

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DESIGN E AVALIAÇÃO DE UM JOGO SÉRIO PARA REABILITAÇÃO MOTORA

TIAGO DE SOUZA ARAÚJO

DM 44/2019

UFPA / ITEC / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém-Pará-Brasil
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DESIGN E AVALIAÇÃO DE UM JOGO SÉRIO PARA REABILITAÇÃO MOTORA

TIAGO DE SOUZA ARAÚJO

DM 44/2019

UFPA / ITEC / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém-Pará-Brasil
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

TIAGO DE SOUZA ARAÚJO

DESIGN E AVALIAÇÃO DE UM JOGO SÉRIO PARA REABILITAÇÃO MOTORA

Dissertação submetida a Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPA para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Elétrica na Área de Computação Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Ribeiro Filho

UFPA / ITEC / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém-Pará-Brasil
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

D278d de Souza Araújo, Tiago
DESIGN E AVALIAÇÃO DE UM JOGO SÉRIO PARA
REABILITAÇÃO MOTORA / Tiago de Souza Araújo. — 2019.
70 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Manoel Ribeiro Filho
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal
do Pará, Belém, 2019.

1. Jogos Sérios. 2. Realidade Virtual. 3. Fisioterapia. I.
Título.

CDD 006.8

**“DESIGN E AVALIAÇÃO DE UM JOGO SÉRIO PARA
REABILITAÇÃO MOTORA”**

AUTOR: TIAGO DE SOUZA ARAÚJO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA, SENDO
JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA
ELÉTRICA NA ÁREA DE COMPUTAÇÃO APLICADA.

APROVADA EM: 10/12/2019

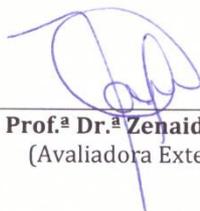
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Manoel Ribeiro Filho
(Orientador – PPGEE/UFPA)



Prof. Dr. Diego Lisboa Cardoso
(Avaliador Interno – PPGEE/UFPA)



Prof.^a Dr.^a Zenaide Carvalho da Silva
(Avaliadora Externa – UNIFESSPA)

VISTO:



Prof.^a Dr.^a Maria Emília de Lima Tostes
(Coordenadora do PPGEE/ITEC/UFPA)

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo”

Martin Luther King

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado ao meu lastro existencial, o meu Deus, pois é através dele que me movo e existo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me ajudado nessa caminhada.

Ao meu núcleo familiar (esposa Simone e filha Ana Cecília), por estarem sempre presentes na minha vida, me tornando um ser humano melhor. Sendo estas, meus maiores presentes.

A minha cunhada Maila e meu cunhado Márcio que disponibilizaram sua residência na cidade de Marabá sempre que precisei ir realizar atividades acadêmicas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPA pela oportunidade de crescimento profissional e acadêmico.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, por proverem o conhecimento necessário para produção deste trabalho.

Ao meu professor e orientador Dr. Manoel Ribeiro Filho, por toda paciência e orientação nessa jornada acadêmica.

Aos profissionais e pacientes que participaram desta pesquisa, em especial a fisioterapeuta Cirlaine Corrêa, por ter abraçado o projeto e ter contribuído significativamente no desenvolvimento e avaliação deste trabalho.

À direção do Hospital Municipal da cidade de Rondon do Pará pela parceria.

A todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2	CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO	1
1.3	OBJETIVOS	2
1.3.1	Objetivo Geral	2
1.3.2	Objetivos Específicos	3
1.4	Estrutura da Dissertação	3
2	REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	5
2.2	REALIDADE VIRTUAL: CONCEITO E UTILIZAÇÃO	5
2.3	CAPTURE DE MOVIMENTOS	7
2.3.1.	Sistemas Eletromagnéticos	8
2.3.2.	Sistemas Mecânicos	9
2.3.3.	Sistemas Ópticos	9
2.3.4.	Sistemas Acústicos	11
2.4	JOGOS SÉRIOS	11
2.5	FISIOTERAPIA E JOGOS SÉRIOS	12
2.6	DESIGN PARTICIPATIVO EM JOGOS SÉRIOS	14
2.6.1.	Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio (PEED)	14
2.7	TRABALHOS RELACIONADOS	15
2.7.1	<i>GestureCollection</i>	15
2.7.2	<i>Kinerehab</i>	16
2.7.3	ARVRE	16
2.7.4	Comparação entre os trabalhos	17
2.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
3.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	18
3.2.	<i>GAME DESIGN DOCUMENT (GDD)</i>	18
3.3.	ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO	19
3.4.	<i>SERIOUS EXERGAME UTILITY - QUESTIONNAIRE (SEU-Q)</i>	19
3.5.	<i>SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)</i>	20

3.6.	FERRAMENTAS UTILIZADAS	21
3.7.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	22
3.8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
4	RESULTADOS OBTIDOS	23
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	23
4.2	<i>GAME DESIGN</i> DO GAFT	23
4.2.1	Modelagem e Design	24
4.3	DESENVOLVIMENTO DO GAFT	28
4.3.1	Objetivos e definição das funcionalidades dos incrementos	28
4.3.2	Desenvolvimento dos Incrementos	29
4.3.3	Avaliação do GAFT	33
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	CONCLUSÃO	39
5.1	CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO	39
5.2	PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS	39
5.3	DIFICULDADES ENCONTRADAS	40
5.4	PRODUÇÃO ACADÊMICA	40
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO ..	45
	ANEXO A – <i>SYSTEM USABILITY SCALE</i> (SUS)	46
	ANEXO B – <i>SERIOUS EXERGAME UTILITY – QUESTIONNAIRE (SEU-Q)</i>	48
	ANEXO C – PUBLICAÇÃO FEITA NO XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES) 2019	54
	ANEXO D – PUBLICAÇÃO FEITA NO IV SEMINÁRIO DE TECNOLOGIAS APLICADAS EM EDUCAÇÃO E SAÚDE (STAES) 2019	55
	ANEXO E – PUBLICAÇÃO FEITA NO IV ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ (UNIFESSPA) 2019 ..	56
	ANEXO F – PUBLICAÇÃO FEITA NO XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES) 2018	57

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema de ossos baseado em hierarquia.....	8
Figura 2 – Kinect e seus componentes	10
Figura 3 – Planos anatômicos do corpo humano.....	13
Figura 4 – Diagrama de Caso de Uso	24
Figura 5 – Navegabilidade do GAFT	26
Figura 6 – Tela inicial do GAFT	29
Figura 7 – Tela principal do GAFT	30
Figura 8 – Exemplo de exercício.....	31
Figura 9 – UFA utilizando o GAFT	33
Figura 10 – Resultado do SUS em percentuais	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dispositivos mais utilizados em RV	6
Quadro 2 – Principais funcionalidades dos jogos.....	17
Quadro 3 – Configuração mínima de hardware e software	22
Quadro 4 – Etapa Incremental	28
Quadro 5 – Funcionalidades implementadas nos incrementos.....	29
Quadro 6 – Tipos de exercícios utilizados no jogo	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado do SEU-Q.....	34
Tabela 2 – Resultado do SUS	36

LISTA DE ABREVIATURAS

DP	<i>Design Participativo</i>
ETD	<i>Equipe Técnica de Desenvolvimento</i>
GDD	<i>Game Design Document</i>
JS	<i>Jogos Sérios</i>
PEED	<i>Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio</i>
RV	<i>Realidade Virtual</i>
SEU-Q	<i>Serious Exergame Utility – Questionnaire</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
UFA	<i>Usuários Finais Aprendizes</i>
UFE	<i>Usuários Finais Entendidos</i>
UNESCO	<i>Organização da Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura</i>

RESUMO

A área de reabilitação fisioterapêutica visa sempre melhorar a qualidade de vida dos pacientes, porém o processo de tratamento fisioterapêutico pode ser considerado tedioso e cansativo. Considerando essa problemática, os Jogos Sérios se apresentam como ferramenta de auxílio no processo de recuperação de pacientes submetidos a tratamentos fisioterapêuticos, os quais utilizam a realidade virtual como elemento motivador no processo de recuperação do paciente. O presente trabalho apresenta o processo de *design* e avaliação de um jogo sério voltado para reabilitação motora o qual foi avaliado por profissionais e pacientes e apresentou resultados relevantes nos critérios de facilidade de aprendizagem, eficiência, nível de inconsistências, satisfação do usuário e facilidade de memorização através da utilização da *System Usability Scale* (SUS). Foi utilizado também o instrumento *Serious Exergame Utility - Questionnaire* (SEU-Q) para avaliação da percepção de utilidade do Jogo Sério proposto, o qual ajudou a identificar importantes aspectos relacionados aos benefícios do seu uso.

Palavras-chaves: jogos sérios; realidade virtual; fisioterapia.

ABSTRACT

The area of physical therapy rehabilitation always aims to improve the quality of life of patients, but the process of physical therapy treatment can be considered tedious and tiring. This problem, the Serious Games, shows how the aid tool in the patient recovery process is applied to physical therapists, who use virtual reality as a motivating element in the patient recovery process. This paper presents the design and evaluation process of a serious game aimed at motor rehabilitation or which has been evaluated by professionals and patients and shows relevant results in tests of ease of learning, efficiency, level of inconsistencies, user satisfaction and ease of memorization. through the use of the System Usability Scale (SUS). The Serious Examination Utility - Questionnaire (SEU-Q) instrument was also used to assess the perception of utility of the Serious Game, or which helped to identify important aspects related to the benefits of its use.

Keywords: Serious games; Virtual reality; Physiotherapy.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo apresenta o contexto em que a presente dissertação está contida que é a área de reabilitação motora de membros do corpo humano, inserindo os jogos sérios como forma de contribuição no processo de reabilitação convencional. São apresentados ainda os elementos motivacionais que levaram ao desenvolvimento da presente dissertação, o objetivo geral e os objetivos específicos que serviram de base para concepção, desenvolvimento e avaliação do jogo sério proposto.

1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO

Os Jogos Digitais são softwares geralmente voltados para o entretenimento, os quais apresentam crescimento nos últimos anos, ultrapassando as indústrias de música e cinema (AMÉLIO, 2018).

O 2º Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais, realizada em 2018 pelo Ministério da Cultura e pela Organização da Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) indicou o crescimento na produção de jogos digitais no Brasil, tendo de 2014 a 2018 um aumento de 164%.

Diante de panorama, a área da saúde tem feito uso de jogos digitais como ferramentas de apoio nas áreas de treinamento, simulação e reabilitação.

Pacientes submetidos a tratamento de reabilitação motora necessitam realizar várias sessões de tratamento com objetivo de recuperar os movimentos do membro afetado, sendo necessário que as execuções dos exercícios propostos sejam efetuadas de forma correta, levando em consideração a amplitude do movimento e a limitação do paciente decorrente do fator limitante (lesão ou doença). Os movimentos executados possuem características baseadas em repetições, o que segundo (BALISTA, 2013) tende a ser monótono e desestimulante.

A utilização de tecnologias tem possibilitado o uso de métodos precisos para o registro dos dados referentes ao movimento do corpo humano, e acompanhamento de pacientes submetidos a procedimentos fisioterapêuticos.

Os Jogos Sérios (JS) possuem características relevantes para auxílio no tratamento fisioterapêutico convencional, estimulando nos pacientes participantes aspectos motivacionais e de engajamento através de interações entre o paciente e o ambiente virtual, no qual o paciente é desafiado a executar tarefas e vencer desafios.

Nesse contexto, a presente dissertação propõe um Jogo Sérico direcionado para reabilitação motora de pacientes em tratamento fisioterapêutico, o qual é capaz de proporcionar interação entre o paciente e o ambiente virtual, além de oferecer informações para os profissionais de saúde relacionadas a evolução de cada paciente na execução dos exercícios necessários à reabilitação, considerando a singularidade de cada paciente (natureza da lesão ou doença), no uso da ferramenta desenvolvida.

O desenvolvimento do jogo proposto contou com a participação de duas profissionais da área de domínio da aplicação, sendo uma fisioterapeuta e uma terapeuta ocupacional, inserindo o *design* participativo como base para construção conjunta da ferramenta. Foi feito teste de usabilidade do jogo proposto, contando com a participação das profissionais e de pacientes, os quais puderam avaliar aspectos relacionados a usabilidade e utilidade do jogo desenvolvido.

O JS proposto é capaz de armazenar vários dados do usuário como: membro trabalhado, duração da execução de cada desafio, duração total da sessão, permitindo que o profissional acompanhe todo o processo de reabilitação. Ressalta-se ainda que o jogo disponibiliza exercícios em ambiente virtual que utiliza realidade virtual (RV) e captura de movimentos, proporcionando interação através de interface natural (gestos humanos), dispensando o uso de teclado e mouse por parte do paciente.

Desta forma a RV pode proporcionar ao usuário um ambiente variado e agradável, o que pode gerar maior motivação para a realização dos movimentos necessários à reabilitação motora, além de atender a aspectos de usabilidade (BANGOR, KORTUM, e MILLER, 2009).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta dissertação é realizar o desenvolvimento dos componentes e etapas de *game design* de um Jogo Sérico para apoio na reabilitação motora, inserindo a

realidade virtual no processo de recuperação fisioterapêutica e avaliar aspectos relacionados a usabilidade e percepção de utilidade do Jogo Sérioso desenvolvido.

1.3.2 Objetivos Específicos

Visando alcançar o objetivo geral da presente dissertação, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Realizar levantamento dos elementos de *game design* necessários para o desenvolvimento de jogos sérios;
2. Realizar encontros com profissionais da área da saúde (fisioterapia e terapia ocupacional) para elicitación dos requisitos necessários para atendimentos das especificidades da área de reabilitação motora;
3. Desenvolver jogo sério 3D que utiliza realidade virtual e mecanismo de captura de movimentos;
4. Avaliar aspectos de usabilidade e percepção de utilidade do jogo proposto com pacientes e profissionais da área de domínio, utilizando métricas disponíveis na literatura.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está dividida em 5 capítulos. O atual capítulo descreve a introdução do trabalho englobando as considerações iniciais, contextualização e motivação, objetivo geral e específicos, enquanto que os demais capítulos são descritos a seguir:

Capítulo 2: Apresenta-se neste capítulo o Referencial Teórico que fundamenta a presente dissertação.

Capítulo 3: Neste capítulo é descrito os Procedimentos Metodológicos apresentando as ferramentas utilizadas no desenvolvimento e as métricas utilizadas na avaliação deste trabalho.

Capítulo 4: São apresentados neste capítulo os resultados obtidos no desenvolvimento e avaliação do trabalho, realizando análise de usabilidade e percepção de utilidade do jogo proposto.

Capítulo 5: Neste capítulo apresenta-se as conclusões desta dissertação, suas contribuições, as dificuldades encontradas, as sugestões de como o trabalho pode ser futuramente melhorado e ampliado e as produções acadêmicas oriundas da presente dissertação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo introduz os conceitos de Jogos Digitais, Jogos Sérios (JS) e Design Participativo, trazendo uma visão geral dos temas, suas correlações e possíveis aplicações na área fisioterapêutica, ressaltando os procedimentos necessários para conceituação, desenvolvimento e avaliação de jogos digitais.

2.2 REALIDADE VIRTUAL: CONCEITO E UTILIZAÇÃO

(LESTON, 1996) Conceitua Realidade Virtual (RV) como uso de tecnologias e interfaces capazes de conectar o usuário e o ambiente virtual, incluindo objetos interativos tridimensionais e abordando gráficos que permitem a interação do usuário com o ambiente tecnológico, tendo como objetivo recriar ao máximo a sensação de um ambiente real.

Para (BURDEA e COIFFET, 2003) a RV se baseia em uma interface usuário-computador que utiliza simulação e interação em tempo real explorando os sentidos humanos (visão, audição, tato, olfato e paladar). Para atender ao objetivo, é necessário utilizar de forma integrada a Imersão (capacidade de produção de simulação realística) e Interatividade (possibilidade de interação com os elementos virtuais modelados).

A RV surgiu no Brasil na década de 90, a qual foi impulsionada pelo avanço tecnológico permitindo aos pesquisadores o desenvolvimento e utilização de novas tecnologias, integrando áreas multidisciplinares como: computação gráfica, sistemas distribuídos, computação de alto desempenho, sistemas de tempo real, interação humano-computador, bem como as áreas de educação e saúde (KIRNER, 2008).

A realidade virtual pode ser classificada de acordo com o nível de presença do usuário, a qual pode ser imersiva ou não imersiva

A Realidade Virtual é classificada como imersiva quando o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação através da utilização de dispositivos multissensoriais capazes de capturar movimentos e comportamento e reagir a estes, por exemplo: capacete de imersão e caves, proporcionando ao usuário a sensação de estar dentro do ambiente virtual (KIRNER e TORI, 2006).

A Realidade Virtual é classificada como não imersiva quando o usuário é transportado

parcialmente ao mundo virtual, por meio de uma janela (monitor ou projeção, por exemplo), mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real (KIRNER e TORI, 2006).

Além das duas classificações de realidade virtual acima descritas (MCLELLAN e MCLELLAN, 2004) apresentam outras quatro classificações, que são:

- **Ambiente espelhado:** O usuário interage com o ambiente virtual em terceira pessoa, sendo que o input da interação é capturado por uma câmera;
- **Waldo World:** O usuário equipado com sensores pelo corpo que capturam o movimento, desenvolvendo uma animação em tempo real no ambiente virtual;
- **Simuladores:** Simuladores em primeira pessoa que tentam imitar a realidade, incluindo movimentos e inputs que simulam os mesmos da vida real, geralmente com o propósito de treinamento;
- **Cyberspace:** É uma rede de computadores que permite que diversas pessoas se encontrem em um ambiente virtual ao mesmo tempo. Por exemplo sistemas que permitem que vários simuladores de tanque de guerra se conectem e batalhem virtualmente.

Na área da saúde a RV tem sido utilizada para treinamento de profissionais, possibilitando a prática de procedimentos médicos através de ambiente simulado com vistas ao aprimoramento destes profissionais nas suas atividades laborais. Ressalta-se ainda a utilização de RV na área fisioterapêutica, possibilitando aos pacientes que se encontram em tratamento a interação com elementos virtuais que oportunizam a estes pacientes a efetivação de protocolos de tratamento de forma interativa.

Com base na literatura é possível destacar que os dispositivos que apresentam projeção e sensores de movimentos são utilizados com maior frequência. O quadro 1 apresenta alguns destes dispositivos.

Quadro 1 - Dispositivos mais utilizados em RV

Dispositivo	Descrição
Nintendo Wii ®	O Nintendo Wii foi lançado em 2006 nos EUA. É capaz de captar os movimentos feitos pelo usuário através de sensor infravermelho acoplado ao controle, reproduzindo em tempo real os movimentos do

	usuário.
Leap Motion®	O Leap Motion foi apresentado ao mercado no ano de 2013 o qual possui duas câmeras monocromáticas e três LEDs infravermelhos capazes de detectar as articulações dos dedos das mãos, permitindo ao usuário arrastar objetos no ambiente virtual a partir da captura dos movimentos das mãos.
Xbox Kinect	O Kinect foi lançado no ano de 2010 e atualmente possui duas versões (Xbox 360 e Xbox One). O dispositivo não faz uso de controle pois possui sensor que realiza o rastreamento corporal através do reconhecimento de pontos articulares de um ou mais usuários e possui microfones para captura de voz.

Fonte: autor (2019)

2.3 CAPTURA DE MOVIMENTOS

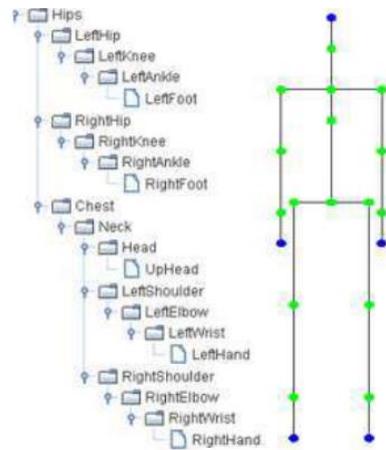
No decorrer do tempo foram desenvolvidas várias técnicas que tiveram como objetivo precípuo a produção de animações mais realistas, como por exemplo, a animação por quadro chave (*keyframing*), animação utilizando conceitos de física newtoniana e animação através de captura de movimentos, também chamada de MoCap.

A MoCap é um conjunto de artifícios utilizados para mapear deslocamentos em objetos ou seres vivos e representá-los em um ambiente computacional. A técnica utiliza a aquisição de informações de movimento por meio da gravação de posições e dos ângulos das articulações de atores reais (DAMASCENO, LAMOUNIER e CARDOSO, 2012).

De forma geral os personagens virtuais são modelados a partir de estruturas articuladas que consistem em um conjunto de objetos rígidos interconectados por articulações que são representadas por estruturas hierárquicas (árvores). Estas articulações formam o vínculo geométrico entre os objetos, permitindo o movimento relativo entre eles. Essa estrutura é denominada de “esqueleto do personagem”.

A figura 1 apresenta um modelo genérico de personagem virtual, o qual possui 16 articulações e 20 segmentos rígidos. A raiz do modelo é o quadril e todo movimento realizado nele tem efeito sobre toda a estrutura hierárquica.

Figura 1 – Sistema de ossos baseado em hierarquia



Fonte: (WOLF e VIEIRA, 2015)

Os dispositivos de captura podem ser utilizados em diversas áreas, incluindo alguns esportes que utilizam para analisar e melhorar a performance dos atletas. Na engenharia é utilizado para analisar os movimentos humanos e projetar robôs que andam como humanos. Na área da saúde podem ser utilizados para avaliação de pacientes que possuem limitações motoras de angulação, amplitude e rotação. Em alguns casos são utilizados sistemas de captura que possuem mais de um tipo de dispositivo com objetivo de produzir maior qualidade e realismo.

Os dispositivos de captura de movimento podem ser classificados em ativos ou passivos, síncronos ou assíncronos, com marcadores ou sem marcadores, e/ou de acordo com os princípios físicos empregados (MOESLUND, HILTON e KRUEGER, 2006).

De acordo com a tecnologia empregada, os sistemas de MoCap podem ser divididos em quatro grupos: eletromagnético, mecânico, óptico e acústico (FURNISS, 1999).

2.3.1. Sistemas Eletromagnéticos

Os sistemas eletromagnéticos utilizam transmissores e receptores eletromagnéticos, os transmissores emitem ondas eletromagnéticas, as quais podem ser captadas pelos receptores, possibilitando medir a sua orientação e coordenadas.

Os sistemas eletromagnéticos fazem uso de marcadores ativos presos nas articulações de uma roupa vestida por um ator. Eles são capazes de medir o fluxo magnético entre bobinas

presentes no próprio marcador e bobinas estacionárias em posições conhecidas, distribuídas no ambiente, tornando possível determinar a posição de translação e orientação de cada marcador.

A liberdade de movimento em sistemas eletromagnéticos é relativamente menor se comparada aos sistemas ópticos, pois os marcadores que possuem baterias ou fios podem limitar o movimento do ator e o volume de captura. Além disso, os dados produzidos podem ser corrompidos e distorcidos devido a interferências elétricas ou magnéticas. Ou seja, é necessário que o ambiente utilizado para captura de movimentos não possua objetos metálicos e aparelhos eletrônicos sem blindagem eletromagnética.

O sistema possibilita a captura de movimentos em tempo real e os marcadores não sofrem oclusão.

2.3.2. Sistemas Mecânicos

Os sistemas mecânicos são compostos por uma estrutura externa em forma de exoesqueleto que são colocados em algumas partes do corpo. Nessa estrutura são colocados sensores capazes de medir a angulação e orientação da estrutura possibilitando a análise do movimento realizado.

Nestes sistemas é possível a realização de captura de movimentos em tempo real, podendo ser feito com vários atores de forma simultânea desde que cada ator esteja utilizando um sistema individual.

Assim como nos sistemas eletromagnéticos, este sistema limita os movimentos das articulações humanas, locais que são colocados os sensores, implicando diretamente no desempenho do processo de captura de movimentos.

2.3.3. Sistemas Ópticos

Os sistemas de captura óptica podem ser divididos em sistemas que utilizam marcadores (geralmente LEDs) e sistemas que não utilizam marcadores.

Nos sistemas com marcadores o ator (usuário do sistema) veste uma roupa especial coberta com refletores luminosos, os quais são posicionados nas principais articulações do corpo humano. Câmeras especiais são utilizadas para efetuar o rastreamento das posições dos

refletores colocados na roupa do ator, cada câmera gera as coordenadas 2D para cada refletor gerando um conjunto de dados que são processados por software que calculará as coordenadas 3D dos refletores.

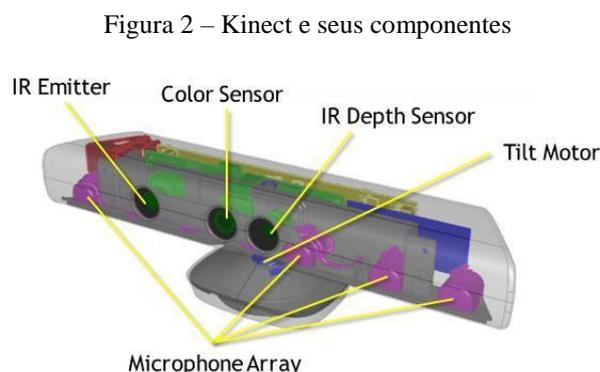
Nos sistemas que não utilizam marcadores a captura é feita utilizando câmeras e sensores de profundidade, os quais são capazes de mapear os movimentos das principais articulações do corpo humanos, diferenciando os movimentos humanos do ambiente mapeado.

Os sistemas ópticos possibilitam a liberdade na execução dos movimentos, visto que a captura óptica não faz uso de fios ou estrutura que limite os movimentos de quem utiliza o sistema.

No entanto, vale ressaltar que os grandes sistemas de captura óptica requerem um considerável investimento financeiro, não sendo acessível para a grande maioria da população.

Diante desse contexto, verificou-se a possibilidade de utilização do sensor Kinect Xbox 360 como dispositivo de captura óptica de movimentos, o qual representa uma tecnologia de baixo custo para os estudantes e profissionais e possibilita a interação do jogador com o ambiente virtual em tempo real.

O Kinect possui um hardware que oferece diversos recursos para auxiliar no processo de reconhecimento de gestos e voz, os principais são: emissor de luz infravermelho, câmera RGB, sensor infravermelho, eixo motorizado e um conjunto de microfones dispostos ao longo do sensor. A figura 2 apresenta a estrutura geral do Kinect e seus componentes.



Fonte: (GARDUÑO-RAMÓN, MORALES-HERNÁNDEZ e OSORNIO-RIOS, 2014)

2.3.4. Sistemas Acústicos

Os sistemas acústicos utilizam grupos de emissores de som presos na roupa nos pontos referenciais (articulações do corpo humano), onde cada emissor emite som de alta frequência único, o qual é captado por microfones posicionados na área de captura.

Os sistemas acústicos apresentam problema similar aos sistemas eletromagnéticos, ambos utilizando fios, limitando a movimentação do usuário, resultando em significativa redução dos movimentos executados. O número de transmissores que podem ser utilizados simultaneamente também é limitado, podendo não haver fornecimento suficientemente correto das descrições dos movimentos capturados.

Tais sistemas estão sujeitos a problemas de reflexões do som emitido pelos transmissores decorrentes de reverberações do som no ambiente ou ruídos externos que podem afetar o processo de captura e/ou corromper os dados obtidos. Em compensação, este tipo de sistema não possui problemas de oclusão, típico de sistemas ópticos; e interferência por objetos metálicos, percebido em sistemas eletromagnéticos.

Os sistemas acústicos de captura de movimento foram testados até o início da década de noventa, mas demonstraram ser uma solução menos versátil que os sistemas magnéticos e ópticos, os quais são mais precisos na localização dos pontos e mais compactos quanto ao tamanho do aparato.

2.4 JOGOS SÉRIOS

Os jogos estão normalmente associados aos conceitos de diversão e entretenimento, mas eles também podem ser desenvolvidos e aplicados para auxiliar na resolução de problemas. Os chamados Jogos Sérios (JS), os quais segundo (ZYDA, 2005) são direcionados não apenas para o entretenimento, intencionalmente transmitem algum conhecimento ao jogador simulando práticas, a fim de propiciar melhorias em decisões críticas de pessoas e treinamento profissional (MACHADO *et al.*, 2011), apropriando do caráter lúdico e do engajamento que os jogos promovem para auxiliar no treinamento de pessoas, na simulação de ambientes reais ou ainda no tratamento de pacientes que precisam de reabilitação motora (FILHO e JUCÁ, 2015).

Os JS podem ser utilizados em vários segmentos tais como jogos para publicidade, jogos para educação e treinamento, jogos de simulação, jogos jornalísticos e jogos para saúde (FILHO e JUCÁ, 2015).

Na área da saúde, JS são importantes por serem capazes de inserir mecanismos de entretenimento ao regime terapêutico convencional, onde o paciente deverá desenvolver as habilidades necessárias para progredir a níveis mais avançados, provendo também ferramentas de acompanhamento da evolução do paciente (Farias *et al.* 2014).

2.5 FISIOTERAPIA E JOGOS SÉRIOS

Na área da fisioterapia, a cinesiologia é o estudo do comportamento motor humano. Através desta se derivou a cinesioterapia que estuda formas de terapias voltadas para o tratamento de distúrbios de função por meio da realização de movimentos ativos e passivos, estimulando a área afetada e reeducando os movimentos (SILVA e FILHO, 2014). Dentro desse contexto tem imergido o uso de recursos tecnológicos como forma de complemento aos tratamentos convencionais, destacando a reabilitação de pacientes com a utilizando jogos virtuais como ferramenta complementar ao tratamento convencional.

(WEBSTER e CELIK, 2014) divide os jogos virtuais em duas categorias:

- Os Jogos Sérios (JS), que objetivam oferecer ambiente virtuais voltados a reabilitação de pacientes, inserindo-se como elemento motivacional no processo de tratamento convencional;
- Os Exergames (jogos de exercício), que visam incentivar um estilo de vida ativo levando em consideração determinado padrão fisiológico e psicológico, voltado a atender as necessidades das pessoas com deficiência.

Os JS estão sendo utilizados nos tratamentos fisioterapêuticos como forma de auxiliar profissionais e pacientes na realização das atividades de recuperação de movimentos e fortalecimento muscular, trazendo o conceito de gameterapia. Os JS inserem elementos motivacionais no processo de reabilitação de pacientes, processo este conforme afirmação de (BALISTA, 2013), tende a ser desestimulante pelo fato de conter exercícios que, em sua maioria, são repetitivos e tediosos.

O caráter lúdico dos jogos influencia em um maior engajamento na atividade a ser realizada, que conforme (MATOS, GOMES e SASAKI, 2010) tem apresentado indícios de

que os pacientes que utilizam essa abordagem demonstram melhora mais rápida no desempenho físico e cognitivo.

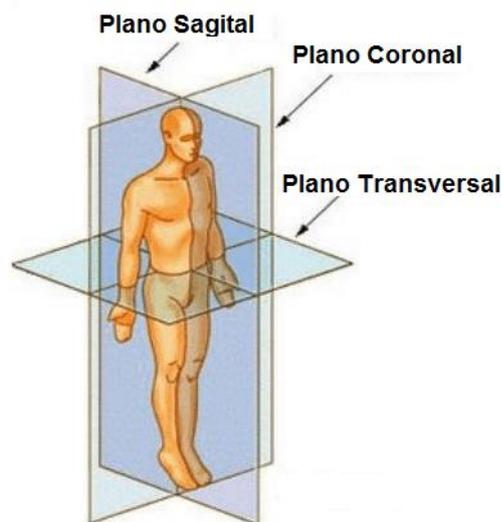
Para (ALMEIDA e BHATT, 2012), a gameterapia predispõe ao favorecimento da melhoria da performance de atividades cognitivo-motoras, além de ser capaz de exercitar áreas cerebrais pertinentes à concentração, atenção, memorização, organização, criatividade, sequência lógica e aprendizagem

A gameterapia propõe a inserção dos jogos digitais no processo terapêutico produzindo interação entre o paciente e o ambiente virtual, simulando um ambiente real ou lúdico, no qual o paciente é desafiado a executar tarefas e vencer desafios, desenvolvendo assim, sua capacidade visual, física, cognitiva, auditiva e psicológica (CRUZ, 2015).

Os exercícios realizados possuem foco no aumento da força muscular da área lesionada, existindo diversos tipos de treinos que auxiliam nesse processo de recuperação e fortalecimento, levando em consideração os três planos referenciais que o movimento humano se baseia: Plano Sagital, plano Frontal ou Coronal e o plano Transversal.

A figura 3 apresenta os três planos anatômicos, os quais norteiam a localização e posicionamento do corpo humano.

Figura 3 – Planos anatômicos do corpo humano



Fonte: (DHAWAN, HUANG e KIM, 2008)

2.6 DESIGN PARTICIPATIVO EM JOGOS SÉRIOS

O Design Participativo (DP) baseia-se em incorporar os usuários e especialistas à equipe de desenvolvimento (OLIVEIRA, HOUNSELL e GASPARINI, 2016), possibilitando a participação destes nas etapas de construção e testes da aplicação (MULLER, HASLWANTER e DAYTON, 1997), otimizando o processo de elicitação dos requisitos necessário ao desenvolvimento do jogo sério, incorporando à ferramenta elementos que atendam às necessidades da área de domínio da aplicação.

O uso de DP permite uma maior compreensão dos fatores que afetam o uso do JS, o qual deve ser avaliado a fim de se obter *feedback* dos especialistas e dos pacientes. O DP é utilizado a partir da etapa de *game design*, balizando o processo de concepção do JS.

A ideia do DP não é envolver todos os usuários em todo o projeto de *design* ou em todas as etapas pois as contribuições que as pessoas podem fazer está relacionada a sua condição cognitiva e física, contexto cultural e suas experiências pessoais (MULLER e DRUIN, 2010). Entretanto, deve haver um espaço de comunicação e colaboração entre a equipe técnicas e os participantes envolvidos, oportunizando a estes a capacidade de contribuir no projeto.

(ZYDA, 2005) Afirma que o aspecto pedagógico é o fator diferencial entre JS e jogos de entretenimento. Corroborando com tal afirmação (RUTES, OLIVEIRA e HOUNSELL, 2015) propôs metodologia denominada de PEED (Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio).

2.6.1. Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio (PEED)

A PEED objetiva integrar ao desenvolvimento de JS algumas pessoas com conhecimento técnico sobre a área de domínio da aplicação, os quais poderão participar do desenvolvimento do projeto de forma interativa, contribuindo na construção do JS e avaliando se os recursos disponibilizados no ambiente virtual para os jogadores atendem as necessidades reais de aprendizado ou treinamento/desenvolvimento (RUTES, OLIVEIRA e HOUNSELL, 2015).

Através deste método, o JS evolui a partir de *feedbacks*, ajustando as estruturas conceituais (técnicas e métodos responsáveis por direcionar o funcionamento do JS) com

vistas a tornar o jogo desenvolvido capaz de atender as demandas relacionadas as atividades dos profissionais da área que o JS está inserido.

São necessários no mínimo três atores (*stakeholders*) envolvidos no processo de desenvolvimento de um JS

- **Equipe Técnica de Desenvolvimento (ETD):** É formada por estudantes, praticantes ou profissionais das áreas de arte, música, engenharia, computação, dentre outros, sendo estes, responsáveis pelo *design* visual, mecânicas e jogabilidade, realizam codificação do jogo e definem os recursos tecnológicos que serão utilizados no JS que se pretende desenvolver;
- **Usuários Finais Entendidos (UFE):** São os pesquisadores, profissionais, praticantes, estudantes diretamente relacionados ao domínio, dentre outros, os quais são responsáveis por definir e delimitar o foco dos conceitos e conteúdos que serão apresentados aos Jogadores Finais Aprendizes;
- **Usuários Finais Aprendizes (UFA):** São os usuários que efetivamente jogarão o JS através do processo de interação homem-máquina, possibilitando o aprendizado de algum conceito ou treinamento/desenvolvimento de alguma habilidade.

O PEED direciona que a ideia inicial do projeto parte do ambiente acadêmico (ETD), o qual é posteriormente melhorando com a integração dos UFEs.

2.7 TRABALHOS RELACIONADOS

A presente dissertação buscou na literatura outros trabalhos que também abordaram a temática de saúde com foco na reabilitação motora. Foram destacados 3 trabalhos, os quais foram lidos com objetivo de verificar possíveis contribuições e lacunas, considerando as funcionalidades que um jogo sério precisa conter para atender as necessidades da área da reabilitação motora.

2.7.1 *GestureCollection*

GestureCollection (BRANDÃO, *et al.*, 2018) é formado por 3 jogos (*GesturePuzzle*, *GestureChess* e *GestureMaps*) que objetivam oferecer estímulos cognitivos utilizando captura ótica de movimentos e processo interativo para auxiliar no tratamento fisioterapêutico de membros superiores e inferiores.

Os jogos utilizam o sensor Kinect Xbox 360 como interface natural, possibilitando ao jogador, através de gestos, interagir com o ambiente virtual.

O jogo *GesturePuzzle* é um jogo de quebra-cabeça onde o jogador movimenta as peças por meio dos movimentos das mãos. Já o jogo *GestureChess* simula um jogo de xadrez no qual as duas mãos são utilizadas de forma simultânea para movimentar as peças do jogo, focando na coordenação motora dos membros superiores.

O jogo *GestureMaps* foca em exercícios para os membros inferiores onde o jogador pode caminhar (marcha estacionária) no mapa gerado pela ferramenta Google *Street View*.

2.7.2 Kinerehab

O jogo *Kinerehab* (CHANG, CHEN e HUANG, 2011) direcionou o foco do trabalho para pessoas com deficiência motora e que apresentavam limitações na coordenação motora, força e amplitude do movimento.

A interatividade proposta pelos autores utiliza o sensor Kinect Xbox 360 como interface natural para captura de gestos do jogador e os movimentos utilizados no jogo foram direcionados apenas para reabilitação dos membros superiores. O jogo apresentava uma baleia cantora e o jogador deverá realizar movimentos com os braços em forma de círculo, quanto mais preciso o movimento, mais alto será o canto da baleia.

O jogo não possibilita o registro dos dados gerados pelas interações, não sendo possível verificar a evolução do paciente.

2.7.3 ARVRE

ARVRE (SILVA e FILHO, 2014) é um conjunto de 4 mini games, sendo 2 voltados para reabilitação motora e 2 para reabilitação cognitiva. Foi utilizado o sensor Kinect Xbox 360 para realizar a captura dos movimentos do jogador.

Os exercícios são personalizáveis, cabendo ao profissional selecionar quais exercícios determinado paciente realizará.

Ao final de cada exercício é apresentada a performance do jogador, métricas podem registradas e posteriormente avaliadas por profissional da área de domínio da aplicação.

O conjunto de mini games não contou no processo de produção com a participação de UFE e também não foi avaliado por UFA.

2.7.4 Comparação entre os trabalhos

Foi feita uma comparação entre os trabalhos relacionados e o jogo proposto na presente dissertação (Game de Apoio Fisioterapêutico – GAFT), na qual foi possível definir as funcionalidades que o GAFT poderia herdar dos trabalhos relacionados e apresentar possíveis inovações. O quadro 2 apresenta o comparativo das principais funcionalidades de cada trabalho.

Quadro 2 – Principais funcionalidades dos jogos

Funcionalidade	<i>Gesture Collection</i>	<i>Kinerehab</i>	ARVRE	GAFT
Utiliza captura de movimentos?	Sim	Sim	Sim	Sim
Jogo foi desenvolvido com a participação de UFE?	Não	Não	Não	Sim
Jogo foi avaliado por UFA?	Sim	Sim	Não	Sim
Os exercícios são configuráveis para cada paciente?	NI*	NI*	Sim	Sim
O desempenho do UFA é registrado e armazenado?	NI*	Não	Sim	Sim

*NI – Não Informado

Fonte: autor (2019)

Foi observado que nenhum dos trabalhos relacionados tiveram a participação de UFE durante o processo de desenvolvimento e apenas o jogo ARVRE apresentou opção de configuração de exercícios personalizados, levando em consideração a função motora do membro a ser reabilitado.

2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram abordados os principais aspectos teóricos relacionados a produção de jogos sérios para a área da saúde, considerando a especificidades do domínio de aplicação e apresentando trabalhos relacionados a temática. A seguir, será apresentado no capítulo 3 os procedimentos metodológicos propostos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento e avaliação do jogo sério proposto na presente dissertação, ressaltando as ferramentas utilizadas no desenvolvimento e as métricas utilizadas na avaliação.

A avaliação do JS proposto contou com a participação de 4 UFA, os quais se encontravam em tratamento fisioterapêutico e 2 UFE, sendo uma fisioterapeuta e uma terapeuta ocupacional.

Todos os participantes preencheram o termo de consentimento e livre esclarecimento e após a utilização do JS proposto realizaram a avaliação de usabilidade e utilidade do jogo através do preenchimento de questionários.

Os questionários utilizados foram o *System Usability Scale* (SUS) e o *Serious Exergame Utility – Questionnaire* (SEU-Q), os quais visam medir a usabilidade e utilidade do sistema a partir da perspectiva dos usuários (UFE e UFA).

3.2. GAME DESIGN DOCUMENT (GDD)

O GDD é um documento que sistematiza de forma detalhada todas as características e funcionalidades do jogo, contendo informações a respeito da jogabilidade, enredo, personagens, cenário, sons e regras do jogo. (MACHADO, 2013) afirma que a falta do GDD pode ocasionar em sérios problemas de *design*, falta de recursos e dificuldades para correção de eventuais problemas.

(SOUZA, MITTELBACH e NEVES, 2010) Destaca três funções do GDD consideradas fundamentais no processo de desenvolvimento de um Jogo:

- Registro: Suprir as limitações da memória humana, servindo para conter todas decisões e definições relacionados ao jogo;
- Comunicação: Serve como uma base de referência a ser consultada pela equipe durante o desenvolvimento;
- Concretização de um conceito: Fazer com que o leitor entenda o funcionamento do jogo.

3.3. ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO

O processo de desenvolvimento de um Jogo Sério (JS) pode ser segmentado em duas fases: a fase conceitual e a física. A conceitual procura estabelecer as bases necessárias ao entendimento do comportamento e finalidade do produto e a física procura estabelecer os detalhes do *design*, o qual   composto por um ciclo interativo, visando o aprimoramento do produto e tendo como foco principal a perspectiva do usuário sobre o *design* proposto.

As versões iniciais do produto são feitas de maneira simples e distante do que o produto final deverá se tornar.   medida que ocorrem as intera es e *feedbacks* no processo de desenvolvimento, as suas versões evoluem e se aproximam com maior fidelidade do que produto irá se tornar na sua versão final. (ROGERS, SHARP e PREECE, 2013) Afirmam que essa abordagem de desenvolvimento se preocupa com a constru o de versões iterativas, denominando-a de prototipa o e constru o.

3.4. *SERIOUS EXERGAME UTILITY - QUESTIONNAIRE* (SEU-Q)

SEU-Q   um instrumento para avaliar a percep o de utilidade de JS, que tem como objetivo identificar o quanto o jogo atende as expectativas dos usuários, tanto dos jogadores finais (UFA) quanto dos entendidos (UFE), avaliando a qualidade do jogo e sua aplicabilidade profissional (SCHROEDER e HOUNSELL, 2016).

A presente disserta o utilizou uma versão atualizada pelos autores do SEU-Q (SCHROEDER e HOUNSELL, 2016), a qual possui perguntas mais claras e uma melhor distin o entre as características do jogo, separando-as em 3 subgrupos de afirma es. O primeiro subgrupo   composto pelas questões (1 a 9), que são voltadas para a visão do jogador (UFA), o segundo subgrupo   composto pelas questões (10 a 18), que são voltadas para a visão do profissional (UFE) e o terceiro grupo   composto por 3 questões discursivas, onde o participante poderá apontar vantagens, desvantagens e sugestões para melhorias do jogo, totalizando 18 questões objetivas e 3 discursivas.

A versão atualizada faz uso da escala de Likert (LIKERT, 1932), na qual cada participante pode selecionar uma op o de resposta entre 1 a 5, onde 1 significa “discordo completamente” e 5 significa “concordo completamente”.

3.5. SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)

O SUS se baseia em um questionário composto por 10 perguntas, no qual, o participante assinala sua resposta seguindo a escala de Likert.

Foram considerados na avaliação da usabilidade do JS proposto os componentes de qualidade apresentados no trabalho de (TENÓRIO, *et al.*, 2010), que são:

- **Eficácia:** Avalia o desempenho de uma tarefa tendo como foco a análise da velocidade de execução e quantidade de erros;
- **Aprendizagem:** Avalia como os usuários assimilam os comandos disponibilizados no jogo;
- **Flexibilidade:** Avalia a capacidade de adaptação a novas tarefas além das já especificadas no jogo;
- **Atitude:** Avalia o desempenho com relação ao conforto ou satisfação do usuário ao utilizar o jogo;
- **Facilidade de Memorização:** Avalia como o jogo disponibiliza ao usuário elementos que oportunize a possibilidade de lembrar da forma de utilização do jogo.

SUS é uma escala fácil de administrar, possui boa confiabilidade e referências que auxiliam na interpretação de seu *score* (KORTUM e BANGOR, 2013).

Após o preenchimento do SUS, calcula-se a pontuação total. Para calcular o *score*, primeiro é somado o *score* de cada item que contribui em uma escala de 1 a 5. Para os itens 1, 3, 5, 7 e 9, o *score* individual é a nota recebida menos 1. Para os itens 2, 4, 6, 8 e 10, a contribuição é 5 menos a nota recebida. Multiplica-se a soma de todos os *scores* por 2,5 e assim é obtido o valor total do SUS (KORTUM e BANGOR, 2013).

Após a pontuação e o cálculo do *score*, é possível fazer a classificação do sistema avaliado, seguindo a escala proposta por (BANGOR, KORTUM e MILLER, 2009):

- 20,5 (pior resultado imaginável);
- 21 a 38,5 (resultado pobre);
- 39 a 52,5 (resultado mediano);
- 53 a 73,5 (resultado bom);
- 74 a 85,5 (resultado excelente);

- 86 a 100 (melhor resultado imaginável).

3.6. FERRAMENTAS UTILIZADAS

Foram utilizadas as seguintes ferramentas para desenvolvimento do Game de Apoio Fisioterapêutico (GAFT).

- **UPBGE 0.2.4:** Software de código aberto voltado para modelagem 3D. É um *fork* da *game engine* do Blender 2.8 com recursos melhorados e correção de bugs. Essa ferramenta foi utilizada para modelar o ambiente virtual e mapear os movimentos capturados pelo sensor Kinect para o personagem virtual. Toda a lógica de programação do jogo foi feita na *game engine* do UPBGE.
- **NI MATE 2.12:** Software que oferece captura de movimento em tempo real. Essa ferramenta foi utilizada como *middleware* no processo de captura óptica de movimentos utilizando o sensor Kinect Xbox 360, possibilitando o mapeamento dos movimentos do ator e manipulação dos mesmos no software UPBGE.
- **Kinect Xbox 360:** O Kinect possui um hardware que oferece diversos recursos para auxiliar no processo de reconhecimento de gestos e voz, os principais são: emissor de luz infravermelho, sensor RGB, sensor infravermelho, eixo motorizado e um conjunto de microfones dispostos ao longo do sensor. Esta ferramenta foi utilizada para mapear os movimentos do jogador para o personagem virtual em tempo real.
- **Makehuman 1.1.1:** Software de código aberto projetado para simplificar o processo de criação de modelos humanoides virtuais tridimensionais. Essa ferramenta foi utilizada para modelar o personagem do jogo, contendo esqueleto e roupa.
- **Python 3.7.2:** Python é uma linguagem de programação interpretada, orientada à objeto, de alto nível e de semântica dinâmica, possui sintaxe amigável e vários recursos que objetivam a otimização de linhas de comando e execução de tarefas.

Python possui muitas bibliotecas disponíveis para uso, facilitando a implementação de funcionalidades no sistema que se pretende desenvolver, a qual pode ser utilizada como linguagem de programação para desenvolvimento de jogos digitais possibilitando o uso do potencial que a linguagem disponibiliza.

3.7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Para o uso do jogo sério proposto é necessário o atendimento de determinadas especificações técnicas. O quadro 3 abaixo apresenta as configurações de hardware e software utilizadas no desenvolvimento e avaliação do jogo.

Quadro 3 – Configuração mínima de hardware e software

DESENVOLVIMENTO DO JOGO	UTILIZAÇÃO DO JOGO
Sistema Operacional Windows 10	Sistema Operacional Windows 10
Processador 3.2GHz	Processador 2.4GHz
Memória RAM 8 GB	Memória RAM 4 GB
Placa de vídeo <i>offboard</i> 2GB	Placa de vídeo <i>onboard</i> 512 MB
Hard Disk 500GB	Hard Disk 250GB
Mouse	Mouse
Teclado	Teclado
Monitor com resolução 1024x768 com 32 bits de cores	Monitor com resolução 1024x768 com 32 bits de cores

Fonte: autor (2019)

3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram apresentados os procedimentos metodológicos utilizados nesta dissertação ressaltando os aspectos de design e métricas de avaliação de usabilidade e utilidade. O capítulo 4 apresentará os resultados obtidos a partir da utilização da metodologia proposta.

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos no desenvolvimento e avaliação do jogo sério proposto na presente dissertação, apresentando as etapas utilizadas no desenvolvimento do jogo (*design*, modelagem e desenvolvimento da lógica) e os resultados da avaliação do jogo, a qual teve como foco avaliar aspectos de usabilidade (Facilidade de aprendizagem, Eficiência, Nível de Inconsistência, Satisfação do Usuário e Facilidade de Memorização) e percepção de utilidade do jogo proposto.

4.2 GAME DESIGN DO GAFT

O Game de Apoio Fisioterapêutico (GAFT) foi concebido com objetivo de possuir utilidade para os UFE, inserindo a participação de profissionais da área de fisioterapia e terapia ocupacional no processo de concepção do jogo, os quais puderam propor a forma de interação que melhor se adequasse aos pacientes.

Foi apresentado também a necessidade de personalização dos exercícios, levando em consideração as especificidades de cada paciente.

Diante das demandas levantadas através dos UFE, o projeto observou as seguintes premissas:

- 1) Possuir relevância científica e contribuir em pesquisas do segmento;
- 2) Apresentar produto que contenha inovação tecnológica;
- 3) Tema do jogo oriundo do ambiente acadêmico;
- 4) Não possuía inicialmente a participação de UFEs.

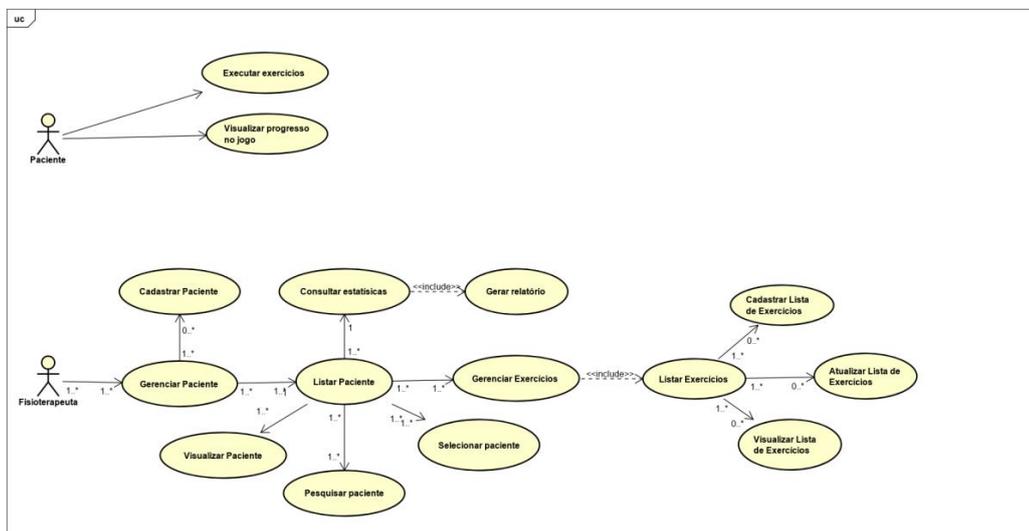
A partir do contexto apresentado, foi feita a elaboração da primeira versão do GDD, o qual possuía informações sucintas e objetivas. A partir das interações ocorridas com os UFE, foram feitas adequações do projeto, inserindo requisitos que não estavam sendo inicialmente considerados e melhorando a estética e a forma de interação do JS. Considerando os ajustes

propostos, foi feita uma nova versão do GDD, contendo a participação de profissionais da área.

4.2.1 Modelagem e Design

A modelagem do JS proposto utilizou o diagrama de caso de uso da UML – *Unified Modeling Language* (Linguagem Unificada de Modelagem) com objetivo de auxiliar na comunicação entre a equipe desenvolvimento e os profissionais participantes. A Figura 4 apresenta o diagrama criado.

Figura 4 – Diagrama de Caso de Uso



Fonte: autor (2019)

O diagrama apresentado na figura 4 descreve de forma resumida as ações disponíveis no jogo e que podem ser realizadas pelos usuários (paciente e fisioterapeuta).

O paciente pode executar os exercícios/desafios e visualizar seu progresso no jogo através dos elementos visuais disponível na tela;

O fisioterapeuta pode realizar a gestão dos pacientes através do cadastramento, atualização dos dados cadastrais e consultas do histórico de uso do jogo, sendo disponibilizados relatórios de desempenho do paciente selecionado.

Cabe também ao profissional realizar o cadastramento dos exercícios/desafios que cada paciente realizará, bem como a quantidade de repetições. A relação poderá ser modificada pelo profissional à medida que o paciente apresente histórico de evolução.

O *design* do JS proposto nesta dissertação foi produzido utilizando as seguintes especificações:

Objetivo: Auxiliar na reabilitação motora de pacientes submetidos a tratamento fisioterapêutico.

Hardware: Sensor Kinect Xbox 360, o qual é capaz de identificar até 48 pontos o corpo humano e processar os dados em tempo real com o uso de emissor e sensor infravermelho.

Software: GAFT é um jogo sério digital 3D, desktop, que objetiva inserir elementos motivacionais no processo de reabilitação de membros superiores e/ou inferiores e que dispõem de recursos capazes de auxiliar o terapeuta no acompanhamento da evolução do paciente.

Condições Obrigatórias:

- 1) Auxiliar nas sessões de fisioterapia de membros superiores e/ou inferiores;
- 2) Uso sempre acompanhado por um profissional;
- 3) Uso por crianças e adultos;
- 4) Uso individual (um paciente de cada vez);
- 5) Lista de exercícios configurável e direcionada para cada paciente;
- 6) Jogo 3D para obtenção de interação mais realista;
- 7) Deve armazenar dados de cadastro e desempenho do paciente;
- 8) Pontuação considera a lista de exercícios (desafios) realizados pelo jogador.
- 9) Deve possuir *feedback* visual das atividades realizadas pelo profissional (cadastro e seleção de exercícios) e pelo jogador (exercícios e pontuação).

Restrições:

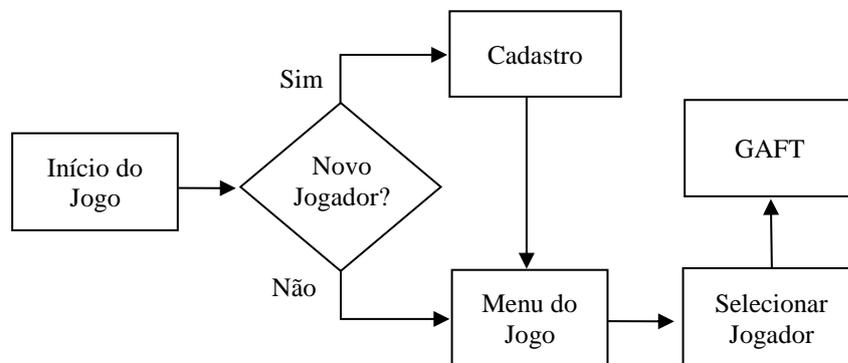
- 1) Não fadigar o paciente;

2) Não exigir esforços inadequados

O jogo: O GAFT simula um ambiente de academia (elementos visuais e sonoros), onde o jogador tem por objetivo realizar os exercícios anteriormente cadastrados pelo profissional. Antes do início da execução de cada exercício, é apresentado ao jogador um pequeno vídeo contendo tutorial do exercício que deve ser executado para que o jogador tenha conhecimento prévio do(s) membro(s) que será(ão) utilizado(s) e da amplitude do movimento. O jogo também possui *feedback* visual para o jogador (nome do jogador, cronometro, quantidade de repetições feitas, quantidade de repetições a serem feitas e pontuação adquirida).

Navegabilidade: Se for a primeira vez que o paciente está jogando, é necessário que ele seja cadastrado pelo profissional, caso contrário, o paciente está apto para iniciar o jogo. O profissional poderá selecionar na lista de pacientes cadastrado, qual paciente que irá jogar. A figura 5 apresenta ilustra a navegabilidade do jogo.

Figura 5 – Navegabilidade do GAFT



Fonte: autor (2019)

Jogabilidade: O personagem virtual 3D reproduz em tempo real os movimentos realizados pelo paciente, possibilitando a interação entre o paciente e o personagem virtual.

Mecânicas: É apresentado ao paciente o exercício que deve ser executado e a quantidade de repetições, à medida que o paciente realiza determinado exercício, o jogo disponibiliza o próximo exercícios cadastrado pelo profissional. Os exercícios são

personalizáveis, possibilitando ao profissional criar lista direcionada para cada paciente e acompanhar a sua evolução.

Requisitos Funcionais:

- 1) Provê meios de gerenciamento dos pacientes através de um cadastro com informações básicas, sendo possível a qualquer momento, a realização de edição/atualização das informações cadastradas;
- 2) Dispor de um sistema de desafios que objetivam incentivar o paciente a realizar as atividades fisioterapêuticas de maneira interativa;
- 3) Utilizar mecanismo de captura de movimentos do jogador/paciente em tempo real, o qual é mapeado para o ambiente virtual e reproduzido pelo personagem do jogo;
- 4) Registrar desempenho do paciente na utilização do jogo;
- 5) Dispor de opção para emissão de relatórios contendo as informações de desempenho dos pacientes no uso do jogo.

Requisitos Não Funcionais:

- 1) Possuir tempo de resposta do jogo não deve ultrapassar a média de 1 segundo;
- 2) Possuir interface simples e amigável, na qual deverá ser considerado aspectos de usabilidade e deve ser desenvolvido na língua portuguesa.
- 3) Dispor de mecanismo de dicas/ajuda, proporcionando tanto ao profissional quanto ao paciente a possibilidade de auto aprendizado do uso do jogo.

Dados capturados: Todos os dados capturados pelo jogo são armazenados em arquivo no formato CSV. O jogo captura os seguintes dados: Informações básicas do paciente (nome, endereço, telefone, idade e sexo); lista de exercícios (por paciente); Início do jogo (data e hora); fim do jogo (data e hora); duração da execução de um exercício; duração da execução da lista de exercício proposto ao paciente.

Pontuação: Os pontos são contabilizados à medida que o paciente realiza cada exercício levando em consideração o tempo e a exata execução do movimento proposto, iniciando com os exercícios mais simples (movimentos com menor amplitude) até os mais difíceis (movimentos com maior amplitude).

4.3 DESENVOLVIMENTO DO GAFT

O processo de desenvolvimento do Game de Apoio Fisioterapêutico - GAFT fez uso do modelo de desenvolvimento Incremental, o qual foi desenvolvido através da combinação entre os modelos linear e prototipação.

O desenvolvimento Incremental foi dividido em etapas denominadas “incrementos”, objetivando a produção do jogo proposto de forma incremental até a sua versão final.

Em cada incremento foi realizado o ciclo de desenvolvimento, do planejamento e dos testes do jogo. O quadro 4 relaciona as etapas que foram estabelecidas para cada incremento.

Quadro 4 – Etapa Incremental

ETAPA	PRODUTO
Estabelecer objetivos e definição das funcionalidades do incremento	<i>Game Design Document (GDD)</i>
Desenvolver o incremento	Incremento executável
Avaliar o incremento	Relatório de avaliação

Fonte: autor (2019)

O desenvolvimento do jogo utilizou 3 incrementos seguindo as etapas propostas. Vale ressaltar que apenas a versão final do jogo foi avaliado pelos UFA (pacientes), os incrementos anteriores foram avaliados pelos UFE (profissionais da área da saúde).

4.3.1 Objetivos e definição das funcionalidades dos incrementos

Cada incremento desenvolvido visou atender as especificações de design definidas com a participação das profissionais envolvidas.

- **Incremento 1:** O primeiro incremento do jogo apresentado aos UFE tinha como objetivo apresentar o ambiente modelado e realizar a captura e mapeamento de movimentos utilizando o sensor Kinect.
- **Incremento 2:** O segundo incremento do jogo tinha por objetivo apresentar o mecanismo de pontuação e registro do desempenho dos pacientes para fins de acompanhamento da evolução, o qual foi ajustado nesta versão por sugestão dos UFE.
- **Incremento 3:** O terceiro incremento do jogo tinha por objetivo apresentar os elementos de *feedback* visual e sonoro inseridos no jogo, visando auxiliar os UFE e UFA na utilização do jogo. Foi adicionado também vídeos entre cada exercício contendo tutorial que

apresenta a forma correta que cada exercício deve ser executado, auxiliando o paciente na compreensão de forma visual do exercício que deve ser realizado.

No processo de concepção do Jogo SériO proposto, foram adicionadas funcionalidades que atendessem ao objetivo proposto, as quais foram implementadas de forma incremental. O quadro 5 sumariza as funcionalidades implementadas.

Quadro 5 – Funcionalidades implementadas nos incrementos

INCREMENTOS	FUNCIONALIDADES
Incremento 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ambiente modelado; 2. Personagem modelado; 3. Captura e mapeamento dos movimentos realizado; 4. Criação de desafios.
Incremento 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Criação de tela para cadastro e atualização de dados de pacientes; 2. Criação de tela para seleção do paciente anteriormente cadastrado, o qual utilizará o jogo e seleção dos exercícios que o paciente realizará com opção para cadastro da quantidade de repetições por exercício; 3. Registro em arquivo .CSV dos dados relacionados ao desempenho do paciente no jogo;
Incremento 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Produção de vídeos tutorias contendo os exercícios que o paciente deverá executar; 2. Ajuste áudio visual das telas (menu, cadastro de jogador, seleção de jogador), com objetivo de oferecer aos jogadores um visual mais intuitivo e interativo.

Fonte: autor (2019)

4.3.2 Desenvolvimento dos Incrementos

A etapa de desenvolvimento foi subdividida em 2 etapas com objetivo sistematizar o processo de interação com os UFE, a fim de receber *feedback* e indicação de possíveis ajustes.

A primeira etapa foi a modelagem do ambiente e do personagem virtual. O ambiente virtual foi modelado no software de código aberto UPBGE, o qual simula uma academia, objetivando produzir no paciente a sensação de estar em um ambiente não clínico ou hospitalar, nesse ambiente o paciente poderá interagir com o personagem virtual através de seus movimentos. A figura 6 apresenta a tela inicial do jogo desenvolvido.

Figura 6 – Tela inicial do GAFT

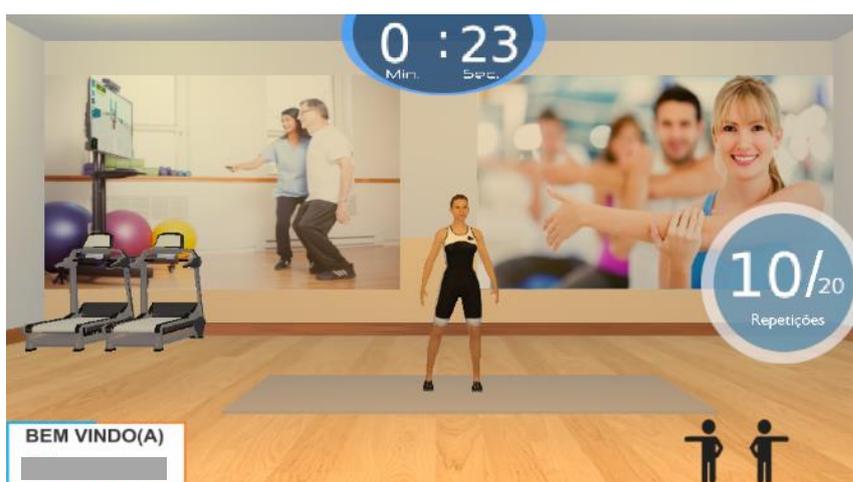


Fonte: autor (2019)

Na tela inicial do jogo é disponibilizado ao profissional o botão de opções, no qual consta opções de cadastro de novo paciente ou atualização cadastral de paciente já cadastrado, permite a personalização das atividades que cada paciente deverá realizar.

Após o paciente (jogador) ser devidamente cadastrado e ter sido escolhido os desafios a serem realizados, o profissional poderá iniciar o jogo clicando na opção “Iniciar”. O jogo será redirecionado para a tela inicial do jogo, conforme apresentado na figura 7.

Figura 7 – Tela principal do GAFT



Fonte: autor (2019)

É apresentado na tela principal do jogo, elementos de *feedback* visual das ações que deverão ser realizadas pelo jogador assim com o seu desempenho.

O personagem virtual foi modelado no software de código aberto Makehuman 1.1.1, onde foram adicionadas roupas e estrutura óssea. Posteriormente, o personagem foi exportado para o software UPBGE 0.2.4 para realização do mapeamento das restrições ósseas a fim de reproduzir os movimentos capturados pelo Kinect.

A segunda etapa foi o desenvolvimento da lógica do jogo e da captura de movimentos na qual a partir do feedback dos UFE, foi discutido quais movimentos poderiam ser utilizados no jogo para compor os desafios. Foi verificado a necessidade de inserção de movimentos que atendessem a cinesiologia humana e a condição individual de cada paciente.

Os exercícios ficaram subdivididos nos planos do corpo humano. O quadro 6 apresenta os planos e os tipos de exercícios utilizados.

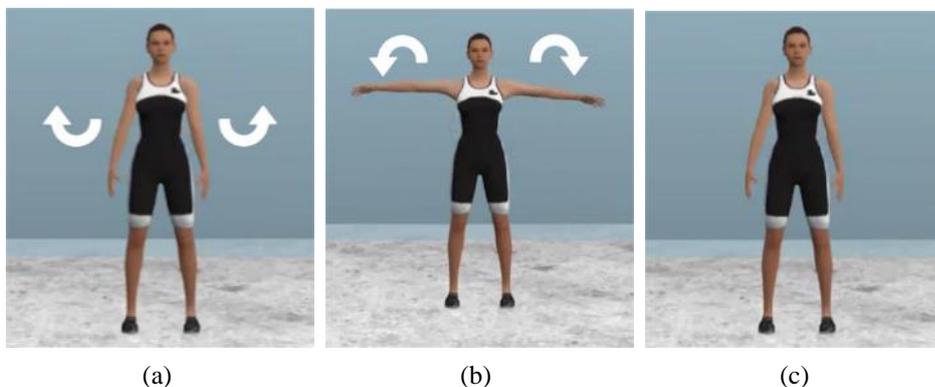
Quadro 6 – Tipos de exercícios utilizados no jogo

Plano	Membros Superiores	Membros Inferiores
Sagital	Extensão e flexão de ombros e cotovelos	Extensão e flexão de quadril e joelho
Coronal ou Frontal	Abdução e adução de ombros e cotovelos	Abdução e adução de quadril e joelho
Transversal	Rotação de ombros e cotovelos	Rotação de quadril e joelho

Fonte: autor (2019)

Para execução dos exercícios, é necessário que o jogador alcance determinadas metas, por exemplo: realizar movimento no plano coronal de abdução até o atingir ângulo de 90 graus e posteriormente realizar movimento de adução até posição de descanso. A figura 8 apresenta exemplo do exercício exemplificado.

Figura 8 – Exemplo de exercício



Fonte: autor (2019)

No exemplo apresentado na figura 8 é possível observar que o exercício possui 3 estágios. A figura 8.a) apresenta o estágio 1 onde o paciente se posiciona com os braços estendidos e paralelos ao tronco, a figura 8.b) apresenta o estágio 2 no qual o paciente eleva os dois braços até a altura dos ombros, formando 90 graus e a figura 8.c) apresenta o estágio 3 no qual o paciente retorna os braços a posição inicial do movimento.

A partir dos dados gerados pelo sensor Kinect, foi feito o mapeamento dos pontos (juntas) do personagem virtual no UPBGE, adicionando ao personagem virtual controladores de articulações, possibilitando controlar os movimentos de um conjunto de articulações que possuem nível de parentesco, tornando os movimentos mais suaves e realísticos. Foi utilizando o software NI Mate 2.12 (versão *trial*) como *middleware* entre o sensor Kinect e o ambiente virtual do UPBGE, possibilitando o processamento da imagem de profundidade e integrando o ambiente real com a *game engine* do UPBGE. Foi utilizando o protocolo de comunicação *Open Sound Control* (OSC) para transferências das informações das articulações, o qual fornece controle em tempo real do processamento de som e outras mídias, mantendo-se flexível e de fácil implementação, no caso deste trabalho, o protocolo foi utilizado para processamento de imagem

A partir da definição dos movimentos selecionados para serem utilizados no jogo, foi utilizada a linguagem de programação *python* e os recursos disponíveis na *game engine* do UPBGE para desenvolvimento da lógica do jogo.

Tendo sido efetuada a captura de movimentos do personagem virtual, foi construída lógica para validar a pontuação do jogador a partir dos exercícios realizados, ficando a critério do profissional o cadastro da lista de exercícios que cada paciente deve realizar bem como a quantidade de repetições de cada exercício. A medida que o paciente realiza os exercícios, o personagem virtual reproduz os movimentos no ambiente virtual, sendo considerado cada acerto como um ponto e em cada série executada o paciente acumula a pontuação, na qual é considerado o tempo que o paciente levou para concluir o desafio.

Quando o paciente finaliza todos os exercícios proposto pelo profissional, o jogo apresenta a tela contendo um vídeo parabenizando-o pelo desempenho, onde é apresentado a pontuação final e o tempo que o paciente gastou para concluir os desafios.

Cada vez que o paciente utiliza o jogo, seus dados de desempenho são armazenados em arquivo, possibilitando ao profissional realizar o acompanhamento da evolução do paciente através de gráficos e tabelas.

4.3.3 Avaliação do GAFT

O JS proposto foi avaliado por 2 UFE (1 fisioterapeuta e 1 terapeuta ocupacional) e por 4 UFA que se encontram em tratamento fisioterapêutico para reabilitação de membros superiores e/ou inferiores no hospital municipal da cidade de Rondon do Pará, estado do Pará. A figura 9 apresenta um dos UFA utilizando o JS proposto.

Figura 9 – UFA utilizando o GAFT



Fonte: autor (2019)

Foi utilizado o *Serious Exergame Utility - Questionnaire* (SEU-Q) para avaliar a percepção de utilidade de JS desenvolvido e identificar quanto o jogo atende as expectativas dos usuários. O questionário foi aplicado tanto para UFAs quanto para UFEs, os quais após o encerramento da sessão, puderam avaliar aspectos do jogo relacionados à qualidade e aplicabilidade.

Foi utilizado também a *System Usability Scale* (SUS) para avaliação do jogo nos critérios relacionados à facilidade de aprendizagem do jogo, eficiência, nível de inconsistência, satisfação do usuário e facilidade de memorização. O questionário foi aplicado tanto para UFA quanto para UFE após o encerramento da sessão. O tempo total estimado para responder o questionário foi de cinco a dez minutos.

Foi feito encontro com os UFE e os UFA com objetivo de avaliar o JS proposto. O encontro seguiu o seguinte roteiro: 1) apresentação do jogo; 2) utilização do jogo pelos UFA e pelos UFE; 3) aplicação do SEU-Q e do SUS e; 4) discussão livre.

1) Resultados da aplicação do SEU-Q

Através da análise dos resultados da aplicação do SEU-Q, obtiveram-se os indicadores de média, mediana, moda e desvio padrão das perguntas objetivas. Nas perguntas discursivas, identificou-se as conclusões mais relevantes que indicavam vantagens, desvantagens e sugestões para o jogo desenvolvido.

Na tabela 1 é apresentado os resultados obtidos da aplicação do SEU-Q, considerando a visão dos UFE e dos UFA.

Tabela 1 – Resultado do SEU-Q

		Questão	Média	Mediana	Moda	DP*
Visão dos Jogadores (UFA)	Interação	1	4,29	4,00	5,00	0,76
		2	3,86	4,00	4,00	0,69
		3	4,14	4,00	4,00	0,69
	Feedback	4	4,29	4,00	4,00	0,76
		5	4,57	5,00	5,00	0,79
		6	4,29	4,00	4,00	0,76
	Motivação	7	3,86	4,00	4,00	0,69
		8	4,57	5,00	5,00	0,53
		9	4,86	5,00	5,00	0,38
Visão dos Profissionais (UFE)	Interação	10	4,29	4,00	5,00	0,76
		11	4,14	4,00	5,00	0,90
		12	4,14	4,00	4,00	0,69
	Feedback	13	4,29	5,00	5,00	0,95
		14	3,86	4,00	4,00	0,69
		15	3,57	3,00	3,00	0,79
	Motivação	16	4,57	5,00	5,00	0,79
		17	4,57	5,00	5,00	0,53
		18	5,00	5,00	5,00	0,00

*DP – Desvio Padrão

Fonte: autor (2019)

Ao analisar os resultados do grupo visão dos UFA, destacam-se Q8 (sobre o interesse dos UFA na atividade profissional com jogo) e Q9 (sobre o engajamento dos UFA) com os melhores indicadores. Os resultados indicam que o jogo produzido possui aspectos motivacionais relevantes.

Sobre os resultados do ponto de vista dos UFE, destacam-se Q17 (sobre a facilidade de adoção do jogo no cotidiano da atividade profissional) e Q18 (sobre os benefícios do jogo para a atividade profissional), as quais apresentaram as melhores médias. Ressaltando a Q18 que obteve a nota máxima em todas as avaliações. Com base nos resultados obtidos, percebe-se que o jogo proposto possui relevante utilidade para os UFE participantes da pesquisa.

A Q15 (sobre aspectos da segurança para o jogador e o profissional utilizar o jogo na atividade profissional) apresentou a pior média. Foi verificado nas repostas das questões discursivas que parte dos participantes possuem “receio” na utilização de tecnologia, não visualizando no uso de ferramentas tecnológicas a oportunidade de melhoria dos processos tradicionais.

Durante as discussões, foi sugerido a inserção de mais exercícios, possibilitando ao UFE a seleção de uma lista de exercícios mais completa para cada paciente.

Sobre as questões discursivas, os benefícios e vantagens mais citados foram:

- A interação do jogo (paciente e personagem virtual).
- O *feedback* visual disponível.
- A autonomia do paciente para execução dos exercícios (sem auxílio do profissional).

Com relação às dificuldades ou desvantagens do uso do jogo foram citados:

- O “receio” do uso de tecnologia em atividades profissionais.

Foi utilizada a *System Usability Scale* (SUS) para avaliação do jogo nos critérios relacionados à facilidade de aprendizagem do jogo, eficiência, nível de inconsistência, satisfação do usuário e facilidade de memorização. O questionário foi aplicado para os profissionais e pacientes após o encerramento de cada sessão. O tempo total estimado para responder o questionário foi de cinco a dez minutos.

Através das repostas obtidas, foi possível verificar a pontuação atribuída a cada critério proposto para análise, permitindo identificar oportunidades de melhorias, da usabilidade do jogo proposto.

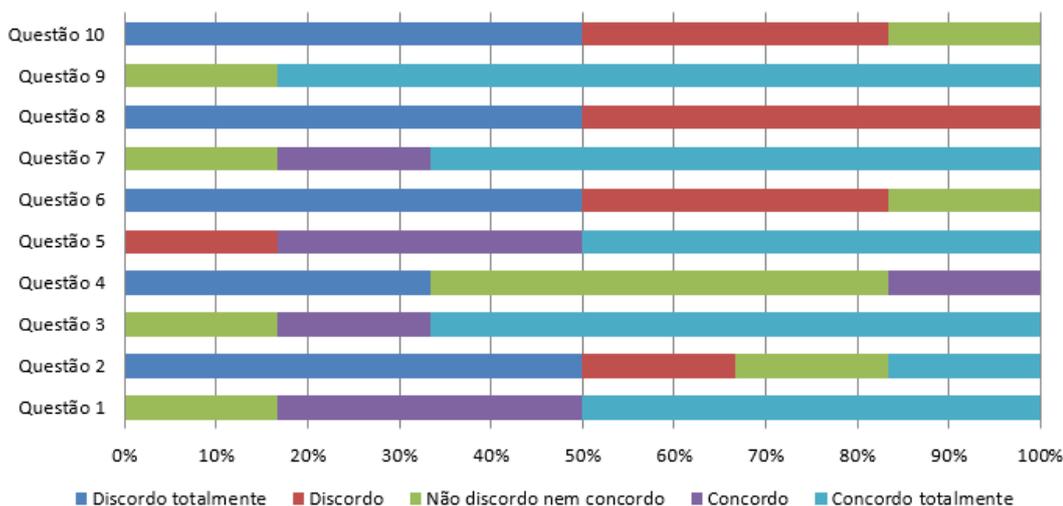
2) Resultados da aplicação do SUS

Foi utilizada a *System Usability Scale* (SUS) para avaliação do jogo nos critérios relacionados à facilidade de aprendizagem do jogo, eficiência, nível de inconsistência, satisfação do usuário e facilidade de memorização. O questionário foi aplicado para os UFE (profissionais) e UFA (pacientes) após o encerramento de cada sessão. O tempo total estimado para responder o questionário foi de cinco a dez minutos.

Através das repostas obtidas pelos UFA e pelos UFE, foi possível verificar a pontuação atribuída a cada critério proposto para análise, permitindo identificar oportunidades de melhorias relacionados a usabilidade do jogo proposto.

A figura 10 apresenta gráfico com os percentuais das respostas obtidas da aplicação do SUS, os quais estão distribuídos por questão e opção de respostas.

Figura 10 – Resultado do SUS em percentuais



Fonte: autor (2019)

Observa-se que as questões ímpares (1, 3, 5, 7 e 9) possuem maior percentual de resposta positivas (Concordo ou Concordo totalmente) e as questões pares (2, 4, 6, 8, e 10) possuem maior percentual de respostas negativas (Discordo totalmente ou Discordo). Este fato está diretamente ligado a natureza do SUS, no qual, as perguntas ímpares são de cunho positivo, exemplo: “acho que gostaria de usar esse jogo com frequência” e as perguntas pares são de cunho negativo, exemplo: “considerarei o jogo muito complicado de utilizar”.

A Tabela 2 apresenta os *scores* do SUS obtidos em cada questão, os quais correspondem a visão dos UFEs e dos UFAs. Os resultados das questões foram ponderados para escala de 0 a 100.

Tabela 2 – Resultado do SUS

	QUESTÃO	SCORE POR QUESTÃO
Visão dos Jogadores (UFAs)	1	81,25
	2	56,25
	3	81,25
	4	56,25
	5	68,75
	6	75,00
	7	87,50
	8	87,50
	9	87,50

	10	81,25
	Score Final	76,25
Visão dos profissionais (UFES)	1	87,50
	2	100,00
	3	100,00
	4	75,00
	5	100,00
	6	100,00
	7	87,50
	8	87,50
	9	100,00
	10	87,50
	Score Final	92,50

Fonte: autor (2019)

Para verificar o atendimento do objetivo proposto nesta dissertação, foi utilizada a relação dos componentes de qualidade apresentada no trabalho de (TENÓRIO, *et al.*, 2010) e as questões do SUS:

- **A facilidade de aprendizagem do jogo:** A facilidade de aprendizagem está representada pelas questões 3, 4, 7 e 10 do SUS. A média dos resultados dessas questões foi de 82,03, uma pontuação que de acordo com a classificação proposta por (TENÓRIO, *et al.*, 2010) é considerado um resultado excelente. Portanto, podemos concluir que os tanto os UFE quanto os UFA apresentaram facilidade em aprender a dinâmica e funcionalidade do jogo. A figura 10 apresenta as médias das respostas obtidas dos participantes.

- **A eficiência do jogo:** As questões 5, 6 e 8 estão relacionadas a eficiência do jogo proposto. Analisando a média, foi obtido resultado 86,46. Resultado que de acordo com a classificação utilizada, pode ser considerado como melhor resultado imaginável, levando a conclusão que os participantes da pesquisa consideraram o jogo eficiente.

- **As inconsistências do jogo:** As inconsistências ou minimização dos erros são identificadas por meio da questão 6, cuja pontuação média foi de 87,50, sendo considerado como resultado imaginável, transparecendo o baixo nível de inconsistências apresentados no jogo.

- **A satisfação dos usuários:** A satisfação dos usuários está representada pelas questões 1, 4 e 9. A média dos resultados dessas questões foi de 81,25, sendo classificado como excelente resultado. Dessa forma, é possível concluir que os usuários se sentiram confortáveis ao utilizar o jogo proposto.

- **A Facilidade de memorização:** Este componente é avaliado pela questão 2 e sua pontuação foi de 78,13. O resultado é considerado excelente, ressaltando que os usuários foram capazes de realizar os desafios propostos no jogo sem a necessidade de reaprendizado. Resultado que está relacionado aos mecanismos de ajuda disponibilizados no jogo.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que a partir dos resultados apresentados neste capítulo que a avaliação do Jogo Sérió proposto foi classificada como excelente. Ressalta-se que o uso da realidade virtual e a captura de movimentos utilizando o Kinect Xbox 360 oportunizou aos participantes a utilização dos elementos disponíveis no jogo de forma interativa.

CONCLUSÃO

5.1 CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho visa auxiliar no processo de recuperação fisioterapêutico de pacientes que se encontram em tratamento, inserindo a realidade virtual e captura de movimentos como elementos motivadores, proporcionando maior engajamento dos pacientes no tratamento e possibilitando aos profissionais o acompanhamento da evolução de cada paciente que venha utilizar o jogo proposto. Neste sentido, pode-se destacar ainda as seguintes contribuições:

1. A possibilidade de personalização dos desafios para cada paciente, sendo possível selecionar os exercícios mais apropriados para cada paciente;
2. Armazenar e disponibilizar ao profissional as informações de uso do jogo de cada paciente, tornando possível o acompanhamento da evolução, e se necessário ajuste dos desafios, visando otimizar os exercícios feitos por cada paciente;
3. O design participativo possibilitou ter uma maior visão sobre a área, realizando os ajustes necessários para atender da melhor maneira possível as reais necessidades dos pacientes e profissionais da área de domínio.

5.2 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir desta dissertação, pode-se propor novos trabalhos que tenham como objetivo precípuo a continuidade da presente pesquisa. Os principais deles que podem ser destacados são:

1. Aprimoramento do jogo desenvolvido através do mapeamento de novos exercícios e desafios, visando ampliar a aplicabilidade e estendendo a sua utilização para outros tipos de lesões;
2. Realizar avaliação do jogo com mais pacientes por período de tempo maior, possibilitando verificar aspectos relacionados a evolução da recuperação de pacientes que estarão fazendo uso da ferramenta;
3. Realizar análise dos resultados da utilização do jogo proposto através da seleção de pacientes para composição de grupo de controle, sendo possível comparar os resultados entre pacientes que fizeram uso da ferramenta e pacientes que realizam a

fisioterapia convencional.

5.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS

No desenvolvimento da presente dissertação foram encontradas algumas dificuldades, das quais podem ser destacadas:

- 1. Engajamento de profissionais da área de domínio da aplicação:** Essa dificuldade se apresentou no momento de início do desenvolvimento do jogo proposto, pois foi necessário entender quais as problemáticas enfrentadas no dia-a-dia e de que forma seria possível aplicar a ideia de jogos sérios para contribuir e/ou auxiliar os profissionais e pacientes da área da fisioterapia e terapia ocupacional. Foi possível contar com a participação de duas profissionais (1 fisioterapeuta e 1 terapeuta ocupacional), as quais fizeram relevantes contribuições para melhoria da ferramenta bem como seleção e contato com os pacientes que participaram da avaliação do jogo proposto;
- 2. Quantidade de membros da equipe:** A equipe contou com 2 membros envolvidos no projeto, sendo necessário organizar o fluxo de atividades em forma de pequenos ciclos, tornando a implementação (*design*, modelagem e programação) menos eficiente, porém eficaz. Gerou ainda a necessidade de ajuste do escopo do trabalho, direcionando o foco para a reabilitação motora, visto que a área de fisioterapia abrange vários aspectos que não puderam ser inseridos no presente trabalho;
- 3. Aquisição de equipamentos:** Para efetivação da captura de movimentos foi necessário a utilização o sensor Kinect Xbox 360, o qual precisou ser adquirido bem como o adaptador que possibilita a conexão do sensor no computador via interface USB.

5.4 PRODUÇÃO ACADÊMICA

Como resultados obtidos nesta dissertação foram publicados os seguintes trabalhos:

Artigo principal relacionado ao tema da dissertação

- Araújo, Tiago de Souza; Filho, Manoel Ribeiro. Design e avaliação de um Jogo Sério voltado para Reabilitação de Membros Superiores e Inferiores. In: XVIII

Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, Rio de Janeiro-RJ. 2019. ISSN 2179-2259.

Artigos relacionados ao tema da dissertação

- Araújo, Tiago de Souza; Filho, Manoel Ribeiro. Proposta de Jogo Sério para Reabilitação Motora. In: IV Seminário de Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde (STAES), Salvador-BA. 2019. ISSN 2446-5364
- Araújo, Tiago de Souza; Filho, Manoel Ribeiro; Outeiro, Gabriel Moraes de. *Motion Capture* de personagem virtual 3D: Uso de Interface Natural na interação de um *Serious Game*. In: IV Encontro de Pós-Graduação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), Marabá-PA. 2019. ISSN 2526-6047.
- Araújo, Tiago de Souza; Filho, Manoel Ribeiro. GAFT: Desenvolvimento de Game de Apoio Fisioterapêutico. In: XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, Foz do Iguaçu-PR, 2018. p. 1470-1471. ISSN 2179-2259.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Q. J.; BHATT, H. A Manipulation of Visual Feedback during Gait Training in Parkinson's Disease. **Parkinson's Disease**, p. 1-7, 2012. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/pd/2012/508720/>>.
- AMÉLIO, C. D. O. **XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)**. Foz do Iguaçu-PR: [s.n.]. 2018. p. 1497-1506.
- BALISTA, V. G. **PhysioJoy Sistema de Realidade Virtual para Avaliação e Reabilitação de Déficit Motor**. XII Simpósio de Jogos e Entretenimento Digital. São Paulo - SP: [s.n.]. 2013. p. 16-20.
- BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. **Journal of Usability Studies**, 4, n. 3, Maio 2009. 114-123.
- BRANDÃO, A. F. et al. GestureCollection for Motor and Cognitive Stimuli: Virtual Reality and e-Health prospects. **Journal of health Informatics**, 10, n. 1, 2018. 09-16.
- BURDEA, G. C.; COIFFET, P. **Virtual Reality Technology**. 2. ed. [S.l.]: New Jersey: Hoboken, 2003.
- CHANG, Y.-J.; CHEN, S.-F.; HUANG, J.-D. A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, n. 6, p. 2566-2570, 2011.
- CORRÊA, C. G.; NUNES, F. D. L. D. S. Interação com dispositivos convencionais e não convencionais utilizando integração entre linguagens de programação. In: _____ **Abordagens práticas de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação – SBC, 2009. Cap. 3, p. 61-103.
- CRUZ, A. P. O Uso da Realidade Virtual como Ferramenta de Inovação para Reabilitação de Pacientes com Doença de Parkinson: Uma Revisão Sistemática. **Caderno de Graduação**, 2015. 97-128.
- DAMASCENO, E.; LAMOUNIER, E.; CARDOSO, A. Uma avaliação heurística sobre um Sistema. **Journal of Health Informatics**, p. 87-94, julho-Setembro 2012.
- DHAWAN, A. P.; HUANG, H. K.; KIM, D. S. **Principles and Advanced Methods in Medical Imaging and Image Analysis**. [S.l.]: World Scientific, 2008. 868 p.
- ENGHOLM, H. J. **Engenharia de Software na Prática**. [S.l.]: Novatec, 2010.
- FARIAS, E. H. et al. **MOLDE – A Methodology for Serious Games Measure-Oriented Level Design**. XIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. Porto Alegre - RS: [s.n.]. 2014. p. 29-38.

FILHO, S. F. F.; JUCÁ, P. M. **Uso de Jogos Sérios para Auxiliar na Reabilitação Motora de Pacientes com Espondilite Anquilosante**. XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. Teresina - PI: [s.n.]. 2015. p. 919-925.

FURNISS, M. **Motion Capture**. Media In Transaction Conference. Cambridge: [s.n.]. 1999.

GARDUÑO-RAMÓN, M. A.; MORALES-HERNÁNDEZ, L. A.; OSORNIO-RIOS, R. **Morphological filters applied to kinect depth images for noise removal as preprocessing stage**. 10º Congreso Internacional de Ingeniería. [S.l.]: [s.n.]. 2014. p. 1-5.

KIRNER, C. **Evolução da Realidade Virtual no Brasil**. X Symposium of Virtual and Augmented Reality. Porto Alegre-RS: [s.n.]. 2008. p. 7-17.

KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de Realidade Virtual. In: KIRNER, C.; TORI, R.; SISCOUTO, R. **Fundamentos e tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. [S.l.]: [s.n.], 2006. Cap. 1, p. 9-28.

KORTUM, P. T.; BANGOR, A. Usability Ratings for Everyday Products Measured With the System Usability Scale. **International Journal of Human-Computer Interaction**, 29, n. 2, 3 Janeiro 2013. 67-76.

LESTON, J. Virtual reality: the IT perspective. **The Computer Bulletin**, v. 38, n. 3, p. 12-13, 01 junho 1996.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. 140. ed. [S.l.]: Archives of Psychology, v. 22, 1932. p. 1-55.

MACHADO, L. D. S. et al. Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro-RJ, v. 35, n. 2, p. 254-262, junho 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbem/v35n2/15.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

MACHADO, T. L. D. A. **Game live logs: uma plataforma de conversação para atenuar conflitos no desenvolvimento de games**. UFPE. [S.l.]. 2013.

MATOS, V. S. B.; GOMES, F. D. S.; SASAKI, A.. Aplicabilidade da Reabilitação Vestibular nas Disfunções Vestibulares Agudas. **Revista Equilíbrio Corporal e Saúde**, p. 76-83, 2010.

MCLELLAN, H.; MCLELLAN, W. VIRTUAL REALITIES. In: JONASSEN, D. H. **Handbook of Research on Educational Communications and Technology**. Second Edition. ed. [S.l.]: Lawrence Erlbaum Associates, 2004. Cap. 17, p. 461-497.

MOESLUND, T. B.; HILTON, A. D. M.; KRUEGER, V. A survey of advances in vision-based human motion capture and analysis. **Computer Vision and Image Understanding**, p. 90-126, 2006.

MULLER, M. J.; DRUIN, A. Participatory Design: The Third Space in HCI. 2nd Edition. ed. [S.l.]: [s.n.], 2010. p. 1-70.

MULLER, M. J.; HASLWANTER, J. H.; DAYTON, T. Handbook of Human-Computer Interaction. Second Edition. ed. [S.l.]: [s.n.], 1997. Cap. 11, p. 255-297.

- OLIVEIRA, H. C. D.; HOUNSELL, M. D. S.; GASPARINI, I. **Uma Metodologia Participativa para o Desenvolvimento de Jogos Sérios**. XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. São Paulo-SP: [s.n.]. 2016. p. 455-463.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de Interação: Além da Interação Humano-Computador**. 3. ed. [S.l.]: Bookman, 2013.
- RUTES, W. D. F.; OLIVEIRA, H. C. D.; HOUNSELL, M. D. S. **PEED: Uma Metodologia para Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio em Projetos Acadêmicos de Jogos Sérios**. XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. Teresina-PI: [s.n.]. 2015. p. 447-454.
- SCHROEDER, R. B.; HOUNSELL, M. D. S. SEU-Q - Um Instrumento de Avaliação de Utilidade de Jogos Sérios Ativos. **Revista do Simpósio Latino Americano**, Criciúma-SC, v. 1, n. 1, p. 136-145, 2016.
- SILVA, S. S. R. D.; FILHO, M. **ARVRE: Ambiente de Realidade Virtual para Reabilitação Motora e Estímulo Cognitivo**. XIII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital. Porto Alegre - RS: [s.n.]. 2014. p. 675-678.
- SILVA, S. S. R. D.; FILHO, M. R. **ARVRE: Ambiente de Realidade Virtual para Reabilitação Motora e Estímulo Cognitivo**. XIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. Porto Alegre-RS: [s.n.]. 2014. p. 675-678.
- SOUZA, L. J.; MITTELBACH, A. F.; NEVES, A. M. **Estudo de Formatos Alternativos para Documentação de Game Design**. IX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital. Florianópolis-SC: [s.n.]. 2010. p. 41-49.
- TENÓRIO, J. M. et al. Desenvolvimento e Avaliação de um Protocolo Eletrônico para Atendimento e Monitoramento do Paciente com Doença Celíaca. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, v. 17, n. 2, p. 210-220, 2010.
- WEBSTER, D.; CELIK, O. Systematic review of Kinect applications in elderly care and stroke rehabilitation. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, 11, 2014. 1-24.
- WOLF, P. H.; VIEIRA, M. L. H. Design de Animação: Concepção de Personagem e Captura de Movimento. **Projética**, p. 25-38, 2015.
- ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. **Computer**, 38, n. 9, 2005. 25-32.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO

Os pesquisadores: Tiago de Souza Araújo e Prof. Dr. Manoel Ribeiro Filho, estão convidando o Sr(a) _____ para participar da pesquisa “**Design e avaliação de um Jogo Sério para Reabilitação Fisioterapêutica**”.

Justificativa – Através da realidade virtual é possível incentivar pacientes a realizar mais os movimentos que auxiliam no processo de recuperação dos movimentos.

Objetivo – Desenvolver os componentes e etapas de *game design* de um Jogo Sério direcionado para reabilitação fisioterapêutica.

Procedimentos – Apresentar o jogo para a equipe profissional para fins de capacitação quanto a utilização do jogo, a qual posteriormente utilizará o jogo com pacientes.

Duração e local da pesquisa – A pesquisa ocorrerá nas dependências da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, campus de Rondon do Pará.

Benefícios do estudo – Os resultados desse estudo poderão auxiliar na melhoria dos procedimentos adotados no processo de recuperação fisioterapêutica, inserindo a realidade virtual como elemento motivador.

Para qualquer outra informação, o(a) Sr.(a) poderá entrar em contato com os pesquisadores no endereço Rua Rio Grande do Sul, S/N, Campus Universitário de Rondon do Pará, Rondon do Pará, Pará, CEP: 68.638-000. Telefone (94) 2101-1015, e-mail: tiagobethel@unifesspa.edu.br.

Declaro que li e entendi todas as instruções que me foram repassadas pelos coordenadores desta pesquisa e que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento, e, portanto, dou meu consentimento livre e esclarecido para participar da mesma.

Rondon do Pará, ____ de ____ de 2019.

Participante da pesquisa

ANEXO A – SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)

Sexo: ()M ()F	Idade:
Data: ____/____/2019	

Instruções

Com base na sua experiência de hoje, marque a caixa que reflete sua resposta a cada pergunta. Certifique-se de responder a todas as perguntas. Se você não souber responder, basta marcar a caixa "3".

N.	Questões (Quantifique seu grau de conhecimento numa escala de 1 a 5)	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente
		1	2	3	4	5
1	Acho que gostaria de utilizar este jogo com frequência.					
2	Considere o jogo mais complexo do que o necessário.					
3	Achei o jogo fácil de utilizar.					
4	Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este jogo.					
5	Considere que as várias funcionalidades deste jogo estavam bem integradas.					
6	Achei que este jogo tinha muitas inconsistências.					
7	Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar					

	rapidamente este jogo.					
8	Considerarei o jogo muito complicado de utilizar.					
9	Senti-me muito confiante ao utilizar este jogo.					
10	Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este jogo.					

11. Você tem alguma crítica e/ou sugestão referente ao jogo desenvolvido?

Muito obrigado pela participação!

ANEXO B – SERIOUS EXERGAME UTILITY – QUESTIONNAIRE (SEU-Q)

Sexo: () M () F Idade: _____ Nível de Escolaridade: _____ Formação: _____ Tempo de Experiência Profissional: _____					
Questões (Quantifique seu grau de conhecimento numa escala de 1 a 5)	1 = Baixo	Escala (marcar com um X)			5 = Alto
Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/Realidade Virtual (RV)?	1	2	3	4	5
Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/RV na reabilitação de membros superiores e/ou inferiores?	1	2	3	4	5

Considere agora o **GRUPO de JOGADORES** que irão usar o **JOGO** (faixa etária, escolaridade, eventuais dificuldades e patologias) e responda a seguir se colocando na visão destes **JOGADORES...**

Na escala abaixo considere o seguinte significado:

1 = discordo completamente,

2 = discordo,

3 = neutro,

4 = concordo,

5 = concordo completamente

Lembrando:

Jogo = Game de Apoio Fisioterapêutico

Profissionais = Fisioterapeuta e Terapeuta Ocupacional

Jogadores = Pacientes

Atividade profissional = Fisioterapia (reabilitação Motora)

Objetivo Sério = Auxiliar na reabilitação motora

Visão dos JOGADORES	Interação	1) Os jogadores vão entender os desafios propostos pelo jogo com facilidade	1	2	3	4	5
		2) Os jogadores vão realizar os desafios do jogo com facilidade	1	2	3	4	5
		3) Os jogadores vão utilizar os dispositivos de interação (teclado e mouse) com o jogo com facilidade	1	2	3	4	5
	Feedback	4) Os jogadores vão achar úteis os efeitos sonoros do jogo	1	2	3	4	5
		5) Os jogadores vão gostar do cenário (cores, objetos,	1	2	3	4	5

	personagens, beleza, demais aspectos visuais, ...) do jogo					
	6) Os jogadores vão conseguir perceber distintamente os objetos e suas ações no jogo	1	2	3	4	5
Motivação	7) Os jogadores vão perceber facilmente o benefício e a relação do uso do jogo para alcançar o objetivo sério	1	2	3	4	5
	8) Os jogadores vão se sentir interessados para a atividade profissional se usarem o jogo	1	2	3	4	5
	9) Os jogadores vão achar divertido e/ou engajante o jogo	1	2	3	4	5

Agora, considere o **GRUPO de TODOS os PROFISSIONAIS** que podem eventualmente prescrever o **JOGO** como parte de sua própria atividade profissional...

Lembrando:

Jogo = Game de Apoio Fisioterapêutico

Profissionais = Fisioterapeuta e Terapeuta Ocupacional

Jogadores = Pacientes

Atividade profissional = Fisioterapia (reabilitação Motora)

Objetivo Sério = Auxiliar na reabilitação motora

Visão dos PROFISSIONAIS	Terapêutica	10) Os profissionais vão perceber a utilidade do <u>jogo</u> para a sua atividade profissional com os jogadores	1	2	3	4	5
		11) Os profissionais vão perceber a utilidade dos <u>dados</u> providos pelo jogo para a sua atividade profissional	1	2	3	4	5
		12) Os profissionais vão perceber a utilidade dos <u>controles</u> (cadastros, encerrar jogo, pular nível, liga/desliga som, etc.) providos pelo jogo para a sua atividade profissional	1	2	3	4	5
	Aceitação	13) Os profissionais vão achar que os jogadores vão aceitar facilmente o uso do jogo para a atividade profissional	1	2	3	4	5
		14) Os profissionais vão ter facilidade em adaptar a sua prática e o seu ambiente profissional para inserir o jogo na sua atividade profissional	1	2	3	4	5
		15) Os profissionais vão ver que é seguro (física e cognitivamente) para o jogador e o profissional usar o jogo para sua atividade profissional	1	2	3	4	5
Motivac	16) Os profissionais vão ver claramente objetivo sério	1	2	3	4	5	

	no funcionamento do jogo					
	17) Os profissionais vão ter facilidade em adotar o jogo no cotidiano da sua atividade profissional	1	2	3	4	5
	18) Os profissionais vão perceber claramente os benefícios do jogo para sua atividade profissional	1	2	3	4	5

Lembrando:

Jogo = Game de Apoio Fisioterapêutico

Profissionais = Fisioterapeuta e Terapeuta Ocupacional

Jogadores = Pacientes

Atividade profissional = Fisioterapia (reabilitação Motora)

Objetivo Sérió = Auxiliar na reabilitação motora

19) Quais os principais **benefícios ou vantagens** de se utilizar o jogo para alcançar o Objetivo Sérió para estes jogadores?

20) Quais as principais **dificuldades ou desvantagens** de se utilizar o jogo para alcançar o Objetivo Sérió para estes jogadores?

21) Você possui **sugestões** para o Jogo melhor alcançar o Objetivo Sérió? Quais?

(Fique à vontade para escrever no verso)

**ANEXO C – PUBLICAÇÃO FEITA NO XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES) 2019**




CERTIFICADO

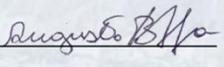
Conferimos este certificado a

Tiago de Souza Araújo

inscrito no CPF 96799285, por sua participação no Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital em sua edição anual de 2019, realizada entre os dias 28 e 31 de outubro do mesmo ano, na cidade do Rio de Janeiro (RJ).



José Ricardo da Silva Junior



Augusto Cesar Espindola Baffa

Chairs Gerais do SBGames

PATROCÍNIO






APOIO







REALIZAÇÃO







**ANEXO D – PUBLICAÇÃO FEITA NO IV SEMINÁRIO DE TECNOLOGIAS
APLICADAS EM EDUCAÇÃO E SAÚDE (STAES) 2019**



STAES19

Certificado

Certificamos que o trabalho intitulado "Proposta de Jogo Sério para Reabilita o Motora", dos autores Manoel Ribeiro Filho e Tiago de Souza Araújo, foi apresentado por Tiago de Souza Araújo no 4  SEMINÁRIO DE TECNOLOGIAS APLICADAS EM EDUCA O E SAÚDE (STAES), realizado nos dias 26 e 27 de agosto de 2019, sob a forma de apresenta o oral.

Professor Dr Fernando Luís de Queiroz Carvalho
Coordenador geral STAES19

Professora Dra Suiane Costa Ferreira
Coordenadora geral STAES19

ANEXO E – PUBLICAÇÃO FEITA NO IV ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ (UNIFESSPA) 2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
PROPIT**



Certificamos que **TIAGO DE SOUZA ARAÚJO, CPF: 000.967.992-85**, participou da submissão de trabalho, aprovado para apresentação ao evento **ENCONTRO - IV ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIFESSPA** realizado durante o período de **27/05/2019** a **28/05/2019** na condição de **APRESENTADOR DE TRABALHO - MODALIDADE: COMUNICAÇÃO ORAL** do trabalho: *MOTION CAPTURE DE PERSONAGEM VIRTUAL 3D: USO DE INTERFACE NATURAL NA INTERAÇÃO DE UM SERIOUS GAME.*

O respectivo APRESENTADOR DE TRABALHO - MODALIDADE: COMUNICAÇÃO ORAL também compareceu e apresentou o trabalho durante o evento.

Marabá, 29 de Agosto de 2019

Número do documento: **19985** Código de Verificação: **50a74e05f9**

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <https://sigeventos.unifesspa.edu.br/eventos/documentos>, informando o número do documento, data de emissão do documento e o código de verificação.

**ANEXO F – PUBLICAÇÃO FEITA NO XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES) 2018**



Certificado



A SBC e o SBGames certificam, via o presente documento, que
Tiago de Souza Araújo

*participou do XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital,
em Foz do Iguaçu (PR), de 29 de outubro a 01 de novembro de 2018.*

Esteban Clua
Chair SBGames 2018

Vinícius Cassol
Co-chair SBGames 2018