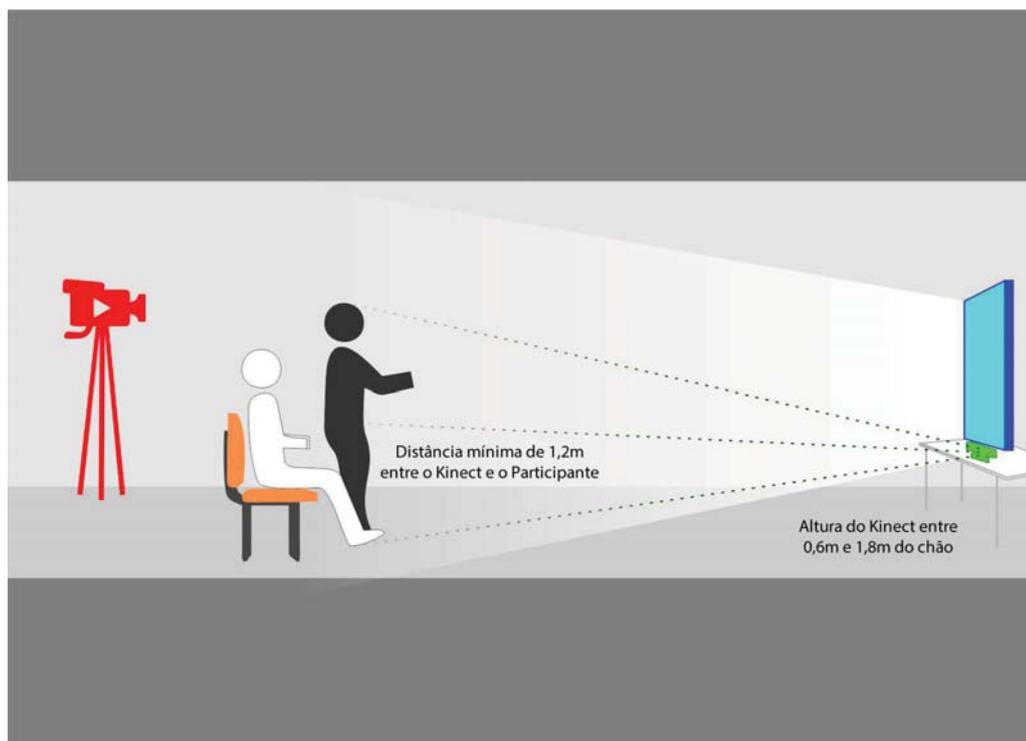


Figura 5. Croqui da sala de aplicação de testes de usabilidade (vista lateral).

2.3. SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

De acordo com Benyon [26], recrutar um número pequeno de participantes só faz sentido se o game destina-se a um grupo relativamente homogêneo, como, por exemplo, os idosos. Além disso, o autor ressalta que a amostra recomendada por Nielsen [9] para avaliação da usabilidade, há mais de uma década, e aceitável por opinião geral, é de três a cinco participantes.

Para o uso do método ora proposto, a idade dos participantes deve ser igual ou superior a 60 anos, considerando a definição do Estatuto do Idoso [27]. Todos os participantes devem receber esclarecimentos dos objetivos da pesquisa e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice A). A população do estudo deve ser composta por sujeitos voluntários. A amostra deve considerar um grupo de idosos com graus de comprometimento cognitivo ou motor similares, para evitar viés dos resultados, pois um grupo não homogêneo dificultaria a avaliação. Para tanto, os instrumentos MEEM e GDS-15 foram aplicados e permitiram a seleção de participantes isentos de comprometimento cognitivo ou motor, e sem depressão grave.

2.4. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados deve acontecer em três momentos: pré-teste, teste e pós-teste, os quais são detalhados nas próximas seções.

2.4.1. Pré-teste

Nesta etapa é realizada a seleção dos participantes a partir da averiguação dos critérios de inclusão. Após, é executada a avaliação inicial com os seguintes instrumentos: Questionário Sociodemográfico e de Caracterização da Amostra, Mini Exame do Estado Mental e Escala de Depressão Geriátrica.

O Questionário Sociodemográfico e de Caracterização da Amostra (Anexo A) contém perguntas sobre idade, sexo, escolaridade, profissão, estado civil e renda, doenças pré-existentes, tratamento médico em andamento, medicações utilizadas, e queixas cognitivas, em especial a de memória (no caso de existir queixa, frequência e dificuldades acarretadas). Estes dados são coletados em forma de entrevista.

O Mini Exame do Estado Mental (MEEM) [23] é um instrumento capaz de rastrear e identificar demência. Ele verifica a integridade das funções cognitivas, avaliando as funções de orientação têmporo-espacial, memória, atenção, cálculo, linguagem e praxia construtiva, por intermédio de onze tarefas, com uma pontuação que pode variar de 0 a 30 pontos. A versão validada para a população brasileira por Bertolucci *et al.* (1994) [28], e aprimorada por Brucki *et al.* (2003) [29], sugere pontos de corte relacionados aos anos de escolaridade dos sujeitos. Neste caso, para analfabetos 19 pontos, com 1 a 3 anos de escolaridade 23 pontos, 4 a 7 anos 24 pontos e acima de 7 anos de instrução é 28 pontos (Anexo B).

A Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) [24][25] é utilizada como ferramenta de diagnóstico para sintomatologia depressiva em estudos que envolvem idosos (Anexo C). A pontuação de corte utilizada neste trabalho, para depressão grave, é superior a dez pontos, conforme Sheikh *et al.* [24].

2.4.2. Teste com o *game*

Metade dos participantes deve iniciar o uso do game pela versão 1.0 e depois jogar a versão 2.0. A outra metade dos participantes deve jogar a versão 2.0 do game por

primeiro e na sequência a versão 1.0, possibilitando o contrabalanço dos dados. As instruções sobre a utilização do game devem ser realizadas antes de iniciar o jogo pelo observador. Os participantes devem interagir livremente com o sensor de movimentos Kinect na posição indicada na sala, em frente ao televisor. O procedimento deverá ser seguido conforme Plano de Teste (Apêndice B).

O plano de teste prevê o uso do protocolo de verbal chamado *Think Aload* [30] durante os testes. Deve-se orientar o participante a testar o game “pensando em voz alta”, ou seja, o participante deverá verbalizar seus pensamentos enquanto interage com o game e executa as tarefas propostas. Dessa forma, o observador poderá captar o que o usuário pensa durante o processo interativo, possibilitando identificar problemas e facilidades do game. No entanto, o seu uso deste protocolo verbal é facultativo, levando-se em consideração o tipo de jogo proposto para avaliação.

2.4.3. Pós-teste

Nesta etapa os participantes devem responder ao instrumento de avaliação da usabilidade proposto, que contém quatorze questões de múltipla escolha com escala de Likert em 5 níveis e indicando a facilidade ou não de utilizar o game, sendo 1 o mais difícil e 5 o mais fácil. Além destas questões, ao final o participante poderá deixar sua opinião e/ou contribuição através de uma questão descritiva.

2.5. TREINAMENTO, SUPERVISÃO E ADMINISTRAÇÃO DOS DADOS

A coleta de dados deve ser feita por pelo menos dois profissionais: um responsável por observar o experimento e o outro responsável pela parte técnica, para auxiliar na montagem da estrutura necessária para execução dos testes com o *game*. A supervisão da coleta dos dados deve ser realizada pelo observador.

2.6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Toda pesquisa com participação de pessoas deve ter projeto submetido para aprovação ao Comitê de Ética em Pesquisa por meio da Plataforma Brasil, atendendo a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Os sujeitos convidados a participar da pesquisa devem ser informados:

- Da liberdade de participar ou não da pesquisa, tendo assegurado essa liberdade sem quaisquer represálias atuais ou futuras, podendo retirar o consentimento em qualquer etapa do estudo sem nenhum tipo de penalização ou prejuízo;
- Da segurança de que não será identificado e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionadas com a privacidade, à proteção da imagem e a não-estigmatização;
- Da liberdade de acesso aos dados do estudo em qualquer etapa da pesquisa;
- Da segurança de acesso aos resultados da pesquisa.

2.7. PASSOS PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Para utilizar a metodologia proposta é necessário:

- Aplicar o protocolo definido no Plano de Testes (Apêndice B), com as adaptações necessárias a cada estudo, no que diz respeito a escolha do software, métricas e instrumentos de avaliação;
- Realizar a análise estatística dos dados e a discussão dos resultados.

Os passos para a aplicação da metodologia podem ser melhor compreendidos conforme sequência apresentada no fluxograma da Figura 6.

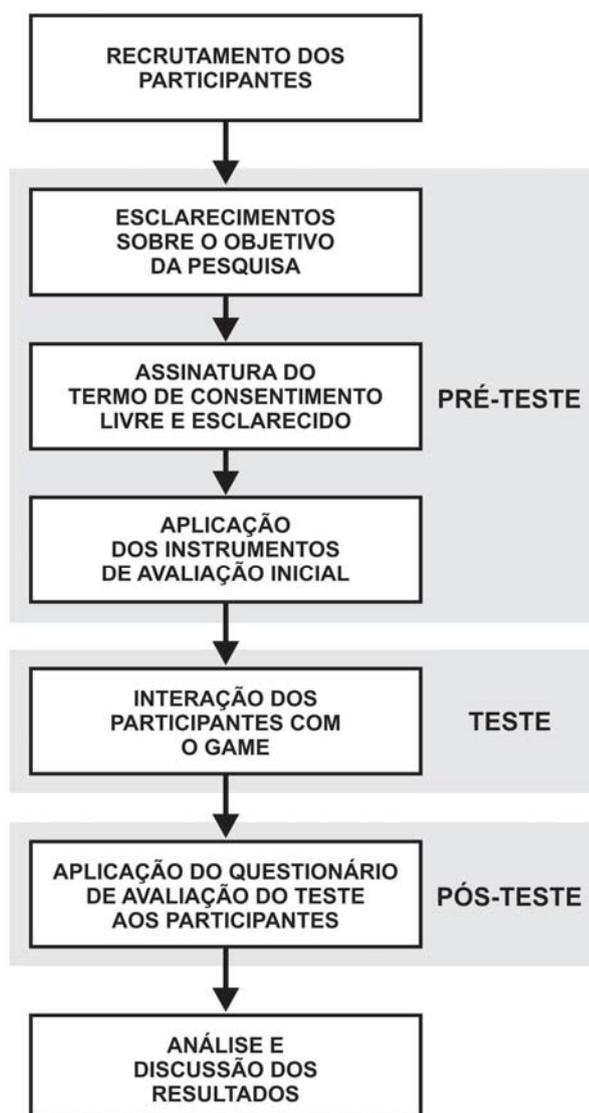


Figura 6. Fluxograma de aplicação do método.

Este método é um modelo base para avaliação de usabilidade de *serious game*. Para que o método não perca sua essência, algumas alterações podem ser feitas no mesmo. O jogo escolhido pode ser qualquer um desde que seja classificado como *serious game*. Quanto ao público do experimento, o método prevê no processo de triagem dos participantes a identificação do grau de depressão que, no caso de idosos, utiliza-se o instrumento GDS-15. Para outros perfis que não idosos, pode ser adotada outra escala, desde que adequada ao público desejado.

No que se referente às perguntas do questionário de avaliação – participante, essas podem ser definidas com base nos problemas declarados no plano de teste, conforme o game escolhido, e nas características de usabilidade que se deseja avaliar. Quanto ao uso do

protocolo verbal *Think Aloud*, é um recurso facultativo, uma vez que o observador pode ou não utilizar esta técnica para analisar o comportamento dos participantes.

3. ESTUDO DE CASO

Com o propósito de validar o método de avaliação da usabilidade proposto neste trabalho, este capítulo descreve um estudo de caso que utiliza essa metodologia para comparar duas versões do game Motion Rehab [4] (1.0 e 2.0).

O uso de duas versões de um mesmo game teve como objetivo verificar se o método proposto conseguiria identificar a versão com melhor usabilidade. Por conta da versão 2.0 estar melhor, o método precisaria identificar isto.

O jogo Motion Rehab foi utilizado nos testes propostos por este trabalho com o objetivo de avaliar a usabilidade do game e não a reabilitação de pessoas com algum tipo de comprometimento motor ou cognitivo – motivo pelo qual os participantes selecionados não possuíam comprometimento algum.

Neste sentido, as próximas seções apresentam o game, o grupo avaliado, os resultados alcançados e discussões sobre a metodologia.

3.1. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo, e aprovado sob número 1.041.480. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento de Livre e Esclarecido.

3.2. MOTION REHAB

O Motion Rehab é um *serious game* destinado à idosos com sequelas de Acidente Vascular Encefálico (AVE). O game pode ser utilizado como uma alternativa na reabilitação física e/ou cognitiva desses pacientes. As tarefas executadas, divididas em quatro fases, contemplaram exercícios de flexão e abdução de ombro, extensão do cotovelo, extensão e flexão de quadril e joelho. Trata-se de um ambiente virtual 2D com suporte ao sensor de movimentos Kinect XBOX 360.

Este game, ao qual está registrado no INPI sob o número BR 51 2014 001087-2, foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa de Sistemas Interativos e de Informação da Universidade de Passo Fundo, o que tornou possível o acesso aos códigos fontes para

implementação de melhorias para uma segunda versão. Tais melhorias foram identificadas inicialmente por Fiorin [7] em seu processo de intervenção com o jogo.

Dentre os problemas de usabilidade relatados na versão 1.0 está, por exemplo, o acesso às opções do menu (Figura 7) por meio do controle via teclado.

Para viabilizar seu uso nos testes propostos neste estudo, uma nova versão foi gerada pelos desenvolvedores da ferramenta (Motion Rehab versão 2.0). Nesse processo, os autores consideraram características de usabilidade propostas por Nielsen [9]. Na versão 2.0, por exemplo, foram implementados todos os controles de acesso ao menu e as fases do game por meio de gestos. A Figura 8 ilustra a tela de acesso as fases, ao nível de dificuldade, a calibragem e aos créditos. Já a Figura 9 apresenta a tela de seleção das fases do game da versão 2.0.



Figura 7. Tela de acesso ao menu do game (versão 1.0).



Figura 8. Tela de acesso ao menu principal do game (versão 2.0).

Em relação ao cenário, a versão 1.0 apresentava uma variabilidade de cores que acaba confundindo o usuário, como pode ser visto na Figura 10. Já na versão 2.0, o cenário foi projetado de modo a permitir maior visibilidade aos objetos da tela, conforme ilustra a Figura 11.



Figura 9. Tela de acesso ao menu do game (versão 2.0).



Figura 10. Layout do cenário do game (versão 1.0).



Figura 11. Layout do cenário do game (versão 2.0).

As mensagens de orientação da versão 1.0 não estavam intuitivas, conforme pode ser visto na Figura 12. Na versão 2.0, deu-se evidência às mensagens de orientação como, por exemplo, na orientação de sentar. Além da seta, também foi incluída uma caixa na cor verde com a mensagem SENTE-SE, conforme demonstra a Figura 13.



Figura 12. Mensagens de orientação do game (versão 1.0).



Figura 13. Mensagens de orientação do game (versão 2.0).

Para fornecer um feedback adequado ao jogador e motivá-lo durante o jogo, na versão 2.0 foi implementado o aviso de acertos. Cada vez que o usuário pegava um objeto correto, aparecia o número 1 no local onde o objeto foi pego (Figura 14). Este recurso não era apresentado na versão 1.0.



Figura 14. Aviso de acertos / pontuação (versão 2.0).

Um recurso que a versão 1.0 também não possuía é o de calibragem do sensor Kinect no game. Este recurso, implementado na versão 2.0, permitiu que o sensor soubesse a posição correta do jogador, possibilitando que a aplicação gerar os objetos em posições de alcance para o usuário. A Figura 15 ilustra a tela de calibragem da versão 2.0 do game.



Figura 15. Tela de calibragem (versão 2.0).

3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Participaram da pesquisa 10 sujeitos, todos do sexo feminino, com idades variando entre 60 a 81 anos e média de 70 ± 79 anos. Deste total, apenas um sujeito relatou ter utilizado algum tipo de game para jogar com os netos e também ter feito uso do Kinect. Ainda, seis participantes possuíam o Ensino Fundamental incompleto, dois possuíam formação técnica em nível de Ensino Médio e dois participantes possuíam Pós-Graduação.

Conforme informações fornecidas pelos participantes sobre o uso de medicamentos, oito relataram fazer uso de medicamento regularmente (principalmente para colesterol, triglicerídeos e pressão alta), e dois relataram possuir dificuldades motoras relacionadas à idade.

3.4. EXPERIMENTO

Os testes de usabilidade foram realizados nos dias 17 de setembro e 4 de outubro de 2015, em uma sala cedida pelo Centro Regional de Estudos e Atividades para Terceira Idade (CREATI) no Campus III da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo. A sala foi organizada seguindo as orientações propostas para a Configuração do Ambiente de Teste, disponível no Protocolo de Teste de Avaliação de Usabilidade de *Serious Games* (Apêndice B). A Figura 16 é uma fotografia da sala onde foram realizados os testes.



Figura 16. Sala de aplicação dos testes de usabilidade.

A seleção dos participantes ocorreu durante os dias de aplicação dos testes. Foram convidados a participar dos testes idosos que estavam fazendo atividades no CREATI com disponibilidade para participar.

Os idosos que aceitaram o convite foram recepcionados na sala de testes pelo pesquisador, onde receberam as instruções sobre o procedimento. Neste momento, as gravações em vídeo iniciavam, com a filmadora posicionada no fundo da sala em um tripé. Cada participante recebia o TCLE (Apêndice A). Após a assinatura eram averiguados os critérios de inclusão com a aplicação dos questionários MEEM (Anexo B) e GDS-15 (Anexo C). A partir deste momento, os participantes preenchiam o questionário Sociodemográfico e de Caracterização da Amostra (Anexo A).

Na sequência os participantes foram orientados quanto ao experimento. Todos os participantes foram orientados sobre a utilização do protocolo de verbal chamado *Think Aload* [30] durante os testes. De posse do Questionário de Avaliação do Teste – Observador (disponível no Apêndice B), o pesquisador tomava nota de todas as observações e percepções quanto à execução dos testes enquanto jogavam, inclusive das falas dos participantes.

Conforme procedimentos estabelecidos no Plano de Teste (Apêndice B), os participantes jogaram, conforme contrabalanço das versões do game estabelecido na metodologia. Após testar cada versão do game, cada participante respondia o Questionário de

Avaliação do Teste – Participante (Apêndice B), assinalando o grau de concordância para cada questão. Além destas questões, ao final o participante pôde deixar sua opinião e/ou contribuição.

Ao final, cada participante era cumprimentado pelo equipe que aplicava os testes. Cada participante recebia um presente com valor simbólico como forma de agradecimento.

3.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para análise dos resultados, foi utilizado o Teste t de Student, considerando o nível de significância em 0,05 (5%).

3.6. RESULTADOS DO TESTE DE USABILIDADE

As respostas dos participantes foram tabuladas de forma que pudessem ser analisadas e interpretadas por ferramenta estatística. As questões do questionário de avaliação da usabilidade do game são apresentadas na Tabela 1.

A Tabela 2 apresenta a frequência de respostas dos participantes, em cada uma das duas versões do game.

Tabela 1. Questões do questionário de avaliação da usabilidade do game.

Nº	Questão
1	Foi fácil utilizar o game
2	Ficaram claros no game quais os passos que deveriam ser seguidos durante a execução mesmo
3	O tempo para execução das tarefas foi suficiente
4	As cores utilizadas estavam adequadas
5	O tipo de letra utilizada estava legível?
6	As imagens apresentadas estavam legíveis
7	O tamanho das imagens foi adequado
8	As mensagens estavam compreensíveis
9	Os elementos do cenário permitiram o entendimento ao que se propôs o jogo
10	Foi fácil executar as tarefas utilizando os equipamentos envolvidos
11	Foi fácil pegar os objetos na tela
12	A temática está associada à sua idade
13	Foi fácil indicar qual a fase do jogo desejada no menu
14	O game estava divertido

Tabela 2. Frequência das respostas nos questionários nas duas versões do game.

Questões	Versão 1					Versão 2				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 1			2		8					10
Questão 2		1	1	4	3				1	9
Questão 3			2	1	7					10
Questão 4			4	1	5				1	9
Questão 5				2	8					10
Questão 6				4	6					10
Questão 7					10					10
Questão 8				3	7					10
Questão 9				6	4				2	8
Questão 10				4	6					10
Questão 11			2	5	3				1	9
Questão 12			1	4	5				2	8
Questão 13		2	5	1	2			1	1	8
Questão 14		1		3	6				2	8

A Tabela 3 apresenta a média \pm desvio padrão de cada questão, em cada uma das versões dos games.

Com relação à significância ($p < 0,05$), notou-se que as Questões 2, 4, 6, 8, 10, 11 e 13 apresentaram diferenças significativas entre as versões 1.0 e 2.0 do game.

Em uma análise estatística complementar, foram realizados cruzamentos das questões de modo que pudessem ser classificadas quanto as características de usabilidade apontadas na Fundamentação Teórica deste estudo (Capítulo 2). Para o enquadramento das questões, procurou-se seguir as definições das características apontadas por Nielsen [9]. Tais características foram comparadas considerando as duas versões do game, e serão apresentadas Tabela 4.

As questões que têm relação com a Facilidade de Aprendizagem são as de número 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 e 13. As questões que possuem relação com Eficiência são as de número 3, 10, 11 e 13. As questões que possuem relação com Facilidade de Memorização são as de número 2 e 9. As questões que possuem relação com Segurança são as de número 8 e 13. As questões que possuem relação com Satisfação são as de número 4, 5, 6, 7, 12 e 14.

Tabela 3. Média \pm de usabilidade das questões nos questionários.

	Média \pm DP de usabilidades		
	Versão 1.0	Versão 2.0	p
Questão 1	4,6 \pm 0,84	5,0 \pm 0,00	0,168
Questão 2	4,0 \pm 0,94	4,9 \pm 0,32	0,010*
Questão 3	4,5 \pm 0,85	5,0 \pm 0,00	0,096
Questão 4	4,1 \pm 0,99	4,9 \pm 0,32	0,034*
Questão 5	4,8 \pm 0,42	5,0 \pm 0,00	0,151
Questão 6	4,6 \pm 0,51	5,0 \pm 0,00	0,037*
Questão 7	5,0 \pm 0,00	5,0 \pm 0,00	1,00
Questão 8	4,7 \pm 0,48	5,0 \pm 0,00	0,081
Questão 9	4,4 \pm 0,52	4,8 \pm 0,42	0,075
Questão 10	4,6 \pm 0,52	5,0 \pm 0,00	0,037*
Questão 11	4,1 \pm 0,74	4,9 \pm 0,32	0,008*
Questão 12	4,4 \pm 0,70	4,8 \pm 0,42	0,142
Questão 13	3,3 \pm 1,06	4,7 \pm 0,67	0,002*
Questão 14	4,4 \pm 0,97	4,8 \pm 0,42	0,253

Tabela 4. Classificação das questões quanto às características de usabilidade.

	Média \pm DP de usabilidades		
	Versão 1.0	Versão 2.0	p
Facilidade de Aprendizagem	4,4 \pm 0,41	4,9 \pm 0,11	0,0020*
Eficiência	4,1 \pm 0,50	4,9 \pm 0,24	0,0001*
Facilidade de Memorização	4,2 \pm 0,59	4,8 \pm 0,34	0,0070*
Segurança	4,0 \pm 0,71	4,8 \pm 0,34	0,0030*
Satisfação	4,5 \pm 0,42	4,9 \pm 0,12	0,0220*

3.7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção tem por objetivo discutir os resultados obtidos durante os testes de usabilidade com as duas versões do game Motion Rehab e apresentar algumas diretrizes a serem consideradas para o desenvolvimento de games com interação gestual. Para tanto, são consideradas as contribuições dos participantes apontadas de forma descritiva, bem como as anotações do observador durante todo o processo.

3.7.1. Análise dos resultados do questionário de usabilidade

De acordo com os resultados apresentados na Questão 1, referente à facilidade de utilizar o game, não foi identificada diferença significativa entre as duas versões ($p=0,168$), o que demonstra que os participantes não tiveram dificuldades na interação. O fato do game utilizar os gestos em suas duas versões como técnica de interação favorece, como aponta Dix *et al.* [12], métodos naturais e intuitivos para a comunicação com o aplicativo, sem a necessidade de desenvolver novas habilidades e/ou manusear dispositivos de entrada. Por mais que alguns participantes tenham apresentado algum tipo de dificuldade motora ou lentidão na reação para pegar os objetos, apenas um participante não lembrou o que deveria ser feito, mesmo assim, intuitivamente, conseguiu jogar.

A clareza do game quanto aos passos a serem seguidos durante a interação foi abordada na Questão 2, a qual apresentou diferença significativa ($p=0,01$). Diferentemente da versão 1, a versão 2 possui orientações escritas sobre o objetivo de cada fase, bem como os passos a serem seguidos. Após a leitura, cada participante pressionava um botão confirmando a compreensão. De acordo com Fua *et al.* [1], a pouca experiência dos mais velhos com jogos e convenções deve ser considerada pelos projetistas e o uso de diálogos ricos em orientações é um dos fatores que pode contribuir neste aspecto.

Já em relação ao tempo de execução das tarefas (Questão 3), os resultados não indicaram diferença significativa ($p=0,096$) entre as versões. Tal resultado deve-se ao fato de que o tempo destinado a cada fase foi o mesmo em ambas as versões (dois minutos). No entanto, cabe ressaltar que todos os participantes atribuíram conceito máximo para a versão 2.0, fato que pode ser justificado pela presença de música de fundo, considerada mecanismo de descontração e motivação.

Com relação à adequação das cores requerida na Questão 4, houve uma diferença significativa entre as duas versões ($p=0,034$). Alguns participantes mencionaram que o fundo

de tela do game, principalmente na versão 1.0, confundia as cores dos objetos. Tal fato aponta é explicado por Perracini [31] que, ao envelhecer, existe uma lentidão na adaptação ao claro e escuro (contraste) e diminuição na discriminação das cores. Na versão 2.0 houve a preocupação em melhorar a relação de cores do fundo com os objetos a serem capturados pelo jogador.

A Questão 5 procurou identificar a legibilidade do tipo de letra (fonte) utilizada. Não houve diferença significativa entre as duas versões ($p = 0,151$). A ausência de textos explicativos na versão 1.0 pode ter influenciado neste resultado pois não comprometeu a legibilidade, enquanto na versão 2.0 os textos foram incluídos tendo o cuidado com relação ao tipo de letra e o uso das cores.

Em relação à legibilidade das imagens (Questão 6) foi encontrada diferença significativa entre as duas versões ($p = 0,037$). A preocupação em explorar adequadamente os recursos visuais na versão 2.0, seguindo as diretrizes apontadas por Caron *et al.* [32], acarretou em melhores resultados frente à versão 1.0. Neste sentido, a imagem de fundo com o tema de festa e as cores mais quentes podem ter contribuído para que a versão 2.0 fosse considerada melhor.

A Questão 7 procurou investigar se o tamanho das imagens era adequado e obteve média máxima em ambas as versões. A falta de diferenciação na média deve-se ao fato de que o tamanho das imagens era exatamente o mesmo, uma vez que o objetivo era rodar as duas versões na mesma resolução de tela.

A compreensão das mensagens foi abordada na Questão 8, a qual não apresentou diferença significativa ($p=0,081$). Por mais que não tenha sido identificada diferença significativa nas avaliações, foi possível perceber que na versão 1.0 faltaram mensagens de orientação, uma vez que foi necessário esclarecer algumas dúvidas quanto à jogabilidade ao longo do teste, o que pode ter implicado na média inferior desta versão.

A Questão 9 questionava se os elementos do cenário permitiram o entendimento do usuário à proposição do *game*. Não houve diferenças significativa ($p=0,075$), uma vez que o fundo de cena do game era o mesmo para ambas as versões (baile da terceira idade). No entanto, a versão 2.0 obteve uma média mais elevada, possivelmente por apresentar um design mais elaborado que permitiu uma melhor ambientação em relação à versão 1.0.

A facilidade do participante em executar as tarefas utilizando os equipamentos envolvidos foi abordada na Questão 10, a qual apresentou diferença significativa entre as duas versões ($p=0,037$). O fato da versão 1.0 exigir o uso do teclado para seleção nos menus do game dificultou a interação por necessitar de uma habilidade da qual os participantes

mencionaram não ter, o domínio do teclado do computador. Já na versão 2.0 os participantes utilizaram a interação gestual durante todo o experimento. De acordo com Francese [20] e Dix [12], o uso do corpo em ações interativas facilita a realização de tarefas por envolver o usuário de forma natural e intuitiva. Cabe ressaltar que não foi houve dificuldade relatada no uso do sensor Kinect, mesmo sem a experiência prévia de nove dos dez participantes.

A Questão 11, referente à facilidade de pegar os objetos na tela, também apresentou diferença significativa ($p=0,008$). Com a implementação da calibragem do sensor no jogo na versão 2.0, foi possível gerar objetos passíveis de captura dentro da área de alcance do usuário – o que não ocorria na versão 1.0, o que impedia o participante a pontuar adequadamente, com tendência a causar frustração.

A Questão 12 procurou identificar se a temática do game estava associada a idade. Esta questão não apresentou diferença significativa entre as duas versões ($p=0,142$). No entanto, a versão 2.0 obteve uma média maior, o que pode ser justificado por possuir um design mais elaborado, e por permitir a seleção do gênero do personagem antes de iniciar o jogo.

A Questão 13 questionou os participantes sobre a facilidade em indicar qual a fase do jogo desejada no menu. Esta questão apresentou a maior diferença entre as médias das versões, tendo sido estatisticamente significativa ($p=0,002$). Tal fato pode ser explicado na mesma linha da Questão 10, que a versão 1.0 exigiu dos participantes o uso de mais um equipamento para as escolhas nos menus, o teclado, enquanto na 2.0 foi somente por gestos.

Coube à Questão 14 identificar se o *game* era divertido. Não houve diferença significativa entre as duas versões ($p=0,253$), mesmo porque ambas possuíam o mesmo objetivo. Contudo, a versão 2.0 apresentou maior média que, provavelmente, tenha ocorrido em função das músicas de fundo (estilo Jovem Guarda). Ao tocar, a maioria dançava, ficava mais ativa e com maior entrosamento a cada interação.

Considerando a classificação das questões quanto às características de usabilidade apresentada na Tabela 4, nota-se que todas as características avaliadas apresentaram diferença significativa, demonstrando que a versão 2.0 tem melhor usabilidade que a versão 1.0.

A característica de Facilidade de Aprendizagem, que determina se o sistema é fácil de assimilar pelo utilizador para que este possa iniciar rapidamente o processo interativo, apresentou $p=0,0020$. Isto confirma que a ambientação e a legibilidade na versão 2.0 possibilitaram ao usuário um melhor entendimento das tarefas a serem realizadas no game.

Quanto à Eficiência do game, que determina se o sistema é eficiente para o utilizador, fazendo-o interagir adequadamente para atingir uma boa produtividade, apresentou

$p=0,0001$. Isto indica que o usuário teve uma melhor interatividade ao usar o game e os recursos envolvidos na versão 2.0.

Sobre a Facilidade de Memorização, onde o sistema deve ser facilmente memorizado, para que depois de algum tempo sem uso, o utilizador se recorde de como usá-lo, apresentou $p=0,0070$. Isto demonstra que o usuário pôde reestabelecer com mais facilidade os conhecimentos adquiridos para jogar na versão 2.0.

Já no quesito de Segurança, o qual determina que o sistema deve prever erros, evitar que os utilizadores os cometam e, se o cometerem, permitir fácil recuperação ao estado anterior, apresentou $p=0,0030$. Isto demonstra que as mensagens e as indicações da versão 2.0 foram capazes de transmitir ao usuário tranquilidade ao longo do processo interativo, dando segurança às ações que ele deveria tomar em cada tarefa a realizar.

A Satisfação, que mostra se o sistema é usado de forma agradável pelos utilizadores, apresentou $p=0,0220$. Isto indica que as características do game e a atividade proposta na versão 2.0 permitiram ao usuário uma experiência mais divertida e prazerosa.

3.7.2. Diretrizes a serem consideradas em games com interação gestual

Com a análise dos resultados gerados com o teste de usabilidade foi possível identificar algumas diretrizes importantes a serem consideradas no desenvolvimento de games com interface gestual para idosos.

É preciso, em um primeiro momento, compreender o objetivo do jogo por se tratar de *serious games*. Também é importante ter conhecimento dos diversos graus de dificuldade dos usuários, tanto no que se refere aos aspectos referentes ao avanço da idade quanto aos fatores cognitivos e motores provenientes de doenças associadas à idade. O game deve ser capaz de atender essas condições.

Em relação ao uso de cores e contraste, a fim de melhorar a experiência dos usuários com o game, é necessário utilizar cores neutras para o fundo e cores mais quentes para os objetos e botões. Para os alertas recomenda-se cores quentes com alto contraste, a fim de facilitar a identificação. Quanto ao uso de imagens, também é recomendável reduzir o número de detalhes e, os que persistem, devem ser apresentados em tamanho ampliado, facilitando sua compreensão e identificação.

Já quanto ao uso de fonte legível, sugere-se o uso de tamanho aumentado e com alto contraste em relação ao fundo, facilitando a leitura por parte dos usuários. Os diálogos devem ser claros e com linguagem simples para facilitar o entendimento.

Quanto ao uso de *feedback* (erros, acertos, tempo médio de reação) para *serious games*, deve-se ter um cuidado maior, pois usuários idosos saudáveis e/ou com algum tipo de comprometimento geralmente não têm bons desempenhos quanto às métricas do game. Um *feedback* dado de forma incorreta ou negativa pode desmotivá-lo, levando-o a desistir das atividades com o game. Estudos em específico devem ser feitos para identificar como mensurar e apresentar o *feedback* para *serious games* em seus usuários.

O uso de música é um recurso que motiva o usuário e estimula a diversão durante as atividades. Recomenda-se o uso de sons conhecidos e familiares do público idoso.

O tempo de atividades mais curto, principalmente para idosos, é um fator que permite um melhor engajamento destes. Atividades longas cansam e tendem a dispersá-los.

Em relação à ambientação e ao *layout* do cenário do game, recomenda-se utilizar elementos que representem pensamentos positivos e a realidade do idoso. Isto pode contribuir na aceitação do *game* e, conseqüentemente, incentivar à experiência tecnológica.

A calibragem do sensor de movimentos é fundamental, pois cada usuário possui membros de tamanhos diferentes e também se posiciona em local diferente em relação ao sensor. Isso ajuda o usuário a ter melhor desempenho durante as atividades do game.

Por fim, o uso de recursos intuitivos e naturais ao usuário é totalmente recomendado, evitando que o mesmo tenha que receber treinamento ou dominar linguagem técnica em específico ao uso de games e seus recursos. Quanto mais natural para o usuário for a atividade, melhor se adaptará, melhor avaliará o game e mais fácil será jogar.

A Tabela 5 apresenta, de forma resumida, as diretrizes propostas neste estudo.

Tabela 5. Diretrizes propostas.

Diretrizes	Orientações
Jogo	Compreender o objetivo do jogo por se tratar de um <i>Serious Game</i>
Público-alvo	Ter conhecimento dos diversos graus de dificuldade dos usuários
Contraste	Oferecer cores neutras para o fundo e cores quentes para objetos e botões
Alertas	Alertar por meio de cores quentes com alto contraste
Imagens	Reduzir o número de detalhes e exibir em tamanho ampliado
Fontes	Ser legível, com tamanho aumentado e alto contraste em relação ao fundo
Diálogos	Apresentar clareza e linguagem simples
Música	Motivar e estimular a diversão por meio de sons conhecidos e familiares ao usuário
Tempo	Propor atividades com tempo mais curto permitem melhor engajamento
Ambientação	Utilizar elementos no cenário que representem pensamentos e o cotidiano do usuário
Calibragem	Facilitar o melhor desempenho nas tarefas a partir do uso ajustados dos dispositivos
Interação	Permitir ações e movimentos naturais para melhor adaptação e facilidade de uso

4. CONCLUSÃO

Este trabalho definiu uma metodologia para avaliar a usabilidade de *serious games* com interação gestual em idosos. Buscou-se compreender os diferentes tipos de objetivos na avaliação de usabilidade quanto à sua aplicação. Uma vez estabelecidos os tipos de objetivos, foi possível criar um instrumento de avaliação de usabilidade que pode ajudar na validação de *serious games*.

Com base na fundamentação teórica e nos resultados obtidos com a aplicação dos testes, foi possível validar o método proposto neste estudo, para as duas versões testadas. Tais resultados comprovaram que o método proposto conseguiu identificar as melhorias de usabilidade realizadas na versão 2.0 do Motion Rehab, em comparação à versão 1.0.

Ressalta-se, contudo, que este método é o primeiro passo para a identificação de um padrão no processo de avaliação da usabilidade de *serious games* para idosos. Também é imprescindível destacar que, a partir dessa proposta, novos estudos podem avaliar e complementar o método, o que é imprescindível para a evolução da área da usabilidade, de *serious games* e estudos com idosos.

A metodologia poderia ser aperfeiçoada com o uso de medidas fisiológicas, o que pode culminar na redução do uso de questionários, do tempo da entrevista e na subjetividade. Além disso, a metodologia poderia ser estendida para outros grupos de usuários (não somente para idosos), e para interfaces 3D, bem como ser avaliada em outros estilos de interação como comandos de voz e por direção do olhar.

Por fim, no decorrer do trabalho foram desenvolvidas atividades para difusão do conhecimento gerado. Destacam-se o pôster "Avaliação da Usabilidade de Games de Interação Gestual: resultados preliminares de uma revisão sistemática", apresentado no XIII Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais em 2014 e, mais recentemente, a submissão do artigo "Usability Evaluation Methods for Gesture-Based Games: a systematic review" para o Journal of Computer Science and Technology.

REFERÊNCIAS

- [1] FUA, K. C., GUPTA, S., PAUTLER, D., FARBER I. (2013). Designing Serious Games for Elders. Proceedings of the 8th International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG 2013). ISBN: 978-0-9913982-0-1. Chania, Crete, Greece.
- [2] SECRETARIA DE DIREITOS HUMANOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. <http://www.sdh.gov.br/assuntos/pessoa-idosa/dados-estatisticos>. Acessado em 11 de setembro de 2014.
- [3] LEGOUVERNEUR, G., PINO, M., BOULAY, M., RIGAUD, A. (2011). Wii sports, a usability study with MCI and Alzheimer's patients. DOI 10.1016/j.jalz.2011.05.2398. Paris, France.
- [4] FIORIN, M. R., DE MARCHI, A. C. B., RIEDER, R., COLUSSI, E. L., TROMBETTA, M. (2014). Motion Rehab: um jogo sério para idosos com sequelas de Acidente Vascular Encefálico. In: XIV Workshop de Informática Médica, 2014, Brasília. Anais do CSBS. Brasília.
- [5] NOROUGZI-GHEIDARI, N., LEVIN, M., FUNG, JOYCE., ARCHAMBAULT, P. (2013). Interactive virtual reality game-based rehabilitation for stroke patients. DOI 978-1-4799-0774-8/13. Quebec, Canada.
- [6] VASCONCELOS, A., SILVA, P. A., CASEIRO, J., NUNES, F., TEIXEIRA, L. F. (2012). Designing Tablet-Based Games for Seniors: the example of CogniPlay, a cognitive gaming platform. ISBN 978-1-4503-1570-8. Fun and Games 2012. Toulouse, France.
- [7] FIORIN, M. R. (2015). Efeitos da intervenção com game na atenção e na independência funcional em idosos após Acidente Vascular Encefálico. Dissertação (Mestrado em Envelhecimento Humano). Universidade de Passo Fundo - UPF, Passo Fundo, RS.
- [8] KARRAY, F., ALEMZADEH, M., SALEH, J., ARAB, M. (2008). Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art. Pattern Analysis and Machine Intelligence Lab., Department of Electrical and Computer Engineering University of Waterloo, Waterloo, Canada.
- [9] NIELSEN, J. (2012). Usability 101: Introduction to Usability”. Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability>. Acessado em 20 de junho de 2014.
- [10] MARTINS, A., QUEIROS, A., ROCHA, N., SANTOS, B. (2013). Avaliação de Usabilidade: Uma Revisão Sistemática da Literatura. RISTI [online]. ISSN 1646-9895. Rio Tinto, Portugal.
- [11] SIMOR, F. W., RIEDER, R., DE MARCHI, A. C. B. (2014). Avaliação da Usabilidade de Games de Interação Gestual: resultados preliminares de uma revisão sistemática. XIII Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC’2014. Foz do Iguaçu, Brasil.
- [12] DIX, A., FINLAY J., ABOARD, G. & BEALE, R. (2004). Human-Computer Interaction. THIRD EDITION. ISBN: 978-0-13-046109-4. Pearson. England.
- [13] KARAM, M. & SCHRAEFEL, M. (2005). A taxonomy of Gestures in Human Computer Interaction. ISBN 978-0854328338. University of Southampton.
- [14] CUCCURULLO, S., FRANCESE, R., MURAD, S., PASSERO, I., TUCCI, M. (2012).

- A gestural approach to presentation exploiting motion capture metaphors. ACM 978-1-4503-0113-8/11/03. Capri (NA), Italy.
- [15] MICROSOFT KINECT. Xbox Kinect. Disponível em: <http://www.xbox.com/en-US/kinect>. Acessado em 30 de junho de 2014.
- [16] RIBEIRO, A. (2012). Move and speak: interação com múltiplas superfícies através de gestos e voz. Tese (Mestrado). Disponível em <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/9265>. Acessado em 30 de junho de 2014. Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa, Lisboa.
- [17] NINTENDO WII. Disponível em: <http://www.nintendo.com/consumer/latam/pt/systems/wii>. Acessado em 30 de junho de 2014.
- [18] ISO - International Organization for Standardization. ISO/IEC 9126. <http://www.iso.org>. Acessado em 11 de março de 2016.
- [19] COCKTON, G. (2012). Usability Evaluation. In Soegaard, M. & Friis, R. (Ed.), Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Aarhus: The Interaction Design Foundation. http://www.interaction-design.org/encyclopedia/usability_evaluation.html
- [20] FRANCESE, R., PASSERO, I., TORTORA, G. (2012). Wiimote and Kinect: Gestural User Interfaces add a Natural third dimension to HCI. ACM 978-1-4503-1287-5/12/05. Capri Island, Italy.
- [21] SHIN, J., RYU, H., JAN, S. (2014). A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments. DOI 10.1186/1743-0003-11-32. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. Seoul, Korea.
- [22] KOMLÓDI, A., JÓZSA, E., HERCEGFI, K., KUCSORA, S., DORICS, D. (2011). Empirical usability evaluation of the Wii controller as an input device for the VirCA immersive virtual space. E-ISBN 978-963-8111-78-4. Dept. of Inf. Syst., Univ. of Maryland Baltimore County (UMBC), Baltimore, MD, USA
- [23] FOLSTEIN M. F., FOLSTEIN S. E., MCHUGH P. R. (1975). Mini-mental state. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. Journal of Psychiatric Research 12: 189–98. DOI:10.1016/0022-3956(75)90026-6. Department of Psychiatry, University of Oregon Medical School, Oregon, U.S.A.
- [24] SHEIKH, J. I., YESAVAGE, J. A. (1986). Geriatric depression scale (GDS): recent evidence and development of a shorter version. Clinical Gerontologist: The Journal of Aging and Mental Health.
- [25] YESAVAGE, J. A., BRINK, T. L., ROSE, T. L. et al. (1983). Development and validation of a geriatric depression scale: A preliminary report. Journal Psychiatric Research, v. 17, n. 1, p. 37-49.
- [26] BENYON, D. (2011). Interação Humano-Computador. Pearson, São Paulo, Brasil.
- [27] ESTATUTO DO IDOSO. Lei federal nº 10.741, de 01 de outubro de 2003. Brasília, DF: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, 2004.
- [28] BERTOLUCCI, P. H. F. et al. (1994). O Mini-exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. Arquivos de Neuropsiquiatria, São Paulo, v.52, n.1., mar. 1994.
- [29] BRUCKI, S. M. D. et al. (2003). Sugestões para o uso do Mini-Exame do Estado Mental no Brasil. Arquivos de Neuropsiquiatria, São Paulo, v. 61, n.3B, set. 2003.
- [30] NIELSEN, J. (2012). Thinking Aloud: The #1 Usability Tool. Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/thinking-aloud-the-1-usability-tool>. Acessado em 15

de abril de 2015.

- [31] PERRACINI, M. R. (2006). Planejamento e adaptação do ambiente para pessoas idosas. In: Freitas EV, Py L, Cançado FAX, Doll J, Gorzoni ML. Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. p.1142-51.
- [32] CARON, J., BIDUSKI, D., MARCHI, A. C. B. (2015). Alz Memory Um aplicativo móvel para treino de memória de pacientes com Alzheimer. RECIIS. Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde (Edição em Português. Online) , v. 9, p. 1-13.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa sobre o MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA USABILIDADE PARA "SERIOUS GAMES" COM INTERAÇÃO GESTUAL PARA IDOSOS, de responsabilidade do pesquisador FERNANDO WINCKLER SIMOR.

Esta pesquisa justifica-se devido à forte tendência de mercado para a criação de serious games com interação gestual, destinados ao público idoso, torna-se necessário propor um método para avaliar a usabilidade de tais games. Esta pesquisa também se justifica ao propor um mecanismo que possa melhorar as interfaces de games, facilitando e minimizando os esforços durante a interação. O objetivo desta pesquisa é validar o método de avaliação da usabilidade de jogos sérios para idosos com o uso do kinect.

A sua participação na pesquisa será em 1 encontro, pela parte da tarde, com duração aproximada de 15 minutos no Campus III da UPF (CREATI), em data e local a serem definidos. Não são esperados desconfortos ou risco durante a sessão. Caso sejam identificados alguns sinais de desconforto, o pesquisador fará o encaminhamento para o serviço aplicado de psicologia da UPF. Como se trata de uma pesquisa em andamento que envolve a avaliação de um game já desenvolvido, os benefícios não serão imediatos.

Você terá a garantia de receber esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. Sua participação nessa pesquisa não é obrigatória e você pode desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento.

Caso tenha alguma despesa relacionada à pesquisa, você terá o direito de ser ressarcido (a) e você não receberá pagamento pela sua participação no estudo.

As suas informações serão gravadas e posteriormente destruídas. Os dados relacionados à sua identificação não serão divulgados. Os resultados da pesquisa serão divulgados em formato de dissertação de mestrado e também em eventos científicos, mas você terá a garantia do sigilo e da confidencialidade dos dados.

Caso você tenha dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, e caso se considere prejudicado (a) na sua dignidade e autonomia, você pode entrar em contato com o (a) pesquisador (a) FERNANDO WINCKLER SIMOR pelo telefone (54) 9976-1300, ou com o curso de Mestrado em Computação Aplicada, ou também pode consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF, pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 08h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa como consta nas explicações e orientações acima, coloque se nome no local indicado abaixo. Desde já, agradecemos a sua colaboração e solicitamos a sua assinatura de autorização neste termo, que será também assinado pelo pesquisador responsável em duas vias, sendo que uma ficará com você e outra com o (a) pesquisador (a).

Prof. Dra. Ana Carolina B. De Marchi
Orientadora

Assinatura do Participante

Prof. Dr. Rafael Rieder
Coorientador

Fernando Winckler Simor
Pesquisador

APÊNDICE B - PROTOCOLO DE TESTE DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE SERIOUS GAMES

1. PLANO DE TESTE

1.1. OBJETIVO DO TESTE

O objetivo deste teste é validar um método de avaliação da usabilidade de *serious games* com interação gestual destinado a idosos. O game utilizado para a avaliação será o Motion Rehab, um *serious game* 2D projetado para intervenção fisioterápica em idosos, que utiliza o sensor de movimentos Kinect. As tarefas executadas pelos idosos contemplam exercícios de flexão e abdução de ombro, extensão do cotovelo, extensão e flexão de quadril e joelho.

Para esta avaliação, serão utilizadas duas versões do jogo supracitado: 1.0 e 2.0. O objetivo deste teste será avaliar a diferença de usabilidade entre as versões com um único grupo de pessoas.

Para a realização do teste de usabilidade, serão selecionados dez participantes idosos. Cada participante realizará duas sessões de testes, com duração de 15 minutos cada, tempo correspondente para testar cada versão do game, ou seja, cada participante irá testar a versão 1.0 e a versão 2.0 do game. Metade dos participantes irá iniciar o teste pela versão 1.0 e a outra metade iniciará o teste por 2.0.

A coleta de dados acontecerá em três momentos: pré-teste, teste e pós-teste, os quais serão detalhados nas sessões 3, 4 e 5 respectivamente.

O presente projeto foi submetido ao comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo - RS através do envio a Plataforma Brasil (atendendo a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde sobre a participação de pessoas na pesquisa) e foi APROVADO sob o parecer número 1.041.480 e relatoria em 29/04/2015.

1.2. DECLARAÇÃO DE PROBLEMAS DE USABILIDADE

- Os elementos da interface são representativos ao que se propõe?
- Os elementos de navegação são adequados?

- O feedback utilizado é adequado e compreensível?
- Os elementos dinâmicos que interagem com o jogador são intuitivos?
- Os elementos estáticos permitem ambientação?

1.3. PARTICIPANTES

A população do estudo será composta de sujeitos, de ambos os sexos, voluntários do Centro Regional de Estudos e Atividades para Terceira Idade (CREATI) da Universidade de Passo Fundo. Serão incluídos 10 idosos, alfabetizados, sem comprometimento cognitivo ou motor e sem sintomatologia depressiva grave. A faixa etária será idade igual ou superior a 60 anos. Todos os participantes receberão esclarecimentos dos objetivos da pesquisa e deverão assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

1.4. METODOLOGIA

O experimento será realizado com a finalidade de avaliar a usabilidade do game e será composto das seguintes partes:

- Cada um dos participantes será recebido pelo pesquisador e orientado a se sentar e se sentir confortável. O participante será orientado a preencher o Questionário Sociodemográfico e de Caracterização da Amostra (Anexo A), preencher o Mini Exame do Estado Mental - MEEM (Anexo B) e ainda preencher o formulário de Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) (Anexo C).
- O participante receberá o documento INSTRUÇÃO PARA EXPERIMENTO – PARTICIPANTE (Seção 2.1 – Apêndice B), explicando o objetivo do teste. Deverá ser reforçado que é o game que está sendo avaliado e não o participante. Ainda, que as tarefas devem ser executadas com naturalidade, de forma confortável. Também será informado ao participante que o mesmo estará sendo filmado, mas sua imagem será preservada.
- Ao participante serão encaminhadas as instruções básicas de utilização do game, bem como do funcionamento do sensor de movimentos Kinect. Será orientado a jogar livremente por 3 minutos para que se familiarize com os recursos e o ambiente do game. Após isso, o Pesquisador perguntará ao Participante se ainda resta alguma

dúvida sobre a realização do teste. Durante o teste não serão respondidas perguntas por parte do Pesquisador.

- O participante deverá ser orientado do uso do protocolo de verbal chamado “Think Aload” [30] para que o mesmo seja estimulado a verbalizar durante o uso do game todos os seus pensamentos. Com isso, o Pesquisador terá em tempo real, a informação sobre o mapa mental dos participantes, suas dúvidas e dificuldades, seus raciocínios, para onde estão olhando, o que estão sentindo e fazendo, etc.
- O Observador iniciará o teste de posse do QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE – OBSERVADOR (Seção 3.2– Apêndice B) e fará anotações durante todo o teste, conforme sua percepção.
- O Participante executará quatro tarefas com uso do game. Cada uma das tarefas está descrita na seção 2.5 com o seu respectivo tempo para execução. Cada tarefa está relacionada a uma fase do game.
- Depois de completadas as tarefas, o Participante receberá o QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE – PARTICIPANTE (Seção 4.1 – Apêndice B) e deverá preenchê-lo. O Participante poderá comentar sobre o teste abertamente, permitindo uma coleta de informações complementares por parte do Observador.
- Ao final, o Participante será cumprimentado e agradecido a sua colaboração neste experimento.

Observações: O Observador deverá estar de posse do documento INSTRUÇÃO PARA EXPERIMENTO – OBSERVADOR (Seção 2.1 – Apêndice B), a fim de orientá-lo na execução e condução do experimento.

1.5. TAREFAS

Fase	Detalhamento das Tarefas	Tempo
1	Exercícios para os membros superiores com o sujeito sentado em uma cadeira.	2 min
2	Exercícios com movimentos de membros superiores exigindo rotação leve de tronco com o sujeito em pé.	2 min
3	Exercícios com movimentos de membros superiores exigindo rotação leve	2 min

	de tronco com o sujeito em pé.	
4	Agrupamento de todos os exercícios anteriores em um único, o sujeito deve realizar movimentos de sentar e levantar, leve rotação de tronco e movimentos de membros superiores.	2 min

1.6. CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE TESTE

O Observador deverá verificar, conforme tabela abaixo onde lista todos os recursos necessários bem como a orientação da utilização dos mesmos no ambiente para que o teste seja executado com êxito.

Nº	Nome	Orientação
1	Televisor	O televisor deve estar posicionado de modo que o participante possa interagir com o game na altura dos olhos.
2	Sensor Kinect	A posição do sensor Kinect deve estar entre 0,6 m e 1,8 m de altura do chão e a uma distância mínima de 1,2 m do participante, sem ter nada entre o participante e o sensor.
3	Calibrar o sensor	Para que se possa jogar, é imprescindível a calibragem do sensor Kinect no game para que o mesmo possa monitorar os movimentos do corpo.
5	Iluminação	Para que o sensor reconheça os movimentos corretamente deve-se ter uma boa iluminação.
6	Cadeira	As fases 1, 2 e 4 utilizam cadeira, deve estar próximo ao participante, o mesmo vai precisar sentar e levantar algumas vezes conforme indicar o game durante o experimento.
7	Mesas	Será necessária uma mesa para posicionar a TV e o sensor Kinect. Também será necessária outra mesa para que a pessoa possa preencher os documentos solicitados para a realização do experimento de forma confortável.

A Figura 1 ilustra a disposição sugerida para a disposição dos equipamentos na sala de testes.

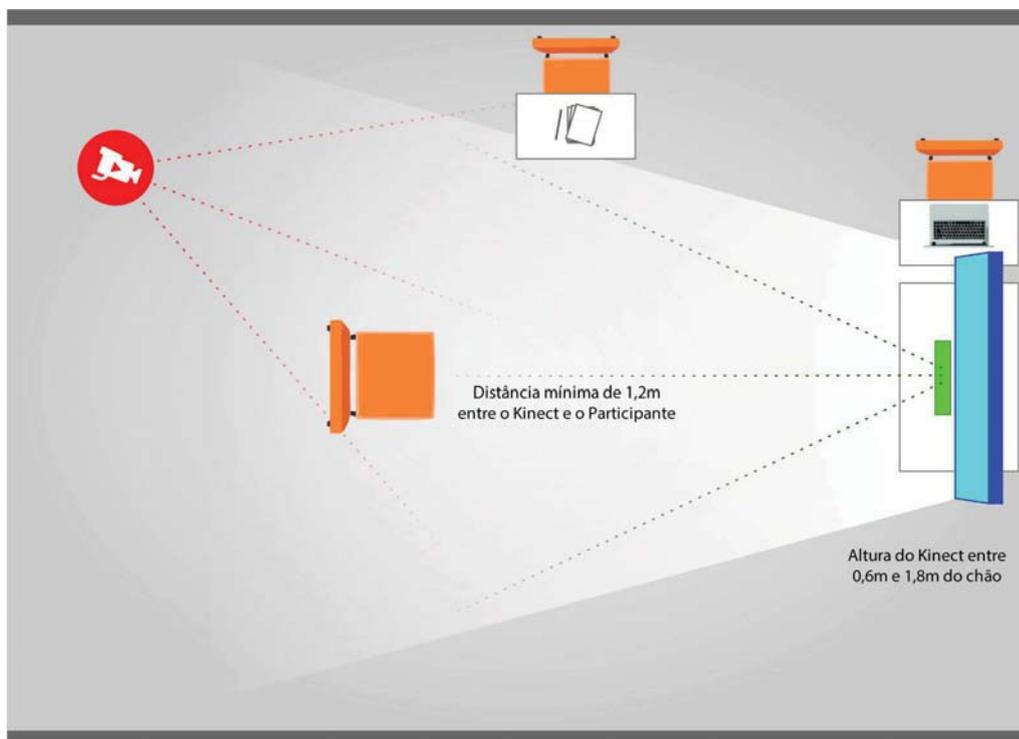


Figura 1. Croqui da sala de aplicação de testes de usabilidade (vista aérea).

1.7. PAPEL DO OBSERVADOR

O Observador se sentará ao lado do participante durante a realização do teste e registrará o tempo gasto nas tarefas, erros e observações por meio do formulário do QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE – OBSERVADOR (Seção 3.2. – Apêndice B). O Observador não poderá ajudar o participante na realização das tarefas. Ele somente poderá orientar se surgir uma questão acerca do procedimento de teste. O Observador poderá contar com a ajuda de um ou mais auxiliares caso ocorram problemas técnicos durante a atividade.

1.8. MÉTRICAS

As seguintes medidas de desempenho, coletadas pelo próprio software do game, serão utilizadas para análise estatística:

- **Tempo de Médio de Reação:** tempo decorrido entre reflexo visual e o reflexo motor ao alcançar objetos.

- **Número de Acertos:** número de objetos alcançados.
- **Número de Erros:** número de objetos não alcançados.

1.9. CONTEÚDO DO RELATÓRIO E APRESENTAÇÃO

O relatório conterá o plano de testes, resultados, discussões e recomendações, sendo que os resultados serão priorizados e apresentados em reunião à equipe de desenvolvimento do game e estará à disposição de quem mais interessar.

2. PRÉ-TESTE

2.1. INSTRUÇÃO PARA EXPERIMENTO – OBSERVADOR

O objetivo deste documento é ser utilizado pelo Observador para instruí-lo sobre o experimento.

2.1.1. Ambiente de Teste

Para que seja possível executar o experimento, o ambiente do teste deverá conter os seguintes itens:

- Energia elétrica;
- Um filtro de linha com tomadas (extensão);
- A sala deverá conter boa iluminação;
- Uma filmadora e uma máquina fotográfica;
- Um televisor LED 42” ou superior com entrada HDMI;
- O computador deverá ter uma saída HDMI. Deverá estar instalado o Sistema Operacional Microsoft Windows 7 ou superior e os softwares XNA Game Studio 4, Kinect SDK 1.7 e o Jogo (*content* e executável). Para a gravação da tela do jogo será necessária instalação do software Camtasia Studio;
- Um sensor do Kinect XBOX 360, com adaptador para USB;
- Canetas na cor azul ou preta;
- Os formulários da Seção 3.1.5 devem estar impressos na quantidade de participantes que avaliarão o experimento, sendo que serão necessárias duas cópias do “Questionário de avaliação do teste – Participante” para cada participante;
- O Observador e bem como os auxiliares deverão possuir uma cópia impressa cada deste documento “PROTOCOLO DE TESTE DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE”;
- Duas mesas e uma cadeira;
- Garrafas de água mineral e copos descartáveis.

2.1.2. Papel do Observador

O Observador deverá anotar todas as suas percepções durante a execução do experimento por parte do Participante, lembrando que problemas de usabilidade estão relacionados a aspectos de uma interface que podem causar problemas na aprendizagem de uso, no próprio uso eficiente desta interface ou ainda no grau de satisfação do usuário. O objetivo é identificar os aspectos relacionados com a usabilidade de interface do game que possam detectar problemas de projeto e assim poder fazer recomendações para a eliminação de tais problemas.

O Observador se sentará ao lado do participante durante a realização do teste e registrará o tempo gasto nas tarefas, erros e observações por meio do formulário do QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE – OBSERVADOR (Seção 3.2 – Apêndice B). O Observador não poderá ajudar o participante na realização das tarefas. Ele somente poderá orientar se surgir uma questão acerca do procedimento de teste. O Observador poderá contar com a ajuda de um auxiliar caso ocorram problemas técnicos durante a atividade.

Caso o Participante sinta algum desconforto durante o experimento, o mesmo deverá ser imediatamente encaminhado pelo Observador para atendimento especializado.

2.1.3. Papel do Participante

O participante deverá responder aos documentos solicitados, porém deverá interagir com o experimento somente após estar ciente do TCLE (Apêndice A). Após o experimento, o participante deverá responder aos questionários solicitados.

2.1.4. Recursos básicos do Game

O Motion Rehab [09] contempla exercícios de flexão e abdução de ombro, extensão de cotovelo, extensão e flexão de quadril e joelho. Ele simula um baile de terceira idade, onde surgem objetos relacionados às festas e elementos distratores (não relacionados ao contexto). O objetivo é direcionar mão ou cabeça aos objetos que correspondem ao tema de festa para pontuar. Caso toque nos distratores perderá pontos. A aplicação monitora a evolução do jogador, conforme aumenta a dificuldade dos exercícios.

O jogo totaliza 15 minutos de duração, com atividades distribuídas em quatro fases, como mostra a Figura 2 (versão 1.0) e a Figura 3 (versão 2.0). Na Fase 1, o game

explora exercícios para os membros superiores com o sujeito sentado em uma cadeira (cinco minutos). Já na Fase 2, os exercícios são de sentar e levantar, onde o sujeito deve encontrar os objetos com a cabeça (três minutos). Na Fase 3, são apresentados exercícios com movimentos de membros superiores exigindo rotação leve de tronco com o sujeito em pé (quatro minutos). Por fim, na Fase 4 o agrupamento de todos os exercícios anteriores em um único, onde o sujeito deve realizar movimentos de sentar e levantar, leve rotação de tronco e movimentos de membros superiores (três minutos).

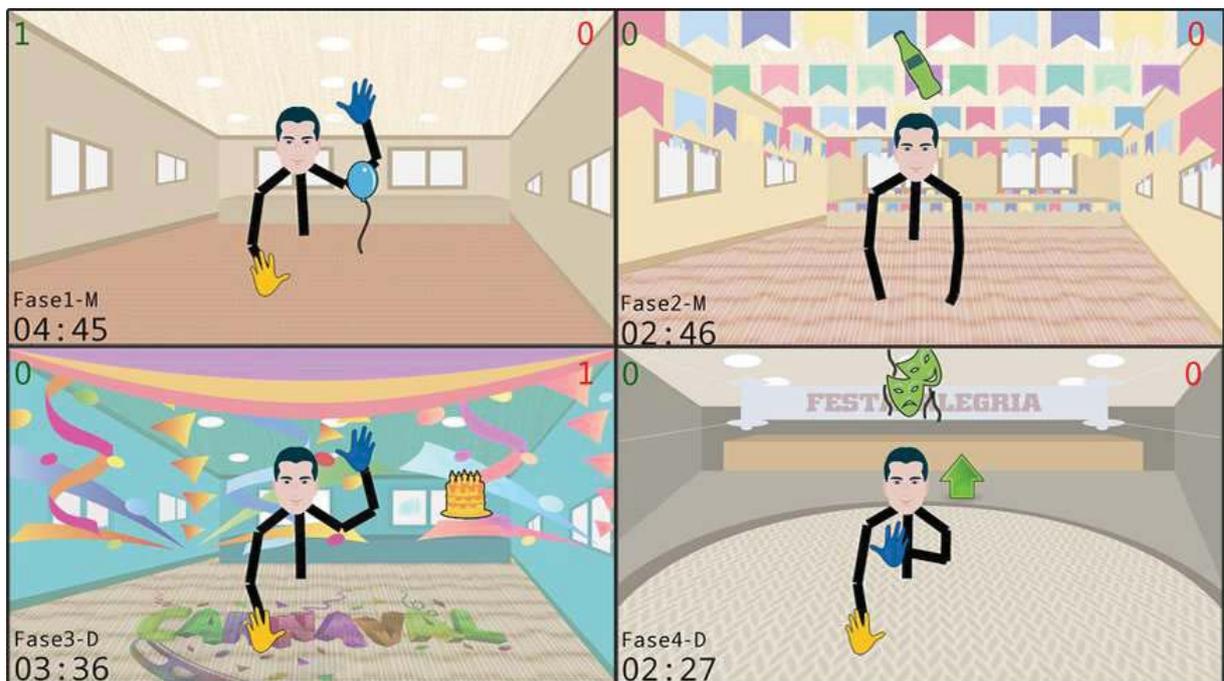


Figura 2. Fases do *game* Motion Rehab, versão 1.0

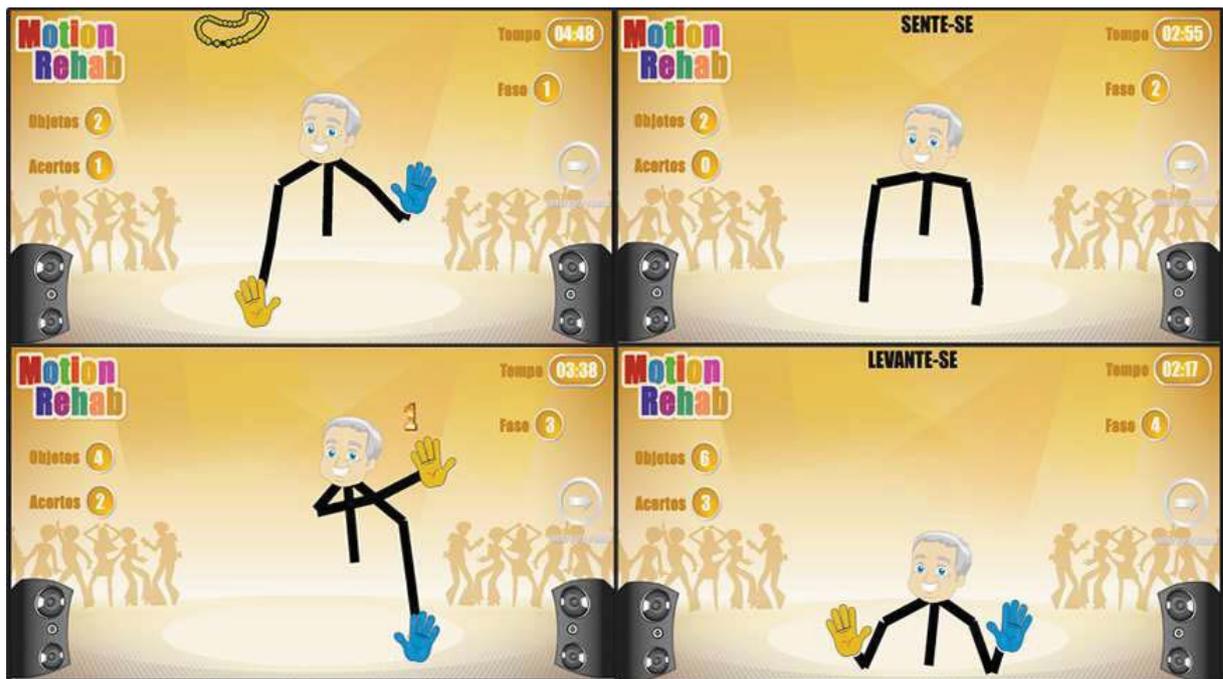


Figura 3. Fases do *game* Motion Rehab, versão 2.0

2.1.5. Formulários utilizados

- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE
- Questionário Sociodemográfico e de Caracterização da Amostra
- Mini Exame do Estado Mental – MEEM
- Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15)
- Questionário de avaliação do teste – Participante

3. TESTE

3.1. INSTRUÇÃO PARA EXPERIMENTO – PARTICIPANTE

3.1.1. Lista de tarefas do teste

Agora, você dará início aos testes.

Abaixo, nós temos quatro tarefas que devem ser executadas por você utilizando o game. Cada tarefa corresponde a uma fase do game.

Lembre-se:

Verbalize suas dúvidas, pois isto ajudará ao Observador anotar a ocorrência e a razão de problemas. É o game que está sendo avaliado e não você.

Fase	Detalhamento da Tarefa	Tempo	Resultados esperados
1	Exercícios para os membros superiores com o sujeito sentado em uma cadeira.	2 min	O participante deverá estar sentado e tem o objetivo de movimentar os membros superiores. Nesta fase é preciso pegar os objetos que possuem a mesma cor da mão, não se devem pegar objetos de cores diferentes e que não fazem parte dos elementos da festa.
2	Exercícios com movimentos de membros superiores exigindo rotação leve de tronco com o sujeito em pé.	2 min	O participante deve pegar os objetos com a cor verde com a cabeça, para isso a pessoa deve se levantar. Se for um objeto que não está relacionado à festa ou não for de cor verde, deve permanecer sentado e esperar pelo próximo objeto.
3	Exercícios com movimentos de membros superiores exigindo rotação leve de	2 min	A fase 3 trabalha os membros superiores e movimentação de tronco. O participante deve pegar os objetos com a mão que possui a cor correspondente a do objeto, mesma ideia da fase

	tronco com o sujeito em pé.		1, porém o participante estará em pé e deverá fazer um movimento de rotação de tronco para pegar os objetos.
4	Agrupamento de todos os exercícios anteriores em um único, o sujeito deve realizar movimentos de sentar e levantar, leve rotação de tronco e movimentos de membros superiores.	2 min	A fase 4 engloba os exercícios das fases anteriores. O participante deve pegar os objetos com a mão que possui a cor correspondente ao objeto. A cada 3 objetos que são pegos a pessoa deve mudar de sentada para levantada e vice-versa, trabalhando assim os membros inferiores. Também é necessário pegar os objetos usando a rotação de tronco e os membros superiores.

3.2. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE - OBSERVADOR

O objetivo deste documento é ser utilizado pelo Observador para a coleta manual de informações originadas da observação do participante, durante o teste do game.

Data e hora de início do teste: ____:____ Data e hora de fim do teste: ____:____

Versão do Game: _____ Número do participante: _____

Questionário	
Fase 1	
Detalhamento da tarefa	Movimentos dos membros superiores com o sujeito sentado em uma cadeira (2 min).
Versão	
Tempo médio de reação	
Número de erros	
Número de acertos	
Horário Início	
Horário Final	
Observações	
Fase 2	
Detalhamento da tarefa	Movimentos de membros superiores exigindo rotação leve de tronco com o sujeito em pé (2 min).
Versão	

Tempo médio de reação	
Número de erros	
Número de acertos	
Horário Início	
Horário Final	
Observações	
Fase 3	
Detalhamento da tarefa	Movimentos de membros superiores exigindo rotação leve de tronco com o sujeito em pé (2 min).
Versão	
Tempo médio de reação	
Número de erros	
Número de acertos	
Horário Início	
Horário Final	
Observações	

Fase 4	
Detalhamento da tarefa	Movimentos de sentar e levantar, leve rotação de tronco e movimentos de membros superiores (2 min).
Versão	
Tempo médio de reação	
Número de erros	
Número de acertos	
Horário Início	
Horário Final	
Observações	

4. PÓS-TESTE

4.1. QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO TESTE - PARTICIPANTE

Versão do Game: _____ Número do participante: _____

O objetivo deste questionário é coletar informações sobre a opinião do participante do teste de usabilidade que foi realizado utilizando o Motion Rehab. As informações fornecidas são vitais para o aprimoramento do game.

Por favor, leia com atenção as questões a seguir e em caso de dúvida, solicite esclarecimento com o Observador. Nas questões de marcar, favor assinalar o número correspondente ao grau de concordância.

1. Assinale o número correspondente ao valor correspondente à sua avaliação a cada item, sendo que o número 1 é o mais difícil e o número 5 é o mais fácil.

Nº	Questão	Avaliação
1	Foi fácil utilizar o game	① ② ③ ④ ⑤
2	Ficaram claros no game quais os passos que deveriam ser seguidos durante a execução mesmo	① ② ③ ④ ⑤
3	O tempo para execução das tarefas foi suficiente	① ② ③ ④ ⑤
4	As cores utilizadas estavam adequadas	① ② ③ ④ ⑤
5	O tipo de letra utilizada estava legível?	① ② ③ ④ ⑤
6	As imagens apresentadas estavam legíveis	① ② ③ ④ ⑤
7	O tamanho das imagens foi adequado	① ② ③ ④ ⑤
8	As mensagens estavam compreensíveis	① ② ③ ④ ⑤
9	Os elementos do cenário permitiram o entendimento ao que se propôs o jogo	① ② ③ ④ ⑤
10	Foi fácil executar as tarefas utilizando os equipamentos envolvidos	① ② ③ ④ ⑤

11	Foi fácil pegar os objetos na tela	① ② ③ ④ ⑤
12	A temática está associada à sua idade	① ② ③ ④ ⑤
13	Foi fácil indicar qual a fase do jogo desejada no menu	① ② ③ ④ ⑤
14	O game estava divertido	① ② ③ ④ ⑤

2. Gostaria de deixar sua opinião e/ou contribuição sobre o experimento para que possamos melhorá-lo?

ANEXO A - Questionário Sociodemográfico e de Caracterização da Amostra

Número de Identificação: _____

Data da Entrevista: ____/____/_____

Data de Nascimento: ____/____/_____

Idade: _____ anos Sexo: () Masculino () Feminino

Escolaridade:

Escolaridade em anos: _____

Já jogou algum game? () Sim () Não

Se sim, com qual frequência? _____

Se sim, já utilizou o Kinect antes? () Sim () Não

Faz algum tipo de tratamento médico? () Sim () Não

Se sim, qual tratamento? _____

Você faz uso de alguma medicação? () Sim () Não

Se sim, qual medicação? _____

Possui alguma dificuldade de movimento (motora)? () Sim () Não

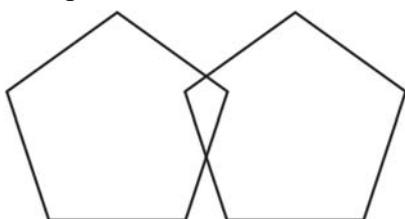
Se sim, qual dificuldade? _____

ANEXO B - Mini Exame do Estado Mental – MEEM

Folstein, Folstein e Mc Hugh (1975)

Data: ____/____/____ Número do participante: _____

<i>Questões</i>	<i>Pontos</i>
* Qual é o (ano) (estação) (data) (dia/mês) e (mês).	5
* Onde estamos (país) (estado) (cidade) (rua ou local) (andar).	5
* Nomear três objetos (pente, rua, azul). Pedir para prestar atenção, pois terá que repetir mais tarde. Pergunte pelas três palavras após tê-las nomeado. Repetir até que evoque corretamente e anotar número de vezes (5): ____	3
* Subtrair: 100-7 e 7 dos seguintes números: 93 – 86 – 79 – 72 – 65	5
* Perguntar pelas 3 palavras anteriores (pente-rua-azul)	3
* Identificar lápis e relógio de pulso	2
* Repetir: “Nem aqui, nem ali, nem lá”.	1
* Seguir o comando de três estágios: “Pegue o papel com a mão direita, dobre ao meio e ponha no chão”.	3
* Ler “em voz baixa” e executar: FECHE OS OLHOS	1
* Escrever uma frase (um pensamento, ideia completa).	1
* Copiar o desenho:	1



ANEXO C - Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15)

Geriatric Depression Scale (GDS)

Data: ____/____/____ Número do participante: _____

Responda *Sim* ou *Não* consoante se tem sentido de há uma semana para cá:

Está satisfeito(a) com sua vida?	S	N
Interrompeu muitas de suas atividades?	S	N
Acha sua vida vazia?	S	N
Aborrece-se com frequência?	S	N
Sente-se bem com a vida na maior parte do tempo?	S	N
Teme que algo de ruim lhe aconteça?	S	N
Sente-se alegre a maior parte do tempo?	S	N
Sente-se desamparado com frequência?	S	N
Prefere ficar em casa a sair e fazer coisas novas?	S	N
Acha que tem mais problemas de memória que outras pessoas?	S	N
Acha que é maravilhoso estar vivo(a)?	S	N
Sente-se inútil?	S	N
Sente-se cheio(a) de energia?	S	N
Sente-se sem esperança?	S	N
Acha que os outros tem mais sorte que você?	S	N

ANEXO D - Solicitação de Autorização

Passo Fundo, 10 de março de 2015.

Senhor coordenador

Pelo presente, solicitamos a Vossa Senhoria autorização para o desenvolvimento do projeto de pesquisa “Método de Avaliação da Usabilidade para Serious Games com Interação Gestual para Idosos”, junto à Centro Regional de Estudos e Atividades para a Terceira Idade – CREATI/UPF.

Fernando Winckler Simor

ANEXO E - Fornecimento de Autorização

Passo Fundo, 10 de março de 2015.

Autorizo a realização da pesquisa “Método de Avaliação da Usabilidade para Serious Games com Interação Gestual para Idosos”, nesta instituição pelo mestrando Fernando Winckler Simor, acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, do Instituto de Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo.

Centro Regional de Estudos e Atividades para
a Terceira Idade – CREATI/UPF