

A hemiparesia como doença neurológica, gera problemas de equilíbrio corporal. O equilíbrio dinâmico trata de manter o equilíbrio após alguma perturbação. O tratamento indicado para tais casos é a fisioterapia, porém ocorrem muitos abandonos de tratamento devido à execução de exercícios repetitivos e exaustivos. Uma alternativa de tratamento é a utilização de jogos digitais, e especificamente os denominados *exergames* ou Jogos Ativos (JA) que envolvem alguma atividade física. Os Jogos Sérios (JS), que são jogos desenvolvidos com uma finalidade específica, apresentam-se como uma alternativa para criação de Jogos Sérios Ativos (JSA) adaptados às limitações do público-alvo, contudo, o desenvolvimento de um JSA não é uma tarefa trivial e preconiza o uso de uma metodologia de design. Esta pesquisa desenvolveu um JSA voltado para auxiliar na reabilitação do equilíbrio dinâmico de hemiparéticos, aplicando e revisando uma metodologia de desenvolvimento de JS. Um instrumento que permite a verificação de utilidade de um JSA mesmo em fase de protótipo, denominado SEU-Q, foi desenvolvido e aplicado. O desenvolvimento propiciou sugestões de melhorias na metodologia de desenvolvimento utilizada e com relação ao uso do JSA Wobu-bble para o tratamento do equilíbrio dinâmico tanto para o uso profissional quanto para pacientes, os resultados indicaram ser uma ferramenta favorável.

Orientador: Marcelo da Silva Hounsell

Joinville, 2017

ANO  
2017

RAFAELA BOSSE SCHROEDER | WOBU-BBLE – JOGO SÉRIO PARA O  
EQUILÍBRIO DINÂMICO DE PACIENTES COM HEMIPARESIA



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT  
CURSO DE MESTRADO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

## WOBU-BBLE – JOGO SÉRIO PARA O EQUILÍBRIO DINÂMICO DE PACIENTES COM HEMIPARESIA

RAFAELA BOSSE SCHROEDER

JOINVILLE, 2017

**RAFAELA BOSSE SCHROEDER**

**WOBU-BBLE – JOGO SÉRIO PARA O EQUILÍBRIO DINÂMICO DE PACIENTES  
COM HEMIPARESIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Computação Aplicada.

Orientador: Profº Marcelo da Silva Hounsell

**JOINVILLE, SC**

**2017**

S381

Schroeder, Rafaela Bosse

Wobu-bble: Jogo Sério para o Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia/ Rafaela Bosse Schroeder. - Joinville, 2017.

154 p. : il. ; 30 cm

Orientador: Marcelo da Silva Hounsell

Bibliografia: p. 115-126

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa de pós-graduação em Computação Aplicada, Joinville, 2017.

1. Jogos Sérios. 2. Exergame 3. Equilíbrio. 4. Hemiparesia. 5. Acidente Vascular Cerebral. I. Hounsell, Marcelo da Silva. II. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de pós-graduação em Computação Aplicada. IV. Título.

**Wobu-Bble-Jogo SériO para Equilíbrio de Pacientes com Hemiparesia**

por

**Rafaela Bosse Schroeder**

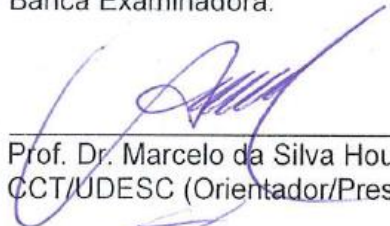
Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

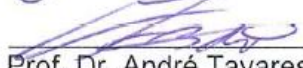
**Mestra em Computação Aplicada**

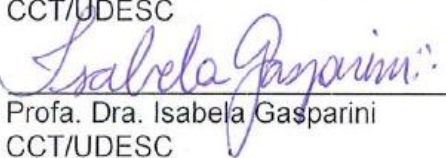
Área de concentração em "Ciência da Computação,  
e aprovada em sua forma final pelo

CURSO Mestrado Acadêmico em Computação Aplicada  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA.

Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. Marcelo da Silva Hounsell  
CCT/UDESC (Orientador/Presidente)

  
Prof. Dr. André Tavares da Silva  
CCT/UDESC

  
Profa. Dra. Isabela Gasparini  
CCT/UDESC

  
Prof. Dr. César Augusto Otero Vaghetti  
ESEF/UFPel

  
Prof. Dr. Antonio Vinicius Soares  
Faculdade Guilherme Guimbala - ACE

Joinville, SC, 28 de março de 2017.

## RESUMO

SCHROEDER, Rafaela Bosse. **Wobu-bble – Jogo SériO para o equilíbrio dinâmico de pacientes com hemiparesia**. 2017. 154 p. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada – Área: Processamento Gráfico). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada. Joinville, 2017.

A hemiparesia como doença neurológica, gera problemas de equilíbrio corporal. Define-se equilíbrio postural estático o ato de manter o corpo mais imóvel possível, enquanto que o equilíbrio dinâmico trata de manter o equilíbrio após alguma perturbação. O tratamento indicado para tais casos é a fisioterapia, porém ocorrem muitos abandonos de tratamento devido à execução de exercícios repetitivos e exaustivos. Uma alternativa de tratamento é a utilização de jogos digitais, e especificamente os denominados *exergames* ou Jogos Ativos (JA) que envolvem alguma atividade física. Os Jogos Sérios (JS), que são jogos desenvolvidos com uma finalidade específica, apresentam-se como uma alternativa para criação de Jogos Sérios Ativos (JSA) adaptados às limitações do público-alvo, contudo, o desenvolvimento de um JSA não é uma tarefa trivial e carece o uso de uma metodologia de *design*. Esta pesquisa desenvolveu um JSA voltado para auxiliar na reabilitação do equilíbrio dinâmico de hemiparéticos, aplicando e revisando uma metodologia de desenvolvimento de JS. O JSA intitulado Wobu-bble possui gráfico e mecânica de jogo agradável, permite configuração para aumento de dificuldade e adaptação a outras populações, realiza extração de dados do jogador e é de fácil instalação. O dispositivo adotado para a integração com o JSA foi uma prancha de baixo custo e funcional. Para promover o desenvolvimento interativo, foi necessário criar um instrumento de avaliação de Percepção de Utilidade, o *Serious Exergame Utility Questionnaire* (SEU-Q) que permite uma avaliação empática, ao qual o avaliador se coloca no lugar do paciente (utilizando) ou do profissional (aplicando) o JSA. O SEU-Q foi avaliado por três grupos: Usuários Finais Aprendizes (UFA), Usuários Finais Entendidos (UFE) e Equipe Técnica de Desenvolvimento (ETD). Os atores envolvidos são pacientes hemiparéticos (UFA), estudantes de fisioterapia (UFE) e estudantes de computação (ETD) totalizando 107 respondentes. A avaliação de percepção de utilidade obteve resultados satisfatórios sobre o JSA desenvolvido,  $\bar{x} = 5,14$  (escala 1 a 7), e demonstraram as diferentes percepções dos grupos envolvidos com forte e média correlação (teste de Pearson). Os dados obtidos ao longo do desenvolvimento do Wobu-bble sugerem que este JSA é uma ferramenta focada na reabilitação do equilíbrio dinâmico que apresenta potencial de uso como instrumento terapêutico benéfico. Este resultado foi obtido, em parte, graças ao uso e adaptação de metodologias específicas para *design* de JSA que doravante podem ser reutilizadas para facilitar o desenvolvimento de outros JSA's com boa percepção de utilidade.

**Palavras-chave:** Equilíbrio; Exergame; Hemiparesia; Jogos Sérios Ativos; Avaliação de Utilidade.

## ABSTRACT

Hemiparesis as a neurological disease generates balance problems. Static postural balance aims to keep the body as still as possible, while the dynamic balance is about maintaining balance after some disturbance. The treatment indicated for such cases is physiotherapy, but a lot of people drop out the treatment because of repetitive and exhaustive exercises. An alternative treatment is the use of digital games, and specifically the so-called exergames that involve some physical activity. The Serious Games (SG), which are games developed with a specific purpose, are presented as an alternative in the creation of serious exergames adapted to the limitations of the target audience, however, the development of a JSA isn't a trivial task and impose the use of a design methodology. This research developed a Serious Exergame (SE) aimed at assisting in the rehabilitation of the dynamic balance of hemiparetics, applying and revising a SG development methodology. The SE titled Wobu-bble has nice graphics and game mechanics, allows configuration to increase difficulty and adaptation to the other population, performs data extraction from the player and easy installation. The device adopted for integration with the SE is a low-cost and functional board. In order to promote interactive development, it was necessary to create a Utility Perception assessment tool, the Serious Exergame Utility Questionnaire (SEU-Q), which allows an empathic evaluation, to which the evaluator places himself in the patient's (using) or professional's place (applying) the SE. The SEU-Q was applied in three groups: Final Learner Users (FLU), Authorized End Users (AEU) and Technical Development Team (TDT). The involved actors are hemiparetic patients (FLU), physical therapy students (AEU) and computer students (TDT) totaling 107 respondents. The perception of utility assessment obtained satisfactory results on the developed SE,  $\bar{x} = 5.14$  (scale 1 to 7), and demonstrated the different perceptions of the groups involved with strong and average correlation (using Pearson's test). The data obtained during the development of Wobu-bble suggest that this SE is a tool focused on the rehabilitation of the dynamic balance that presents potential of use as a beneficial therapeutic instrument. This result was obtained in part thanks to the use and adaptation of specific methodologies for SE design that can be reused to facilitate the development of other SE's with a good perception of utility.

**Keywords:** Balance; exergame; hemiparesis; serious games; utility evaluation.

Para meu pai e grande incentivador, Tarciso Bosse  
14/08/1963 – 07/02/2016  
Descanse em Paz

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus em primeiro lugar, que me deu a vida, saúde e perseverança para a execução deste projeto.

Ao meu marido Rafael, pelo encorajamento, paciência em momentos de ansiedade e dúvidas, e compreensão pela minha ausência em alguns momentos dispensados no projeto. Ao meu filho Felipe, que apesar das dificuldades, a sua chegada despertou ainda mais o desejo da realização deste trabalho. À minha mãe, que sempre me apoiou frente aos estudos e aos demais familiares, que participaram dando o amor e incentivo de diversas formas.

Agradecimento especial ao meu orientador, Marcelo Hounsell, que com seu incentivo e ambição foi possível chegar até aqui. Meu muito obrigado pela paciência, encorajamento, aprendizado para que eu alcançasse o sucesso do trabalho. Aos colaboradores e parceiros deste projeto, professor Antônio Vinicius Soares e Fabricio Noveletto, pela prontidão em contribuir, pela disponibilidade e apoio nos diversos momentos. Aos componentes da clínica escola de fisioterapia da ACE (NUPEN).

Aos colegas de mestrado, professores e estudantes do Laboratório de Pesquisa em Aplicações Visuais (LARVA), pela contribuição e companhia durante este tempo e a professora Isabela Gasparini, pela disponibilização de suas aulas.

À FAPESC pelo apoio financeiro concedido.

E a todos os professores, família e amigos que durante toda a minha vida estiveram presentes e contribuíram de alguma forma, para que hoje este projeto se concretizasse.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Recursos necessários para o controle postural .....                                                                                                                                                                                                                                 | 24 |
| Figura 2 – Avaliações clínicas utilizadas para medição do equilíbrio .....                                                                                                                                                                                                                     | 27 |
| Figura 3 – (A) Dispositivo e caixa do jogo <i>Joyboard</i> , (B) Projeto bicicleta com o jogo .....                                                                                                                                                                                            | 29 |
| Figura 4 – (A) Jogo World Class Track Meet, (B) dispositivo <i>Power Pad</i> .....                                                                                                                                                                                                             | 30 |
| Figura 5 – (A) Jogo DDR SuperNova, (B) Tapete do DDR.....                                                                                                                                                                                                                                      | 30 |
| Figura 6 – (A) JSA MoviLetrando, (B) JSA <i>Fruit Catcher</i> .....                                                                                                                                                                                                                            | 32 |
| Figura 7 – Modelo entrada-processo-saída.....                                                                                                                                                                                                                                                  | 34 |
| Figura 8 – Diagrama de fluxo do MOLDE.....                                                                                                                                                                                                                                                     | 37 |
| Figura 9 – Teoria do Fluxo .....                                                                                                                                                                                                                                                               | 38 |
| Figura 10 – Sensores de Câmera utilizados para reabilitação do equilíbrio.....                                                                                                                                                                                                                 | 45 |
| Figura 11 – Sensores Inerciais utilizados para reabilitação do equilíbrio .....                                                                                                                                                                                                                | 46 |
| Figura 12 – Sensores de Pressão utilizados para reabilitação do equilíbrio .....                                                                                                                                                                                                               | 47 |
| Figura 13 – (A) e (B) configuração do sistema e (C) tela do JSA <i>Neverball</i> .....                                                                                                                                                                                                         | 52 |
| Figura 14 – (A) Paciente sentado sobre o tapete de pressão (1), que está conectado com o <i>notebook</i> (2), utilizando o jogo <i>Balloon Burst</i> . O tapete de pressão está sobre o SwisDisk (3), a bola Physio Gymnic (4) também é retratada; (B) Tela do jogo <i>Balloon Burst</i> ..... | 53 |
| Figura 15 – (A) Dispositivos LED conectados aos sapatos e (B) Tela do protótipo do jogo e as opções de fundo: (1) cinza simples, (2) padrão tijolo, (3) padrão enferrujado, (4) padrão luz piscando .....                                                                                      | 55 |
| Figura 16 – (A) Paciente utilizando o jogo e (B) Tela do BioTrak, exercício em pé.....                                                                                                                                                                                                         | 57 |
| Figura 17 – (A) Tela calibração Kinect (B) Tela do SIRTET-K3D .....                                                                                                                                                                                                                            | 59 |
| Figura 18 – Origem dos requisitos .....                                                                                                                                                                                                                                                        | 65 |
| Figura 19 – Vistas superior e lateral com as dimensões e ângulo máximo de inclinação da prancha.....                                                                                                                                                                                           | 68 |
| Figura 20 – (A) Prancha e (B) Tela primeiro protótipo do Wobu-bble.....                                                                                                                                                                                                                        | 69 |
| Figura 21 – Evolução do jogador .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 73 |
| Figura 22 – Tela inicial do Wobu-bble.....                                                                                                                                                                                                                                                     | 74 |
| Figura 23 – Tela de configurações do Wobu-bble .....                                                                                                                                                                                                                                           | 75 |
| Figura 24 – (A) Tela do protocolo de equilíbrio e (B) Visualização do Mapa de Calor.....                                                                                                                                                                                                       | 75 |
| Figura 25 – (A) Tela de seleção de nível e (B) Tela para carregar arquivos.....                                                                                                                                                                                                                | 76 |
| Figura 26 – (A) Tela do jogo no nível 1 (B) Tela finalização nível com sucesso .....                                                                                                                                                                                                           | 77 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 27 – Dados de gênero das turmas (A) Fisioterapia (n= 31), (B) Computação (n= 15) e (C) Total de participantes (n=46), para a primeira aplicação do SEU-Q .....                                                                                            | 83  |
| Figura 28 – Dados de gênero dos grupos (A) Pacientes (n= 6), (B) Estudantes de Computação (n= 17), (C) Estudantes de Fisioterapia (n= 38) e (D) Total de Participantes (n=61) .....                                                                              | 86  |
| Figura 29 – Dados de gênero do total de participantes.....                                                                                                                                                                                                       | 89  |
| Figura 30 – Comparação grupo ETD x UFA (visão UFA) .....                                                                                                                                                                                                         | 101 |
| Figura 31 – Comparação grupo ETD x UFE (visão UFE) .....                                                                                                                                                                                                         | 101 |
| Figura 32 – Comparação das médias dos grupos UFE x UFA (visão UFA).....                                                                                                                                                                                          | 101 |
| Figura 33 – Comparação grupo UFA x UFE (visão UFE) .....                                                                                                                                                                                                         | 102 |
| Figura 34 – Médias e Desvio Padrão por questão do total de respondentes .....                                                                                                                                                                                    | 106 |
| Figura 35 – Modelos de pranchas de equilíbrio: (A) <i>Rocker-Board</i> (B) <i>Rocker-roller Board</i> (C) <i>Sphere-and-ring Board</i> (D) <i>StrongBoard</i> (E) <i>Wobble Board</i> (F) <i>Wii Balance Board</i> (G) <i>Wii Balance Board Attachment</i> ..... | 121 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Interações com os participantes .....                                                                                    | 20 |
| Tabela 2 – Número de artigos retornados na primeira pesquisa sobre o título .....                                                   | 51 |
| Tabela 3 – Número de artigos retornados na pesquisa sobre o resumo.....                                                             | 51 |
| Tabela 4 – Características dos JSA apresentados .....                                                                               | 60 |
| Tabela 5 – Comparativo entre jogos apresentados .....                                                                               | 61 |
| Tabela 6 – Encontros com os atores envolvidos no projeto .....                                                                      | 65 |
| Tabela 7 – Variáveis de Fase .....                                                                                                  | 70 |
| Tabela 8 – Variáveis de Níveis.....                                                                                                 | 70 |
| Tabela 9 – Transições de Níveis.....                                                                                                | 72 |
| Tabela 10 – Transições de Fases .....                                                                                               | 73 |
| Tabela 11 – Regras exibição de estrelas .....                                                                                       | 77 |
| Tabela 12 – Teclas de atalho disponíveis .....                                                                                      | 78 |
| Tabela 13 – Média das questões de conhecimento em JD/RV e JD/RV para reabilitação na primeira avaliação.....                        | 83 |
| Tabela 14 – Média, mediana, desvio padrão e moda na primeira avaliação dos UFE's e ETD's nas questões 1-8 (perspectiva UFA) .....   | 84 |
| Tabela 15 – Média, mediana, desvio padrão e moda na primeira avaliação dos UFE's e ETD's nas questões 9-13 (perspectiva UFE). ..... | 84 |
| Tabela 16 – Respostas de maior ocorrência nas questões de vantagens e desvantagens na primeira avaliação.....                       | 85 |
| Tabela 17 – Média das questões de conhecimento em JD/RV e JD/RV para reabilitação na segunda avaliação .....                        | 87 |
| Tabela 18 – Média, mediana, desvio padrão e moda na segunda avaliação dos UFA's e ETD's nas questões 1-8 (visão UFA).....           | 87 |
| Tabela 19 – Média, mediana, desvio padrão e moda na segunda avaliação dos UFE's, UFA's e ETD's nas questões 9-13 (visão UFE).....   | 88 |
| Tabela 20 – Respostas de maior ocorrência nas questões de vantagens e desvantagens na segunda avaliação .....                       | 88 |
| Tabela 21 – Média das questões de conhecimento em JD/RV e JD/RV para reabilitação na segunda avaliação .....                        | 89 |
| Tabela 22 – Média, mediana e desvio padrão avaliação geral nas questões 1-8 (visão UFA).90                                          |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 23 – Média, mediana e desvio padrão avaliação geral nas questões 9 à 13 (visão UFE)                                                                                                                                                                                                                                 | 90  |
| Tabela 24 – Média, mediana, desvio padrão e moda geral.....                                                                                                                                                                                                                                                                | 90  |
| Tabela 25 – Relação de requisitos .....                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 92  |
| Tabela 26 – Respostas objetivas dos grupos pré-ETD, pós-ETD, pré-UFE e pós-UFE nas diferentes visões requeridas (UFA e UFE). O eixo X representa as questões e o eixo Y representa a média respondida pelo grupo (escala das respostas 1-7).. A linha tracejada indica o meio da escala e o desvio padrão é indicado. .... | 98  |
| Tabela 27 – Correlação Pearson entre grupos de respondentes nas duas visões .....                                                                                                                                                                                                                                          | 100 |
| Tabela 28 – Médias e Desvio Padrão das respostas por grupos .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 104 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|       |                                                                                    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| ACE   | Associação Catarinense de Ensino                                                   |
| AVC   | Acidente Vascular Cerebral                                                         |
| ARQS  | <i>Attention, Relevance, Confidence/Challenge and Satisfaction/Success</i>         |
| BS    | Base de Suporte                                                                    |
| CP    | Centro de Pressão                                                                  |
| CSV   | <i>Comma Separated Values</i>                                                      |
| DP    | <i>Design Participativo</i>                                                        |
| DDR   | <i>Dance Dance Revolution</i>                                                      |
| EEB   | Escala de Equilíbrio Berg                                                          |
| FRT   | <i>Functional Reach Test</i>                                                       |
| JA    | Jogo Ativo                                                                         |
| JD    | Jogo Digital                                                                       |
| JS    | Jogo Sérió                                                                         |
| JSA   | Jogo Sérió Ativo                                                                   |
| LARVA | <i>Laboratory for Research on Visual Applications</i>                              |
| NUPEN | Núcleo de Pesquisas em Neuroreabilitação                                           |
| POMA  | <i>Performance Oriented Mobility Assessment</i>                                    |
| POP   | Perguntas Objetivas de Participação                                                |
| SEU-Q | <i>Serious Exergame Utility Questionnaire</i>                                      |
| TAM   | <i>Technology Acceptance Model</i>                                                 |
| TUG   | Timed Up and Go                                                                    |
| UDESC | Universidade do Estado de Santa Catarina                                           |
| UFA   | Usuários Finais Aprendizes (Jogadores)                                             |
| UFE   | Usuários Finais Entendidos (especialistas, estudantes, praticantes, profissionais) |
| UTAUT | <i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology</i>                          |
| WBB   | <i>Wii Balance Board</i>                                                           |

## SUMÁRIO

|          |                                                 |           |
|----------|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                         | <b>15</b> |
| 1.1      | OBJETIVOS.....                                  | 18        |
| 1.1.1    | <b>Objetivo Geral .....</b>                     | <b>18</b> |
| 1.1.2    | <b>Objetivos Específicos.....</b>               | <b>18</b> |
| 1.2      | ESCOPO.....                                     | 19        |
| 1.3      | MÉTODO .....                                    | 19        |
| 1.4      | ESTRUTURA .....                                 | 21        |
| <b>2</b> | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>              | <b>22</b> |
| 2.1      | EQUILÍBRIO .....                                | 22        |
| 2.2      | ALTERAÇÕES DO EQUILÍBRIO .....                  | 24        |
| 2.3      | TESTES CLÍNICOS .....                           | 25        |
| 2.4      | JOGOS DIGITAIS .....                            | 27        |
| 2.4.1    | <i>Exergames</i> .....                          | 29        |
| 2.5      | <i>GAME DESIGN</i> .....                        | 32        |
| 2.6      | METODOLOGIAS PARA <i>GAME DESIGN</i> .....      | 33        |
| 2.6.1    | <b>Metodologias Adaptadas.....</b>              | <b>36</b> |
| 2.6.1.1  | MOLDE.....                                      | 36        |
| 2.6.1.2  | Perguntas Objetivas de Participação (POP) ..... | 39        |
| 2.6.2    | <b>Guias de projeto de JSA utilizados.....</b>  | <b>40</b> |
| 2.7      | AVALIAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS .....               | 42        |
| 2.8      | TECNOLOGIAS PARA JOGOS DIGITAIS.....            | 44        |
| 2.8.1    | <b>Dispositivos de Interação .....</b>          | <b>44</b> |
| 2.8.2    | <i>Game Engine (Motor de Jogo)</i> .....        | 48        |
| 2.9      | CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....          | 48        |
| <b>3</b> | <b>TRABALHOS RELACIONADOS .....</b>             | <b>50</b> |
| 3.1      | PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....                    | 50        |

|       |                                                                        |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2   | JOGOS SÉRIOS PARA DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO               | 52 |
| 3.2.1 | <i>Neverball</i> .....                                                 | 52 |
| 3.2.2 | <i>Balloon Burst</i> .....                                             | 53 |
| 3.2.3 | <i>Footstep</i> .....                                                  | 54 |
| 3.2.4 | <i>Balloon</i> .....                                                   | 56 |
| 3.2.5 | <i>BioTrak</i> .....                                                   | 56 |
| 3.2.6 | <i>SIRTET-K3D</i> .....                                                | 58 |
| 3.3   | COMPARAÇÃO DOS JSA PARA EQUILÍBRIO .....                               | 59 |
| 3.3.1 | Contribuições dos JS relacionados .....                                | 62 |
| 4     | O JOGO SÉRIO WOBU-BBLE .....                                           | 64 |
| 4.1   | REQUISITOS DE UM JOGO PARA DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO..... | 64 |
| 4.2   | DISPOSITIVO DE ENTRADA.....                                            | 67 |
| 4.3   | APLICAÇÃO DA POP .....                                                 | 68 |
| 4.4   | APLICAÇÃO METODOLOGIA MOLDE .....                                      | 69 |
| 4.4.1 | Variáveis.....                                                         | 69 |
| 4.4.3 | Transições.....                                                        | 71 |
| 4.5   | SOFTWARE .....                                                         | 74 |
| 4.6   | CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....                                 | 78 |
| 5     | AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE UTILIDADE .....                              | 80 |
| 5.1   | APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO.....                                            | 82 |
| 5.1.1 | Avaliação sobre o Primeiro Protótipo .....                             | 82 |
| 5.1.2 | Avaliação sobre o Segundo Protótipo .....                              | 85 |
| 5.1.2 | Avaliação Geral .....                                                  | 89 |
| 6     | ANÁLISE E DISCUSSÃO.....                                               | 91 |
| 6.1   | DISCUSSÃO SOBRE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO JSA .....             | 91 |
| 6.1.1 | Discussão sobre a metodologia .....                                    | 91 |
| 6.1.2 | Discussão sobre o SEU-Q.....                                           | 96 |

|       |                                                                              |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2   | DISCUSSÃO DAS AVALIAÇÕES DE PERCEPÇÃO DE UTILIDADE .....                     | 97  |
| 6.2.1 | Avaliação dos Atores .....                                                   | 97  |
| 6.2.2 | Análise Estatística da Empatia .....                                         | 99  |
| 6.2.3 | Avaliação Qualitativa da Empatia .....                                       | 100 |
| 6.2.4 | Avaliação das respostas discursivas .....                                    | 105 |
| 6.2.5 | Avaliações Gerais .....                                                      | 105 |
| 7     | CONCLUSÃO .....                                                              | 107 |
| 7.1   | TRABALHOS FUTUROS .....                                                      | 109 |
|       | REFERÊNCIAS .....                                                            | 110 |
|       | APÊNDICE A – Pranchas de Equilíbrio .....                                    | 121 |
|       | APÊNDICE B – pop Preenchida .....                                            | 123 |
|       | APÊNDICE C – Dicionário de Dados .....                                       | 124 |
|       | APÊNDICE D – Modelo de Arquivo de importação de variáveis de população ..... | 125 |
|       | APÊNDICE E – Arquivo de dados do jogo .....                                  | 127 |
|       | APÊNDICE F – <i>Game Design Document</i> (GDD) do Wobu-bble .....            | 128 |
|       | APÊNDICE G – Parecer Comitê de Ética .....                                   | 135 |
|       | APÊNDICE H – Instrumento SEU-Q Aplicado .....                                | 136 |
|       | APÊNDICE I – Slides Apresentação do Wobu-bble – 1ª. Avaliação .....          | 139 |
|       | APÊNDICE J – respostas das questões discursivas do instrumento SEU-q .....   | 141 |
|       | APÊNDICE K – Instrumento SEU-Q FINAL .....                                   | 150 |
|       | APÊNDICE L – Slides Apresentação do Wobu-bble – 2ª. Avaliação .....          | 152 |

## 1 INTRODUÇÃO

O equilíbrio corporal é considerado essencial na independência das atividades diárias, mobilidade funcional e prevenção de quedas (TYSON et al., 2007) e, de fato, lesões ocasionadas por quedas tem colaborado no aumento do custo dos sistemas de saúde no mundo (MAKI, 2003, OLIVEIRA et al., 2008, BUNTIN et al., 2011).

O equilíbrio é alcançado através da estabilidade postural que pode ser dividida em duas formas: estabilidade postural estática e estabilidade postural dinâmica (SELL, 2012). Sempre que um corpo está completamente imóvel, ele está em equilíbrio estático, para isso três condições devem ser cumpridas para que um corpo esteja em um estado de equilíbrio estático: a soma de todas as forças verticais e horizontais atuando no corpo deve ser igual a zero e a soma de todos os torques deve ser igual a zero. Os corpos em movimento são considerados em estado de equilíbrio dinâmico quando as forças atuantes são iguais e direcionadas opostamente às forças inerciais (HALL, 1993).

Para manter-se em equilíbrio as correções são transmitidas principalmente pelos sistemas de controle postural (PETERKA, 2002). Dessa forma, o controle da postura em humanos é um processo sofisticado que envolve o controle de várias articulações e grupamentos musculares relacionados geometricamente entre si e com o ambiente (BALASUBRAMANIAM; WING, 2002) e envolve três principais sistemas sensoriais (BEAR et al., 2002): o visual, vestibular e o somatossensorial. O sistema nervoso central recebe as informações fornecidas pelo sistema sensorial e seleciona respostas efetivas e reguladas no tempo para a ação estabilizadora. As informações visuais relatam dados sobre a posição e o movimento de partes do corpo em relação às outras partes e aos objetos circunjacentes do ambiente físico, o sistema vestibular provê ao sistema nervoso central informações baseadas nas forças da gravidade e o somatossensorial fornece informações relacionadas ao contato e posição do corpo (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003). Isto também está relacionado a propriocepção é um mecanismo de percepção corporal e indica as posições de nossos membros no espaço (FAIRBROTHER, 2012, p.57).

Alguns fatores são relacionados à disfunção do equilíbrio tais como alterações da marcha do idoso (FARIA et al., 2003); distúrbio do aparelho vestibular (PETERKA, 2002) e; acidente vascular cerebral (AVC), sendo a hemiparesia a disfunção neurológica mais frequente após o AVC (FOLEY; TEASELL; BHOGAL, 2007) que geralmente acarreta em anormalidades de equilíbrio (OLIVEIRA et al., 2008). A hemiparesia causada por lesão do neurônio motor superior resulta em assimetria na postura e movimento, devido aos efeitos

combinados de espasticidades e fraqueza de membros (ROWLAND, 2001, BOHANNON; LARKIN, 1985).

Um fator que gera problemas no equilíbrio é o AVC que é o risco de morte prematura mais alta do mundo (LOTUFO, 2015) e os sobreviventes, cerca de 50% dos pacientes, não terão atingido a independência 6-9 semanas após o início de um AVC (GEURTS et al., 2005). Segundo a Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares<sup>1</sup> aproximadamente 70% das pessoas não retornam ao trabalho após um AVC devido às incapacidades físicas, e 50% se tornam dependentes de outras pessoas para a realização de atividades diárias. Há casos ainda de relatos de depressão, distúrbios do sono e alterações fisiológicas durante atividades diárias (dispneia, angina, hipertensão) (FALCÃO et al., 2004). Dessa forma, programas de tratamento para a retomada ou correção dos fatores que levaram a disfunção do equilíbrio devem ser priorizados.

As dificuldades para o tratamento de retomada do equilíbrio iniciam-se na compreensão por parte do fisioterapeuta do déficit de controle postural específico de cada paciente, da avaliação clínica a ser aplicada e, por fim, do tratamento mais eficaz (HORAK; MACPHERSON, 1996). Há o fato das incapacidades após o AVC se revelarem diferentes entre homens e mulheres, e que problemas de depressão e comunicação são mais comuns em mulheres (FALCÃO et al., 2004).

Para a reeducação dos movimentos e o equilíbrio postural é importante a fisioterapia para os indivíduos hemiparéticos porém, alguns passam a ter evolução motora discreta somente após dois anos, resultando muitas vezes em desmotivação por parte do paciente (DAVIES, 1996 apud CARVALHO, 2007). A fisioterapia é um processo considerado repetitivo e exaustivo (BARROS et al., 2013), causando inúmeros abandonos durante o programa. O abandono pode estar relacionado às dificuldades financeiras, necessidade de voltar ao trabalho, falta de interesse e desvalorização do tratamento, e insatisfação com as técnicas fisioterapêuticas e com o relacionamento com o fisioterapeuta (SUBTIL et al., 2011). Uma possibilidade com relação são os denominados Jogos Sérios (JS), jogos construídos para um objetivo específico desde sua concepção e que vão além do entretenimento (BOYLE; CONNOLLY; HALNEY, 2011). Os JS vêm sendo utilizados em diversas áreas: saúde, educação, política, militar e entre outras, e tem demonstrado bons resultados na sua aplicação (MACHADO; MORAIS; NUNES, 2009).

---

<sup>1</sup> Disponível em [http://www.sbdcv.org.br/publica\\_avc.asp](http://www.sbdcv.org.br/publica_avc.asp)

Na área da saúde, os JS podem servir para aumentar o interesse no treinamento, educação e avaliação de performance dos usuários. Os jogos podem ser projetados para evitar erros médicos, para uso no processo de reabilitação, reproduzindo tarefas repetitivas que tem de ser feitas pelo paciente (WATTANASOONTORN, 2013). Uma visão do estado atual de pesquisa de JS para saúde (KHARRAZI et al., 2012), mostrou progressos positivos na adaptação de novas tecnologias de jogos em contextos de saúde especializados, porém poucos estudos examinaram questões relacionadas à aceitação de tecnologias de saúde ou novas tecnologias para reabilitação (Liu et al., 2015). A revisão realizada em jogos para saúde (WATTANASOONTORN et al., 2013), verificou o crescente número de produções de JS a partir de 2004 onde destes, cerca de quarenta por cento dos JS são projetados para a saúde geral e, para doenças específicas, o AVC é o mais comumente abordado, seguido por diabetes, saúde do cérebro e autismo. Os JS para saúde podem prever a atividade física que é um elemento importante para a saúde, e esta categoria é compreendida nos jogos ativos.

*Exergames* ou jogos ativos são jogos que incluem um exercício físico, ou atividade que envolva captura de movimento (FINCO; MAASS, 2014). Esta categoria de jogos é quase tão antiga quanto os vídeos games: em 1982 a Atari desenvolveu exercício de bicicleta que se conectava com console de jogo (SINCLAIR; HINGSTON; MASEK, 2007). Alguns jogos comerciais são considerados *exergames*, o *Dance-Dance Revolution*<sup>2</sup> (DDR), em que os jogadores pisam em setores coloridos em uma plataforma com estímulos musicais e visuais; o Wii Fit<sup>3</sup> que opera diretamente com o console da Wii possibilita aos jogadores uma experiência de *fitness* divertido e estímulo do equilíbrio dinâmico. Os jogos digitais comerciais não focados na reabilitação possuem limitações pois não contemplam todos os aspectos do processo de reabilitação, não geram dados para análise e não consideram limitações do paciente (STAIANO; FLYNN, 2014).

A implementação de um *exergame* com o objetivo de reabilitar determina um Jogo Sérioso Ativo (JSA), que aplicados a área da saúde oportunizam a geração de jogos mais seguros e adequados à realidade da população destinada.

Para o desenvolvimento de um JSA é pertinente a utilização de uma metodologia de desenvolvimento, porém são poucos os relatos de metodologias largamente aceitas para *design* destes tipos de jogos (BOSSE; HOUNSELL; SOARES, 2016), o que torna todo o processo não trivial (ASUNCION et al. 2011, BOYLE; CONNOLLY; HAINEY, 2011).

---

<sup>2</sup> Disponível em [http://www.konami.com/games/jp/ja/products/am\\_ddr\\_a/](http://www.konami.com/games/jp/ja/products/am_ddr_a/)

<sup>3</sup> Disponível em <http://www.nintendo.com/wiiu>

Alguns pesquisadores descrevem recomendações para o desenvolvimento de JSA. Conceitos para o *design* de *exergames*, a fim de tornar um jogo atraente e ao mesmo tempo eficaz como exercício (Sinclair et al., 2007); já Michael e Chen (2006) apresentam características para desenvolvimento de jogos para saúde, algumas delas incluem: modos de observação para terapeuta ou supervisor médico, opções de treinamento, possibilidade de pausa e opções de suspender ou resumir o jogo, geração de missões e níveis para imersão/intensidade, apropriado para idade do paciente ou recomendações do terapeuta.

A rápida expansão dos recursos tecnológicos permite cada vez mais contribuição para a área da saúde. O emprego dos JSA para auxílio à reabilitação torna-se emergente à medida que estudos (WÜEST; LANGENBERG; BRUIN, 2013, MONTEIRO-JUNIOR et al., 2016) apontam a eficácia nos processos de tratamento com a utilização de jogos digitais. Contudo, tratando-se de uma tarefa não trivial, é necessário que metodologias de desenvolvimento de JS sejam aplicadas e experimentadas, pois são raros os estudos que apresentam JSA desenvolvidos desde a sua concepção e que aplicaram alguma metodologia de desenvolvimento específica para JS. Da mesma forma, mecanismos para avaliação de percepção de uso destes jogos não são encontrados.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Auxiliar na reabilitação do equilíbrio dinâmico de pacientes com hemiparesia por meio de um jogo sério.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) Identificar os requisitos e projetar um JSA focado na reabilitação do equilíbrio dinâmico;
- b) Implementar e integrar a solução de *software* (JSA) com o *hardware* específico;
- c) Avaliar a percepção de utilidade do JSA para a atividade alvo (reabilitação de hemiparéticos)

## 1.2 ESCOPO

Este trabalho está restrito ao aspecto a recuperação do equilíbrio dinâmico, especificamente para população adulta, sem deficiência visual nem cognitivas aparentes, e para uso supervisionado em clínicas.

Embora designado para uso em clínicas, não serão relatados os resultados clínicos obtidos devido ao caráter deste estudo focar o âmbito tecnológico. O sistema pode ser usado para várias situações, mas o foco deste trabalho é com hemiparéticos por AVC.

## 1.3 METODOLOGIA

A pesquisa, pela sua natureza, é classificada como aplicada, pois gera conhecimento com aplicação prática imediata para solução de problema específico, baseados em conhecimentos prévios (SILVA, 2001). O projeto é de abordagem quali-quantitativa devido à busca de compreender a percepção dos envolvidos e, considerando a análise de metodologias e tecnologias, geração de classificações e análise de resultados. A classe é explicativa (WAZLAWICK, 2009, p.22), pois para os resultados observados se busca as causas e explicações, ou seja, os fatores que levaram a determinação dos dados.

Foram utilizadas pesquisas bibliográficas para as etapas iniciais e planejamento do projeto, a fim de conhecer o estado da arte, estudos semelhantes, aprofundar o conhecimento nas etapas fundamentais do projeto e conhecer as tecnologias e metodologias de forma a propor um JSA. Em seguida foram utilizadas pesquisas exploratórias usando e adaptando metodologias de game design, tendo como base o material e o conhecimento adquirido no levantamento bibliográfico. Posteriormente, com a tecnologia e *game design* definidos, foi realizado o desenvolvimento iterativo do jogo.

Ao longo do desenvolvimento foram promovidas várias interações com os atores envolvidos no projeto que então, tiveram a oportunidade de avaliar o potencial do jogo.

Este trabalho teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina – CEPESH/UEDESC com número CAAE 60001216.9.0000.0118. Participaram da pesquisa 107 indivíduos ao total, destes 69 estudantes de fisioterapia, 32 estudantes de computação e 6 pacientes hemiparéticos.

Cada interação com o grupo de atores envolvidos seguiu o seguinte protocolo:

- A) Contato com o grupo de atores;
- B) Adaptação e atualização da apresentação;

- C) Convite formal;
- D) Apresentação (média de 30 minutos) em slides;
- E) Demonstração em vídeo;
- F) Responder questionário sobre percepção de utilidade;
- G) Discussão com perguntas orientadas em slide;
- H) Experimentação livre com o jogo.

As interações ocorreram com quantidades diferentes de participantes na ordem cronológica, conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Interações com os participantes

| <b>Atores</b>              | <b>Data</b> | <b>Local</b>                                     | <b>Total<br/>Atores</b> | <b>Estágio de<br/>desenvolvimento</b> |
|----------------------------|-------------|--------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Estudantes de Fisioterapia | 13/04/16    | Associação Catarinense de Ensino (ACE)           | 14                      | Protótipo funcional                   |
| Estudantes de Fisioterapia | 14/04/16    | Associação Catarinense de Ensino (ACE)           | 17                      | Protótipo funcional                   |
| Estudantes de Computação   | 04/05/16    | Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) | 15                      | Protótipo funcional                   |
| Pacientes Hemiparéticos    | 09/10/16    | Praça Municipal                                  | 6                       | Versão alfa                           |
| Estudantes de Computação   | 24/10/16    | Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) | 11                      | Versão alfa                           |
| Estudantes de Computação   | 21/11/16    | Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) | 6                       | Versão alfa                           |
| Estudantes de              | 15/02/17    | Associação                                       | 22                      | Versão beta                           |

|                            |          |                                        |    |             |
|----------------------------|----------|----------------------------------------|----|-------------|
| Fisioterapia               |          | Catarinense de Ensino (ACE)            |    |             |
| Estudantes de Fisioterapia | 16/02/17 | Associação Catarinense de Ensino (ACE) | 16 | Versão beta |

Os seguintes materiais foram utilizados:

- a) Slides feitos em software Power Point;
- b) Computador ou notebook para apresentação;
- c) Prancha de base esférica sensoriada;
- d) Software do tipo jogo sério.

As medidas de Percepção de Utilidade do sistema (jogo + prancha) foram avaliadas usando o instrumento SEU-Q (BOSSE; HOUNSELL, 2016) aplicado de forma empática e adaptado para o JSA desenvolvido e *wobble board*. Este instrumento é na forma de questionário com perguntas de múltipla escolha e discursivas. As perguntas objetivas foram tratadas estatisticamente através de análise descritiva para determinar a média, desvio-padrão e coeficiente de variação das respostas. Sobre as respostas obtidas do questionário, foi aplicado o coeficiente alfa de Cronbach para estimar a confiabilidade e para verificar a relação das respostas entre os grupos foi utilizada a correlação de Pearson. As respostas discursivas e subjetivas foram analisadas por agrupamento semântico.

#### 1.4 ESTRUTURA

Para descrever a pesquisa realizada este texto foi dividido conforme a seguir. No capítulo 2 apresenta-se a fundamentação teórica de conteúdos relacionados ao equilíbrio, jogos digitais, *game design*, metodologias, avaliações e tecnologias utilizadas. No capítulo 3 é apresentado trabalhos relacionados, ou seja, jogos para reabilitação do equilíbrio.

No capítulo 4 é detalhado o desenvolvimento do jogo, no capítulo 5 é apresentado o instrumento de avaliação de percepção de utilidade, no capítulo 6 são discutidos: o desenvolvimento do JSA, o instrumento de avaliação de percepção de utilidade e as avaliações aplicadas.

Por fim, no capítulo 7 apresenta as conclusões, sumariza os resultados obtidos nas avaliações, e apresenta uma lista com os trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica de temas diretamente relacionados a esta pesquisa é apresentada a seguir. São introduzidos os conceitos de equilíbrio e as disfunções relacionadas. Apresentados os testes clínicos que envolvem a avaliação do equilíbrio, o conceito de jogos digitais, *game design* e metodologias relacionadas. Por fim, introdução de tecnologias para jogos digitais.

### 2.1 EQUILÍBRIO

Segundo Lundy-Ekman (2008), o equilíbrio é a capacidade de manter o centro de massa corporal em relação à Base de Suporte (BS). Centro de massa corporal é o ponto que está no centro total da massa corpórea, determinado pela média do peso do centro de massa de cada segmento do corpo. A projeção vertical do centro de massa corporal no chão é comumente chamado centro de gravidade (WINTER, 1995). Quando, num ser humano, a linha de gravidade cai para fora da área BS o organismo humano tem a inerente capacidade para detectar a ameaça à estabilidade e de usar a atividade muscular para contrariar a força de gravidade a fim de evitar a queda (HORAK, 1987).

A postura é a orientação de qualquer segmento do corpo em relação ao vetor gravitacional, uma medida angular em relação à vertical. Para sustentar e controlar o centro de massa dentro dos limites de estabilidade, o corpo produz forças musculares continuamente, a projeção dessas forças, que orientam o movimento, chama-se Centro de Pressão corporal (CP) (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003), e representa uma média ponderada de todas as pressões sobre a superfície da área em contato com o solo (WINTER, 1995).

Três sistemas sensoriais são envolvidos no equilíbrio e postura: visual, vestibular e somatossensorial. A participação de cada sistema na orientação e no equilíbrio postural é dependente do tipo de tarefa que é executada (HORAK; MACPHERSON, 1996).

- O sistema visual atua no fornecimento de referências sobre a posição e movimento da cabeça com relação aos objetos ao redor. A luz que entra através da córnea é projetada na retina e transformada em sinais elétricos, é enviada para centros superiores no sistema nervoso central, para ser processada (MANSON; KANDEL, 1991).
- O sistema vestibular fornece ao sistema nervoso informações estáticas e dinâmicas sobre a posição e o movimento da cabeça em relação à gravidade

(FARIA et al., 2003). A reintegração sensorial é importante nas situações de conflito sensorial que podem ocorrer no dia a dia, por exemplo, quando alguém está próximo de um ônibus em movimento, o sistema visual relata movimento relativo da pessoa em relação a um objeto, o que entra em conflito com as informações do somatossensorial e sistemas vestibulares.

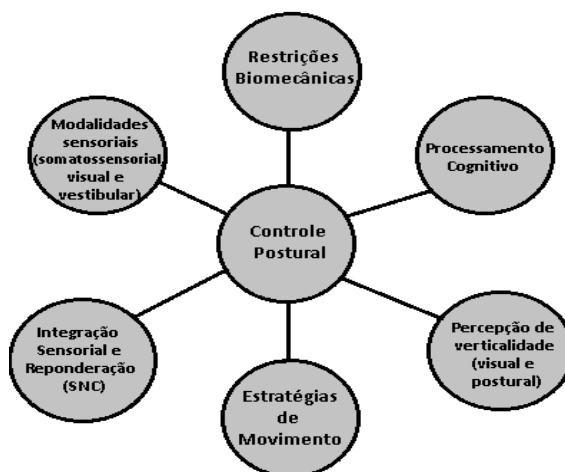
- O sistema somatossensorial tem seus receptores espalhados pelo corpo humano e respondem a diferentes tipos de estímulos como toque, temperatura, posição do corpo e dor. A informação somatossensorial informa ao sistema nervoso, além das qualidades da superfície de suporte, mas também sobre a força que o corpo exerce sobre estas superfícies, a posição e a velocidade de todos os segmentos corporais, seu contato com objetos externos, inclusive o chão ou BS, e a orientação da gravidade (KLEINER et al., 2011). Os receptores proprioceptivos que respondem sobre onde está o corpo no espaço, a direção e a intensidade do movimento servem para duas funções: identificar a posição do corpo para auxiliar na identificação de coisas ao nosso redor e guiar os movimentos (MOCHIZUKI; AMADIO, 2006). A interpretação mais recente sugere que propriocepção é a consciente percepção da sensação derivada das aferências neurais relacionadas com o movimento articular, posição, e a força, processadas pelo sistema nervoso central (LEPHART; RIEMANN; FU, 2000).

A restrição biomecânica mais importante para o equilíbrio é a qualidade e o tamanho da BS. Dependendo da patologia, fraqueza e controle muscular prejudicado, diminuição da amplitude de movimento e dores podem levar a mudanças na BS. As estratégias de movimento apresentam soluções para o controle postural e incluem tornozelo, quadril e estratégias de passo (HORAK, 2006). Pacientes com AVC utilizam estratégias compensatórias, incluindo segurar em objetos ou paredes (MAKI, 2003), também utilizam estratégias de quadril e de tornozelo para uma menor extensão (ROERDINK et al., 2009). Como qualquer outra habilidade motora, estratégia de controle postural pode ser mais eficiente e efetiva com treinamento e prática, tendo em vista que é uma habilidade motora fundamental aprendida pelo sistema nervoso central (POLLOCK et al., 2000).

Outro sistema relacionado ao controle postural é o processamento cognitivo, tendo em vista que as respostas motoras e ativação de sinergias musculares são influenciados pelo *feedback* sensorial e também por expectativa, atenção, experiência, contexto ambiental e intenção. Por fim, a percepção da verticalidade é importante devido à habilidade para orientar as partes corporais relativamente à gravidade, superfície de apoio, ambiente circundante

visual e referências internas constituírem um componente crítico para o controle postural. A percepção de verticalidade visual é independente da verticalidade postural (OLIVEIRA et al., 2008). A organização complexa que envolve o sistema de controle postural e requer a interação de muitos sistemas fisiológicos é demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Recursos necessários para o controle postural



Fonte: Adaptado de OLIVEIRA et al., 2008.

Dessa forma percebe-se que o equilíbrio é uma habilidade motora complexa que depende de inúmeras interações entre múltiplos processos sensório-motores. Também a medição do controle postural é difícil, pois a localização do centro de gravidade não é facilmente determinada, e por mais que existam diversas posições de equilíbrio para o corpo humano, muitos deles, incluindo o ereto, postura bípede, permitem apenas alguns graus de oscilação do corpo (HORAK, 1987).

A avaliação sistemática da capacidade motora dos pacientes é fundamental para ajustar objetivos da reabilitação, planejamento terapêutico e o ajuste do tratamento de acordo com a recuperação do paciente (GAVIRIA et al., 1996).

## 2.2 ALTERAÇÕES DO EQUILÍBRIO

Hemiparesia ou hemiplegia é uma desordem do corpo do paciente quando a parte lateral do corpo é paralisada, é a afecção mais comum induzida por um AVC (MACKO et al., 2002). A hemiparesia causa assimetria na postura e movimento (BOHANNON; LARKIN, 1985) e dependendo do hemisfério cerebral afetado, além de paralisia são diminuídas outras

funções, como audição, visão, fala e capacidade de raciocínio. Esta doença pode afetar ambos os sexos em qualquer idade, mas é mais comum nos idosos (SOBRINHO, 1992, p. 5).

Entre as estratégias compensatórias mais frequentes adotadas pelos indivíduos com hemiparesia aparecem as estratégias de quadril e/ou do passo. Segundo Horak (1987), as estratégias são adotadas com o objetivo de manter o centro de massa projetado dentro do limite de estabilidade frente a perturbações. A ausência de reações automáticas está entre os problemas motores causados pela hemiparesia. A fisioterapia torna-se parte integrante do tratamento de hemiparesia à qual pode oferecer muitos benefícios como melhora da aparência facial, mobilidade de membros, facilitar o passo e tornar o indivíduo mais independente na sua atividade diária. Também a reabilitação do AVC visa melhorar as características da marcha e treinamento da caminhada (MACKO et al., 2002). Considerando que a hemiparesia não afeta somente as características de marcha, um programa de reabilitação pós-AVC que vise déficits de equilíbrio pode ser uma maneira eficaz de restaurar o caminhar funcional independente (WÜEST; LANGENBERG; BRUIN, 2013).

Para Eggers (1984) um paciente deve aprender a reagir subconsciente e rapidamente às alterações em seu corpo, o fisioterapeuta realiza isso movimentando o paciente, empurrando-o inesperadamente, por exemplo. Através de treino de reações de equilíbrio pode-se obter bons resultados na distribuição e transferência de peso, as atividades podem ser realizadas em superfícies que provoquem o desequilíbrio como uma prancha de equilíbrio, uma bola, ou provocação através de manobras do fisioterapeuta (SOBRINHO, 1992, p. 12).

## 2.3 TESTES CLÍNICOS

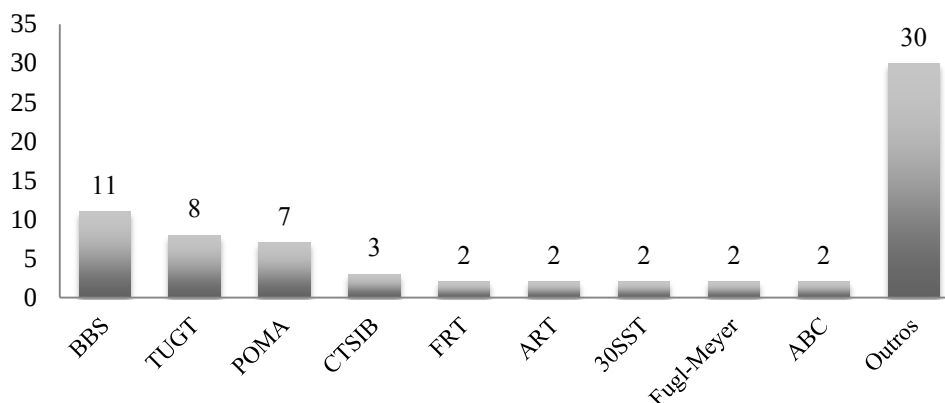
Testes clínicos para avaliação do equilíbrio têm sido classificados de acordo com o nível de controle postural necessário para realizar as tarefas avaliadas em cada teste ou combinação de testes (SMITHSON; MORRIS; IANSEK, 1998). Os testes de equilíbrio estático avaliam a capacidade do paciente em manter seu centro de gravidade dentro da BS em posição estável e os testes de equilíbrio dinâmico avaliam o equilíbrio em resposta voluntária a movimentos ou perturbações externas (PYÖRIÄ; ERA; TALVITIE, 2004).

Os três testes mais usados para avaliação de equilíbrio (OLIVEIRA et al., 2008) são detalhados a seguir. Nota-se que estes testes mais usados contemplam avaliação de equilíbrio tanto estático quanto dinâmico, e geralmente são utilizados para predição de risco de quedas. Segundo mapeamento sistemático de jogos para equilíbrio estes testes também foram os mais aplicados para avaliação do equilíbrio promovido por jogos digitais:

1. Escala de Equilíbrio de Berg, EEB (BERG et al., 1991): 14 itens que requerem que os pacientes mantenham posições ou executem tarefas com movimentos de diferentes graus de dificuldade que envolvem o equilíbrio estático e dinâmico, tais como alcançar, girar, transferir-se, permanecer em pé e levantar-se. Os itens avaliados incluem a habilidade do indivíduo em manter posições de crescente dificuldade, com a diminuição da base de suporte para sentar, até postura confortável, ficar em pé com os pés juntos, e por final, postura em tandem (isto é, com um pé à frente do outro), e postura em uma única perna, os dois itens mais difíceis. Outros itens avaliam o quão bem o indivíduo está apto a mudar de posição, de sentado para em pé, ao baldear-se de uma cadeira para outra, ao pegar um objeto do piso, e ao sentar-se. A realização das tarefas é avaliada através da observação e a pontuação varia de 0 a 4 em cada tarefa, totalizando um máximo de 56 pontos, e a pontuação é baseada no tempo em que a posição pode ser mantida, a distância que o braço é capaz de alcançar para a frente, ou o tempo para completar uma tarefa;
2. Teste Levantar-e-Andar cronometrado (*Timed Up-and-Go Test*, TUGT) (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991): Consiste em levantar-se de uma cadeira, sem ajuda dos braços, andar a uma distância de três metros, dar a volta e retornar. No início do teste, o paciente deve estar com o dorso apoiado no encosto da cadeira e, ao final, deve encostar novamente. O paciente deve receber a instrução “vá” para realizar o teste e o tempo será cronometrado com a partir da voz de comando até o momento em que ele apoie novamente o dorso no encosto da cadeira. O teste deve ser realizado uma vez para familiarização e uma segunda vez para tomada do tempo;
3. Teste de Equilíbrio Tinetti POMA (*Performance Oriented Mobility Assessment*) (FREITAS et al., 2002): Inclui 16 tarefas que compreendem as escalas de equilíbrio e de marcha. A primeira possui 9 tarefas: equilíbrio sentado, levantando, tentativas de levantar, assim que levanta, equilíbrio em pé, cutucar (paciente com os pés próximo o máximo possível, examinador empurra levemente no esterno, osso localizado na parte anterior do tórax, do paciente com a palma da mão 3 vezes), olhos fechados, girando 360° e sentando. A segunda inclui 7 tarefas: início da marcha, comprimento e altura dos passos, simetria dos passos, continuidade dos passos, direção, tronco e distância dos tornozelos. A pontuação total do índice é de 28 pontos; pontuação menor que 19 indica risco cinco vezes maior de quedas;

Nos artigos selecionados são relatados inúmeros testes clínicos para avaliação do equilíbrio, conforme ilustra a Figura 2. A categoria ‘outros’ (n=30) são testes que foram citados somente uma vez.

Figura 2 – Avaliações clínicas utilizadas para medição do equilíbrio



Fonte: Bosse et al., 2016.

## 2.4 JOGOS DIGITAIS

Jogo é definido como uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da “vida cotidiana” (HUIZINGA, 1971). Em pensamento contrário ao de Huizinga, para quem a cultura é posterior ao jogo, Caillois e Palha (1990) definem que jogo é caracterizado como uma atividade livre, separada, incerta, improdutiva, regulamentada e fictícia. Essa categorização pouco explica as atitudes psicológicas que estruturam os jogos. Caillois (1967 apud LARA; PIMENTEL, 2006) argumenta que os jogos, como fatores e imagens da cultura, criam hábitos, provocam mudanças, oferecem indicações sobre preferências, debilidades, forças e caracterizações de uma civilização. Definido o termo geral de “jogo”, adiante este vai adquirir outras combinações como jogos de vídeo, jogos eletrônicos, jogos digitais, entre outros. Ocorre que não há um consenso na utilização dos termos (JUUL, 2005 apud LUCCHESI; RIBEIRO, 2009; CRAWFORD, 2003).

Com os novos avanços tecnológicos, jogos tradicionais foram substituídos por jogos eletrônicos bem como, ambientes de simulação (PRENSKY; ALDRICH; GIBSON, 2007). Os jogos de vídeo, ou melhor, os *vídeo games*, são definidos como uma competição mental,

jogados com um computador de acordo com certas regras para diversão, recreação ou ganhar uma participação (ZYDA, 2005).

Além de jogos eletrônicos a definição Jogos Digitais (JD) também pode ser identificada na literatura. Segundo Lucchese e Ribeiro (2009), JD são representações de jogos, num nível mais abstrato, através dos recursos computacionais, um exemplo é um jogo de tabuleiro existente no formato físico quanto em formato digital.

Os Jogos Sérios (JS), ou “*Serious Games*”, são jogos que possuem um propósito específico, não visam apenas o entretenimento, mas oferecem outras experiências voltadas para aprendizagem e treinamento (BLACKMAN, 2005; BOYLE; CONNOLLY; HAINEY, 2011). Outra definição foi proposta por Abt (1975 apud DJAOUTI et al., 2011): “Estamos interessados em jogos sérios no sentido de que estes jogos têm um compromisso explícito e precisa finalidade educacional pensada e não se destinam a serem jogados principalmente para diversão. Isso não significa que os jogos sérios não são, ou não deveriam ser, divertidos”. O jogo *America's Army* desenvolvido pelo Exército dos Estados Unidos como uma ferramenta de recrutamento pode ao mesmo tempo, quando jogado por um adolescente ou outro civil ser uma experiência interessante, uma oportunidade de "brincar de soldado". Assim, a simulação de treinamento de uma pessoa pode ser o jogo de outra, por esta razão, jogos de entretenimento replicado para outros fins também podem ser considerados JS (MICHAEL; CHEN, 2006, p. 22).

O termo JS aplicado aos JD foi cunhado por Sawyer e Rejeksi (2002) ao qual é articulado o uso de tecnologias e conhecimento da indústria de entretenimento de videogames para melhorar simulações baseadas em jogo em organizações públicas. Segundo Djaouti (2011) os videogames inventados antes do *Pong* (ATARI 1972), que na cultura popular é conhecido como o primeiro videogame, alguns títulos não foram projetados para entretenimento, mas com propósitos diversos.

Os jogos comerciais de prateleira, do inglês, *commercial off-the-shelf* podem ser utilizados para despertar o interesse de alunos por temas específicos, como o jogo *Age of Mythology*<sup>4</sup> que apresenta referências à mitologia antiga (BREUER; BENTE, 2010). Porém, os *commercial off-the-shelf* podem apresentar deficiência na combinação das funcionalidades do jogo com os resultados esperados de aprendizagem e objetivos (BOYLE; CONOLLY; HAINEY, 2011) e, neste caso os JS possuem vantagem, pois como já descrito, desde sua concepção têm a finalidade de aprendizagem/treinamento.

---

<sup>4</sup> Disponível em: [www.ign.com/games/age-of-mythology/](http://www.ign.com/games/age-of-mythology/)

### 2.4.1 Exergames

A substituição do dispositivo de controle dos videogames com equipamentos de exercícios deram origem a uma classe nova de jogos, os *exergames*, ou em português: jogos ativos. Com os *exergames*, as atividades físicas podem ser realizadas utilizando dispositivos que envolvem captura de movimentos.

Aproximadamente 30 anos atrás iniciou a história dos *exergames*: em 1980 a Atari lançou o “*Joyboard*”, uma placa de oscilação, para o console Atari 2600 (FINCO; MAASS, 2014). O dispositivo e a caixa de divulgação do produto podem ser verificados na Figura 3 (A).

Em 1982, um outro produto foi lançado pela Atari, uma bicicleta que se conectava com console de jogo. Na Figura 3 (B) é possível observar a bicicleta e o jogo.

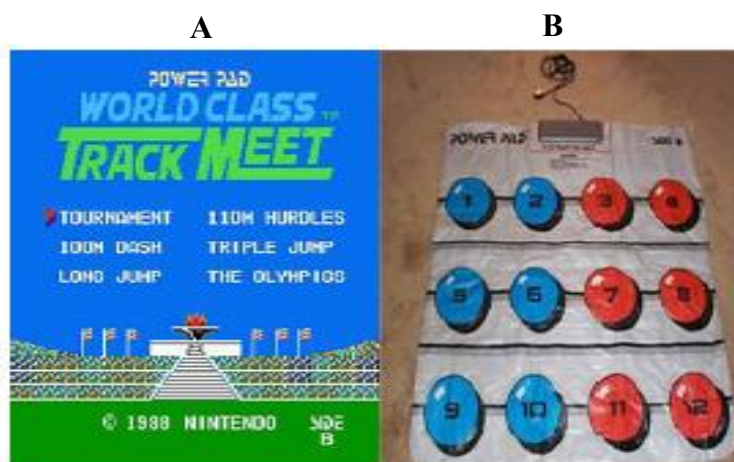
Figura 3 – (A) Dispositivo e caixa do jogo *Joyboard*, (B) Projeto bicicleta com o jogo



Fonte:Finco; Maass, 2014.

Em 1987 a Nintendo lançou o *Power Pad* que consistiu de uma esteira com botões ativados pelo jogador usando os pés, Figura 4 (B) (FINCO; MAASS, 2014). Foram lançados seis jogos para *Power Pad* porém não teve sucesso comercial significativo (SINCLAIR; HINGSTON; MASEK, 2007).

Figura 4 – (A) Jogo World Class Track Meet, (B) dispositivo *Power Pad*



Fonte: Finco; Maass, 2014.

Mais de uma década depois, em 1998 foi lançado o *Dance Dance Revolution*, criado pela empresa japonesa Konami<sup>5</sup>. O jogo utiliza quatro grandes botões no chão que o jogador deve pisar conforme ordem apresentada na tela (Figura 5 (B)), reproduzindo uma dança (Figura 5 (A)) (LANGE et al., 2010). O DDR teve grande repercussão e aceitação por isso muitos pesquisadores investigaram a efetividade do jogo, inclusive seu impacto em jovens e adolescentes em grupos de risco que poderiam ser beneficiados pela aplicação deste jogo (ROESLER, 2014).

Figura 5 – (A) Jogo DDR SuperNova, (B) Tapete do DDR



Fonte: Lange et al., 2010.

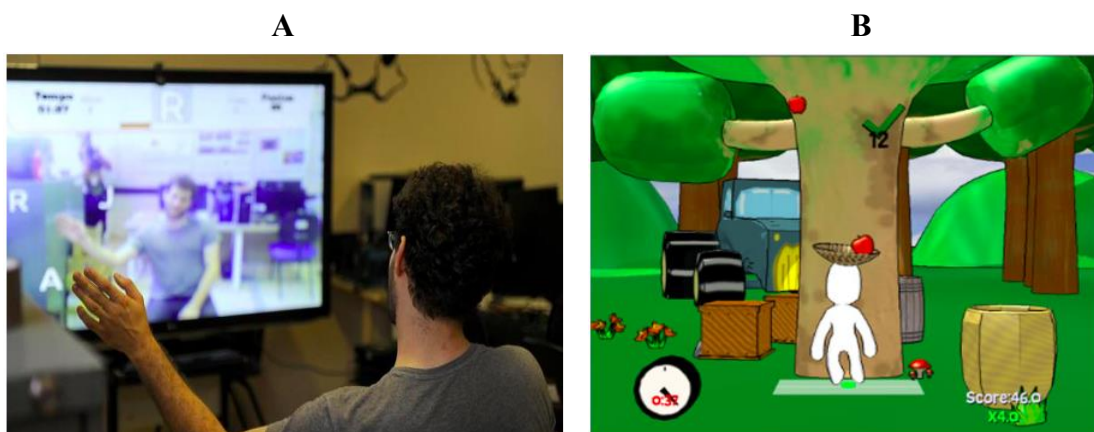
<sup>5</sup> Disponível em: <https://us.konami.com/ddr/>

Os *exergames* proporcionam aos jogadores o desenvolvimento de habilidades sensoriais e motoras dada pelos mecanismos de realidade virtual e tecnologias de rastreo (VAGHETTI et al., 2010). Outro aspecto interessante e favorável à prática de exercícios com *exergames* é a sua utilização em ambientes domésticos, o que é importante para os idosos e pessoas com alguma deficiência (MCCONVILLE; VIRK, 2012).

Os *exergames* comerciais existentes foram verificados por Burke et al. (2008) utilizando-os para reabilitação motora e identificaram que o principal problema é a adaptação das tarefas do jogo para as limitações dos pacientes e em sua maioria não são práticos para reabilitação (BORGHESE et al., 2013).

Os JS que proporcionam ao jogador uma atividade física são tratados aqui como jogos sérios ativos (JSA). Dance2Rehab (D2R) (BRUCKHEIMER; HOUNSELL; KEMCZINSKI, 2010) é exemplo de um JSA que visa ajudar o processo de reabilitação neurológica ou psicológica de pacientes com limitações de movimentos dos membros superiores. O estímulo motor é obtido pelo uso da metáfora do espelho onde imagem do jogador é capturada por uma *webcam* e o jogador inserido em uma cena virtual interage com os objetos gerados. O estímulo cognitivo se dará pelas regras de funcionamento do jogo, onde o paciente verifica mudanças em objetos para maior pontuação. Outro JSA que usa metáfora do espelho é o MoviLetrando (FARIAS et al., 2013), Figura 6 (A), que tem como público alvo crianças com Síndrome de Down, o objetivo do jogador é usar o movimento dos braços e mãos para tocar virtualmente o símbolo correto, auxiliando assim os primeiros passos no letramento dessas crianças. No JSA chamado *Fruit Catcher*, Figura 6 (B), o paciente é representado como um avatar equilibrando um cesto de frutas na cabeça. No jogo maçãs virtuais estão caindo de uma árvore e devem ser capturadas pela cesta. Este JSA centra-se na estabilidade dinâmica devido aos movimentos controlados de deslocamento do peso a alvos selecionados (WÜEST; LANGENBERG; BRUIN, 2013).

Figura 6 – (A) JSA *MoviLetrando*, (B) JSA *Fruit Catcher*



Fonte: (A) MAZZARO, 2016

(B) PIROVANO et al., 2015.

Os JSA em geral, além de promoverem o desenvolvimento motor e atividade física, beneficiam aspectos cognitivos (MONTEIRO-JUNIOR et al., 2016), função cerebral e motivação para a reabilitação (VAGHETTI et al., 2010). Na seção de trabalhos relacionados serão detalhados outros JSA que visam o desenvolvimento do equilíbrio corporal.

## 2.5 GAME DESIGN

*Game design* é o processo que envolve a imaginação do jogo, definição de forma de funcionamento, definição de elementos que o compõe (conceitual, funcional, artístico e outros), refinamento e ajustes do jogo durante o desenvolvimento e testes (ADAMS, 2014, p.31). No *game design* são descritas as características principais do jogo como: *gameplay*, jogabilidade, controles, fases (*level design*), interfaces, personagens e outros aspectos do projeto (MORAIS; SILVA, 2009 apud RIBEIRO; FERNANDES, 2013).

Alguns conceitos envolvidos são listados a seguir:

- *Gameplay*: emerge das interações do jogador com o ambiente, a partir da manipulação das regras e mecânicas do jogo, pela criação de estratégias e táticas que tornam interessante e divertida a experiência de jogar (VANNUCCHI; PRADO, 2010). Para Silva e Triska (2012), no *gameplay* é considerada a capacidade de envolvimento gerada pelas diferentes formas de interação desenvolvida pelos jogadores. Representaria para os videogames o mesmo que o conceito de *user experience* representa para a área de usabilidade dos *softwares* de trabalho ou produção;

- Jogabilidade: se restringe às interfaces, relativo aos dispositivos de entrada e saída e a todos os elementos de interação, como controladores e interfaces gráficas (DESURVIRE; CAPLAN; TOTH, 2004);
- Mecânica de jogo: consiste em regras que definem o funcionamento do mundo do jogo e tornar-se a mecânica do núcleo, o fundamento do *gameplay* (ROLLINGS; ADAMS, 2003). Sato e Cardoso (2008) apresentam uma síntese dos elementos essenciais à mecânica de um jogo:
  - Objetivos: Refere-se à tarefa ou conjunto de tarefas que o jogador deve realizar para finalizar a partida ou fase do jogo.
  - Desafios: Devem ser realizados para cumprir-se um objetivo no jogo. Possibilitam ações a serem realizadas a partir de escolhas do jogador.
  - Procedimento: Ação pautada pela regra. Refere-se às maneiras disponíveis de agir do jogador para realizar os desafios e chegar ao objetivo do jogo.
  - Recursos: O que permitirá que o procedimento seja realizado. Quanto maior o controle do recurso, maior/melhor a possibilidade de procedimento.
  - Regras e Limites: São importantes para indicar ao jogador o que ele deve ou pode fazer em determinadas situações do jogo. Determinam também, quais as possibilidades de escolhas a serem realizadas, e quais estratégias o jogador poderá adotar.
- Desafio ou dinâmica: é caracterizado por um conjunto de mecânicas vigentes associadas à jogabilidade (SILVA; TRISKA, 2012).

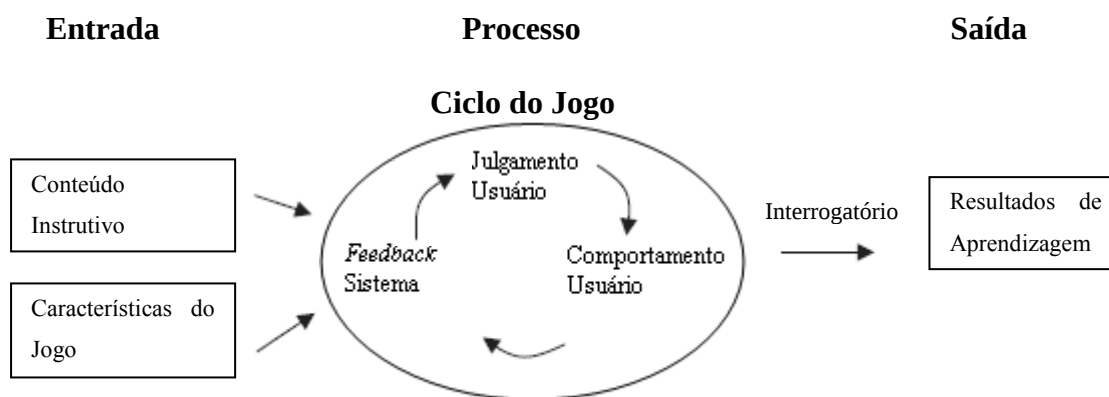
Com o propósito de organizar essas características, na literatura são encontradas algumas metodologias de *game design* descritas na próxima seção.

## 2.6 METODOLOGIAS PARA *GAME DESIGN*

Algumas propostas que permeiam a filosofia de construção de JS podem ser encontradas. Um modelo de entrada-processo-saída para jogos instrucionais e de aprendizagem foi proposta por Garriss et al. (2002). Este modelo elabora (1) as principais características dos jogos que são de interesse do ponto de vista instrucional entrada-processo-saída; (2) ciclo do jogo para decisões, comportamento e *feedback*; e (3) os tipos de

aprendizagem que podem ser alcançados (GARRIS; AHLERS; DRISKELL, 2002). A Figura 7 demonstra o modelo entrada-processo-saída.

Figura 7 – Modelo entrada-processo-saída



Fonte: Adaptado de Garriss et al., 2002.

O modelo RETAIN foi proposto por Gunter (2008), também voltado para jogos instrucionais e aprendizagem, tem o objetivo de auxiliar a avaliação de quão bem o conteúdo acadêmico é imerso no JS. O modelo tem fundamento no Sistema ARCS (*Attention, Relevance, Confidence/Challenge, e Satisfaction/Success*) de Keller, na teoria de Gagnè e nas idéias de Piaget sobre adaptação e esquemas. Seis aspectos fundamentais presentes em um JS são analisados:

- Relevância: afim de garantir o engajamento do aluno, a apresentação dos materiais deve ser de modo relevante para o aprendizado, de acordo com o contexto em que está sendo aplicado, assegurando que as unidades de instrução são relevantes entre si, de maneira que unam-se com as anteriores para construir um conhecimento incremental;
- Incorporação: avaliar o quão próximo o conteúdo acadêmico está do conteúdo de fantasia do jogo. A fantasia que engloba a estrutura narrativa, roteiro, experiência do jogador, estrutura dramática e elementos fictícios;
- Transferência: refere-se a utilização dos conhecimentos prévios do jogador/estudante durante a experiência de jogo. Estes conhecimentos podem estar atrelados às informações educativas do jogo ou na maneira com que estão dispostos os comandos no controlador do jogo;
- Adaptação: avalia mudanças no comportamento do jogador que é sequencial ao critério Transferência;

- Imersão: quando o jogador está completamente engajado no contexto do jogo, alguns elementos podem contribuir para a imersão: efeitos sonoros, música, luz e cor; e o equilíbrio existente entre desafio e recompensa presentes no jogo;
- Naturalização: avaliar se o jogador adquire habilidades que transcendem o mundo virtual, transportando-as para o mundo real de maneira que as utilize naturalmente, possibilitando até mesmo ensiná-las aos seus colegas.

A metodologia RETAIN propicia a avaliação da aprendizagem no jogo, e o quão bem o conteúdo acadêmico está incorporado no jogo. O método é restrito para jogos educacionais e não prevê ambiente colaborativo.

Ismailović et al. (2012) apresentaram como tutores humanos observaram os jogadores na execução de tarefas de aprendizagem e interação com ambiente de jogo e com base nesses resultados apresentam um modelo de adaptável para os JS. O modelo chamado “Adaptividade” consiste em quatro fatores: Fator A: observações são usadas para coleção de dados e caracterização do usuário; Fator B: o JS adapta-se tanto, elementos de jogo e conteúdo de aprendizagem; Fator C: sempre desafia individualmente cada aluno; Fator D: interação social com o JS ou com os colegas no JS. O modelo Adaptividade também é restrito a jogos educacionais e com foco sobre a adaptação do JS já idealizado.

Referindo-se JS em geral, Asuncion et al. (2011) apresentaram os princípios do *Design Centrado no Usuário* no desenvolvimento de jogos sérios. Foram três jogos desenvolvidos que envolveu três fases: pré-produção, produção e teste final/lançamento. Concluíram que o uso deste método é também importante no cenário em que os clientes não são os usuários finais e quando os desenvolvedores/*designers* não entendem completamente os domínios de problema.

Tratando-se de *game design* para *exergames*, e que estes jogos trabalham com um exercício válido, deve-se considerar de grande impacto na mecânica de jogo que deve ser constricto pelos limites do exercício. A liberdade de movimento necessário para o jogador desfrutar do jogo (sua jogabilidade) deve ser concebida de tal modo que está contida no interior da estrutura do exercício (PIROVANO et al., 2015).

Para isso, são demonstrados aos *game designers* questões importantes do corpo e movimento humano para a transição de jogos interativos de corpo inteiro no estudo de Kostomaj e Boh (2011). Os autores argumentam que o *designer* precisa estar ciente de que os jogos interativos de corpo inteiro não são apenas sobre o esforço físico e condicionamento físico. Em jogos de esportes, dança e outras atividades físicas, técnicas de desempenho, tática,

variação e estética do movimento também desempenham um papel importante, contrabalanceando o esforço físico, e contribuindo para a satisfação do usuário final.

Percebe-se que o *design* de JSA deve prever diversas particularidades, o que remete a utilização de modelos de *design* já estabelecidos, porém são escassas as metodologias de *design* para JS em domínio específico (BOYLE; CONNOLLY; HAINEY, 2011). Em mapeamento sistemático realizado sobre JSA para reabilitação do equilíbrio (BOSSE; HOUNSELL; SOARES, 2016), de 44 trabalhos analisados somente 11 trabalhos aplicaram alguma metodologia de desenvolvimento. Das metodologias utilizadas, 4 trabalhos utilizaram metodologias orientadas à engenharia de software (*User-Centered*(3) e *Model-View-Controller*(1)), 4 trabalhos aplicaram metodologia baseada em Interação Humano Computador, 2 trabalhos utilizaram a metodologia específica para JS, a MOLDE, e um trabalho utilizou a metodologia orientada à saúde (*Health-Oriented Design*). As metodologias analisadas e que podem ser implementadas no novo JSA são detalhadas a seguir.

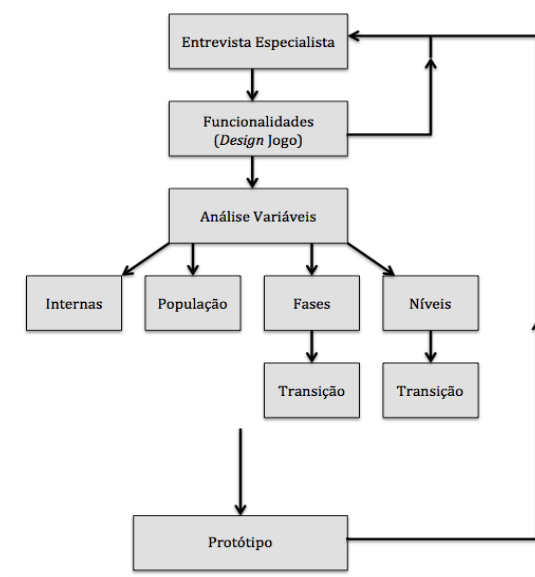
### 2.6.1 Metodologias Adaptadas

As metodologias e instrumentos utilizados para o processo de desenvolvimento do *exergame* para treinamento do equilíbrio dinâmico são descritos nas próximas seções.

#### 2.6.1.1 MOLDE

MOLDE (*Measure-Oriented Level DDesign*) é uma metodologia interativa (FARIAS et al., 2014), que tem como objetivo traduzir as funcionalidades esperadas de entendidos em um domínio para variáveis de jogo e, em seguida, utilizar essas variáveis para controlar os níveis de dificuldade do jogo, tanto para grandes mudanças (fases) quanto as menores (níveis). Foi concebida para desenvolvimento de JSA, que são capazes de capturar dados motores dos jogadores independente da tecnologia adotada para tal. A Figura 9 mostra o diagrama de fluxo do MOLDE.

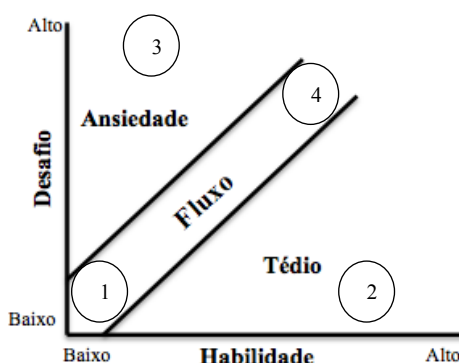
Figura 8 – Diagrama de fluxo do MOLDE



Fonte: Adaptado de Farias et al., 2014.

O controle das dificuldades do jogo é resultante dos conceitos da Teoria do Fluxo (*theory of flow*) de Csikszentmihalyi (1991) que explica por que as pessoas se envolvem em atividades de lazer (consumo de mídia, *hobbies*, conversas, repouso). Em uma experiência de Fluxo, a concentração do momento presente, dá a sensação de que o tempo passou mais rápido que o normal, e a experiência de uma atividade gratificante (NAKAMURA; CSIKSZENTMIHALYI, 2002). As condições para que o Fluxo aconteça são duas: metas claras e *feedback* imediato; e equilíbrio entre oportunidade de ação e capacidade. Na primeira condição, o indivíduo deve ter conhecimento claro de todos os passos a seguir, para que a meta final seja alcançada e para isso, o indivíduo deve receber a informação se está indo bem ou não, ou seja, o *feedback* imediato. A segunda condição para o Fluxo consiste no equilíbrio entre oportunidade de ação e capacidade, ou seja, os desafios a serem superados devem estar equilibrados com as habilidades do indivíduo (STOCCHERO, 2012). Se um desafio for maior que suas habilidades, o indivíduo provavelmente entrará em um estado de ansiedade, porque suas habilidades não lhes dão condição de realizar o desafio proposto. Para estar em Fluxo, os desafios deverão ser diminuídos, ou as habilidades do indivíduo aumentadas. Mas se as habilidades são maiores que os desafios a serem superados, o indivíduo provavelmente entrará em um estado de tédio, pois, para suas habilidades, os desafios estão muito baixos. Para voltar ao Fluxo, ele terá que aumentar o nível dos desafios. Essa relação pode ser vista na Figura 9.

Figura 9 – Teoria do Fluxo



Fonte: Adaptado de Csikszentmihalyi et al., 1991.

A MOLDE foi concebida para JS capazes de capturar dados motores dos jogadores e usa esses dados para orientar o jogo. São definidas três etapas principais: funcionalidades, análise de variáveis e transições.

(1) Funcionalidades: a proposta desta etapa é determinar a listagem das funcionalidades necessárias e desejáveis do jogo, através de uma série de entrevistas com o(s) entendido(s). O *game designer* deve deixar o entendido expor todas as suas ideias, expectativas e entendimentos sobre o que o jogo pode fazer por eles. Depois gradualmente o *game designer* informa limitações e oportunidades que a tecnologia pode trazer para o processo.

(2) Análise de variáveis: devem estar classificadas conforme as categorias: internas, população, fase/sessão e nível.

- Internas: usadas apenas para fins de programação para conduzir a codificação do jogo, não são alteradas ou aparentes para entendido ou jogador;
- População: determinam valores específicos de controle do jogo. Exemplo: a variável X pode estar associada a valores como MAX, MED, MIN que descrevem o progresso do jogo. No entanto, para implementação, MAX será valor 15, MED valor 5 e MIN valor 3, em função do público alvo específico;
- Fase/Sessão: são variáveis que controlam e representam o estágio do jogo, considerando que o usuário experimenta diferenças notáveis em relação às suas habilidades e foco;
- Nível: são variáveis que mantêm a interatividade e “*flow*” aceitáveis no respectivo público-alvo e mudam com mais frequência.

(3) Transições: após a determinação das fases, níveis e população, é definido como a dificuldade do jogo muda. Isto se dá através da transição de fases e níveis. As regras de transição devem definir como e quando o jogo deve se comportar de uma maneira diferente. As regras avaliam o desempenho do jogador e ajustam fase e nível, e para isso é necessário definir: a periodicidade que o jogo analisará o desempenho do jogador; os limiares que são aplicáveis para decidir sobre as transições e as regras que compõem sucessivas fases e níveis.

Segundo a metodologia, para o produto final é importante considerar o armazenamento das principais variáveis do jogo em arquivos externos. Com isto poderão alterar valores de variáveis específicas sem a recompilação do jogo. Além disso, é importante gerar dados referentes às sessões de jogo e armazená-los em arquivos *Comma Separated Value* (CSV) que possam ser facilmente lidos por planilhas. O protótipo é essencial para confirmação se os entendidos irão se beneficiar dos relatórios e a jogabilidade caso contrário não vão usá-lo.

#### 2.6.1.2 Perguntas Objetivas de Participação (POP)

A integração de usuários finais à equipe técnica de desenvolvimento pode ser compreendida como *Design Participativo* (DP) (MULLER, 1997). A pesquisa de DP começou em meados da década de 1970, em reação às formas pelas quais os sistemas baseados em computador foram introduzidos no local de trabalho e seus efeitos (KENSING; BLOMBERG, 1998). Na América do Norte o DP foi utilizado como forma de desenvolver softwares que efetivamente identificavam e satisfaziam requisitos dos usuários (CHIN, 2004).

A não existência de técnicas para auxiliar *designers* de software na adoção de DP, levou Oliveira et al. (2016) a criarem um conjunto de perguntas objetivas que dão indicações para a decisão de adoção de DP, chamado POP (Perguntas Objetivas de Participação).

O questionário pode ser aplicado em metodologias de JS que se baseiam em etapas básicas de desenvolvimento de software: análise de requisitos, *design*, implementação, testes e avaliação. O questionário é composto de 11 perguntas e se referem a temas específicos do contexto de DP e nas seguintes dimensões: benefício técnico, benefício pessoal, logística, perfil, volatilidade, tamanho do grupo, empatia, contribuição conceitual, contribuição técnica, ferramental conceitual e ferramental técnico. Para cada pergunta existem 4 alternativas, sendo resposta positiva, neutra, negativa e abstinente. Algumas alternativas possuem pontuação maior que outras, devido alguns temas exercerem maior influência sobre a decisão de utilizar ou não participação de usuários finais.

A análise dos resultados do questionário se dá através de três indicadores que, por sua vez, são gerados através de três variáveis. As variáveis são:  $s$ , representando a soma dos pontos referentes às respostas escolhidas pelo projetista;  $r$ , representando a quantidade de perguntas respondidas e  $m$ , soma dos pontos positivos das perguntas respondidas. Três indicadores são gerados, baseados nessas variáveis: indicação final (fi), confiança (cf) e coerência (cr). Unindo os indicadores, têm-se a recomendação quanto a realização da participação, o quão confiável é esta recomendação e o quão coerente foi o resultado.

O instrumento POP foi validado e constatou que os aspectos analisados são relevantes para a tomada de decisão sobre o uso ou não de DP no contexto de software interativos em geral.

Utilizar o POP no contexto de *design* de JSA é portanto, uma ferramenta importante, pois desenvolver jogos para um público específico pode parecer muitas vezes necessária a participação dos usuários finais, porém muitas vezes o envolvimento pode prejudicar um projeto.

### 2.6.2 Guias de projeto de JSA utilizados

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a expectativa de vida no Brasil atingiu mais de 73 anos em 2009 (76,5 para as mulheres e 69 anos para os homens) e hoje compõe um contingente acima de 22 milhões de pessoas (MINAYO, 2012). O aumento da população idosa faz propor discussão sobre os eventos incapacitantes que atingem essa faixa etária, dentre as quais se destacam a queda e suas consequências (TREML et al., 2013).

Existem diversos estudos que apontam a tecnologia como uma ferramenta importante para os idosos na interação social, auto-estima, satisfação com a vida e autonomia (GAMBERINI et al., 2006). Também tem crescido o número de pesquisas relacionadas à tecnologia na área da saúde, e dentre elas a realidade virtual para aplicação na reabilitação (MUSSATO; BRANDALIZE; BRANDALIZE, 2012) e também o aumento na demanda por jogos para idosos (VASCONCELOS et al., 2012). O estudo de Monteiro-Junior et al. (2016) estabelece a relação do uso de *exergames* com a melhoria das funções cognitivas e físicas dos idosos, dessa forma apresentam uma hipótese neurobiológica sobre os efeitos de *exergames* sobre a função cognitiva de idosos.

Em um levantamento realizado por Van Diest et al. (2013) analisaram treze trabalhos que propunham JSA para treinamento do controle postural em idosos. Os JSA analisados no

levantamento mostram ampla variedade de sensores utilizados e diferentes algoritmos necessários para controle do jogo e *feedback*. O estudo relata que os jogadores tiveram alto divertimento e motivação para realizar os exercícios e demonstraram um aumento na capacidade do equilíbrio utilizando medidas de resultados clínicos instrumentados após período de treinamento.

Alguns pesquisadores demonstraram preocupação no desenvolvimento de JD para os idosos, tendo em vista restrições e dificuldades impostas pela idade. Em estudo realizado por Machado e Ishitani (2015), avaliaram 30 jogadores de 60 a 92 anos para verificação de um conjunto de heurísticas de *gameplay*, compiladas a partir de uma revisão de literatura e adequação destas heurísticas ao público em estudo. A verificação baseou-se na observação do jogador, aplicação de questionário, entrevista, e a utilização de um JS casual desenvolvido para idosos. Ao final foram catalogadas vinte e duas heurísticas para avaliação de *gameplay*. Gerling et al. (2010) descreveram quatro diretrizes para desenvolvimento de JSA que utilizam dispositivos como o *Wii Balance Board* ou semelhantes.

Outro estudo realizado por Cota et al. (2014) realizaram análise do impacto do gênero do JD na motivação dos idosos para jogar. Foram disponibilizados para os idosos jogarem os gêneros tiro, sete erros, memória, qual é a palavra, *quiz*, torto e quebra-cabeça. Destes os gêneros sete erros, memória e *quiz* obtiveram as melhores médias. Os resultados obtidos indicaram que o gênero do jogo tem grande impacto na motivação dos idosos. Além do gênero do JD, Uzo et al. (2012) propõem que os idosos participem da concepção de JS para uso em casa. Os autores avaliaram a participação desta população desde a fase de *design* de jogos para prevenção de quedas. Os resultados obtidos sugerem que os idosos são parte integrante do processo de concepção e devem ser implicados desde esta fase do jogo.

Por fim, Gamberini et al. (2006) descrevem as principais habilidades cognitivas que mudam com o envelhecimento (percepção, atenção, memória e outros processos mais específicos, como a tomada de decisão) e que tem que ser levado em conta ao projetar tecnologias para pessoas idosas. Algumas orientações propostas:

- Atenção com as fontes e contrastes com o texto e fundo utilizados;
- Diminuir número de etapas e controles necessários para conclusão de uma tarefa;
- Tarefas a serem executadas devem ser de fácil compreensão;
- Optar por uso de ícones que possam ser reconhecidos e compreendidos sem ambiguidades ou equívocos;

- Utilizar pistas visuais devido a probabilidade de esquecimento de nomes de comando e desperdício de tempo à procura de informações;
- Oferecer compatibilidade das opções oferecidas na interface com as opções dos jogadores;
- Oferecer documentação, ajuda, mensagens de erro e manuais compatíveis e coerentes.

Os guias auxiliaram na definição de algumas características (mecânica e dinâmica de jogo) do novo *exergame* para o treinamento do equilíbrio dinâmico para hemiparéticos, tais como: clareza e objetividade dos itens (textos e imagens) do ambiente gráfico, número reduzido de etapas e controles para as tarefas, não prever movimentos extensivos ou súbitos e possibilidade de ajuste de nível/fase.

## 2.7 AVALIAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS

Sistemas em geral em que exista a interação humana podem ser avaliados, e garantem desta forma que são adaptados aos usuários e que não há resultados negativos quanto ao seu uso. Entender e criar condições em que sistemas de informação sejam aceitos pela organização humana continua ser uma questão de investigação de alta prioridade (VENKATESH; DAVIS, 2015).

No contexto dos JS, a avaliação da eficácia, de acordo com os critérios comuns, permite compará-los e estabelecer sua legitimidade a outros meios de formação (BOUGHZALA; BOUOUD; MICHEL, 2013). Algumas avaliações não foram criadas para aplicação especificamente em jogos, porém, tem o propósito de avaliar a tecnologia.

De acordo com Bernhaupt (2010), durante a fase de implementação e testes a experiência do usuário nos jogos pode ser avaliada através de testes de jogo, entrevistas semi-estruturadas e questionários focados na atitude e experiências do usuário.

Na avaliação da aceitação da tecnologia, do termo inglês *Technology Acceptance Model* (TAM), definido por Davis (1989), são previstos dois fatores que influenciam a aceitação do usuário pela tecnologia: percepção de utilidade e a percepção de facilidade de uso. Venkatesh e Davis (2000) estendem o modelo TAM para ser tornar o modelo TAM2, que incluiu fatores que explicam a utilidade percebida em termos de influências sociais e processos cognitivos.

A fim de validar um modelo conceitual para *design* de jogos sérios, Yusoff et al. (2010), utilizaram o modelo TAM. O jogo sério avaliado trata-se de um jogo educacional e foi aplicado junto à estudantes, representando os usuários finais jogadores (UFA's).

O Modelo Teoria Unificada de Aceitação e uso de Tecnologias, do termo inglês *The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT) (VENKATESH et al. 2003 apud AL-HADBAN; HASHIM; YUSOF, 2016) foi criado, com o objetivo de ser um modelo unificado de aceitação de tecnologia que reúne oito modelos previamente desenvolvidos em um modelo mais amplo. Neste modelo os autores defendem que sete constructos são determinantes na aceitação do usuário: expectativa de desempenho, expectativa de esforço, influência social, condições facilitadoras, intenção comportamental, ansiedade, auto eficiência e atitude para a tecnologia.

NAWAZ et al. (2014) utilizaram o modelo UTAUT para verificar a aceitação de usuários finais jogadores, neste caso os idosos, de três *exergames* comerciais para o treinamento do equilíbrio. Os resultados das entrevistas indicaram aspectos positivos de aceitação da tecnologia e indicou que os idosos acreditam que o *exergame* pode melhorar o equilíbrio e mantê-los em forma. Os autores ressaltam que o UTAUT não tem construções explícitas para medir a motivação intrínseca dos participantes, que é um dos fatores de sucesso mais importantes para os jogos, porém não invalida os resultados do modelo no estudo.

Outro estudo que realizou aplicação do modelo UTAUT, Liu et al. (2015), aplicou o questionário sobre os usuários entendidos (especialistas, estudantes e praticantes), terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas, em um hospital para avaliação do uso de novas tecnologias para reabilitação. A expectativa de desempenho, ou como a tecnologia pode ajudar no trabalho dos terapeutas, foi o fator mais importante na determinação da aceitação e uso de tecnologias por parte dos entrevistados.

No contexto nacional, Rossito et al. (2014) aplicaram um questionário de potencial de uso tendo como base o teste aplicado por Dowling et al. (2013), porém aplicado a profissionais e atuantes da área de computação e/ou relacionados a desenvolvimento de jogos. Uma avaliação do potencial (funcional e entretenimento) de um jogo, ainda em fase de desenvolvimento permite avaliar formalmente aspectos que, se detectados posteriormente, podem prejudicar ou limitar o uso do JS e/ou serem difíceis de correção posteriormente. Ainda, o instrumento traz reflexão sobre as visões dos profissionais que vão usar o jogo como instrumento de trabalho e dos técnicos que vão desenvolver o jogo enquanto software.

Apesar das diferentes iniciativas descritas, nenhuma destas propostas de avaliação está centrada na perspectiva de JS, ou seja, não avaliam o JS como um instrumento de trabalho terapêutico e sua utilização/aceitação pelo profissional que vai indicar/prescrever. Entretanto, estas avaliações mostram que a literatura vem se preocupando em avaliar os JS's, além do seu uso final com usuários jogadores (pacientes).

## 2.8 TECNOLOGIAS PARA JOGOS DIGITAIS

O aumento da velocidade de processamento e capacidade de armazenamento dos computadores foi acompanhado por melhorias nos dispositivos de entrada e saída (SCHNEIDERMAN; PLAISANT, 2009, p. 304). Novos dispositivos de entrada surgem, dispositivos com telas sensíveis ao toque, *mouses* que funcionam ao serem movimentados no “ar”, sem a necessidade de se fixarem em um plano, além de experimentos que comprovam a evolução dos estudos em biometria, nanotecnologia, tecnologias *wireless*, sensores de movimento, entre outros (PERANI; BRESSAN, 2007). Dispositivos de interação e *game engines* são mostrados a seguir.

### 2.8.1 Dispositivos de Interação

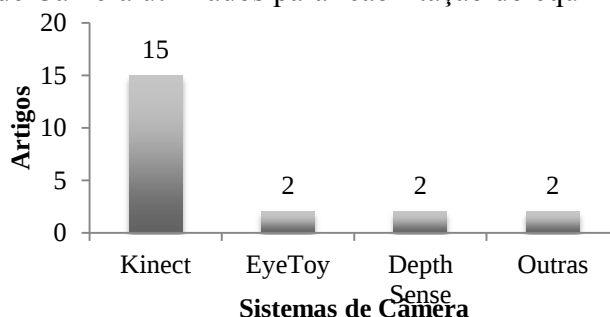
Segundo Schneiderman e Plaisant (2009), os dispositivos mais incomuns, como rastreadores oculares, luvas e dispositivos hápticos ou *feedback* de força, têm sido empregados em específicas aplicações como a telemedicina. Os dispositivos inovadores de entrada, sensores e atuadores, bem como a integração de computadores no ambiente físico abriram as portas para uma variedade de aplicações. Os dispositivos mais utilizados em JSA incluem acelerômetros, giroscópios, câmeras infravermelho e ópticos RGB, e sensores de pressão (VAN DIEST et al., 2013).

Em um mapeamento sistemático (BOSSE; HOUNSELL; SOARES, 2016) sobre jogos utilizados para reabilitação do equilíbrio teve o objetivo de identificar os diversos dispositivos utilizados, sendo estes comerciais ou proprietários. Foram 79 artigos selecionados de um total de 184 analisados. Os dispositivos estão divididos em sensores de câmera, sensores inerciais e sensores de pressão.

- Sistemas de câmera permitem ao jogador jogar sem segurar os vestir dispositivos de entrada. A Microsoft lançou o Kinect em meados de 2010 como um acessório do console de jogos Xbox360. Por meio de tecnologia inovadora, através de

movimentos corporais o jogador interage com objetos sem necessidade de dispositivos anexos. Uma câmera é posicionada próxima ao televisor que capta as imagens do(s) jogador(s) além de fazer uma leitura de profundidade do ambiente, detectando com bastante precisão todos os movimentos que acontecerem em frente à tela (YANAZE, 2012). O Kinect é composto por sensores IR, câmeras RGB e microfones, o sensor pode alcançar de 1,2 a 3,5 metros, também possui suporte para o desenvolvimento em .NET como C++, C# ou Visual Basic que são realizados no módulo de captura do esqueleto do usuário e de reconhecimento de voz para utilização em comandos. A Sony lançou em 2003 o EyeToy para utilização com o PlayStation 2, é uma câmera digital a cores que permite o reconhecimento de gestos para jogar. Exibe imagens do jogador em tempo real, no entanto a iluminação do ambiente tem que ser boa para o reconhecimento. Na Figura 10 é mostrada a relação de sensores de câmeras identificados na revisão.

Figura 10 – Sensores de Câmera utilizados para reabilitação do equilíbrio

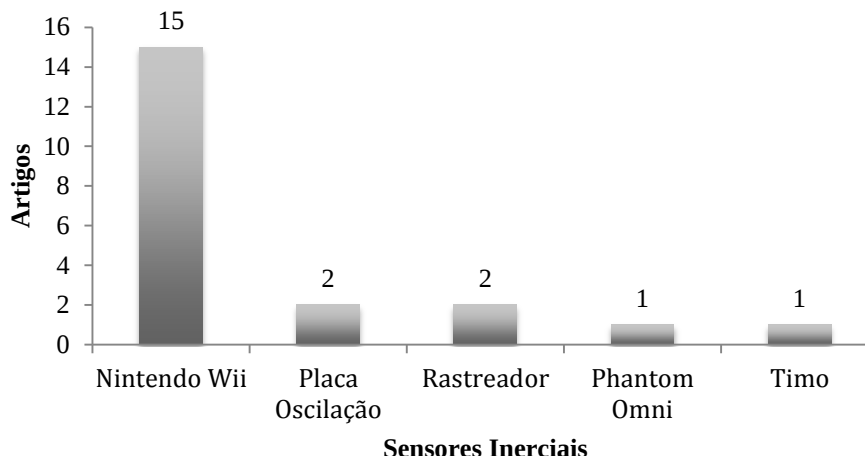


Fonte: próprio autor, 2015.

- Sensores inerciais como giroscópios e acelerômetros mensuram a aceleração e velocidade angular respectivamente. Um sistema comercial conhecido é o Nintendo Wii, lançado em novembro de 2006 nos EUA, tem a concepção de usar os movimentos dos braços para interagir com o jogo o que o tornou um sucesso de vendas (LEE, 2008). Dentre os dispositivos do Nintendo Wii, o Wii Remote, ou Wiimote, é o controle sem fio que possui acelerômetro e uma câmera infravermelho. Para jogar tênis, por exemplo, o jogador usa o braço, alguns acessórios ampliam a sensação do movimento adaptando os controles em volantes de carros, raquetes, e espadas (YANAZE, 2012). Sensores inerciais, também têm sido utilizados em placas de oscilação para treino de equilíbrio, estas placas consistem de uma placa instável, o que faz com que o usuário, enquanto estava na placa, a oscilar, assim, controlar o jogo, por exemplo, uma bola em um labirinto

(FITZGERALD et al., 2008). Na Figura 11 verifica-se os sensores inerciais identificados na revisão.

Figura 11 – Sensores Inerciais utilizados para reabilitação do equilíbrio

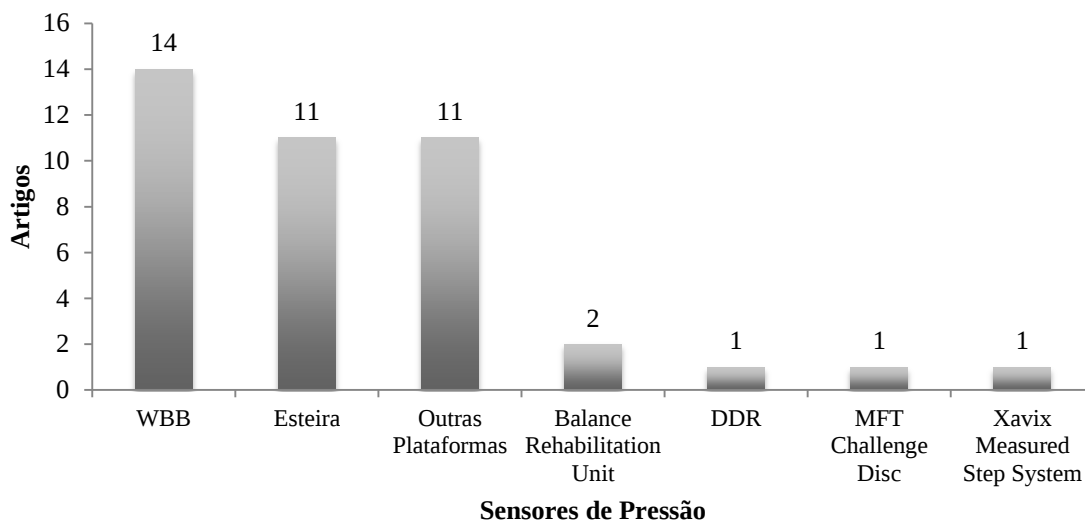


Fonte: próprio autor, 2015.

- Sensores de pressão também podem ser utilizados como dispositivo de entrada, em geral, consiste em uma placa sob a qual (comumente quatro) sensores de força do tipo célula de carga ou piezoelétrico estão arranjados para medir os três componentes de força,  $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$  ( $x$ ,  $y$  e  $z$  são as direções anteroposterior, médio-lateral e vertical, respectivamente) e os três componentes do momento de força,  $M_x$ ,  $M_y$  e  $M_z$ , agindo sobre a plataforma (DUARTE; FREITAS, 2010). O *Wii Balance Board* (WBB) foi lançado em 2009, é uma prancha que consegue calcular o centro de gravidade do usuário de forma precisa e promove exercícios que envolvem o equilíbrio. Alguns artigos publicados relatam o uso do dispositivo WBB para fins de aumento de atividade física entre idosos (BROX et al., 2011) ou para reabilitação (BARANYI et al., 2013, GIL-GÓMEZ et al., 2011). Clark et al. (2010) compararam dados de CP de uma plataforma de pesquisa de grau de força com o CP do WBB. Os resultados indicaram que dados produzidos pela plataforma WBB eram similares aos da plataforma de força, com isso a WBB tem o potencial de ‘preencher a lacuna’ entre testes laboratoriais e avaliação clínica do equilíbrio em pé. Sugerem que mais pesquisas devem examinar a precisão de diagnóstico e prognóstico de medidas de equilíbrio coletados usando o WBB em populações de doentes. Incluem ainda as nesta categoria as esteiras ou painéis

com sensores de pressão. Na Figura 12 estão relacionados os sensores de pressão identificados na revisão.

Figura 12 – Sensores de Pressão utilizados para reabilitação do equilíbrio



Fonte: próprio autor, 2015.

Nota-se que a maioria dos dispositivos utilizados para desenvolvimento do equilíbrio são os comerciais Kinect, Wii e WBB. O Wii e WBB podem ter maior incidência devido ao fato destes oferecerem os jogos, no caso do Kinect e outros dispositivos é necessária a customização dos mesmos.

O processo de escolha do dispositivo a ser utilizado para o projeto Wobu-bble envolveu a definição do tipo de dispositivo, que deve proporcionar os movimentos desejados para o treinamento do equilíbrio dinâmico; a análise dos dispositivos previstos na revisão acima descrita e alguns fatores como o investimento a ser realizado. Segundo Pirovano (2015), num cenário terapêutico, a escolha do dispositivo deve vir apenas após a definição estrutural dos exercícios. Dessa forma, desconsiderou-se a utilização dos dispositivos comerciais Kinect, Nintendo Wii, WBB e EyeToy devido ao custo de aquisição destes dispositivos e, pelo fato destes dispositivos não satisfazerem a condição de instabilidade do equilíbrio.

Identificou-se que as placas de oscilação previstas em alguns trabalhos tratavam-se de um dispositivo que proporcionaria a instabilidade desejada e de baixo custo. Com isso, foi realizado um estudo sobre os tipos de pranchas de equilíbrio existentes detalhadas no Apêndice A.

## 2.8.2 Game Engine (Motor de Jogo)

*Game Engine* é um dos componentes mais importantes para o desenvolvimento de jogos por oferecer gerenciamento do fluxo de código, simulação de física e/ou suporte a diferentes plataformas (MACHADO; MORAES; NUNES, 2009), incluem editores de níveis, animação de personagens, pré-visualização do jogo, programação que suporta *scripts*, ou recursos de arrastar e soltar. Podem ser 2D (GameMaker, Cocos2D, Stencyl, entre outras) ou 3D (Unity3D, UDK, CryEngine, Blender, Panda 3D, entre outras).

A *game engine* escolhida para desenvolvimento foi a Unity3D, devido licença livre de uso para desenvolvimento de jogos sem fins lucrativos, suporte para multiplataforma, potencial para criação de jogos simples e complexos e recursos integrados.

Unity3D®<sup>6</sup> é um *game engine* criado pela Unity Technologies, permite criação de jogos *online* e *off-line*. Utiliza o conceito de *assets* que funciona como um plug-in, onde o usuário pode importar ou apenas copiar o arquivo *asset* para uma pasta específica. Usa JavaScript, C# e Boo como as principais linguagens de programação, e uma das vantagens é que pode ser executado em diversas plataformas, incluindo Windows, Mac, Linux e também móvel. As linguagens podem usar as bibliotecas .NET subjacentes que suportam bancos de dados, expressões regulares, XML, acesso a arquivos e *networking* (WANG et al., 2010).

Permite criação de jogos em 2D ou 3D, uma vez criado o jogo pode ser adaptado a diversas plataformas disponíveis: móveis, VR, desktop, console, plataformas de TV e Web. Suporta os tipos de dispositivos de entrada convencionais usados com jogos (teclado, *joypad*, etc) mas também telas sensíveis ao toque e capacidade de detecção de movimentos de dispositivos móveis. Pode utilizar também, microfone e webcam para entrada de áudio e vídeo e através de script C# por exemplo, é possível implementação de conexão serial via USB para entrada e saída de dados. A Unity3D oferece desenvolvimento web sem esforço, processamento em tempo real, sincronização e chamadas remotas de procedimentos.

## 2.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Verifica-se que o treinamento do equilíbrio dinâmico envolve complexos aspectos do corpo humano, não sendo assim uma tarefa trivial e portanto, a reabilitação é um processo a longo prazo. Devido a isto, é relevante a criação de novos programas de reabilitação, como a

---

<sup>3</sup> Disponível em: <http://unity3d.com/>

utilização de JS's que são pensados para este fim. A implementação de JSA's, que requer investigação de dispositivo de interação adequado, ainda é crítica pela ausência de metodologias amplamente utilizadas, por esse motivo também, métodos de avaliação de utilidade devem ser explorados.

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Nos últimos anos a demanda e produção de JS vem aumentando, tanto quanto para os JSA que, com a evolução da tecnologia, dispõem de cada vez mais recursos para torná-los viáveis (VAN DIEST et al., 2013). Dessa forma, descreve-se na seção 3.1 uma pesquisa bibliográfica sistemática na qual foram analisados trabalhos que propõe JSA para reabilitação do equilíbrio. A seção 3.2 descreve exemplos de JSA desenvolvidos para reabilitação do equilíbrio dinâmico que estão ordenados por data de publicação. A seção 3.3 compara e discute os JSA encontrados na revisão bibliográfica.

#### 3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Foi feito um Mapeamento Sistemático de Literatura sobre JSA para reabilitação do equilíbrio (BOSSE; HOUNSELL; SOARES, 2016) considerando o período entre 2005 e 2015 e utilizando os seguintes mecanismos de busca acadêmicos: ACM Digital Library, ScienceDirect, IEEE Xplore, Engineering Village, Web of Science, Scopus, PUBMED e Lilacs. Estes mecanismos foram escolhidos devido a sua qualidade entre mecanismos semelhantes (BUCHINGER et al., 2014), relevância na área de pesquisa de jogos (CONNOLLY et al., 2012), relevância na área de pesquisa de Ciência da Computação e da área médica. O campo de busca utilizado foi o título e a seguinte frase de busca foi utilizada:

((("virtual reality" OR game OR games OR videogame OR "video game") AND (balance OR equilibrium OR "risk of fall" OR falling) AND (therapy OR rehabilitation OR diagnostic OR treatment))

O termo ‘virtual reality’ utilizado na frase de busca se fez necessário pelo fato de que muitos autores, principalmente na área médica, referenciam as aplicações gráficas desta forma (VAN DIEST et al., 2013). Para filtrar os artigos retornados pelos mecanismos foram utilizados Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE). Foram incluídos os artigos conforme: (1) apresentar um JS, (2) envolver funções de equilíbrio, (3) idioma inglês, (4) artigos completos, (5) ser um estudo primário, (6) ser um artigo científico, (7) estar disponível para download. E excluídos conforme: (1) não tratava-se de jogo, (2) apresentava jogo comercial, (3) artigo duplicado.

Foram aplicados os critérios sobre o resumo do artigo, nos casos em que haviam dúvidas, eram então verificados a introdução e conclusão do artigo em questão. Os resultados que não possuíam nenhuma característica definida nos CE foram então analisados quanto aos CI. Os resultados que possuíam todas as características definidas nos CI foram então analisados mais profundamente para o mapeamento. A Tabela 2 mostra os resultados da primeira pesquisa.

Tabela 2 – Número de artigos retornados na primeira pesquisa sobre o título

| Mecanismo de busca acadêmica | Resultados | Após CI   | Após CE   | Após Revisão Duplicados |
|------------------------------|------------|-----------|-----------|-------------------------|
| PUBMED                       | 19         | 16        | 6         | 6                       |
| IEEE                         | 7          | 3         | 2         | 1                       |
| ScienceDirect                | 14         | 6         | 4         | 0                       |
| Web Of Science               | 30         | 8         | 4         | 0                       |
| ACM                          | 2          | 0         | 0         | 0                       |
| Scopus                       | 36         | 9         | 6         | 0                       |
| Engineering Village          | 14         | 2         | 2         | 0                       |
| Lilacs                       | 2          | 2         | 0         | 0                       |
| <b>Total</b>                 | <b>124</b> | <b>46</b> | <b>24</b> | <b>7</b>                |

Devido aos poucos resultados após a primeira pesquisa (Tabela 2), decidiu-se aplicar a mesma frase de busca, porém neste segundo momento, abrangendo o resumo e somente nas seguintes bases: PUBMED, IEEE, ScienceDirect e ACM. Estas bases foram escolhidas pelos maiores resultados na primeira pesquisa e pela boa adequação ao mecanismo. Os resultados da segunda pesquisa podem ser verificados na Tabela 3.

Tabela 3 – Número de artigos retornados na pesquisa sobre o resumo

| Mecanismo de busca acadêmica | Resultados | Após CI    | Após CE   | Após Revisão Duplicados |
|------------------------------|------------|------------|-----------|-------------------------|
| PUBMED                       | 181        | 131        | 23        | 12                      |
| IEEE                         | 75         | 66         | 18        | 12                      |
| ScienceDirect                | 113        | 95         | 12        | 3                       |
| ACM                          | 21         | 19         | 4         | 3                       |
| <b>Total</b>                 | <b>390</b> | <b>311</b> | <b>57</b> | <b>30</b>               |

A maior ocorrência de resultados foi no mecanismo de busca PUBMED, provavelmente devido a esta base ser específica da área médica, em seguida IEEEExplore e em terceiro o ScienceDirect, neste caso não pactuando com o mapeamento de Connolly et al. (2012) possivelmente devido ao tipo de JS pesquisado.

### 3.2 JOGOS SÉRIOS PARA DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO

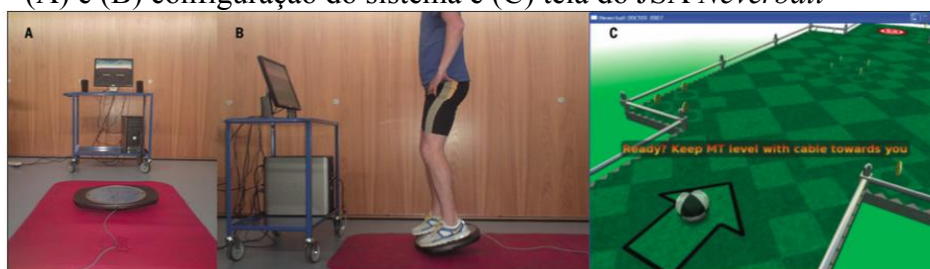
Os JSA descritos a seguir foram selecionados dentre aqueles obtidos no segundo mapeamento apresentado (30 artigos), por serem trabalhos que têm como objetivo o desenvolvimento do equilíbrio dinâmico e escolhidos pela semelhança ao trabalho proposto e pelo fato de apresentar um novo JSA.

#### 3.2.1 *Neverball*

O JSA *Neverball* (Figura 13) desenvolvido por Fitzgerald et al. (2008), é uma proposta para treinamento do equilíbrio dinâmico. O dispositivo de interação consiste de uma placa de oscilação, um rastreador e um cabo de conexão USB. Um rastreador MTx da XSens<sup>7</sup> é anexado à placa de oscilação, um sensor de orientação inercial que permite 3 graus de liberdade. Para o ambiente virtual foi utilizado um jogo de código aberto conhecido como *Neverball*.

O objetivo do jogo é inclinar a placa para rolar uma bola através de um curso de obstáculos e coletar moedas virtuais dentro de um tempo limite. Como o rastreador MTx é fixo na placa de oscilação, inclinando a placa de oscilação irá inclinar o chão na tela que permite ao usuário jogar o jogo. São disponíveis diferentes níveis do jogo e também outros recursos não detalhados no artigo.

Figura 13 – (A) e (B) configuração do sistema e (C) tela do JSA *Neverball*



Fonte: Fitzgerald et al., 2008.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.xsens.com/products/mtx/>

Foi aplicada uma metodologia de avaliação chamada VRUSE, composto de um questionário para verificação de usabilidade para aplicações de realidade virtual, que constatou alto nível de usabilidade nas categorias avaliadas. Não foram aplicados testes clínicos neste estudo. O mesmo autor aplicou o jogo em crianças saudáveis com a intenção de promover exercício e habilidades motoras. Depois de jogarem, elas responderam um questionário de 4 perguntas: (1) O *Neverball* é um bom jogo?; (2) É divertido jogar o *Neverball*?; (3) Gostaria de jogar novamente?; (4) Tem mais algo a dizer sobre o *Neverball*?. O estudo constatou que o uso do jogo teve alto nível de divertimento durante o exercício. Na questão discursiva foram fornecidos alguns comentário como: “difícil de usar” e “difícil controlar”.

### 3.2.2 *Balloon Burst*

No trabalho de Betker et al. (2007), três jogos são utilizados para tentar melhorar o equilíbrio dinâmico sentado em pessoas com lesões no sistema nervoso central. Foram desenvolvidos jogos que utilizam aplicações de força e tapete de pressão. A posição do centro de pressão é adquirida via um tapete de pressão flexível que mede 53 x 53 x 0.036 cm e contém uma grade 16 x 16 resistiva de sensores piezoelétricos espaçados 2.8575 cm. A posição do centro de pressão é calculado a partir das pressões produzidas pelo paciente sentado no tapete de pressão (Figura 14).

Figura 14 – (A) Paciente sentado sobre o tapete de pressão (1), que está conectado com o notebook (2), utilizando o jogo *Balloon Burst*. O tapete de pressão está sobre o SwisDisk (3), a bola Physio Gymnic (4) também é retratada; (B) Tela do jogo *Balloon Burst*



Fonte: Betker et al., 2007.

Os três jogos são descritos a seguir:

- Sob Pressão: No jogo, os jogadores alternam seu peso para mover um receptáculo a fim de pegar um objeto. Possui três modos: horizontal, jogador muda seu lado de peso para o outro; vertical, jogador deve mudar seu peso para trás e para frente; e ambos, onde deve mudar o peso em todas as direções. Os níveis de dificuldade podem ser configurados, como tamanho do recipiente, velocidade do objeto, número de objetos e objetos aparecendo em intervalos especificados;
- Jogo da Memória: o objetivo é selecionar 2 cartas de 3 x 3 ou 4 x 4 matriz de quadrados. O jogador seleciona uma carta (quadrado) deslocando seu peso para mover o indicador de CP na tela para uma das 9 ou 16 cartas (quadrados) possíveis. Uma vez que o CP é mantido em uma carta durante um tempo selecionado pelo jogador, a carta é revelada. Níveis de dificuldade podem ser configurados através de tempo que o jogador tem para selecionar os seus cartões e número de cartões exibidos (9 ou 16);
- Estoura Balão: balões estacionários aparecem em locais aleatórios na tela e o objetivo é estourá-los mudando o peso para todas as direções. O nível de dificuldade é alterado conforme tamanho do balão;

Com relação aos jogos utilizados, não foi descrito no artigo se foi utilizada alguma metodologia para concepção dos JSA. Foi aplicado um questionário com questões relacionadas à motivação e divertimento após o exercício. Para avaliação clínica foi aplicado o Teste Clínico de Interação Sensorial e Equilíbrio (CTSIB), onde uma almofada de espuma compatível é utilizado como uma base de suporte instável para simular o teste de organização sensorial em termos de distorção somatossensorial.

### **3.2.3 Footstep**

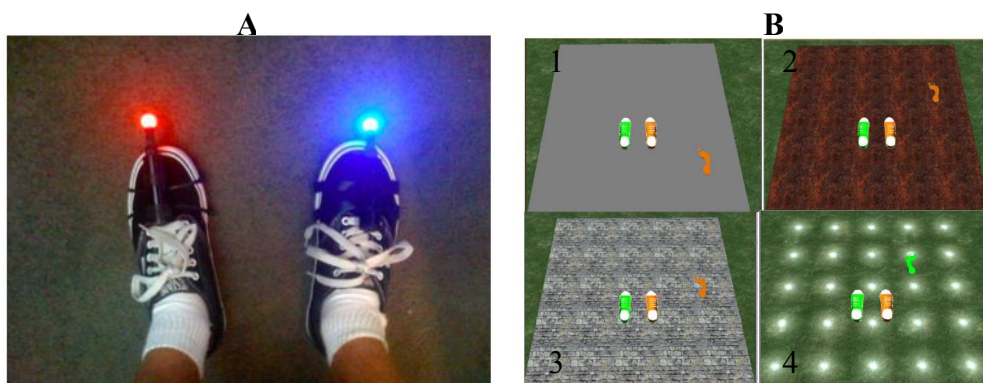
Um protótipo de JSA foi desenvolvido por Lange et al. (2010) e utilizou câmeras para detecção de movimentos. O jogo baseado em passos e ritmos tem como objetivo melhorar o equilíbrio e prevenção de quedas em idosos. Os equipamentos de rastreamento são acoplados aos pés do jogador que enviam informações em tempo real sobre os movimentos. O dispositivo de interação consiste de duas web câmeras Logitech e dois LEDs de diferentes cores, os LEDs fixos aos sapatos podem ser visualizados na Figura 15 (A). O sistema incorpora um algoritmo de movimento baseado em pontos de função usando duas web câmeras. O algoritmo foi desenvolvido para rastrear dois LEDs independente um do outro em tempo real no espaço 3D. Os passos envolvidos neste processo foram identificar corretamente

os pontos característicos em uma sequência de imagens, encontrar as trajetórias destes pontos e modelar o resultado de rastreamento e utilizar a geometria epipolar para construir estes pontos em ambiente 3D.

O jogo foi desenvolvido sobre o *game engine* Ogre3D. O objetivo do jogador é controlar dois sapatos na tela, os alvos são verde e laranja. O jogador com seu movimento de pé controla os sapatos na tela num ritmo constante, deve seguir um conjunto de pegadas com o código de cores na tela. Quando a pegada alvo é alcançada, um efeito de som é gerado para fornecer conhecimentos extrínsecos do desempenho para o jogador.

É oferecido através de menu, opções de ajuste de velocidade, padrão de alvo e nível de dificuldade. Opções de alteração de velocidade dos estímulos, comprimento do passo, cor dos sapatos, padrão de movimento e plano de fundo (Figura 15 (B)) permitem que o jogo possa ser individualizado para o utilizador.

Figura 15 – (A) Dispositivos LED conectados aos sapatos e (B) Tela do protótipo do jogo e as opções de fundo: (1) cinza simples, (2) padrão tijolo, (3) padrão enferrujado, (4) padrão luz piscando



Fonte: Lange et al., 2010.

Foi realizada avaliação preliminar com três fisioterapeutas e quatro jovens saudáveis, sendo que quatro tinham experiência anterior em jogar DDR. Os pesquisadores registraram manualmente observações na interação e após a utilização do jogo os participantes comentavam sobre a experiência em questões abertas. Os fisioterapeutas apoiaram o uso do jogo como ferramenta para treinamento do equilíbrio, também realizaram algumas indicações a respeito do comprimento do passo. Na descrição de comparação com o jogo DDR, relataram que a liberdade de movimento do pé é um benefício, no entanto a música e variedade de *gameplay* do DDR são mais atraentes. Os testes clínicos não foram relatados nesse estudo.

### 3.2.4 Balloon

Um JSA que tem como objetivo reduzir a instabilidade postural e melhorar o equilíbrio foi desenvolvido por Lange et al. (2010). O dispositivo de interação utilizado foi o *Wii Balance Board*. O desenvolvimento utilizou o processo centrado no usuário incorporando a participação interativa dos principais interessados (terapeutas, grupos de pacientes e cuidadores) durante todo o desenvolvimento do produto e refinamento.

Entrevistas informais foram realizadas com terapeutas, pesquisadores e representantes das principais populações de pacientes a fim de explorar as principais características para o desenvolvimento do jogo, bem como necessidades e requisitos. Alguns requisitos listados: jogos motivacionais e divertidos que incentivem a execução correta de alternância de peso, opções para alterar o nível e duração da atividade para diferentes pacientes e capacidade de gravação de dados a partir da interação. Um protótipo do jogo foi avaliado por pesquisadores com questões a respeito do divertimento, facilidade de uso e benefícios terapêuticos. Também foi incentivado a fornecerem *feedback* sobre os elementos técnicos do jogo (imagem de fundo, objetos, *gameplay*).

O Balloon foi desenvolvido utilizando a *game engine* Panda3D. No jogo, o jogador deve mover um balão para evitar a queda de rochas e recolher estrelas cadentes através do deslocamento de peso sobre a prancha de equilíbrio.

Os obstáculos foram adicionados de maneira que o jogador deve num padrão controlado manter o peso deslocado por um período de tempo. O jogo tem pontuação baseada no número de objetos coletados e o número de colisões indesejadas com as rochas. Também ocorre *feedback* sonoro na conexão do balão com as estrelas e colisão com as rochas.

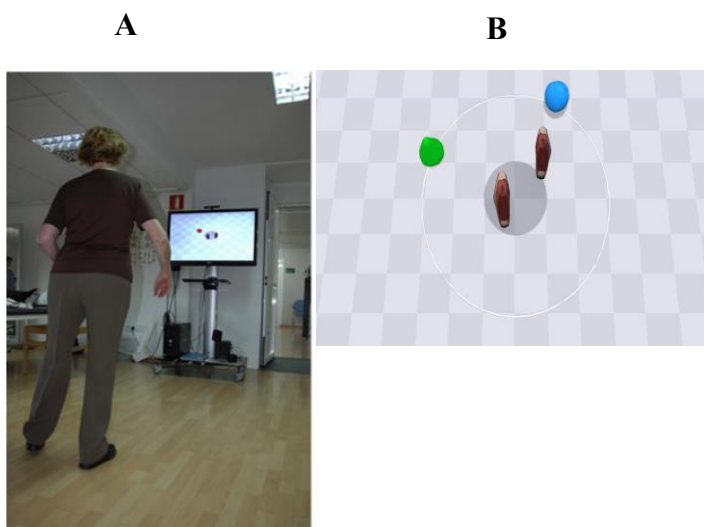
A duração do jogo ocorreu de 4 a 10 minutos e as interações e observações durante o jogo foram gravadas. Após jogar, o paciente respondia um questionário de usabilidade e questões sobre a experiência de utilização de um videogame. Um comentário de jogador relatado foi: “Eu trabalhei mais na terapia normal, e eu poderia fazer isso por mais tempo jogando em vez de ter que fazer um dos exercícios que eu faço normalmente nas barras” (LANGE et al., 2010).

### 3.2.5 BioTrak

O jogo BioTrak, desenvolvido por Lloréns et al. (2012), tem como objetivo a reabilitação do equilíbrio para pacientes com lesão cerebral adquirida. Componentes de

hardware envolvidos: um PC, tela panorâmica de 47'' e um sistema de rastreamento (óptico, eletromagnético, ou sensores de profundidade semelhante Kinect) permitem interação individual no ambiente virtual (Figura 16 A e B). O sistema de rastreamento utiliza câmera que detecta a posição do sujeito e marcadores refletivos colocados em partes específicas do corpo (tornozelos, punho, ombros ou cabeça, dependendo da tarefa) de modo que a posição é transmitida para o jogo.

Figura 16 – (A) Paciente utilizando o jogo e (B) Tela do BioTrak, exercício em pé



Fonte: Lloréns et al., 2012.

Num ambiente virtual 3D o paciente realiza uma série de movimentos a fim de alcançar itens virtuais que aparecem nas proximidades. Oferece visão em terceira pessoa, permitindo o jogador identificar sua posição e movimentos. Permite configuração do avatar de forma simples e intuitiva, prevendo os pacientes com problemas cognitivos. Os exercícios incluem posições sentado e em pé, os que são praticados sentado são usados para controle de cabeça e tronco, enquanto que os em pé melhoram o equilíbrio estático e dinâmico, controle postural, e tarefas de alteração de peso.

Os jogos foram projetados baseados nos princípios de aprendizagem motora, são repetitivos, intensivos, motivadores, ajustáveis em relação à dificuldade e orientado a tarefas específicas.

Os pacientes incluídos no estudo combinaram a fisioterapia convencional e treinamento com o jogo BioTrak. Os pacientes iniciavam no nível mais fácil e de acordo com os resultados o nível de dificuldade aumentava. Os ajustes de níveis podem ser realizados

pelo fisioterapeuta ou pelo próprio sistema, que aumenta automaticamente o grau de dificuldade cada vez que o exercício terminado com sucesso com taxa de erro  $\leq 2\%$ .

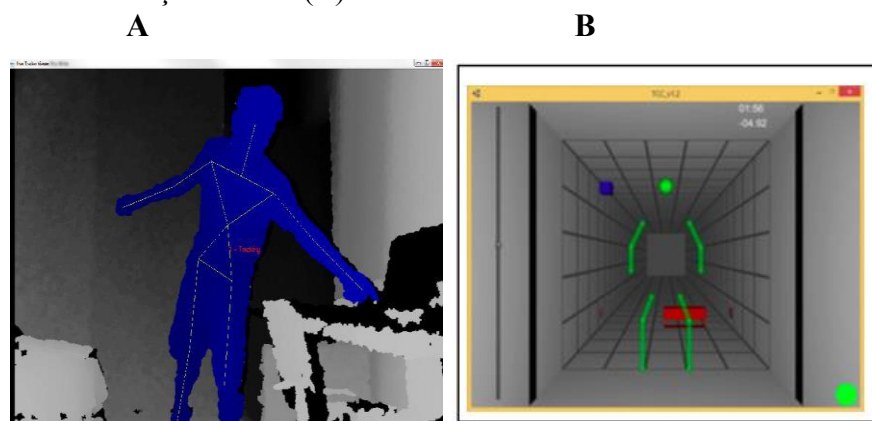
Avaliações clínicas foram aplicadas: EEB, POMA (*Performance Oriented Mobility Assessment*) e plataforma dinamométrica NEDSVE/IBV. Ao final do protocolo de tratamento os pacientes responderam questionário de usabilidade contendo 8 questões. As primeiras 6 questões representavam o nível de interesse, o sentimento de participação (presença), a percepção do ambiente como real (imersão), a percepção de sucesso (*feedback*) e controle sobre a situação, e compreensão geral do *feedback* gerado pelo sistema. A 7ª pergunta examinou o grau de conforto durante a experiência virtual, bem como quaisquer efeitos adversos potenciais (tontura, desorientação, desconforto ocular, etc.). A 8ª questão analisava a dificuldade percebida de completar a tarefa e uso do hardware. Os resultados obtidos com a utilização do jogo foram positivos tendo em vista que os pacientes incluídos melhoraram sua pontuação nas escalas motoras utilizadas. Também mostraram melhorias nos mecanismos de controle postural dinâmico e sistema vestibular.

### 3.2.6 SIRTET-K3D

Este trabalho apresenta um JSA chamado SIRTET-K3D, para estimular o equilíbrio para prevenção de quedas em idosos (ROSSITO et al., 2014). O desenvolvimento baseou-se na metodologia Maiêutica, que é uma metodologia para desenvolvimento de Softwares 3D Interativos (S3DI) com foco na educação. A metodologia propõe uma série de perguntas para um analista de projeto, referentes aos diversos aspectos do sistema proposto. A metodologia específica para JS, a MOLDE (FARIAS et al., 2014), foi utilizada para definição de níveis do jogo e demais características que levaram à capacidade de customizar e personalizar o jogo.

Sobre o funcionamento do jogo: o jogador é colocado em um túnel e objetos vêm a partir do fundo até o jogador. O objetivo é apanhar ou se esquivar de objetos de acordo com a cor, conforme ilustra a Figura 17 (B). O avatar e cenário são criados a partir das características antropométricas do usuário, indicando assim a customização do jogo. Requer o Kinect como meio de interação e a distância de detecção do jogador deve ser de 3 a 5 metros.

Figura 17 – (A) Tela calibração Kinect (B) Tela do SIRTET-K3D



Fonte: Rossito et al., 2014.

O jogo possui fases e níveis: na fase, o fisioterapeuta pode controlar o número de desafios, somente alvos, somente obstáculos ou ambos e; tamanho dos objetos. Mudanças do jogo podem ser editadas em arquivos .XML (*Extensible Markup Language*). A colisão com os objetos de captura se dão com as extremidades (mão, pés e cabeça), para incentivo do movimento correto. O jogo também oferece *feedbacks* visuais e sonoros, barra lateral que indica progresso de níveis, e área aparente atrás do avatar, utilizado para indicar quando um alvo ou obstáculo passa por ele. Ao final de cada sessão é gerado um arquivo .CSV com dados do jogo para análise do entendido que poderá ser um fisioterapeuta ou gerontologista.

A aplicação do jogo para avaliação da eficácia na melhora do equilíbrio se deu em um grupo experimental de 12 participantes submetidos a um treinamento com duração total de 10 semanas e frequência de 2 vezes semanais (SOARES, 2015). As sessões individuais tiveram duração de 15 a 45 minutos, de acordo com a condição do paciente. Durante o jogo, o nível de esforço, frequência cardíaca e pressão arterial foram monitorados. Participantes do grupo de controle (12 participantes) não foram submetidos a qualquer tratamento e foram instruídos a manter a sua rotina normal. O programa de exercícios com o jogo SIRTET resultou em ganhos significativos quanto à força dos grandes grupos musculares, equilíbrio e mobilidade funcional dos idosos.

### 3.3 COMPARAÇÃO DOS JSA PARA EQUILÍBRIO

Na Tabela 4 constam informações referentes aos jogos apresentados. Na primeira coluna estão destacados os artigos, ordenados conforme aspectos similares ao novo JSA a ser proposto, apresentando a nomenclatura do JSA, o autor e ano de publicação. Nas colunas seguintes são apresentados dados referentes à: amostra utilizada bem como especificação da

população prevista para aplicação do JSA; dispositivo; elementos e tarefas do JSA; dados da intervenção e avaliação de software e avaliação clínica.

Tabela 4 – Características dos JSA apresentados

|                                                     | Características da amostra e tipo de estudo            | Tecnologia Utilizada                                                                          | Elementos do Jogo e Tarefas                                                                                           | Intervenção                                         | Avaliação de Software e Clínica                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Neverball</b><br><b>Fitzgerald et al. (2008)</b> | G: Adultos saudáveis (N=11) Idade: 25.4                | Placa oscilação com sensor MTx                                                                | Manipular plataforma usando deslocamento de peso                                                                      | 3 x 15 min. p/ sem. por 4 semanas<br>Total: 180 min | S: Questionário: VRUSE<br>C: não espec.                                                                                                 |
| <b>Balloon Burst</b><br><b>Betker et al. (2007)</b> | G: Adultos Saudáveis Pacientes neurológicos (N=3)      | Plataforma de pressão, 53 x 53 cm, 256 sensores de pressão                                    | Deslocamento de peso nas direções anteroposterior (AP) e mediolateral (ML) com tarefas cognitivas                     | 30-45 minutos, 2 ou 3 sessões por sem.              | S: Questionário<br>C: CTSIB                                                                                                             |
| <b>Footstep</b><br><b>Lange et al. (2010a)</b>      | G: Adultos saudáveis (N=7) Idade: 16-43                | Webcams, marcadores de LED, jogo baseado em passo                                             | Dança e exercícios baseados em passos para frente, pra trás, esquerda, direções diagonais                             | Não especificado                                    | S: Entrevistas semiestruturadas sobre experiência do jogo;<br>C: não espec.                                                             |
| <b>Balloon</b><br><b>Lange et al. (2010b)</b>       | G: Pacientes Hemiparéticos (N=4) Idade média: 60       | Wii Balance Board                                                                             | Jogador deve mover balão para evitar queda de estrelas, deslocando peso sobre a prancha na direção desejada.          | Uma sessão 4 a 10 min.                              | S: Observações <i>gameplay</i> gravadas;<br>–Questionário sobre usabilidade;<br>–Perguntas sobre experiência de jogar.<br>C: não espec. |
| <b>BioTrak</b><br><b>Lloréns et al. (2013)</b>      | G: Pacientes com hemiparesia crônica (N=10)            | Sistema Rastreamento (óptico, eletromagnético, ou sensores de profundidade semelhante Kinect) | Em um ambiente virtual 3D o paciente tem que alcançar itens virtuais. Os exercícios incluem posições sentado e em pé. | 20 sessões de 20 min.                               | S: 8 Questões Usabilidade;<br>C:<br>–EEB<br>–POMA<br>–NEDSVE/IBV                                                                        |
| <b>SIRTET</b><br><b>Rossito et al. (2014)</b>       | G: Idosos                                              | Kinect                                                                                        | Tocar objetos de captura e desviar de objetos obstáculos                                                              | 20 sessões de 15 min, 2 x por semana                | S: Questionário (Downling et al. 2013);<br>C: TUGT e FRT                                                                                |
| <b>Wobu-bble</b><br><b>Bosse et al. (2016)</b>      | G: Adultos saudáveis (n=102) e hemiparéticos (n = 108) | Prancha de oscilação                                                                          | Manipular prancha com movimentos laterais e anteroposteriores                                                         | Não especificado                                    | S: Questionário de Percepção de Utilidade SEU-Q<br>C: não espec.                                                                        |

Legenda: G = Grupo Experimental; N= Número de participantes; S: Avaliação Software; C: Avaliação Clínica; EEB = Escala de Equilíbrio Berg; CTSIB = Clinical Test of Sensory Interaction and Balance; POMA = Performance Oriented Mobility Assessment; TUGT = Timed Up-and-Go Test; FRT= Functional Reach Test

Para comparação entre os jogos propostos, são relacionadas na Tabela 5 algumas características, com respectivo questionamento:

- Equilíbrio: o jogo se propõe a treinar/avaliar o equilíbrio sobre base fixa/estática ou sobre uma base móvel/dinâmica?

- Metodologia de desenvolvimento: o trabalho indica se utilizou alguma metodologia de desenvolvimento de jogos (*game design*)?
- População: o jogo é adaptável a diferentes populações?
- Fases: o jogo possui fases?
- Níveis: o jogo possui níveis?
- Avaliação/tratamento: o jogo será utilizado para avaliação ou tratamento?
- Armazenamento: o jogo armazena dados do jogo?
- Dispositivo: que dispositivo é utilizado para captura de dados do jogador?

A última coluna da Tabela 5 refere-se às características do JSA que estará sendo proposto neste trabalho.

Tabela 5 – Comparativo entre jogos apresentados

| Elementos                       | Neverball<br>(2008) | Balloon<br>Burst (2007) | Footstep<br>(2010) | Balloon<br>(2010) | BioTrak<br>(2013) | SIRTET<br>(2014) | Wobu-bble<br>(2016) |
|---------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------------|
| Equilíbrio                      | Dinâmico            | Dinâmico                | Ambos              | Dinâmico          | Ambos             | Dinâmico         | Dinâmico            |
| Metod. Desenv. Multidisciplinar | X                   | X                       | X                  | X                 | X                 | √                | √                   |
| População                       | X                   | X                       | √                  | X                 | √                 | √                | √                   |
| Fases                           | X                   | X                       | X                  | X                 | X                 | √                | √                   |
| Níveis                          | √                   | √                       | √                  | √                 | √                 | √                | √                   |
| Avaliação                       | X                   | X                       | X                  | X                 | X                 | X                | √                   |
| Terapia                         | X                   | √                       | X                  | √                 | √                 | √                | √                   |
| Fez Avaliação Clínica           | X                   | √                       | X                  | X                 | √                 | √                | X                   |
| Fez Avaliação Software          | √                   | √                       | √                  | √                 | √                 | √                | √                   |
| Armazena Dados                  | X                   | X                       | X                  | √                 | √                 | √                | √                   |
| Dispositivo                     | Próprio             | Próprio                 | Próprio            | WBB               | Próprio           | Kinect           | Próprio             |

Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Nos trabalhos apresentados, todos propõe um JSA a fim de melhorar o equilíbrio, quatro preveem o equilíbrio sobre base instável e três trabalhos utilizam uma base estável. Apesar de tratarem de JS, somente dois trabalhos declararam a aplicação de metodologia de desenvolvimento (*game design*) e aplicação de um teste preliminar do jogo, outros comentam que tiveram opiniões de entendidos, porém não está claro que se trata de uma metodologia conhecida sendo aplicada.

Com relação ao atendimento a diferentes tipos de populações, três trabalhos permitem ajustes de configurações do jogo para aplicação a diferentes populações. Sobre a previsão de fases no jogo, somente o trabalho de Rossito et al. (2014) apresentou fases, os demais somente níveis, ou por vezes são descritas as configurações permitidas para aumento de dificuldade do jogo, como ajustes de tamanho dos elementos do jogo, ajustes de velocidades e outros.

Quanto ao atendimento de avaliação e/ou tratamento, quatro trabalhos relatam que o JSA servirá para tratamento, e três trabalhos incluíram as avaliações clínicas para constatar isto. Em todos os trabalhos houve algum tipo de avaliação relacionada à experiência com o JSA e a avaliação mais frequente foi o questionário de usabilidade. Com relação ao armazenamento de dados, três trabalhos apresentam opção de gravação de dados para possível avaliação do entendimento posteriormente à utilização do JSA. Na maioria dos trabalhos foram utilizados dispositivos de interação personalizados. Dois trabalhos utilizaram dispositivos comerciais: WBB e Kinect para entrada de dados, os demais utilizaram desenvolvimento próprios.

As características comuns dos JSA relacionados nesta sessão incluem: promover o equilíbrio dinâmico, utilização de dispositivos de interação de baixo custo e permissão de alteração de configurações do jogo.

### **3.3.1 Contribuições dos JS relacionados**

No trabalho de Lange et al. (2010b) foi utilizada a metodologia centrada no usuário, que através de entrevistas informais, definiram alguns requisitos para o desenvolvimento do jogo. Esta possibilidade foi considerada o que levou a aplicação da metodologia POP (Perguntas Objetivas de Participação). Requisitos como o aumento de dificuldade do jogo para diferentes pacientes, por exemplo, foram identificados junto ao entendimento. Semelhante à avaliação do protótipo do JSA para verificação de benefícios terapêuticos, realizado no trabalho de Lange et al. (2010b), e a avaliação de experiência do JSA no trabalho de Fitzgerald et al. (2008), determinou-se a aplicação de uma avaliação de potencial aos usuários entendidos.

Com relação aos dispositivos adotados, Fitzgerald et al. (2008) aplicaram um rastreador MTx em uma placa de oscilação, este tipo de rastreador atualmente está descontinuado pelo fabricante. Dispositivos semelhantes a este e outros rastreadores como o utilizado no trabalho de Lange et al. (2010a), tem um custo elevado. Betker et al. (2007)

implementaram um dispositivo no qual o jogador utilizará apenas sentado, os demais trabalhos utilizaram dispositivos comerciais, WBB e Kinect, que nestes casos o investimento também é considerável.

O atendimento a diferentes populações e implementação de fases e níveis no JSA, é previsto no trabalho de Rossito et al. (2014), que aplicou a metodologia de *game design* MOLDE, optou-se pela aplicação desta metodologia para o desenvolvimento. Acredita-se que através desta metodologia o JSA a ser desenvolvido estará alinhado às expectativas dos entendidos sobre o funcionamento do JSA. A avaliação clínica relacionada ao JSA proposto nesta pesquisa não está sendo tratada neste trabalho devido ao escopo previsto, tempo e ausência de conhecimentos da área médica.

Como característica distinta dos demais trabalhos apresentados é a previsão da utilização do JSA para avaliação do equilíbrio, ou seja, permitir através do JSA a extração de dados de pacientes com alterações posturais, além da opção do tratamento.

## 4 O JOGO SÉRIO WOBUBBLE

O Wobu-bble, leia-se “*wobbleball*”, é uma proposta de JSA para auxiliar na reabilitação do equilíbrio dinâmico para pacientes com hemiparesia (BOSSE et al., 2015). O nome do JSA remete a junção da descrição do dispositivo de interação adotado (*wobble board*), elemento construtivo de uma bola (semi-esfera, *ball*), sensação ‘woooou’ que o dispositivo utilizado proporciona e o elemento gráfico principal do jogo, uma bolha (*bubble*).

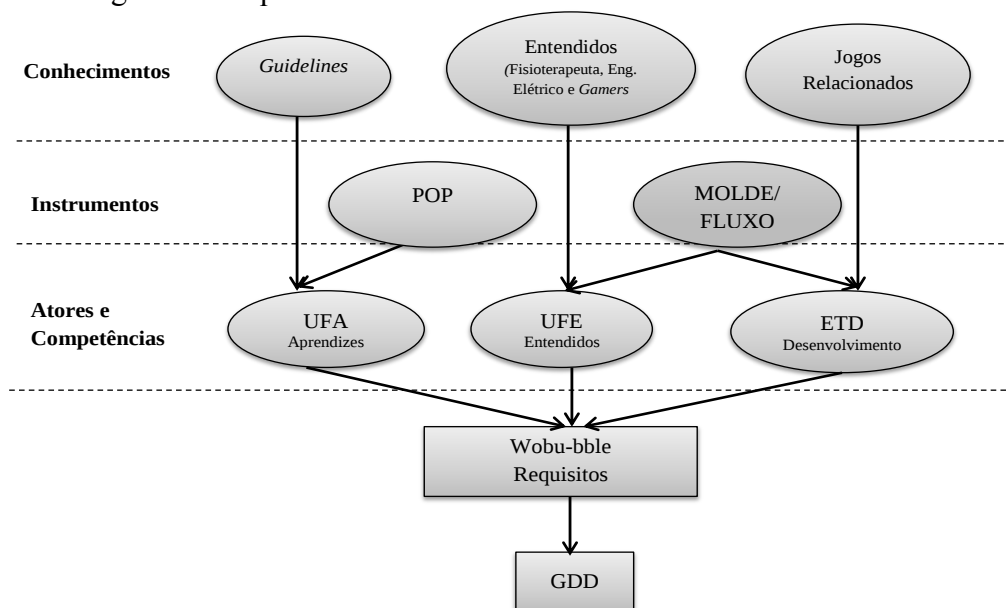
O interesse de desenvolver um JS para esta população adveio de uma parceria entre a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e a Associação Catarinense de Ensino (ACE), mais especificamente com o Núcleo de Pesquisas em Neuroreabilitação (NUPEN), que atende pacientes com problemas neurológicos e utilizam JSA para reabilitação.

### 4.1 REQUISITOS DE UM JOGO PARA DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO

Os requisitos para a criação do JSA são oriundos de três principais fontes: conhecimentos, instrumentos e atores/competências (Figura 18). As *guidelines*, as pessoas entendidas (fisioterapeutas, engenheiro eletricista e *gamers*) e os jogos relacionados representam os conhecimentos. Os instrumentos são as metodologias identificadas e escolhidas para o desenvolvimento do JSA e, por fim, os atores e competências são os próprios UFA, UFE e ETD que contribuem com os requisitos do JSA que por consequência geram o *Game Design Document* (GDD).

Os primeiros requisitos para a concepção do JSA foram levantados em reuniões com a equipe de entendidos: um fisioterapeuta atuante na reabilitação neurológica com experiência na aplicação de JSA, um engenheiro eletricista, estudante de doutorado na área biomédica; e *brainstorms* com membros do laboratório de pesquisa em desenvolvimento de aplicações gráficas LARVA (*Laboratory for Research on Visual Applications*).

Figura 18 – Origem dos requisitos



Fonte: produção do próprio autor, 2016.

Na Tabela 6 são detalhadas as seguintes informações dos encontros: data, grupo envolvido, local e objetivo.

Tabela 6 – Encontros com os atores envolvidos no projeto

| <b>Data</b> | <b>Envolvidos</b> | <b>Local</b> | <b>Objetivo</b>                      | <b>Qtde Particip.</b> |
|-------------|-------------------|--------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 25/02/15    | UFE               | UDESC        | Conversa inicial do projeto          | 4                     |
| 10/04/15    | ETD               | UDESC-LAB.   | <i>Brainstorm</i> sobre ideia do JSA | 15                    |
| 20/05/15    | UFE               | UDESC        | Discussão sobre requisitos           | 4                     |
| 29/05/15    | UFE               | UDESC        | Apresentação proposta do JSA         | 4                     |
| 11/09/15    | UFE               | ACE          | Apresentação protótipo funcional     | 4                     |
| 17/09/15    | UFE               | ACE          | Discussão protótipo funcional        | 3                     |
| 06/11/15    | ETD               | UDESC-LAB.   | <i>Brainstorm</i> sobre protótipo    | 13                    |
| 21/03/16    | UFE               | ACE          | Discussão para aplicação do JSA      | 4                     |
| 05/04/16    | UFE               | ACE          | Testes para aplicação                | 3                     |
| 15/04/16    | ETD               | UDESC-LAB.   | Apresentação e discussão             | 10                    |
| 30/05/16    | UFE               | ACE          | Verificação de aplicação do JSA      | 4                     |
| 20/06/16    | UFE               | ACE          | Acompanhamento utilização JSA        | 3                     |
| 21/10/16    | ETD               | UDESC-LAB.   | Apresentação e Discussão             | 17                    |

Como requisitos, foram consideradas as seguintes características obrigatórias, desejáveis e indesejáveis para reabilitação do equilíbrio dinâmico.

Requisitos obrigatórios:

- R1.Incentivar movimentações laterais e anteroposteriores e combinados;
- R2.Perseguir proporcionalidade do esforço de equilíbrio e posições equivalentes;
- R3.Possuir diferentes tarefas;
- R4.Fornecer dados de saída.

Requisitos desejáveis:

- R5.Utilizar uma base instável;
- R6.Ser útil tanto para avaliação (métricas) quanto tratamento;
- R7.Permitir calibração (customização para cada paciente);
- R8.Atender diferentes populações;
- R9.Ser atrativo graficamente com visual simples;
- R10. Promover entretenimento;
- R11. Pontuação por posição e permanência;
- R12. Possuir uso de teclas de atalho (painel de controle);
- R13. Possuir *feedback* sonoro.

Requisito indesejável:

- R14. Exigir esforço além da capacidade do jogador.

O requisito 1 é obrigatório e trata-se do movimento a ser executado pelo jogador para cumprir o desenvolvimento do equilíbrio dinâmico, bem como o requisito 2, oriundo do conhecimento exclusivo do entendido, é obrigatório e tem impacto sobre os estímulos de movimentos que o jogo deverá proporcionar. O JSA obrigatoriamente deverá possibilitar diferentes tarefas R12 e fornecer dados de saída R13 para que os entendidos utilizem para avaliação e projeção do tratamento do equilíbrio dinâmico.

Em uma aplicação já utilizada pelo entendido é possível a verificação do equilíbrio do paciente, que atua como parte de um protocolo de avaliação, esta possibilidade é desejada no novo JSA (R6). O R7 requer que o JSA seja adaptável às limitações do paciente, ou seja, permitir reconhecimento dos alcances máximos do jogador para formação de escalas. Isto permite exploração total da área do jogo e não permite que a limitação do paciente esteja

aparente, não gerando assim, desestímulo inicial, reconhecendo e personalizando o jogo para cada paciente.

O R8 é sobre a possibilidade de adaptação do novo JSA a diferentes públicos, isto sugere que o jogo disponha de mecanismos para tal adaptação. No trabalho de Betker et al. (2007) o jogador, representado por uma carta, deve manter o CP, durante um tempo em determinada posição para que seja revelada, o R11 trata da mesma função, ou seja, a permanência por determinado tempo deverá ser uma característica do JSA. Assim como solicitado pelos participantes no trabalho de Lange et al. (2010), um jogo motivador e divertido, aqui também há o anseio por um JSA divertido conforme o requisito 10. Disponibilizar teclas de atalho para realização de funções como pausar, finalizar, aumentar de nível, retroceder nível entre outros R12; e emitir feedbacks sonoros R13 também foram requisitos levantados.

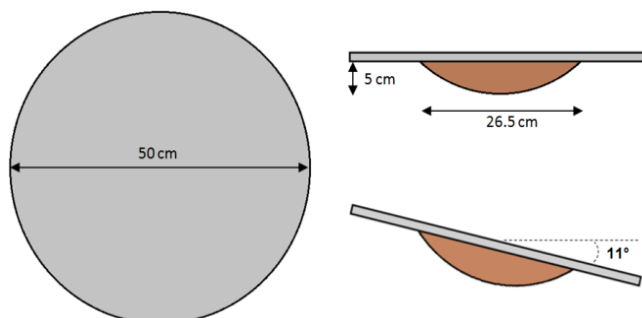
Por fim, o requisito indesejável documentado é o R14, oriundo da teoria de fluxo.

## 4.2 DISPOSITIVO DE ENTRADA

Com os primeiros requisitos definidos, foram analisados dispositivos de interação que permitissem realizar os estímulos requeridos. Analisou-se os tipos de pranchas existentes, e optou-se pela prancha de oscilação variável, desenvolvida por Noveletto et al. (2015), que possibilita inclinação para todas as direções, não só lateral e anteroposterior, e por meio de sensores de inércia (acelerômetro e giroscópio), ângulos e direções são captados e transmitidos para o computador. Esta definição prevê atendimento ao requisito 1.

A prancha (Figura 19) é composta de uma placa de madeira circular acoplada a uma semi-esfera. A placa de madeira (MDF) tem 50 cm de diâmetro e 15 mm de espessura. A semi-esfera de resina tem uma corda de 26.5 cm de diâmetro, com uma flecha de 5 cm, permitindo uma inclinação máxima da prancha de aproximadamente 11°. As dimensões da prancha foram baseadas em um estudo de Almeida e colaboradores (2006 apud Noveletto et al., 2015), onde foram avaliadas estratégias de equilíbrio de tornozelo, joelho e quadril, sobre pranchas de equilíbrio de diferentes dimensões.

Figura 19 – Vistas superior e lateral com as dimensões e ângulo máximo de inclinação da prancha



Fonte: Noveletto et al., 2015.

O *hardware* desenvolvido é composto por um sistema microcontrolador baseado no microcontrolador ATmega328 (Atmel). Os dados de acelerometria (ângulos de inclinação da prancha) são obtidos por meio de uma unidade de sensores inerciais MPU-6050 (Invensense). O sensor inercial (acelerômetro + giroscópio) se comunica com o microcontrolador via I2C, que se comunica com o computador via USB/Serial. O custo dos materiais utilizados para a composição da prancha é de R\$250,00 e a mão de obra aproximadamente R\$200,00.

#### 4.3 APLICAÇÃO DA POP

O *design* centrado no usuário como DP vem sendo utilizado no desenvolvimento de JSA, como no trabalho de Lange et al. (2010) e Uzor et al. (2012). Foi analisada a necessidade, ou não, de participação dos pacientes com hemiparesia na própria concepção do “*design*” do jogo, levando ao que se costuma chamar de DP. Para tal foi aplicado o instrumento POP (OLIVEIRA et al., 2015) que é um instrumento para não especialistas em DP, para ajudar a avaliar a adoção desta técnica, cujas respostas estão no Apêndice B. Os resultados foram: indicação final (fi): não usar DP, Confiança (cf): 73% e Coerência (cr): 80%. Esses dados indicam que não é recomendada a participação dos usuários finais (jogadores/aprendizes) neste projeto. Esta decisão também se justifica pelo fato de que o público que pode se beneficiar do Wobu-bble é variado, conforme a utilidade que um fisioterapeuta consegue ver no jogo, por exemplo, o uso do jogo sentado sobre a prancha pode levar ao tratamento e reabilitação de outras patologias.

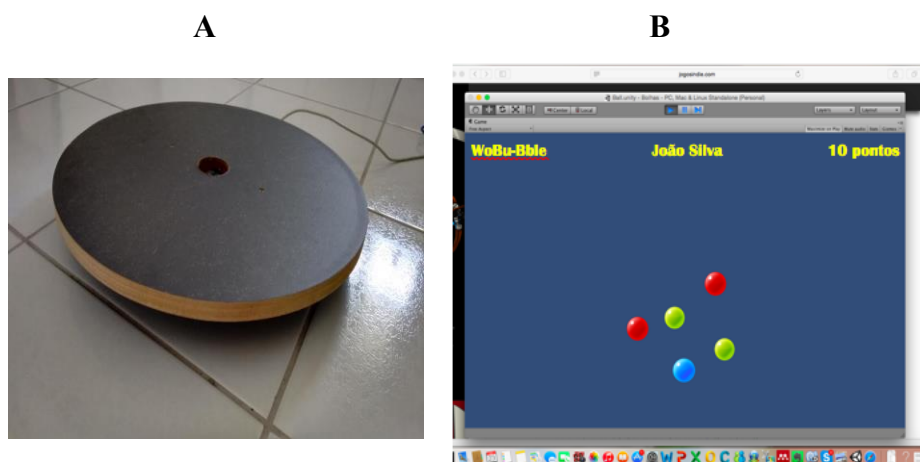
#### 4.4 APLICAÇÃO METODOLOGIA MOLDE

A adoção da metodologia MOLDE para o desenvolvimento do JSA Wobu-bble justifica-se pelas características desejadas no JSA: entender e traduzir as expectativas dos entendidos em atributos do jogo; variação de níveis de dificuldade e adaptável a outras populações.

A metodologia MOLDE almeja o uso dos dados motores dos jogadores como variáveis do jogo, o que torna mais provável o atendimento às expectativas do entendido, com relação aos resultados da utilização do JSA (FARIAS et al., 2014).

Conforme propõe a metodologia, inicialmente foram realizadas algumas reuniões com entendidos para verificação de expectativas e funcionalidades do novo JSA. Após as primeiras reuniões, foi idealizada e exposta a mecânica do jogo, forma de interação e questões estéticas. A mecânica do jogo consiste de uma bolha principal, representada pelo jogador, que deve alcançar bolhas de ‘captura’ e desviar-se de bolhas ‘obstáculo’. Sobre o aspecto jogabilidade, na Figura 20 é mostrado o dispositivo de interação (prancha) e o primeiro protótipo do jogo desenhado para uso em reuniões e *brainstorms* realizadas com entendidos (fisioterapeutas e técnicos).

Figura 20 – (A) Prancha e (B) Tela primeiro protótipo do Wobu-bble



Fonte: próprio autor (2015).

##### 4.4.1 Variáveis

Embora a metodologia de *game design* MOLDE não instrua a criação de um dicionário de dados, decidiu-se registrar as variáveis em um dicionário (Apêndice C). A necessidade de documentar essas variáveis deve-se pelo grande número de variáveis

envolvidas (>20); e a utilidade da definição de um padrão de nomenclatura a fim de facilitar o entendimento das variáveis, caso outro programador venha a utilizar o código fonte.

As variáveis que representam os estágios, ou seja, quando alteradas representam mudanças de fases ou níveis no jogo são: número de bolhas, tipo da bolha obstáculo (móvel/fixa), cor da bolha, tamanho da bolha jogador, velocidade das bolhas secundárias (captura e obstáculo), presença bolhas extras (branca e dourada) e tempo de jogo. Para as alterações significativas que representam as mudanças de fase as variáveis utilizadas estão listadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Variáveis de Fase

| <b>Variável de Fase</b>       | <b>Característica</b> |
|-------------------------------|-----------------------|
| Tamanho Bolha Jogador         | Grande/Média/Pequena  |
| Velocidade Bolhas Secundárias | Lenta/Média/Alta      |
| Bolhas Extras                 | Branca/Dourada        |

Considera-se que a diminuição do tamanho da bolha do jogador irá aumentar o nível de dificuldade para alcance das bolhas de captura. Quando a bolha secundária é móvel, a velocidade inicial de movimentação é lenta, e conforme alteração de fase a velocidade aumentará. A presença de bolhas extras em determinada fase do jogo representarão desafios e estímulos diferentes, pois ao capturar bolhas brancas, as outras bolhas congelarão em tela, facilitando a captura de bolhas móveis. A bolha dourada quando alcançada fornecerá maior pontuação, porém para a captura desta o jogador deverá permanecer alguns segundos a mais sobre ela. Este estímulo está previsto em requisito (R7) já apresentado.

Tabela 8 – Variáveis de Níveis

| <b>Variável de Nível</b> | <b>Característica</b> |
|--------------------------|-----------------------|
| Número de Bolhas         | Pequena/Média/Grande  |
| Tipo de Bolha            | Móvel/Fixa            |
| Cores Bolhas             | Verde/Vermelha        |

As variáveis descritas na Tabela 8 representam os níveis do Wobu-bble, pequenos incrementos de dificuldade no jogo. Na transição dos níveis o número de bolhas é aumentado, o tipo de bolha é variado entre bolhas fixas e móveis e as cores também podem

variar entre as verdes (captura) e as vermelhas (obstáculo). Em caso de colisão com a bolha vermelha (obstáculo) o jogador perde.

O tempo de jogo é determinado por nível, e está relacionado à variável do número de bolhas, ou seja, conforme o acréscimo de bolhas o tempo disponível de jogo aumentará. A regra consiste em: até 4 bolhas, o tempo de jogo é de 30 segundos; a cada bolha verde acrescentada serão adicionados 5 segundos e; a cada bolha vermelha acrescentado 10 segundos. Esta regra do aumento do tempo conforme o aumento da dificuldade faz-se necessária para não tornar a tarefa do nível difícil de ser completada com o aumento do número de itens de interação.

As variáveis foram definidas considerando os aspectos do equilíbrio, por exemplo, na primeira fase a velocidade das bolhas será lenta e o tamanho da bolha do jogador é grande, esses itens influenciam no equilíbrio. As variáveis já descritas impactam quanto ao atendimento à diferentes públicos, porém, a variável velocidade da bolha do jogador (baixa, média, alta) também impacta nesse aspecto.

#### **4.4.3 Transições**

Um primeiro esboço de transição de fases e níveis foi apresentado para o entendimento: vinte transições de níveis e sete de fases. O mesmo indicou algumas alterações, prevendo que as transições de níveis propostas estavam muito exigentes para o jogador e que estas deveriam ser mais suaves. Em nova proposta aprovada, passaram a serem consideradas sessenta e duas transições de níveis. Sobre as fases propostas não houve alterações.

As transições, sejam de fases ou níveis, se darão conforme parametrização disposta na tela de configurações no ícone ‘modo’ que possui as opções: ‘condicionado’ e ‘exploratório’. No modo exploratório a transição ocorrerá sempre avançando de nível e fase, mesmo que a tarefa não tenha sido realizada no tempo determinado ou caso ocorra colisão com a bolha obstáculo. Desta forma o jogador poderá conhecer os diferentes níveis e fases existentes no jogo. No modo condicionado, as transições respeitarão as seguintes regras descritas adiante.

Os níveis avançam automaticamente caso a tarefa seja concluída com sucesso e, regridem automaticamente caso o jogador, na terceira repetição do nível, não complete a tarefa. Com relação às características alteradas conforme avanço/regresso de nível, a característica que geralmente sofre alteração é o número de bolhas apresentadas, conforme visto na Tabela 9.

As setas indicam a ocorrência de alteração de característica da variável de nível (número de bolhas, tipo da bolha e cor) e as mudanças de variáveis podem ser simultâneas, exemplo: alteração de número de bolhas e acréscimo de bolha móvel.

Tabela 9 – Transições de Níveis

| Nível | Nr. Bolhas | Tipo Bolha        | Cores Bolhas           |
|-------|------------|-------------------|------------------------|
| 1     | 2          | Fixa              | Verde                  |
| ...   |            |                   |                        |
| 4     | 4          | Fixa              | Verde                  |
| ...   |            |                   |                        |
| 7     | 5          | 4 Fixas e 1 Móvel | Verde                  |
| ...   |            |                   |                        |
| 11    | 9          | 8 Fixas 1 Móvel   | Verde                  |
| 12    | 7          | 5 Fixas 2 Móveis  | Verde                  |
| ...   |            |                   |                        |
| 17    | 8          | 5 Fixas 3 Móveis  | Verde                  |
| ...   |            |                   |                        |
| 20    | 8          | Fixa              | 7 Verdes e 1 Vermelha  |
| ...   |            |                   |                        |
| 23    | 11         | Fixa              | 10 Verdes e 1 Vermelha |
| ...   |            |                   |                        |
| 26    | 7          | Fixa              | 5 Verdes e 2 Vermelhas |
| ...   |            |                   |                        |
| 39    | 9          | 7 Fixas 2 Móveis  | 7 Verdes e 2 Vermelhas |
| ...   |            |                   |                        |
| 54    | 8          | 5 Fixas 3 Móveis  | 6 Verdes e 2 Vermelhas |
| ...   |            |                   |                        |
| 62    | 8          | 6 Fixas 2 Móveis  | 6 Verdes e 2 Vermelhas |

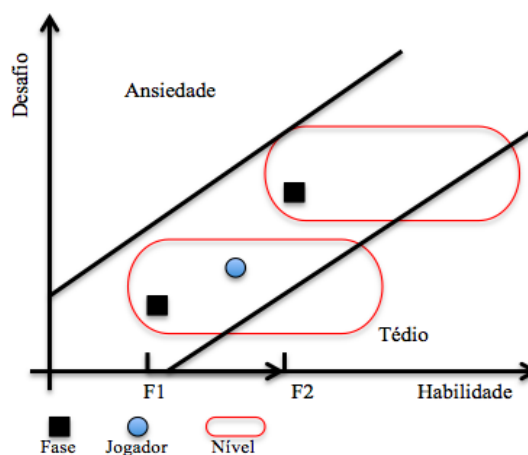
Ao término do nível 62, ocorrerá a transição para a fase seguinte, a fase 2, que conforme Tabela 9 prevê a alteração do tamanho da bolha do jogador. Dessa forma o jogador percorrerá os mesmos níveis da primeira fase, porém com o grau de dificuldade aumentado para a realização das tarefas. Na Tabela 10 as setas indicam a ocorrência de alteração de característica da variável de fase na qual somente uma das características da variável é alterada a cada mudança de fase.

Tabela 10 – Transições de Fases

| Fase | Tam. Bolha | Velocidade Bolha | Bolhas Extras    |
|------|------------|------------------|------------------|
| 1    | Grande     | Lenta            | -                |
| 2    | Média      | Lenta            | -                |
| 3    | Média      | Lenta            | Branca           |
| 4    | Média      | Média            | Branca           |
| 5    | Pequena    | Média            | Branca           |
| 6    | Pequena    | Média            | Branca + Dourada |
| 7    | Pequena    | Alta             | Branca + Dourada |

A Figura 21 mostra como o jogo reage às habilidades da pessoa para um jogador em progresso. Os quadrados representam os pontos de referência que marcam as fases, os oblongos indicam as variáveis de nível e o círculo, o jogador. O gráfico mostra uma situação para quando seria sugerida a evolução de fase do jogador. Dessa forma visualiza-se o conceito de Fluxo aplicado no jogo.

Figura 21 – Evolução do jogador



Fonte: Adaptado de Csikszentmihalyi et al., 1991.

Para suportar diversas populações, o Wobu-bble lê dados de um arquivo texto com parâmetros que definirão as variáveis do jogo, conforme indica a MOLDE. No Apêndice D verifica-se um exemplo de arquivo para a população de adolescentes utilizarem o jogo. As variáveis que representam as fases e níveis, por exemplo, tamanho da bolha principal, velocidade e número de bolhas, são então lidas pelo JSA, atendendo assim o requisito 8 (atender diferentes populações).

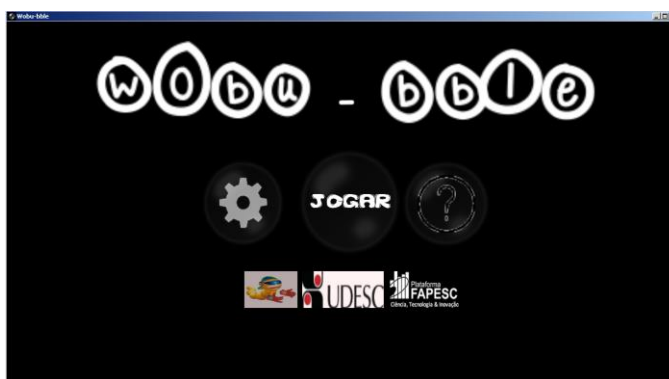
No encerramento do jogo um arquivo CSV (*Comma Separated Values*) será gravado automaticamente com as variáveis: nome do jogador; data; fases e níveis percorridos com

respectivo tempo levado em cada nível, pontuação e alcances máximos. Novos dados podem ser extraídos conforme necessidade do fisioterapeuta na utilização do JSA durante avaliação ou tratamento do equilíbrio. A função de geração de arquivo de saída compreende o requisito 13 (fornecer dados de saída).

#### 4.5 SOFTWARE

Para jogar, é necessário que a prancha esteja conectada via entrada USB do computador ou *notebook*, e jogo esteja instalado. Na tela inicial são apresentadas as opções: configurações, jogar e ajuda (Figura 22). No ícone ‘configurações’ estão dispostos alguns parâmetros do jogo e ícones de acesso: avaliação e visualização da avaliação.

Figura 22 – Tela inicial do Wobu-bble



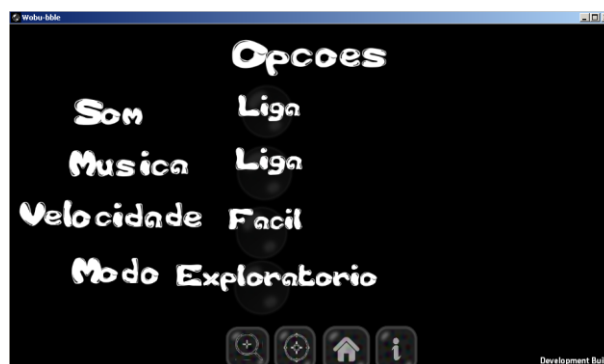
Fonte: próprio autor (2016).

Na Figura 23 é visualizada a tela de configurações, que permite ao UFE alterar os seguintes parâmetros do jogo: som (liga/desliga), música (liga/desliga), velocidade da bolha (fácil, médio e difícil) e modo (exploratório/condicionado). Os diversos sons disponibilizados, que podem ser: efeitos sonoros nas colisões de bolhas, mensagens de *feedback* e, música de fundo, tratam o requisito 11.

O parâmetro ‘modo’, possibilita ao jogador o conhecimento (se ‘modo’ igual exploratório) dos diversos níveis do JSA. No modo ‘exploratório’, mesmo que o jogador não cumpra a tarefa, ele avançará de nível. Já no modo ‘condicionado’, serão aplicadas as regras de transições apresentadas.

A tela ‘opções’ também apresenta os seguintes ícones de navegação: visualizar protocolo de avaliação, avaliação, voltar para tela principal e créditos.

Figura 23 – Tela de configurações do Wobu-bble

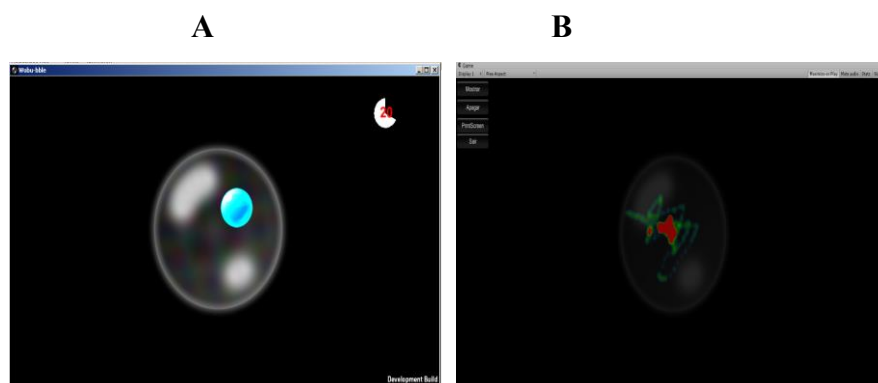


Fonte: próprio autor (2016).

Na avaliação, o jogador deverá manter a bolha azul em área delimitada por bolha maior, visualizado na Figura 24 (A), por tempo limite de 30 segundos. Dessa forma reproduzirá o protocolo sugerido pelos entendidos (NOVELETTO et al., 2015) e atendimento ao Requisito 3 que se refere à possuir uma forma de avaliação. Para tanto, elaborou-se uma tarefa que poderá ser utilizada para avaliar o equilíbrio do jogador sobre a prancha. O modelo de avaliação de equilíbrio proposto teve alicerce dos UFE's, bem como as tarefas planejadas para o tratamento.

Na Figura 24 (B) é mostrada a tela de visualização da posição percorrida na avaliação, semelhante a um mapa de calor que é uma representação gráfica de um conjunto de dados em que a intensidade é representada por cores. Esta tela ainda apresenta os ícones: mostrar, apagar, *printscreen* e sair.

Figura 24 – (A) Tela do protocolo de equilíbrio e (B) Visualização do Mapa de Calor

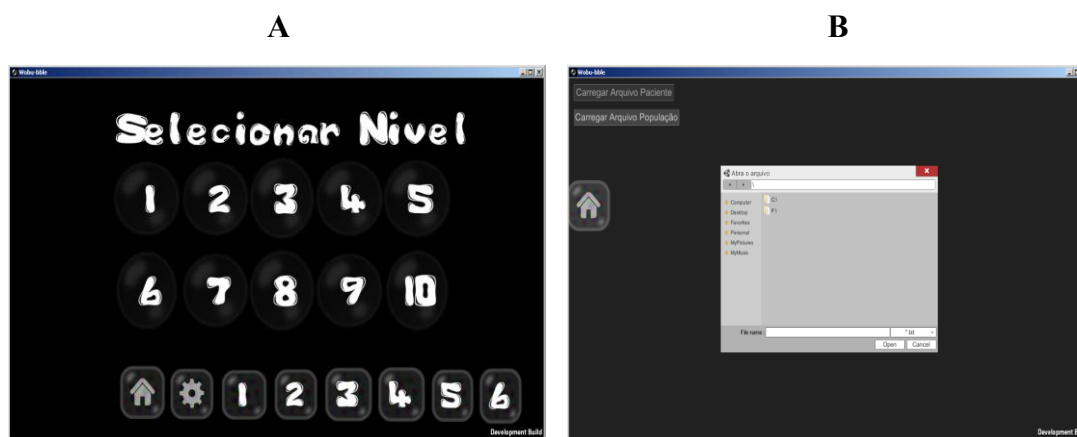


Fonte: próprio autor (2016).

Ao clicar no ícone “jogar” (Figura 24) o UFE será direcionado para a tela de seleção de nível (Figura 25 (A)). Esta tela, além de oferecer ao UFE a opção de selecionar um nível,

outras duas opções estão dispostas: importação dos dados do paciente de jogo anterior (Apêndice E) e importação de dados de configuração do jogo para outra população (Apêndice D). Através da opção de importação de arquivo de população, é possível realizar o *design* das tarefas do jogo, por exemplo, quantidade de níveis e quantidade de variáveis por tarefa, satisfazendo desta forma o requisito 6. Na estrutura do arquivo devem ser considerados seguintes elementos: tamanho da bolha, velocidade, nível, posição da bolha X e Y (verdes e vermelhas). A Figura 25 (B) apresenta a tela que o UFE poderá utilizar caso opte por importar dados do paciente ou dados de configuração.

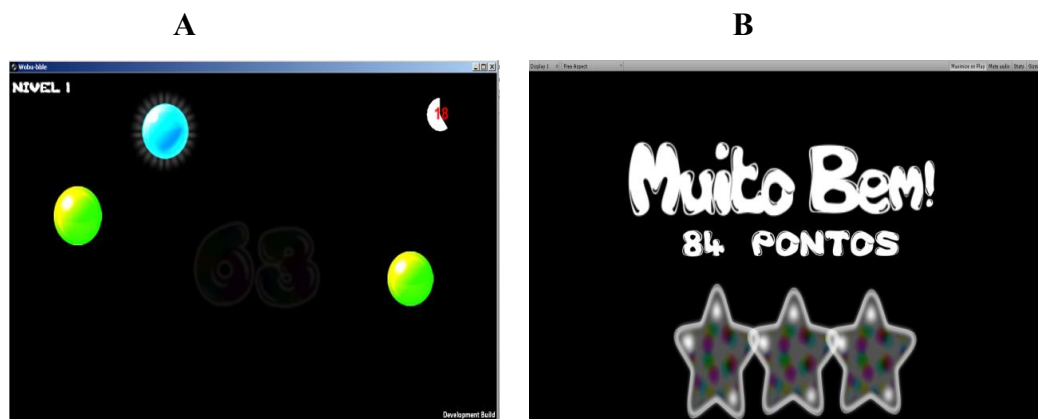
Figura 25 – (A) Tela de seleção de nível e (B) Tela para carregar arquivos



Fonte: próprio autor (2016).

Ao jogar, na tela principal será mostrado um relógio que apresentará o tempo restante para finalização da tarefa (Figura 26 (A)). O atendimento ao requisito 5 dá-se no esforço do jogador em manipular os objetos apresentados em diversas posições. Durante a tarefa, *feedbacks* sonoros ocorrem no momento da captura de bolhas e na finalização do nível. Como *feedback* visual inclui-se a frase ‘Tente Novamente’ quando o jogador perde (tempo esgotado ou colisão com bolha obstáculo), e quando a tarefa é realizada com sucesso (bolhas capturadas dentro do tempo limite) a frase ‘Muito Bem’, estrelas e pontuação são apresentadas (Figura 26 (B)). As diversas tarefas desenvolvidas atendem o requisito 12. Na finalização de um nível com sucesso, é apresentada a pontuação atingida (Figura 26 (B)).

Figura 26 – (A) Tela do jogo no nível 1 (B) Tela finalização nível com sucesso



Fonte: próprio autor (2016).

A pontuação é calculada conforme equação (1), a variável ‘tempo\_jogado’ é o tempo que o jogador leva para completar a tarefa em segundos. A variável ‘tempo\_nível’ é o tempo em segundos do nível jogado.

$$\text{Pontuação} = (\text{Tempo\_jogado (s)} / \text{Tempo\_nível (s)}) * 100 \quad (1)$$

Cada nível possui um determinado tempo de conclusão, e conforme o valor da pontuação serão apresentadas estrelas de bonificação conforme regras exibidas na Tabela 11.

Tabela 11 – Regras exibição de estrelas

| Pontuação                       | Nr.<br>Estrelas |
|---------------------------------|-----------------|
| Se Pontuação $\geq 80$          | 3               |
| Se Pontuação $\geq 50$ e $< 80$ | 2               |
| Se Pontuação $\geq 30$ e $< 50$ | 1               |
| Se Pontuação $< 30$             | 0               |

A pontuação por posição e permanência, prevista no requisito 9, somente será contemplada na fase 6 em diante, ao qual haverá presença de variável que possibilitará o acúmulo de pontos por posição e permanência.

Além dos *feedbacks* na conclusão de nível/fase, será apresentado ao jogador mensagem de alerta nas alterações significativas dos desafios, por exemplo, ao iniciar as bolhas dinâmicas será apresentada uma mensagem na transição do nível.

Conforme requisito 10, foram implementadas teclas de atalho para facilitar a navegação no JSA e alteração de características de variáveis. A Tabela 12 mostra as teclas de atalho disponíveis no Wobu-bble.

Tabela 12 – Teclas de atalho disponíveis

| Tecla | Função              |
|-------|---------------------|
| Esc   | Sai do jogo         |
| E     | Refaz Nível         |
| U     | Avança Nível        |
| J     | Retrocede Nível     |
| M     | Liga/Desliga Música |
| N     | Liga/Desliga Som    |

No tratamento, a cada tarefa/nível realizado pelo jogador, dados referentes ao nível, tempo e pontuação são armazenados em um arquivo texto para análise do entendido. O arquivo gerado possui formato conforme Apêndice E, e poderá ser utilizado para carregar o último nível jogado em próxima sessão de tratamento do paciente. Maiores detalhes sobre a mecânica do jogo estão disponíveis no Apêndice F, o *Game Design Document* do Wobu-bble.

O jogo foi desenvolvido na plataforma Unity3D que propiciou um gráfico divertido com a alusão de uma das variáveis do jogo (bolha) nos menus, atendendo dessa forma o requisito 7. Foi utilizado o pacote de texturas e materiais *Bubble Shooter Pack* disponível na *Asset Store Unity*<sup>8</sup>, que é mercado *online* para usuários da Unity3D de distribuição gratuita e venda de códigos, suporte áudio e projetos completos. A linguagem de programação utilizada foi a C#.

#### 4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O capítulo descreveu o processo de desenvolvimento do JSA Wobu-bble proposto por esta dissertação. A origem dos requisitos ocorre através do conjunto de conhecimentos, instrumentos, atores e competências. Foram detalhados os 14 requisitos apurados, sendo

<sup>8</sup> Disponível em: <https://www.assetstore.unity3d.com/en/>

destes 4 obrigatórios, 9 desejáveis e 1 indesejável. Foram realizadas 13 reuniões presenciais dos envolvidos no projeto.

O dispositivo (*hardware*) escolhido é uma prancha que permite inclinações para todas as direções. As metodologias utilizadas para o desenvolvimento foram: POP, que permite análise de participação, ou não, dos pacientes com hemiparesia na concepção do jogo e MOLDE, metodologia específica para desenvolvimento de JS. Através da MOLDE são identificadas as variáveis que representam mudanças de fases ou níveis e a forma de transição das mesmas.

O *software* (jogo) permite diversas configurações, que podem ser acessadas pelos ícones disponíveis no menu ou via teclas de atalho. Além da possibilidade de ‘jogar’ é possível acessar a opção de avaliação do equilíbrio. Para atendimento a diversas populações o jogo permite importação de dados de configuração de variáveis de níveis e fases e, para a verificação de progresso do jogador é possível importação de dados de jogo anterior. *Feedbacks* sonoros e visuais são fornecidos durante a execução do jogo e realização das tarefas, a pontuação fornecida é calculada de acordo com o tempo levado pelo jogador em cumprir a tarefa. Para desenvolvimento foi utilizada a plataforma Unity3D.

## 5 AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE UTILIDADE

Na literatura podem ser encontradas metodologias e *guidelines* para desenvolvimento de JS's (BUCHINGER; HOUNSELL, 2015; SINCLAIR; HINGSTON; MASEK, 2007) porém poucos trabalhos apresentam uma proposta de avaliação do quanto o mesmo pode ser encarado efetivamente como recurso para o cotidiano profissional. Em levantamento realizado sobre JS's para o tratamento do equilíbrio (BOSSE; HOUNSELL; SOARES, 2016), verificou-se que em geral a avaliação dos jogos é sobre a usabilidade e têm como público alvo os jogadores. Não são avaliadas as visões dos profissionais que devem ser convencidos de usar o JS como ferramenta de trabalho. A maioria das avaliações é feita ao final do desenvolvimento, não durante o mesmo como forma de aprimorar o produto.

A fim de verificar a percepção de utilidade do jogo sério elaborou-se um questionário cujo objetivo é analisar o quanto o jogo atende às expectativas dos usuários finais, tanto jogadores (UFA's) quanto profissionais (UFE's), sobre o uso do jogo como instrumento de auxílio à atividade profissional. O instrumento, chamado SEU-Q (*Serious Exergame Utility - Questionnaire*), avalia os aspectos do jogo e o quanto este tem aplicabilidade profissional (BOSSE; HOUNSELL, 2016). A aplicação do questionário é possível para os três grupos envolvidos no desenvolvimento do JSA (UFA, UFE e ETD).

O modelo TAM é uma avaliação da aceitação tecnológica (JS) por parte do usuário jogador (paciente) e portanto, um tipo de avaliação de usabilidade pelo próprio interessado. O questionário SEU-Q teve fundamento na avaliação proposta por Dowling et al. (2013) que teve por objetivo verificar a adaptação de um programa de treinamento do equilíbrio baseado em jogos digitais através de um questionário que contém três etapas: avaliação operacional, avaliação preliminar e avaliação domiciliar. A avaliação envolveu usuários finais e usuários entendidos (equipe clínica e *designers*), no entanto, o questionário de Dowling et al. (2013) não contempla algumas características desejadas de avaliação, como a utilidade do jogo digital, facilidade de adoção do jogo e a visão empática.

O SEU-Q é uma avaliação da percepção da utilidade da tecnologia (JS) de forma indireta pela classe de usuários jogadores (pacientes) e pela classe de usuários profissionais (terapeutas). Ou seja, busca-se a visão de grupo (não individual) de forma empática (no lugar de outra pessoa). Desta forma, o SEU-Q é o único instrumento de avaliação que é compatível com a visão tríade de atores envolvidos no desenvolvimento de JS e que valoriza o JS com instrumento de trabalho profissional (uma ferramenta terapêutica), acima de tudo. Se comparado a outros questionários o SEU-Q possui poucas perguntas e os itens são objetivos.

O instrumento possui 16 questões divididas em duas seções e precedido de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para que os resultados (do questionário e das observações) possam ser analisados e utilizados de forma sigilosa em trabalhos científicos. A seção 1 requer os dados demográficos do respondente e duas questões a respeito do conhecimento em jogos digitais e jogos digitais para reabilitação. A estrutura do SEU-Q permite a utilização para avaliação de JSA independente da área de aplicação, para tanto, os termos utilizados nas questões são genéricos (*ÁREA, PÚBLICO,...*) e devem ser substituídos conforme o caso.

A seção 2 se constitui de 13 questões objetivas com escala de dificuldade que variam de 1 (baixa) até 7 (alta), e 3 questões descritivas. As questões 1 à 8 estão relacionadas à visão do respondente sobre as perspectivas do Usuário Final Aprendiz (UFA) com relação à mecânica, aprendizagem e aspectos de motivação do jogo. As questões de 9 à 13 se referem à visão do respondente sobre as perspectivas do Usuário Final Entendido (UFE) com relação à percepção de utilidade do jogo, dos controles disponibilizados e facilidade de adoção. Por fim, 3 questões discursivas sobre benefícios/vantagens, dificuldades/desvantagens e sugestões.

O SEU-Q pode ser aplicado em, pelo menos, dois momentos:

- Na fase de concepção do JSA, ou seja, com um protótipo (seja ele de baixa fidelidade, esboços de tela, ou funcional) quando então será possível realizar a verificação da percepção de utilidade do JSA;
- Sobre a versão beta do JSA, que avaliará então a percepção de utilidade ‘experimentada’ do jogo. SEU-Q ajuda a avaliar a percepção de utilidade de um JSA sem envolver UFA, cuja participação pode ser custosa em termos de logística; ou sem envolver UFE’s, cuja participação pode ser difícil devido à disponibilidade. Idealmente deve envolver todos os tipos de usuários e suas visões empáticas do outro grupo.

Vale ressaltar que o SEU-Q é um instrumento destinado a avaliar vários aspectos do software JS mas, sobretudo uma forma dos usuários respondentes refletirem de forma estruturada sobre estes aspectos do JS. Ou seja, um instrumento para envolver os usuários entendidos no domínio. O SEU-Q não substitui outras análises como a de usabilidade, experiência do usuário nem de eficácia. Também o SEU-Q não foi concebido como medida de qualidade de software, portanto, não permite comparações nem entre JS diferentes nem do mesmo JS para várias situações diferentes.

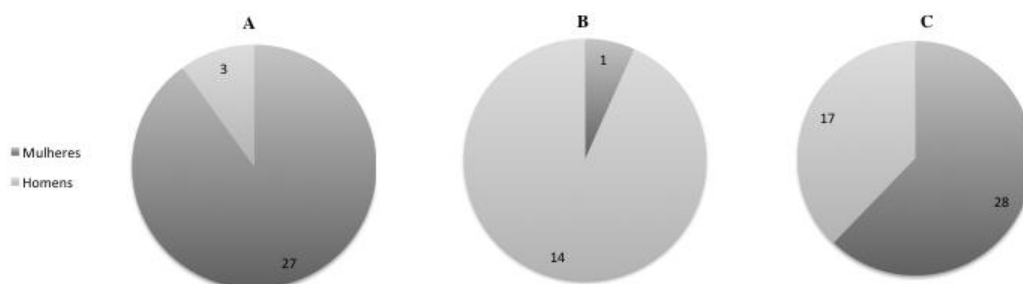
## 5.1 APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO

O projeto para aplicação do instrumento SEU-Q teve aprovação pelo comitê de ética em pesquisas com seres humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina – CEPESH/UEDESC com número CAAE 60001216.9.0000.0118 (Apêndice G). A aplicação do instrumento SEU-Q sobre o JSA Wobu-bble ocorreu em dois momentos: a primeira aplicação destinou-se a dois grupos: UFE's e ETD's, utilizando um protótipo funcional do jogo e, em segundo momento, compreendendo melhorias no jogo e aplicado aos grupos UFE's, ETD's e UFA's. A primeira aplicação não compreendeu os UFA's devido à impossibilidade de tempo de reunir os pacientes hemiparéticos em um único momento para a apresentação e por fim para a aplicação do questionário. Neste projeto os UFA's são compreendidos de indivíduos com hemiparesia, os UFE's são estudantes de fisioterapia e ETD's são estudantes de computação.

### 5.1.1 Avaliação sobre o Primeiro Protótipo

A avaliação por parte dos UFE's ocorreu nos dias 13 e 14 de abril de 2016 em duas turmas do 4º. ano de graduação do curso de fisioterapia da ACE (31 estudantes) e no dia 04 de maio de 2016 com uma turma de graduação do curso de ciência da computação da UEDESC (15 participantes). O questionário (ver Apêndice H) foi aplicado após uma apresentação das características do jogo em *slides* (ver Apêndice I) e uma rápida demonstração em vídeo do protótipo funcional. No grupo de estudantes de fisioterapia continham 27 estudantes do gênero feminino e 3 do gênero masculino com média de idade igual a 23 anos, no grupo de estudantes de computação havia 1 estudante do gênero feminino e 14 do gênero masculino com média de idade igual a 21 anos. Nas turmas de fisioterapia, um respondente não preencheu os dados demográficos, porém as respostas foram catalogadas. A média de idade de todas as turmas foi de 24 anos e a maioria tinha curso superior incompleto sem experiência profissional. Dados relacionados ao gênero, idade, formação e experiência profissional eram informados previamente e duas questões objetivas relacionadas ao grau de conhecimento/uso em JD e JD para reabilitação do equilíbrio em hemiparéticos. Os dados demográficos da primeira aplicação do questionário sobre o gênero estão mostrados na Figura 27, (A) turma de estudantes de fisioterapia e (B) turma de estudantes de computação e (C) total de respondentes.

Figura 27 – Dados de gênero das turmas (A) Fisioterapia (n= 31), (B) Computação (n= 15) e (C) Total de participantes (n=46), para a primeira aplicação do SEU-Q



Fonte: próprio autor (2016).

Outras duas questões objetivas completam o questionário demográfico. Na Tabela 13 estão descritas as médias para estas questões, onde o valor para a resposta pode ser de 1 à 7, considerando 1 igual a ‘baixo’ e 7 igual a ‘alto’. O valor intermediário é igual a 4.

Tabela 13 – Média das questões de conhecimento em JD/RV e JD/RV para reabilitação na primeira avaliação

| Questão                                                                                                 | População | Média |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/Realidade Virtual                                           | UFE       | 3,56  |
|                                                                                                         | ETD       | 4,4   |
| Nível de conhecimento/uso geral em Jogos Digitais/RV na reabilitação do equilíbrio em pacientes com AVC | UFE       | 2,3   |
|                                                                                                         | ETD       | 1,4   |

Na Tabela 14 são detalhados os resultados obtidos sobre as questões 1 à 8 que correspondem a opinião dos respondentes (UFE’s e ETD’s) sobre as visões dos UFA’s. Os dados são destacados da seguinte forma:

- Cor verde representa a melhor informação, onde ocorre o maior valor para a média e menor valor para o desvio-padrão;
- Cor vermelha representa a pior informação, onde ocorre o menor valor para a média e maior valor para o desvio-padrão;
- Cor azul claro caracteriza os valores convergentes;
- Cor azul escuro caracteriza os valores divergentes.

Convergentes quando ambos os valores das médias estão do mesmo lado do meio da escala (ou acima [4-7], ou abaixo [1-4]) e divergente quando os valores das médias das

opiniões estão em lados opostos e a diferença é maior que o maior desvio padrão da questão.

Tabela 14 – Média, mediana, desvio padrão e moda na primeira avaliação dos UFE's e ETD's nas questões 1-8 (perspectiva UFA)

| Questão | UFE (n=31) |     |          |    | ETD (n=15) |     |          |    |
|---------|------------|-----|----------|----|------------|-----|----------|----|
|         | $\bar{x}$  | m   | $\sigma$ | Mo | $\bar{x}$  | m   | $\sigma$ | Mo |
| 1       | 5,32       | 5,0 | 1,45     | 5  | 4,60       | 5,0 | 1,30     | 5  |
| 2       | 3,32       | 3,0 | 1,74     | 2  | 4,87       | 5,0 | 1,55     | 5  |
| 3       | 1,77       | 1,0 | 1,09     | 1  | 3,27       | 3,0 | 1,22     | 3  |
| 4       | 1,65       | 1,0 | 1,33     | 1  | 3,07       | 3,0 | 0,96     | 3  |
| 5       | 5,90       | 7,0 | 1,40     | 7  | 4,60       | 5,0 | 1,30     | 5  |
| 6       | 6,16       | 7,0 | 1,32     | 7  | 5,13       | 5,0 | 1,41     | 4  |
| 7       | 2,90       | 3,0 | 1,54     | 3  | 5,00       | 6,0 | 1,81     | 6  |
| 8       | 5,52       | 6,0 | 1,26     | 6  | 4,33       | 4,0 | 2,02     | 6  |

É possível identificar convergência dos dois grupos respondentes nas questões 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 8 com relação às piores e melhores médias de respostas e a questão 1 com a menor diferença do valor da média. A questão 2 embora apresenta valor abaixo do meio e o outro grupo acima, a diferença das médias não é maior que o desvio padrão ( $\delta = 1,55$ ). Uma questão está bem divergente: a questão 7, que os UFE's avaliaram abaixo do valor meio (4) e os ETD's avaliaram com média próxima de 5.

Na Tabela 15 são detalhados os resultados obtidos sobre as questões 9 à 13 que correspondem a opinião dos respondentes (UFE's e ETD's) sobre as visões dos UFE's.

Tabela 15 – Média, mediana, desvio padrão e moda na primeira avaliação dos UFE's e ETD's nas questões 9-13 (perspectiva UFE).

| Questão | UFE (n=31) |     |          |    | ETD (n=15) |     |          |    |
|---------|------------|-----|----------|----|------------|-----|----------|----|
|         | $\bar{x}$  | m   | $\sigma$ | Mo | $\bar{x}$  | m   | $\sigma$ | Mo |
| 9       | 6,71       | 7,0 | 0,64     | 7  | 6,07       | 6,0 | 1,03     | 7  |
| 10      | 6,42       | 7,0 | 0,89     | 7  | 5,93       | 6,0 | 0,96     | 6  |
| 11      | 6,23       | 6,0 | 0,84     | 7  | 5,07       | 5,5 | 1,54     | 6  |
| 12      | 6,06       | 6,0 | 0,85     | 6  | 4,64       | 5,0 | 1,60     | 5  |
| 13      | 3,90       | 4,0 | 1,90     | 2  | 4,86       | 4,5 | 1,46     | 4  |

Na segunda parte do questionário ocorreu convergência por parte dos dois grupos respondentes sobre a melhor média na questão 9. A questão 13 para o grupo UFE teve a menor média e abaixo do valor intermediário. Já para o grupo ETD, a menor média está sobre a questão 12 com uma média acima do valor intermediário. A questão 12 é a que mais divergiu entre os grupos.

Sobre as questões discursivas, os benefícios e vantagens mais citados são listados na Tabela 16. Todas as respostas das questões discursivas estão agrupadas no Apêndice J.

Tabela 16 – Respostas de maior ocorrência nas questões de vantagens e desvantagens na primeira avaliação.

| <b>Vantagens/Benefícios</b>                          | <b>Desvantagens/Dificuldades</b> |
|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Motivação para realização da fisioterapia            | Adaptação ao dispositivo         |
| Possível ganho do equilíbrio                         | Segurança                        |
| Possibilidade de mensurar os avanços da reabilitação | Custo do equipamento             |

A última questão discursiva tratava de sugestões de melhoria para o jogo Wobu-bble, entre as quais: inclusão de mais níveis na fase inicial, escolher a cor da bolha para jogar, apresentar o nível jogado, incluir bolha ‘negativa’ que ao tocar diminui o tamanho da bolha principal, melhorias do visual, identificação de fase, *feedback* dos pontos ao jogar, outros fundos, criar tutorial, ao tocar bolhas vermelhas não encerrar e somente perder pontos e *gameplay* explicativo das funções a realizar.

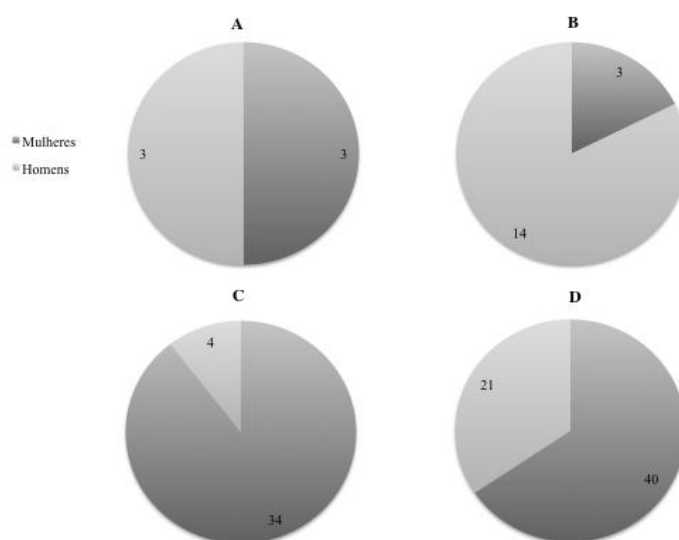
### 5.1.2 Avaliação sobre o Segundo Protótipo

Após algumas melhorias no jogo Wobu-bble, dentre as principais: transição automática dos níveis e melhoria de performance, foram selecionadas novas turmas representando os ETD's: a primeira, uma turma da disciplina de interação humano computador de graduação do curso de ciência da computação da UDESC, no dia 24 de outubro de 2016 (11 participantes), e a segunda, uma turma da disciplina de Jogos Sérios do mestrado em computação aplicada da UDESC, no dia 21 de novembro de 2016 (6 participantes). A média de idade dos dois grupos de ETD é de 23 anos. A avaliação também foi aplicada para um grupo de pacientes representando os UFA's no dia 09 de outubro de 2016 (6 participantes) em uma campanha aberta sobre o AVC, a média de idade do grupo é de

41 anos. A aplicação da segunda avaliação para o grupo de UFE's ocorreu nos dias 15 e 16 de fevereiro de 2017, nas turmas do curso de fisioterapia da ACE que contabilizaram o total de 38 participantes, média de idade igual a 23 anos. O questionário aplicado ao grupo de UFE's (ver Apêndice K) contempla alterações de melhoria como: reformulação das questões 2, 3, 4, 6 e 13 que na avaliação do primeiro protótipo estava se referindo às 'dificuldades' ocasionando assim a inversão da resposta positiva, ou seja, se a dificuldade é alta (7) isto remete a algo negativo. Com isto, as questões que iniciavam com a frase 'como você avalia o nível de dificuldade...' foram substituídas para 'como você avalia o nível de facilidade...'. Também destacaram-se as questões que envolvem visão do jogador (UFA) e a visão dos entendidos (profissionais, especialistas) (UFE), a fim de chamar a atenção para as diferentes visões empáticas no instante de resposta, deixando-as ainda mais evidentes.

A apresentação utilizada foi sendo melhorada e pode ser verificada no Apêndice L. Na Figura 28, estão disponibilizados os dados sobre o gênero da segunda aplicação do questionário, (A) pacientes de AVC, (B) estudantes de computação, (c) estudantes de fisioterapia e (D) total de respondentes.

Figura 28 – Dados de gênero dos grupos (A) Pacientes (n= 6), (B) Estudantes de Computação (n= 17), (C) Estudantes de Fisioterapia (n= 38) e (D) Total de Participantes (n=61)



Fonte: próprio autor (2016).

Na Tabela 17 estão dispostos os resultados sobre o questionário demográfico da segunda avaliação.

Tabela 17 – Média das questões de conhecimento em JD/RV e JD/RV para reabilitação na segunda avaliação

| Questão                                                                                                 | População | Média |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/Realidade Virtual                                           | UFE       | 3,68  |
|                                                                                                         | ETD       | 5,18  |
|                                                                                                         | UFA       | 1,83  |
| Nível de conhecimento/uso geral em Jogos Digitais/RV na reabilitação do equilíbrio em pacientes com AVC | UFE       | 2,19  |
|                                                                                                         | ETD       | 1,9   |
|                                                                                                         | UFA       | 1,5   |

O conhecimento em JD's e RV apontados pelo grupo UFE foram similares ao grupo da primeira avaliação, para o grupo ETD a média de conhecimento é maior que a da primeira avaliação, porém o conhecimento em JD e RV para reabilitação do equilíbrio é semelhante.

Na Tabela 18 são detalhados os resultados obtidos sobre as questões 1 à 8 que correspondem a opinião dos respondentes (UFE's, ETD's e UFA's) sobre as visões dos UFA's.

Tabela 18 – Média, mediana, desvio padrão e moda na segunda avaliação dos UFA's e ETD's nas questões 1-8 (visão UFA)

| Questão | UFE (n=38) |     |          |    | ETD (n=17) |     |          |    | UFA (n=6) |     |          |    |
|---------|------------|-----|----------|----|------------|-----|----------|----|-----------|-----|----------|----|
|         | $\bar{x}$  | m   | $\sigma$ | Mo | $\bar{x}$  | m   | $\sigma$ | Mo | $\bar{x}$ | m   | $\sigma$ | Mo |
| 1       | 5,76       | 6,0 | 1,05     | 7  | 5,88       | 6,0 | 1,11     | 6  | 2,50      | 2,0 | 1,76     | 1  |
| 2       | 5,89       | 6,0 | 0,98     | 6  | 4,29       | 5,0 | 2,28     | 6  | 2,67      | 2,5 | 1,63     | 1  |
| 3       | 4,59       | 4,0 | 1,38     | 4  | 3,35       | 3,0 | 1,32     | 4  | 4,33      | 4,5 | 1,63     | 6  |
| 4       | 4,14       | 4,0 | 1,46     | 4  | 2,94       | 3,0 | 1,60     | 4  | 3,00      | 2,0 | 2,00     | 2  |
| 5       | 5,82       | 6,0 | 1,27     | 7  | 5,59       | 6,0 | 1,58     | 7  | 5,67      | 6,0 | 1,63     | 7  |
| 6       | 6,08       | 6,0 | 1,08     | 7  | 5,82       | 6,0 | 1,13     | 6  | 5,83      | 6,5 | 1,94     | 7  |
| 7       | 6,16       | 6,0 | 0,95     | 7  | 5,24       | 6,0 | 1,44     | 6  | 3,00      | 3,0 | 1,67     | 3  |
| 8       | 5,29       | 5,5 | 1,54     | 7  | 4,76       | 5,0 | 0,97     | 5  | 5,00      | 5,0 | 0,89     | 4  |

Os três grupos de respondentes foram compatíveis em considerar a questão 4 (utilizar/controlar a prancha) em valores abaixo da média. Já na questão 7 (facilidade para verem objetos e perceberem ações) houve maior divergência das respostas entre os grupos onde os UFA's avaliaram abaixo da média da escala ( $\bar{x} = 3$ ) e os ETD's ( $\bar{x} = 5,24$ ) e UFE's ( $\bar{x} = 6,16$ ) acima da média. A questão que teve maior média para o grupo UFA, questão 6 (nível

de divertimento), também obteve avaliação semelhante pelo grupo ETD e UFE. O maior desvio padrão listado é na questão 2 do grupo ETD ( $\sigma = 2,28$ ) e o menor na questão 8 do grupo UFA ( $\sigma = 0,89$ ).

Na Tabela 19 são detalhados os resultados obtidos sobre as questões 9 à 13 que correspondem a opinião dos respondentes sobre a visão do UFE.

Tabela 19 – Média, mediana, desvio padrão e moda na segunda avaliação dos UFE's, UFA's e ETD's nas questões 9-13 (visão UFE)

| Questão | UFE (n=38) |     |          |    | ETD (n=17) |     |          |    | UFA (n=6) |     |          |    |
|---------|------------|-----|----------|----|------------|-----|----------|----|-----------|-----|----------|----|
|         | $\bar{x}$  | m   | $\sigma$ | Mo | $\bar{x}$  | m   | $\sigma$ | Mo | $\bar{x}$ | m   | $\sigma$ | Mo |
| 9       | 6,42       | 7,0 | 0,86     | 7  | 6,29       | 6,0 | 0,59     | 6  | 5,33      | 6,5 | 2,25     | 7  |
| 10      | 6,35       | 6,0 | 0,72     | 7  | 6,12       | 6,0 | 0,70     | 6  | 6,17      | 6,5 | 1,17     | 7  |
| 11      | 6,29       | 6,5 | 0,84     | 7  | 5,82       | 6,0 | 1,07     | 7  | 5,83      | 6,5 | 1,60     | 7  |
| 12      | 6,29       | 6,0 | 0,73     | 6  | 6,12       | 6,0 | 0,70     | 6  | 4,50      | 5,0 | 2,17     | 2  |
| 13      | 5,61       | 6,0 | 1,31     | 7  | 4,71       | 5,0 | 1,36     | 6  | 2,33      | 2,0 | 1,86     | 2  |

Em ambos os grupos, a pior média concentrou-se na questão 13 (facilidade de adotar), porém a média considerada pelos UFA's foi menor que os UFE's e ETD's, que avaliaram a facilidade de adoção acima da média. Entre os grupos UFE e ETD houve convergência da melhor média ocorrida sobre a questão 9. Verifica-se que entre o grupo UFA houve maior índice de desvio-padrão nas duas visões requeridas.

Sobre as questões discursivas, o grupo UFA não mencionou comentários nestas questões, os grupos de ETD's e UFE's indicaram vantagens, desvantagens e sugestões. Na tabela 20 são listadas as três maiores ocorrências de respostas em cada questão.

Tabela 20 – Respostas de maior ocorrência nas questões de vantagens e desvantagens na segunda avaliação

| Vantagens/Benefícios          | Desvantagens/Dificuldades    |
|-------------------------------|------------------------------|
| Motivação do paciente         | Entender a mecânica          |
| Utilização dos dados de saída | Uso do dispositivo/Adaptação |
| Simple e fácil compreensão    | Risco de queda               |

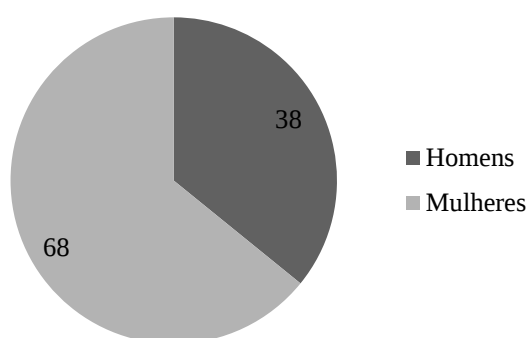
A última questão discursiva, que trata de sugestões para o jogo apresentado (detalhado no Apêndice J), teve como maiores ocorrências os seguintes itens na segunda avaliação: mais

opções de plano de fundo, diferentes cores, alternância de música, melhorias no contraste do texto, novas implementações (figura representando processamento, imagem dos colaboradores/autores).

### 5.1.2 Avaliação Geral

Em números gerais a aplicação do instrumento SEU-Q teve em sua maioria a participação do grupo de UFE's (69 participantes), seguido de ETD's (32 participantes) e UFA's (6 participantes). Na Figura 29 é visualizado o total de participantes classificados por gênero.

Figura 29 – Dados de gênero do total de participantes



Fonte: próprio autor (2016).

Na Tabela 21 estão dispostos os resultados sobre o questionário demográfico de todos os grupos de respondentes.

Tabela 21 – Média das questões de conhecimento em JD/RV e JD/RV para reabilitação na segunda avaliação

| Questão                                                                                                 | Média |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/Realidade Virtual                                           | 3,90  |
| Nível de conhecimento/uso geral em Jogos Digitais/RV na reabilitação do equilíbrio em pacientes com AVC | 2,01  |

Na Tabela 22 são detalhados os resultados obtidos sobre as questões 1 à 8 (visão UFA) de todos os grupos.

Tabela 22 – Média, mediana e desvio padrão avaliação geral nas questões 1-8 (visão UFA)

| Questão | Geral (n=107) |     |          |
|---------|---------------|-----|----------|
|         | $\bar{x}$     | m   | $\sigma$ |
| 1       | 5,31          | 5,0 | 1,48     |
| 2       | 4,57          | 5,0 | 1,93     |
| 3       | 3,37          | 3,0 | 1,71     |
| 4       | 3,00          | 3,0 | 1,71     |
| 5       | 5,63          | 6,0 | 1,42     |
| 6       | 5,92          | 6,0 | 1,28     |
| 7       | 4,75          | 5,0 | 1,94     |
| 8       | 5,12          | 5,0 | 1,47     |

Sobre a visão UFA, a questão de menor valor de média foi a 4 (facilidade utilizar/controlar a prancha), enquanto a 6 (divertimento) foi a questão com maior valor de média. Na Tabela 23 são detalhados os resultados obtidos sobre as questões 9 à 13 (visão UFE) de todos os grupos.

Tabela 23 – Média, mediana e desvio padrão avaliação geral nas questões 9 à 13 (visão UFE)

| Questão | Geral (n=107) |     |          |
|---------|---------------|-----|----------|
|         | $\bar{x}$     | m   | $\sigma$ |
| 9       | 6,37          | 7,0 | 0,96     |
| 10      | 6,26          | 6,0 | 0,83     |
| 11      | 6,01          | 6,0 | 1,10     |
| 12      | 5,88          | 6,0 | 1,18     |
| 13      | 4,69          | 5,0 | 1,77     |

A maior média é sobre a questão 9 (utilidade do jogo) e a menor média na questão 13 (facilidade de adotar). Na tabela 24 é mostrada a média, mediana, desvio padrão e moda de todas as questões.

Tabela 24 – Média, mediana, desvio padrão e moda geral

| $\bar{x}$ | m | $\sigma$ | Mo |
|-----------|---|----------|----|
| 5,14      | 6 | 1,79     | 7  |

## **6 ANÁLISE E DISCUSSÃO**

A seguir apresenta-se uma discussão sobre o desenvolvimento do JSA e do instrumento para avaliação de percepção de utilidade, bem como os resultados sobre o JSA e a avaliação de percepção de utilidade.

### **6.1 DISCUSSÃO SOBRE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO JSA**

A proposta de desenvolver um JSA para a reabilitação do equilíbrio dinâmico para hemiparéticos foi norteadada pelo desejo de oferecer aos pacientes (UFA's) uma forma mais atrativa de tratamento e, aos profissionais (UFE's), uma ferramenta capaz de fornecer informações para a avaliação e acompanhamento dos pacientes e permitir a aplicação do jogo em outros públicos.

#### **6.1.1 Discussão sobre a metodologia**

O desafio proposto pela metodologia de desenvolvimento (MOLDE), de realizar diversas interações com os profissionais de fisioterapia, foi desempenhado de forma constante durante o projeto. Diversos encontros realizados na clínica-escola permitiram o alinhamento das expectativas sobre o jogo na fase de desenvolvimento, aprimoramento das tarefas nos diversos níveis do jogo e ajustes em algumas configurações na fase de testes. Na fase de desenvolvimento algumas reuniões com os membros do grupo LARVA, possibilitaram a confirmação da viabilização do jogo e novas funções.

A listagem dos requisitos, bem como sua origem, forma de implementação e classificação (obrigatório, desejável ou indesejável) verifica-se na Tabela 25.

Tabela 25 – Relação de requisitos

|           | <b>Requisito</b>                                                             | <b>Origem</b>                                       | <b>Implementação</b>                                                                | <b>Obrigatório/<br/>Desejável</b> |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>1</b>  | Incentivar movimentações laterais e anteroposteriores                        | UFE - fisioterapeutas                               | Prancha (Noveletto et al., 2015)                                                    | Obrigatório                       |
| <b>2</b>  | Perseguir proporcionalidade do esforço de equilíbrio e posições equivalentes | UFE - fisioterapeutas                               |                                                                                     | Obrigatório                       |
| <b>3</b>  | Possuir diferentes tarefas                                                   | UFE – fisioterapeutas, MOLDE (FARIAS et al., 2014)  | Implementação de fases e níveis                                                     | Obrigatório                       |
| <b>4</b>  | Fornecer dados de saída                                                      | MOLDE (FARIAS et al., 2014) e UFE – fisioterapeutas | Possibilidade de extração de arquivo em formato CSV                                 | Obrigatório                       |
| <b>5</b>  | Utilizar uma base instável                                                   | UFE - fisioterapeutas                               | Prancha (Noveletto et al., 2015)                                                    | Desejável                         |
| <b>6</b>  | Ser útil tanto para avaliação (métricas) quanto tratamento                   | MOLDE (FARIAS et al., 2014)                         | Permitir importação de arquivo .XML                                                 | Desejável                         |
| <b>7</b>  | Permitir calibração para cada paciente)                                      | <i>Guideline</i> Idosos (Gamberini et al., 2006)    | Escolha de símbolos simples (bolhas) e uso de cores somente nas tarefas             | Desejável                         |
| <b>8</b>  | Atender diferentes populações                                                | UFE – fisioterapeutas e UFA                         | Definição do <i>GamePlay</i> ; implementação de níveis e fases com                  | Desejável                         |
| <b>9</b>  | Ser atrativo graficamente com visual simples                                 | <i>Guideline</i> Idosos (Gamberini et al., 2006)    | Escolha de símbolos simples (bolhas) e uso de cores somente nas tarefas             | Desejável                         |
| <b>10</b> | Promover entretenimento                                                      | UFE – fisioterapeutas e <i>Brainstorm</i> ETD       | Definição do <i>GamePlay</i> ; implementação de níveis e fases com fluxo automático | Desejável                         |

|           | <b>Requisito</b>                                      | <b>Origem</b>                                 | <b>Implementação</b>                                                      | <b>Obrigatório/<br/>Desejável</b> |
|-----------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>11</b> | Pontuação por posição e permanência                   | eUFE - fisioterapeutas                        | Implementação de nível com o objetivo de permanência para maior pontuação | Desejável                         |
| <b>12</b> | Permitir uso de teclas de atalho (painel de controle) | UFE – fisioterapeutas e <i>Brainstorm</i> ETD | Implementação de possibilidade de realizar funções via teclas de atalho   | Desejável                         |
| <b>13</b> | Permitir <i>feedback</i> visual e sonoro              | eUFE e ETD                                    | Possibilidade de música e som                                             | Desejável                         |
| <b>14</b> | Exigir esforço além da capacidade do jogador          | <i>Guidelines</i>                             |                                                                           | Indesejável                       |

Através da prancha adotada e a mecânica de jogo implementada foi possível atender aos movimentos desejados (R1). Este requisito, que significa os movimentos corporais necessários para o estímulo requerido, pode ser considerado um dos principais requisitos, pois delimitou e influenciou diversos aspectos do jogo (mecânica, *hardware* e outros). Desse modo, verifica-se que no desenvolvimento de um JSA os requisitos atrelados aos movimentos corporais devem ser os primeiros a serem explicitados. Da mesma forma como o Wobu-bble foi implementado, os movimentos requeridos são facilmente alterados e foram prescritos com base nas observações do UFE com base na leitura de um arquivo. O JSA não gera automaticamente isso. Isto foi feito assim, pois entende-se que as posições das bolhas devem ser definidas com conhecimento da fisiologia do processo.

A prancha adotada, de base instável (R2), é diferenciada pelo seu baixo custo de fabricação, fácil manuseio e montagem. Na fase inicial do projeto houve dificuldade com o *hardware* (sensores) acoplado à prancha, que em comunicação com o *software* resultou em um travamentos no jogo, o que ocasionou atraso no início dos testes do JSA. Após troca de placa eletrônica e revisão simultânea do código do jogo (*software*) a comunicação prancha e JSA não apresentou mais travamentos.

A possibilidade do JSA desenvolvido ser utilizado para avaliação clínica (que pode auxiliar no diagnóstico) bem como para tratamento, é um diferencial do JSA desenvolvido neste trabalho perante os jogos relacionados (capítulo 3). Embora exista esta tarefa de avaliação clínica (que reproduz um protocolo de avaliação de outro trabalho (NOVELETTO et al., 2015), as pontuações e níveis alcançados pelo paciente durante a utilização do JSA também poderão compreender um modo de avaliação do paciente, semelhante ao que ocorre em outro trabalho (SOARES, 2015).

Devido a análises realizadas durante o *design* e testes do jogo, a necessidade de calibração do JSA para cada jogador (R7) não se fez necessário. Os testes iniciais mostraram que através da mecânica do jogo, todo jogador alcança os limites da tela não havendo necessidade dessa forma de ajuste de limites para cada paciente. Isto foi possível graças ao uso ‘relativo’ do valor posicional da prancha no controle da bolha do usuário no JSA. Assim, como a informação que o jogo interpreta da prancha é a quantidade de movimento e não a posição absoluta, não é necessário identificar as posições absolutas limítrofes.

A personalização do jogo através de parâmetros possibilita a aplicação do mesmo jogo a pacientes de diversos graus do AVC e outras patologias que necessitam da estimulação do equilíbrio, além de utilização para outros públicos (R6). Esta característica de personalização do jogo também não é identificada na maioria dos jogos relacionados neste

estudo. A título de exemplificação, apresenta-se no Apêndice D a disposição dos elementos no jogo configurado para adolescentes. Esta não foi submetida a uma avaliação por parte de um profissional entendido, foi configurada visando o entretenimento e não o tratamento de equilíbrio. Outras configurações do jogo para aplicação que serão utilizadas para tratamento, tem responsabilidade do fisioterapeuta de encadear a dificuldade das tarefas através do arquivo nome\_arquivo.csv descrito no Apêndice D.

A personalização do Wobu-bble advém da metodologia de desenvolvimento aplicada, a MOLDE. A MOLDE enfatiza que um mesmo JSA possa ser utilizado em diferentes condições, que podem ser de população ou *hardware*, por exemplo. Ou seja, o JSA criado para reabilitação do equilíbrio dinâmico na posição de pé sobre uma prancha, poderá ser utilizado para estimulação de tronco utilizando um cinto ou colete com outros sensores acoplados. Embora a MOLDE tenha sido concebida para JS com captura de movimentos de membros superiores, a adequação para movimentos envolvendo membros inferiores (tornozelo) é imediata. Isto demonstra a aplicabilidade da metodologia em diferentes contextos de JSA.

Algumas limitações foram encontradas durante a aplicação da metodologia MOLDE:

- a) Na etapa de listagem de funcionalidades, verificou-se a necessidade de documentar estas através de requisitos e classifica-los como obrigatórios, desejáveis, e indesejáveis;
- b) Apesar do uso da metodologia, identificou-se muitas variáveis associadas ao desenvolvimento do jogo e devido a falta de padrão de nomenclatura destas, causou muitas vezes confusão na identificação da função da variável. A metodologia MOLDE não prevê na definição das variáveis uma forma de nomenclatura. Portanto observa-se como uma inclusão importante para esta metodologia, sistematizar a criação de um “dicionário de dados” logo no começo das entrevistas com os entendidos, conforme Apêndice C;
- c) Também não é prevista na metodologia a possibilidade de um painel de controle, requisito (R10), para facilitar acesso dos profissionais da saúde às funcionalidades do jogo, ou seja, aos seus parâmetros. Este recurso permite que o profissional possa alterar o funcionamento e reação do jogo ainda durante uma sessão de terapia com o jogo, esta funcionalidade também não é prevista nos trabalhos relacionados mencionados;
- d) Em relação a aplicação da terceira etapa da metodologia, que trata das transições conforme o desempenho do jogador, optou-se por possibilitar a transição de

níveis/fases sem a aplicação de regras (modo: exploratório) de forma que o jogador possa conhecer e experimentar os diversos níveis/fases do jogo. Nesta configuração evita-se a insatisfação do paciente com dificuldade de avançar de nível no modo condicionado e enfatiza-se o entretenimento. Esta diferenciação pode auxiliar a enfatizar quando o JSA for usado para treinamento/reabilitação, quando o entretenimento deve ser valorizado, ou para avaliação, quando o nível de desempenho do jogador precisa ser valorizado;

- e) Devido a falta de um processo de verificação ao longo do MOLDE, sentiu-se a necessidade de um instrumento que promovesse esta reflexão sobre o projeto. O instrumento SEU-Q desenvolvido pode ser incorporado à metodologia MOLDE na fase de verificação dos protótipos junto à equipe entendida. Os itens compreendidos no SEU-Q são próprios para os JSA e compreendem muitos elementos do jogo, que em uma entrevista poderiam ser esquecidos.

### 6.1.2 Discussão sobre o SEU-Q

A escassez de estudos que abordassem a avaliação de um JSA pelos profissionais e pacientes resultou na necessidade do desenvolvimento de um instrumento para avaliação da Percepção de Utilidade do JSA. Também, o SEU-Q aplicado em fases iniciais de desenvolvimento do JSA, com o uso de protótipo, permite perceber aspectos do *hardware* e *software*, antes da entrega de uma versão final do produto.

Por ser um questionário, é de fácil e rápida aplicação e seu formato permite visão empática da utilização profissional e dos jogadores. Tal avaliação cruzada permite, por exemplo, obter a visão de utilidade do jogo somente com os profissionais (UFE's), tendo em vista que o acesso aos jogadores possa ser restrito (dificuldades logísticas, entre outros).

As alterações realizadas no questionário entre a primeira e a segunda aplicação garantirá que, caso o respondente esteja respondendo de forma tendenciosa (por exemplo: todas as questões com média alta) não se corre o risco de obter resposta errônea. Portanto, considera-se mais importante obter uma resposta do participante que esta seja tendenciosa ou desleixada do que obter uma resposta contrária à sua verdadeira opinião.

## 6.2 DISCUSSÃO DAS AVALIAÇÕES DE PERCEPÇÃO DE UTILIDADE

As duas primeiras questões demográficas que tratam do conhecimento em JD's e RV demonstraram que os UFA's neste estudo tem o mínimo conhecimento nos *softwares* alvo desta pesquisa, já os UFE's e ETD's possuem um pouco de conhecimento sobre jogos, porém pouco conhecimento de jogos específicos para reabilitação. O termo RV foi incluído pois na área médica é comum tratar como correlatos os termos RV e jogos. Com relação às questões objetivas, a questão 1, que trata do *feedback* sonoro fornecido pelo jogo, tem seu resultado não representativo quando aplicado ao público UFA (ver Tabela 16) pois como o local da aplicação do questionário era aberto (praça pública) e no meio de um evento festivo voltado a pacientes de AVC esta avaliação ficou prejudicada.

### 6.2.1 Avaliação dos Atores

Na Tabela 25 estão dispostos os gráficos que comparam as respostas das questões objetivas entre a primeira avaliação (Pré) e a segunda avaliação (Pós) dos grupos (ETD e UFE). Também há distinção de visualização pelas visões UFA (questões 1 à 8) e UFE (questões 9 à 13).

Na comparação dos dados obtidos pelo grupo ETD na primeira avaliação com a segunda (Tabela 26), nota-se que na maioria das questões houve um aumento da média, com exceção das questões 2 (facilidade de entender os desafios), 4 (facilidade de controlar a prancha) e 13 (facilidade de adotar). Nota-se a semelhança das avaliações dos ETD's nas duas visões (UFA e UFE), que somente na questão 12 (utilidade dos controles) há uma diferença de 1,5 a maior na segunda avaliação.

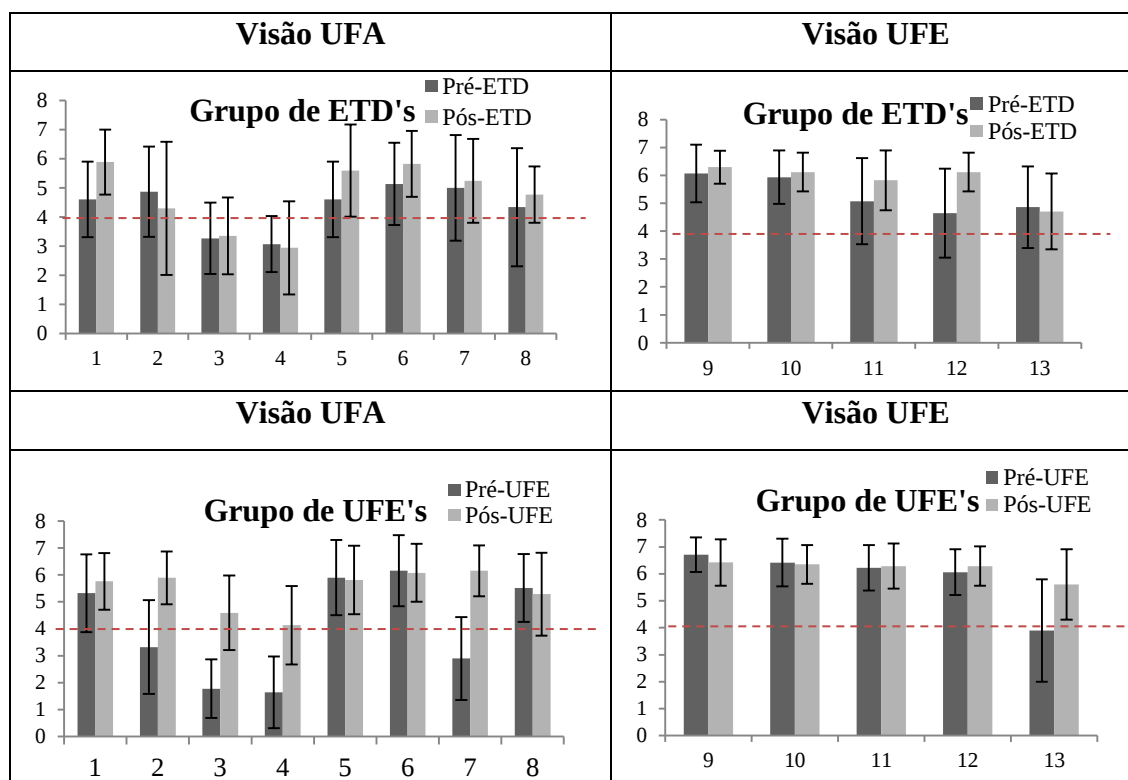
Na comparação dos resultados entre a primeira e a segunda avaliação do grupo de UFE's, verifica-se discrepância de médias nas questões: 2, 3, 4 e 7 (visão UFA) e na questão 13 (visão UFE). Mas, todos estes itens indicando melhora na avaliação do JSA após as melhorias no JSA e no SEU-Q. Isto sugere que as alterações sobre o protótipo melhorou ligeiramente a avaliação do grupo ETD e UFE.

Esta diferença dos resultados pode estar associada ao processo de aplicação do instrumento SEU-Q: na primeira avaliação com os UFE's foi realizada uma apresentação do JSA e alguns estudantes de fisioterapia tiveram o contato com a prancha, ou seja, realizaram uma breve experimentação do JSA antes de responderem o questionário, já na segunda avaliação não houve a experimentação, somente apresentação do JSA e demonstração com

vídeos. Também, na segunda avaliação estas questões que anteriormente tratavam de ‘dificuldades’, agora representavam ‘facilidade’. Desta forma, na segunda avaliação dos UFE’s todas as questões com menores médias eram resultados ‘piores’, isto não era verdade na primeira aplicação, que médias ‘melhores’ significavam um resultado ‘pior’. Isto sugere que os respondentes UFE’s foram tendenciosos ao marcar valores altos, independente do significado.

O grupo UFA relatou dificuldades para o entendimento dos desafios (questão 2) e controle da prancha (questão 4) porém uma média melhor para a realização (questão 3). Também relataram maior dificuldade para verem os objetos e suas ações durante o jogo. Esta dificuldade pode ter sido atenuada pelo ambiente ao qual foi demonstrado e aplicado o questionário para os UFA’s (evento em praça pública). Isto significa que a aplicação do questionário junto aos UFA’s deve ser em ambiente planejado, e aspectos como a iluminação e sonorização devem estar adequados. Tendo em vista que o grupo UFA é compreendido por vezes de idosos onde a visão e audição podem estar comprometidos.

Tabela 26 – Respostas objetivas dos grupos pré-ETD, pós-ETD, pré-UFE e pós-UFE nas diferentes visões requeridas (UFA e UFE). O eixo X representa as questões e o eixo Y representa a média respondida pelo grupo (escala das respostas 1-7).. A linha tracejada indica o meio da escala e o desvio padrão é indicado.



O que se conclui da análise qualitativa da Tabela 26 é que os dados sugerem que na ampla maioria das avaliações houve melhora na percepção de utilidade do JSA para os atores UFE e ETD envolvidos, se comparado com as avaliações feitas antes da melhora do JSA e do SEU-Q. Mas o grupo de UFA's (que não fez avaliação após) fez a pior avaliação de percepção de utilidade tanto sobre o seu próprio ponto de vista quanto dos fisioterapeutas. Em todos os casos, para todos os 3 tipos de atores, a realização dos desafios do JSA através do controle do dispositivo parece ser o maior entrave na percepção de utilidade do JSA.

Na primeira avaliação a única questão que apresentou divergência foi a 7, enquanto que na segunda as questões 1, 2, 7 e 13 mostraram divergência. Porém o grupo que acusou as divergências, os UFA's, não participou da primeira avaliação. Ou seja, na segunda avaliação, os grupos ETD's e UFE's não apresentaram mais divergências. As divergências entre os UFA's e os demais grupos, também pode estar relacionada à diferença de público, tendo em vista que nos UFA's a média de idade compreende-se em 41 anos, enquanto a média de idade dos UFE's e ETD's é de 23 anos e universitários.

Com relação aos comentários de sugestões, observa-se que são relativos a pequenas melhorias, não são mudanças significativas ou indicações de erros.

### **6.2.2 Análise Estatística da Empatia**

Sobre as respostas obtidas do questionário SEU-Q, foi aplicado o coeficiente alfa de Cronbach para estimar a confiabilidade do questionário. O uso deste coeficiente é frequentemente utilizado na área da saúde médica (HORA et al., 2010). As questões que continham repostas em branco foram substituídas pelo valor zero para o cálculo e também foi aplicado o processo denominado purificação (MATTHIENSEN, 2011) para aumento da confiabilidade do teste. Este processo de purificação eliminou a questão 13 do cálculo do coeficiente, visto que esta questão continha a maior variância. As respostas foram computadas na ferramenta Wessa<sup>9</sup> e o coeficiente calculado sobre as respostas apresentou valor de  $\alpha = 0,74$  significando confiabilidade do questionário razoável, segundo Hill e Hill (2000). Este resultado da confiabilidade do questionário fornece indícios de que o questionário aplicado foi válido e os valores inseridos podem ser considerados confiáveis.

Para verificar a relação das respostas entre os grupos de atores foi utilizada a correlação de Pearson (Tabela 27). Observa-se que na visão UFA entre os grupos ETD versus

---

<sup>9</sup>Disponível em: <http://www.wessa.net/>

UFA e UFE versus UFA a correlação foi entre 0,24 e 0,46 considerada média correlação, e os grupos ETD versus UFE na visão UFA, e todas as comparações na visão UFE são considerados forte correlação (COHEN, 1988 apud FIGUEIREDO; SILVA JUNIOR, 2010). A correlação média dos grupos na visão UFA demonstra dificuldades da visão empática dos ETD's e UFE's para com os UFA's. A visão empática não foi reforçada nas primeiras aplicações do questionário e o tamanho da amostra de UFA também pode ter prejudicado esta correlação. Ou seja, UFA's divergiram das percepções de utilidade emitidas pelos UFE's e ETD's com relação à visão que os UFA's teriam. Relembra-se que a avaliação feita pelos UFA's, ocorreu em situação longe do ideal e com a versão não melhorada do questionário.

Tabela 27 – Correlação Pearson entre grupos de respondentes nas duas visões

| Visão | Grupo 1 | Grupo 2 | r    |
|-------|---------|---------|------|
| UFA   | ETD     | UFA     | 0,24 |
|       | ETD     | UFE     | 0,94 |
|       | UFA     | UFE     | 0,46 |
| UFE   | ETD     | UFA     | 0,84 |
|       | ETD     | UFE     | 0,91 |
|       | UFA     | UFE     | 0,92 |

Vale ressaltar entretanto, que esta avaliação foi feita sobre uma apresentação do JSA, visando identificar se os usuários entendiam o JSA, e suas funções, como um instrumento útil para a reabilitação. Não se avaliou com base no uso efetivo (o que certamente levaria a experiências bem diferentes entre UFE e UFA). Ainda, o SEU-Q foi concebido principalmente como ferramenta de validação do projeto e não de avaliação de *software*, ou seja, como ferramenta de auxílio ao projeto.

### 6.2.3 Avaliação Qualitativa da Empatia

Nas Figuras 30, 31, 32 e 33 a seguir, são demonstrados gráficos comparando os resultados das médias entre os grupos de respondentes e as visões empáticas, ou seja, grupo ETD sobre as questões da visão UFA (1-8) versus as médias do grupo UFA das mesmas questões. Similarmente para ETD versus UFE, UFE versus UFA e UFA versus UFE.

Figura 30 – Comparação grupo ETD x UFA (visão UFA)

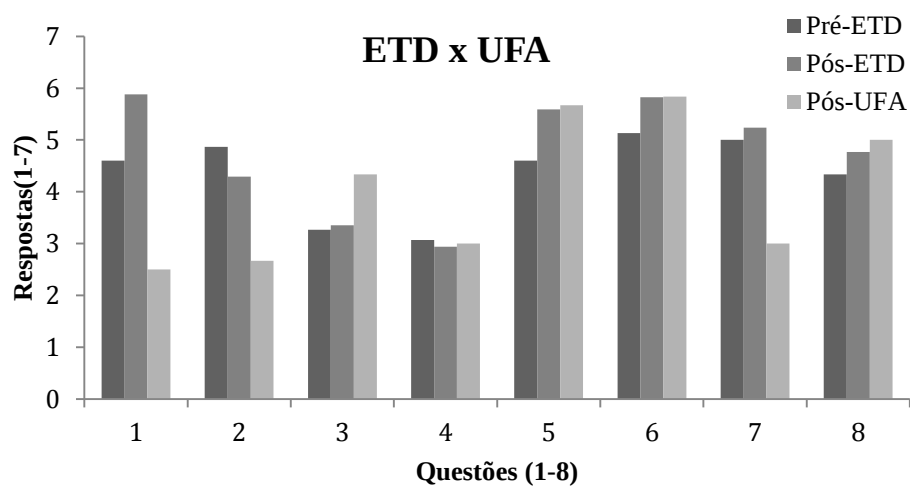


Figura 31 – Comparação grupo ETD x UFE (visão UFE)

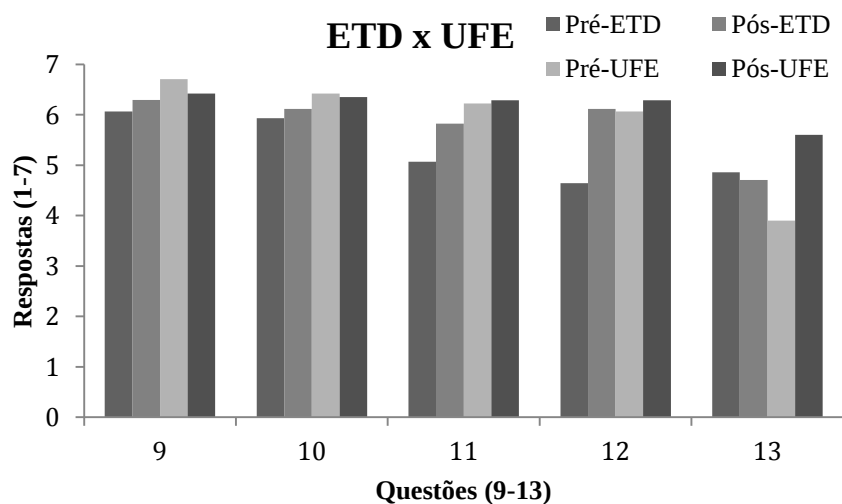


Figura 32 – Comparação das médias dos grupos UFE x UFA (visão UFA)

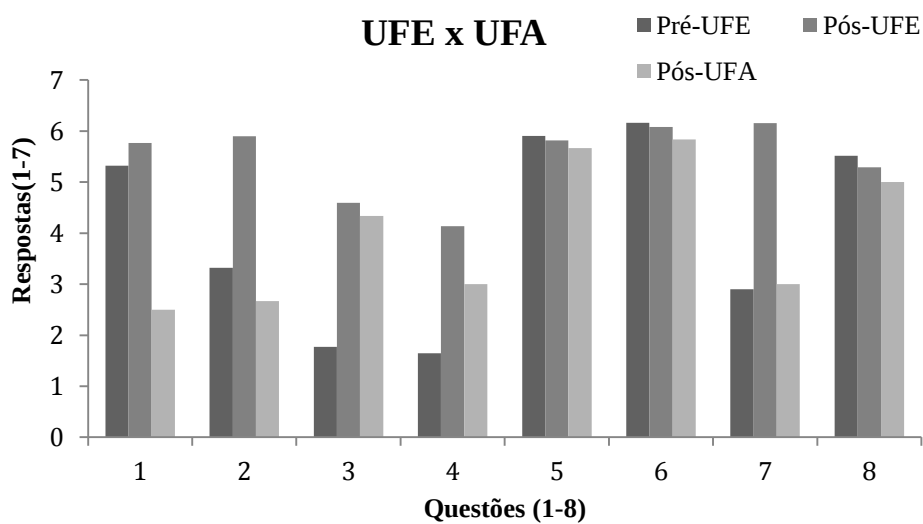
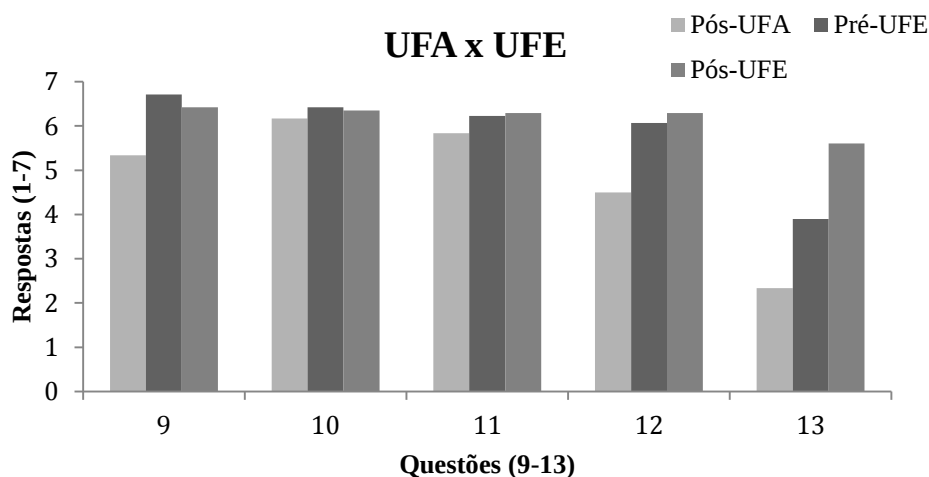


Figura 33 – Comparação grupo UFA x UFE (visão UFE)



Na Figura 30, a diferença maior ocorre na questão 7 (dificuldade para ver os objetos e suas ações) ao qual os ETD's avaliaram como facilidade média igual a 5 e os UFA's média 3. Verifica-se que nesta questão houve fraca empatia por parte dos ETD's que não levaram em consideração problemas relacionados à visão do público pertencente ao grupo UFA. Situação semelhante ocorreu na questão 2 (facilidade de entender os desafios). Neste caso também entende-se que os ETD's não levaram em consideração os aspectos cognitivos do grupo UFA que em muitos casos poderá estar afetado (ROBERTSON et al., 2015).

Já a análise da empatia dos ETD's sobre a visão dos UFE's (Figura 31) verifica-se semelhança das respostas, ou seja, para a aplicação profissional a opinião de percepção de utilidade do grupo ETD está equiparada com a percepção dos profissionais entendidos.

Na visão empática do grupo de UFE's (Figura 32) verifica-se que nas questões 2 e 7 a segunda avaliação obteve resultados discrepantes dos UFA's e UFE's, na qual os motivos das diferenças entre mesmo grupo avaliador foi descrito anteriormente. O grupo de UFE's consideraram o divertimento e a motivação mais expressivos que os próprios UFA's.

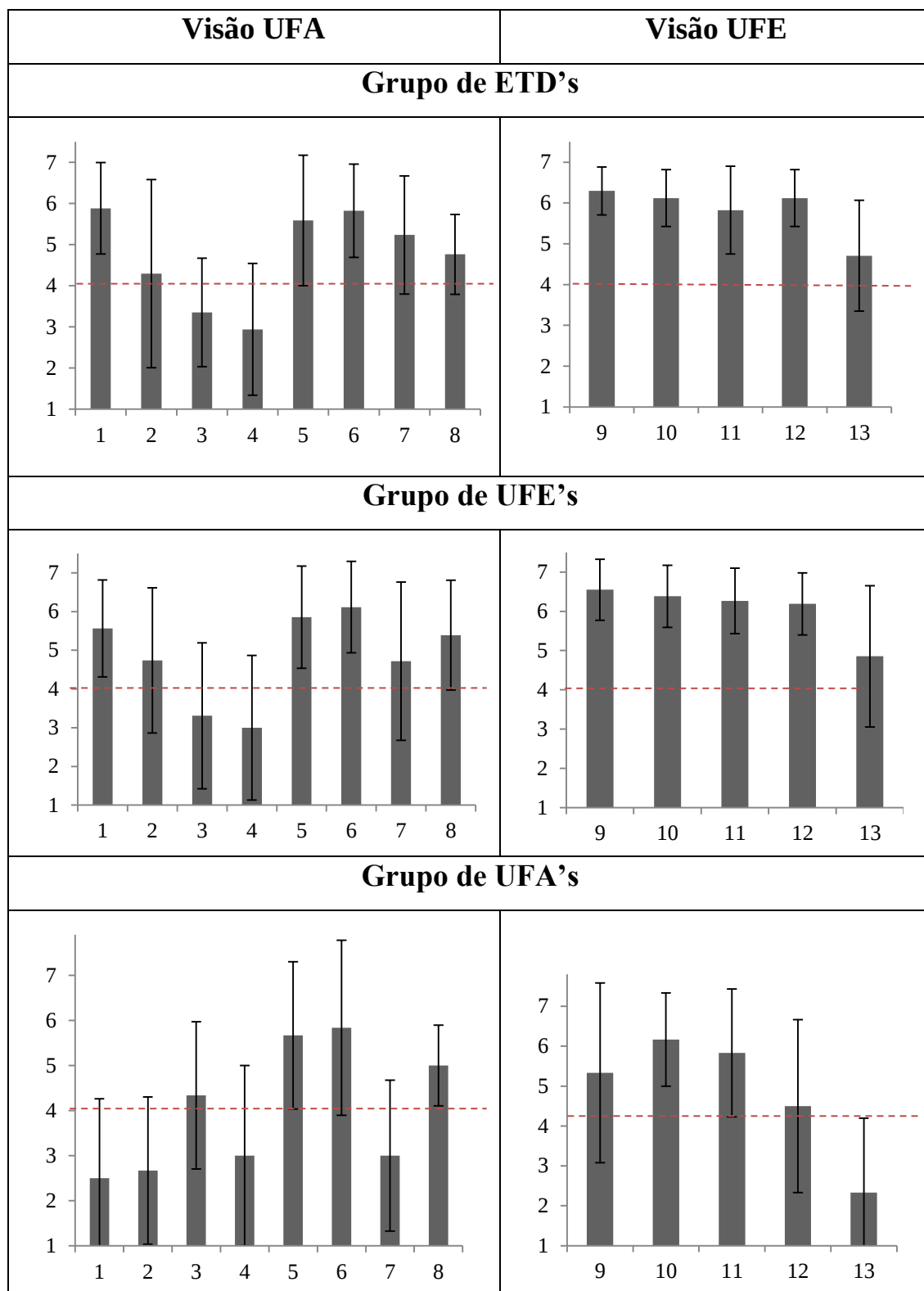
Na visão empática dos UFA's com a aplicação profissional (UFE) (Figura 33) verifica-se que as visões estão próximas, com diferenças maiores nas questões 12 (utilidade de controles) e 13 (facilidade de adoção) as quais os UFA's tiveram menores médias, sendo que para os UFE's a aceitação e a importância dos dados fornecidos pelo JSA foi considerada alta. Acredita-se que pelo pouco contato com soluções semelhantes que envolvem JSA's e pelo conhecimento limitado de tecnologia, os UFA's consideraram baixa a utilidade de controles e facilidade de adoção do JSA. Ou seja, os UFA's tiveram percepção diferente dos UFE's. Já o aspecto divertimento e motivação foram altos em ambos os grupos.

Na Tabela 28 estão relacionados os valores médios, medianos e desvio padrão das respostas. O grupo de UFA's apresentam os maiores desvios nas respostas, as maiores variâncias ocorreram para diferentes questões em cada grupo. Na visão UFA, para o grupo ETD o maior desvio ocorre na questão 2 (facilidade para entender desafios,  $\sigma = 2,28$ ), no grupo UFE o maior desvio ocorre na questão 7 (facilidade para verem e perceberem objetos,  $\sigma = 2,04$ ) e para os UFA's o maior desvio ocorre na questão 3 (facilidade para realizar os desafios,  $\sigma = 2,0$ ).

Na visão UFE, os UFA's registraram maiores desvios sobre a questão 9 (utilidade do jogo,  $\sigma = 2,25$ ) e 12 (utilidade dos controles,  $\sigma = 2,16$ ) enquanto que para os ETD's e UFE's o maior desvio ocorreu na questão 13 (facilidade de adotar,  $\sigma = 1,35$  e  $\sigma = 1,79$ ). Portanto, no grupo UFA não houve consenso com relação às utilidades, e nos grupos ETD's e UFE's a variância ocorreu para a mesma questão, porém com valor menor.

Os dados sugerem que ETD e UFE tiveram uma percepção de utilidade semelhantes entre si em relação a visão dos profissionais mas, houve certa distância quanto a visão dos UFA. Ou seja, a visão empática para com os UFE parece ter funcionado mas, para com os UFA não completamente. Isso pode ter sido motivado pelo fato também de que o perfil do UFA foi muito diferente do perfil dos demais grupos - a faixa etária e o conhecimento sobre jogos foram indicativos identificados desta disparidade mas, acredita-se que a escolaridade e o poder aquisitivo podem também ter influenciado a diferença. Neste sentido, sugere-se incluir estes elementos no SEU-Q para futura constatação bem como, inserir uma observação para que o respondente considere o perfil dos UFAs como um todo, antes de responder o instrumento.

Tabela 28 – Médias e Desvio Padrão das respostas por grupos



#### 6.2.4 Avaliação das respostas discursivas

Com relação às respostas discursivas, nos diferentes momentos de aplicação do questionário as ocorrências de vantagens se repetiram: motivação, utilização dos dados e fácil compreensão; as desvantagens similares foram relacionadas à adaptação ao dispositivo. Desta forma, compreende-se que, entre as duas aplicações, a avaliação de modo geral não mudou com relação aos aspectos de vantagens/desvantagem do JSA. Na primeira aplicação muitos comentários de vantagens referiam-se à melhora do equilíbrio, isto se deve pela maioria dos respondentes serem do grupo de entendidos.

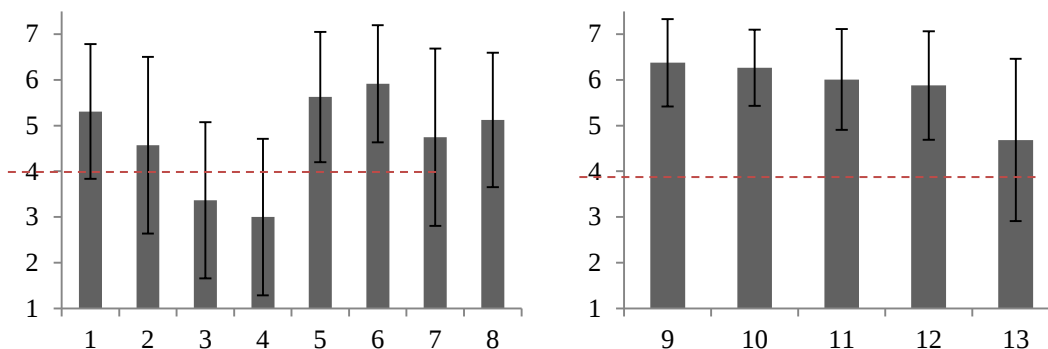
Os comentários da questão de dificuldades/desvantagens relacionadas à adaptação do dispositivo, indicados pelos grupos UFE's e ETD's, são significativos e remetem a rever um novo modelo da prancha, com altura diminuída, identificar formas diferenciadas de utilização da prancha, como sentado, e utilizar o mesmo jogo (*software*) atrelado a outro dispositivo (*hardware*), como uma cinta atrelada ao tronco.

Muitas sugestões apresentadas foram muito interessantes, inclusive algumas foram implementadas no intervalo entre a primeira avaliação e a segunda: tutorial, acréscimo de níveis, apresentação do nível jogado e *feedback* dos pontos ao jogar. Porém outras sugestões devem ser analisadas com cautela, pois podem interferir em aspectos já projetados para a população em questão: sugestões como planos de fundo diferentes e melhorias do visual devem ser avaliadas de forma que também atendam as instruções relatadas por Gamberini et al. (2006) que orientam atenção com as fontes e contrastes com o texto e fundo utilizados.

#### 6.2.5 Avaliações Gerais

Nos resultados agrupados, na visão UFA a questão 7 (facilidade para verem os objetos, e perceberem as ações e movimentos destes no jogo) teve a maior variância entre os avaliadores ( $\alpha = 1,94$ ) (ver Figura 34). As questões discutidas anteriormente como diferença de local de apresentação e dificuldade de aplicar a visão empática podem significar esta variância. Na visão UFE a questão de maior variância foi sobre a questão 13 (facilidade de adotar o JSA no cotidiano das atividades  $\alpha = 1,77$ ) o que significa as diferentes visões dos grupos (UFA, ETD e UFE) sobre a possível utilização do JSA, ou seja, mesmo sendo considerada a adoção acima da média, em muitos casos a adoção é vista com resistência.

Figura 34 – Médias e Desvio Padrão por questão do total de respondentes



No geral, o conhecimento sobre JD e JD para reabilitação do equilíbrio estão abaixo do valor do meio da escala (4) indicando baixo conhecimento sobre jogos digitais em geral. Na visão UFA é considerado como menor média ( $\bar{x} = 3$ ) a utilização e controle da prancha e a maior média ( $\bar{x} = 5,92$ ) o aspecto divertimento. Ou seja, a questão de menor média é menos distante do valor do meio (4) do que a questão de maior média. Similarmente, na visão UFE, a menor média ainda é maior que o valor meio ( $\bar{x} = 4,69$ ).

A média geral ( $\bar{x} = 5,14$ ) significa que, no geral, os participantes avaliaram a percepção de utilidade do JSA Wobu-bble acima do meio escala (4,0), sugerindo uma avaliação positiva para o jogo.

## 7 CONCLUSÃO

Os *exergames* têm sido o foco de vários estudos na última década sobre sua aplicação envolvendo exercícios físicos para idosos, reabilitação, entre outros. Porém os *exergames* comerciais apresentam limitações quanto à aplicação terapêutica, tendo em vista que não foram desenvolvidos para este fim. Os Jogos Sérios Ativos (JSA) podem ser mais eficazes, tendo em conta as tecnologias de dispositivos e *softwares* serão dirigidos para estas específicas aplicações. Mas, desenvolver um JSA implica em ter o objetivo sério especificado e perseguido desde o começo, além do aspecto da diversão. E, ainda não existe uma metodologia de projeto de JSA amplamente aceita e em uso que enfatize o JSA como instrumento de trabalho de um profissional (no caso, um neurologista ou fisioterapeuta).

Tendo em vista que o desenvolvimento de um JS envolve equipe multidisciplinar, aspectos importantes devem ser considerados: as metodologias para o *design* de um JSA e não foram encontrados instrumentos para a avaliação de utilidade de JS e JSA. É importante que metodologias de *design* cada vez mais sejam aplicadas e validadas. Contudo, apenas a geração de novos JS ou JSA sem uma avaliação de aceitação desta nova tecnologia maximiza o abandono de utilização destes.

A utilização da metodologia de desenvolvimento MOLDE propiciou agilidade e assertividade nas definições da mecânica do jogo, ao qual o primeiro protótipo apresentado aos entendidos fora aceito devido proporcionar os estímulos requeridos. Através da metodologia também foi possível a flexibilização do jogo à diferentes populações devido desde o início do desenvolvimento considerar as variáveis necessárias para a flexibilização. Com a utilização da metodologia verificou-se alguns aspectos não compreendidos que foram então implementados.

O instrumento SEU-Q apresenta indicativos de que é uma ferramenta eficaz para avaliar a percepção de utilidade de um JSA. O SEU-Q reconheceu as visões diferenciadas dos UFE's e UFA's, é de fácil aplicação e auxilia na avaliação de projeto mesmo não se tendo este implementado. O SEU-Q ajudou a identificar pontos importantes de melhoria do JSA, alguns já tratados ao longo do projeto, e a identificar o principal ponto fraco do JSA (os desafios do jogo e sua resolução com o uso da prancha). Os resultados da avaliação de percepção indicaram favoráveis ao uso do Wobu-bble para o tratamento do equilíbrio dinâmico tanto para o uso profissional (UFE) quanto para os pacientes (UFA).

Este projeto resultou nas seguintes contribuições:

- Um JSA desenvolvido com apoio de uma metodologia específica e com participação intensa dos atores envolvidos no projeto. As seguintes propriedades do JSA que estão contempladas:
  - *level design* coerente com o objetivo da reabilitação;
  - configurabilidade para populações diferentes;
  - armazenamento de dados individualizados;
  - jogo integrado a prancha de equilíbrio de baixo custo (aprox. R\$450);
  - comportamento do JSA controlado pelo UFE (profissional) e alterável durante a sessão de uso;
  - jogo com percepção de utilidade acima da média, considerado pelos sujeitos que o avaliaram;
  - um manual e site para divulgação e instalações facilitadas.
- Sugestões de melhoria em uma metodologia (MOLDE) para incorporação e aplicação em futuros desenvolvimentos;
- Desenvolvimento de um novo instrumento para avaliação da percepção de utilidade de um JSA para auxiliar em várias fases do desenvolvimento;
- Artigos científicos publicados (BOSSE et al., 2015, BOSSE; HOUNSELL; SOARES, 2016, BOSSE; HOUNSELL, 2016).

Este trabalho desenvolveu uma nova ferramenta que foi avaliada positivamente quanto a sua utilidade para auxiliar no desenvolvimento do equilíbrio dinâmico de pacientes hemiparéticos. Esta nova ferramenta, na forma de um jogo digital foi concebida desde o começo com a participação intensa de profissionais entendidos e focado na inserção de vários recursos para a prática profissional, além de promover a motivação e diversão do paciente. Com a ajuda de uma metodologia específica, o produto final vai além da simples adoção do jogo como auxílio, fica mais evidente que é um instrumento para a atividade profissional e portanto, deve ser rico de recursos para isto. O Wobu-bble é uma contribuição para o tratamento da hemiparesia mas também a discussão sobre a metodologia adotada (MOLDE e SEU-Q) de uma contribuição visando melhor desenvolver soluções terapêuticas motivacionais e úteis na forma de jogos sérios ativos.

A avaliação clínica envolvendo a aplicação do JSA Wobu-bble está em curso, porém foge do escopo deste trabalho os resultados da avaliação clínica.

## 7.1 TRABALHOS FUTUROS

O projeto desenvolvido poderá ainda ser mais explorado e melhorado, entre os trabalhos futuros, destacam-se:

- A metodologia MOLDE poderá ser aprimorada para considerar aspectos de *Game Design* que enfatizem mais claramente as dimensões do *fun* e da avaliação em vistas a desenvolver estratégias de motivação para longevidade do tratamento;
- Com base na experiência no projeto do Wobu-bble, sugere-se que aplicações da MOLDE futuros incorporem os seguintes recursos: (a) lista e classificação de requisitos; (b) definição de um dicionário de dados; (c) mecanismos para enfatizar e diferenciar divertimento-tratamento de avaliação-teste; (d) painel de controle para intervenção profissional durante o jogo; (e) uso de instrumento para avaliação da percepção de utilidade do JSA, durante a fase de projeto/desenvolvimento;
- O instrumento SEU-Q se mostrou útil como ferramenta de auxílio ao desenvolvimento, mas este pode ser melhorado tanto para incluir mais aspectos do game design (como estética, dinâmica e mecânica de jogo) quanto aspectos profissionais (como logística, custo, relação com avaliações usadas/conhecidas). Portanto, o SEU-Q pode se tornar mais útil, mas, também precisaria ser validado quanto ao conceito da avaliação empática, por meio de um estudo transversal mais extenso;
- Os dados extraídos da tarefa de avaliação do JSA Wobu-bble não sofreram análise. É necessário então que os resultados sejam comparados com avaliações clínicas clássicas a fim de tornar esta tarefa o próprio diagnóstico do paciente;
- O Wobu-bble teve seu desenvolvimento voltado à população de hemiparéticos, porém é possível a personalização de variáveis para aplicação em outra população. Desta forma, é cabível que uma nova configuração do Wobu-bble seja avaliada através do SEU-Q e utilizada para comparações com os resultados da população hemiparética. Além disso, a aplicação do Wobu-bble com outro dispositivo permitirá a validação de adaptabilidade do jogo.

## REFERÊNCIAS

ABT, C. C. **Serious games**. Lanham: University Press of America, 1987.

ADAMS, E. **Fundamentals of game design**. Pearson Education, 2014.

AL-HADBAN, W. K. M.; HASHIM, K. F.; YUSOF, S. A. M. Investigating the Organizational and the Environmental Issues that Influence the Adoption of Healthcare Information Systems in Public Hospitals of Iraq. **Computer and Information Science**, v. 9, n.2, p.126, 2016.

ALMEIDA, G. L.; CARVALHO, R. L.; TALIS, V. L. Postural strategy to keep balance on the seesaw. **Gait & posture**, v. 23, n. 1, p. 17-21, 2006.

ASUNCION, H.; SOCHA, D.; SUNG, K.; BERFIELD, S.; GREGORY, W. Serious game development as an iterative user-centered agile software project. In: 1st International Workshop on Games and Software Engineering - GAS, Honolulu. **Proceedings...**2011, p. 44-47.

BALASUBRAMANIAM, R.; WING, A. M. The dynamics of standing balance. **Trends in cognitive sciences**, v. 6, n. 12, p. 531-536, 2002.

BARANYI, R., WILLINGER, R., LEDERER, N., GRECHENIG, T., SCHRAMM, W.: Chances for serious games in rehabilitation of stroke patients on the example of utilizing the wii fit balance board. In: 2nd International Conference on Serious Games and Applications for Health - SeGAH, 2013, Vilamoura. **Proceedings...**2013, p. 1-7.

BARROS, S. L. A.; PASSOS, N. R. S.; NUNES, M. A. S. N. Estudo Inicial sobre Acidente Vascular Cerebral e Serious Games para aplicação no projeto “AVC” do Núcleo de Tecnologia Assistiva da UFS. **Revista GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n.1, p. 129-143, 2013.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 2007.

BERG, K.; WOOD-DAUPHINEE, S. L.; WILLIAMS, J. I.; MAKI, B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. **Canadian journal of public health= Revue canadienne de sante publique**, v. 83, p. S7-11, 1991.

BERNHaupt, R. User experience evaluation in entertainment. In: **Evaluating User Experience in Games**. Springer London, p. 3-7, 2010.

BETKER, A. L.; DESAI A.; NETT C.; KAPADIA N.; SZTURM T. Game-based exercises for dynamic short-sitting balance rehabilitation of people with chronic spinal cord and traumatic brain injuries. **Physical Therapy**, v. 87, n. 10, p. 1389-1398, 2007.

BITTAR, R. S. M.; PEDALINI, M. E. B.; SZNIFER, J.; FORMIGONI, L. G. Reabilitação Vestibular: Opção Terapêutica na Síndrome do desequilíbrio do idoso. **Gerontologia**, v.8, n.1, p. 9-12, 2000.

BLACKMAN, S. Serious games... and less!. **ACM Siggraph Computer Graphics**, v. 39, n.1, p. 12-16, 2005.

BOHANNON, R. W.; LARKIN, P. A. Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. **Physical therapy**, v. 65, n. 9, p. 1323-1325, 1985.

BORGHESE N. A.; PIROVANO M.; LANZI P. L.; WÜEST S.; BRUIN E. D. Computacional intelligence and game design for effective at-home stroke rehabilitation. **Games for Health: Research, Development, and Clinical Applications**, v. 2, n. 2, p.81-88, 2013.

BOSSE, R.; NOVELETTO, F.; SOARES A. V.; HOUNSELL M. D. S. Wobu-bble – Jogo Sério para Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia. In: XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital – SBGAMES. **Proceedings...** Piauí, 2015, p. 414-423.

BOSSE, R.; HOUNSELL M. D. S.; SOARES A. V. Serious Games for Balance Improvement: A Systematic Literature Mapping. In: World Conference on Information Systems and Technologies - WorldCist. **Proceedings...** Recife, 2016, p. 73-82.

BOSSE, R.; HOUNSELL M. D. S. SEU-Q: Um Instrumento de Avaliação de Utilidade de Jogos Sérios Ativos. In: I Simpósio Latino-Americano de Jogos – SLAT Jogos. **Proceedings...** Araranguá, 2016, p. 136-142.

BOUGHZALA, I.; BOUOUD, I.; MICHEL, H. Characterization and Evaluation of Serious Games: A perspective of their use in higher education. In 46th Hawaii International Conference on System Sciences – HICSS. **Proceedings...** Hawaii, 2013, p. 844-852.

BOYLE, E.; CONNOLLY, T. M.; HAINEY, T. The role of psychology in understanding the impact of computer games. **Entertainment Computing**, v. 2, n. 2, p. 69-74, 2011.

BREUER, J. S.; BENTE, G. Why so serious? On the relation of serious games and learning. **Eludamos. Journal for Computer Game Culture**, v. 4, n. 1, p. 7-24, 2010.

BRUCKHEIMER, A.; HOUNSELL, M. S.; KEMCZINSKI, A. Dance2rehab: Um jogo para reabilitação virtual adaptativa. In: IX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital - SBGAMES. **Proceedings...** Florianópolis, 2010, p. 68-76.

BUCHINGER, D.; CAVALCANTI, G. A. S.; HOUNSELL, M. S. Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 6, n. 1, p. 108-120, 2014.

BUNTIN, M.D.; BURKE, M. F.; HOAGLIN, M.C.; BLUMENTHAL, D. The benefits of health information technology: a review of the recent literature shows predominantly positive results. **Health affairs**, v. 30, n. 3, p. 464-471, 2011.

BURKE, J. W.; MORROW, P. J.; MCNEILL, M. D. J.; MCDONOUGH, S. M.; CHARLES, D. K. Vision based games for upper-limb stroke rehabilitation. In: Machine Vision and Image Processing Conference – IMVIP. **Proceedings...** Northern Ireland, 2008, p. 159-164.

CAILLOIS, R.; PALHA, J. G. **Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem**. 1990.

CARVALHO, A. C. Projeto Hemiplegia—Um modelo de fisioterapia em grupo para hemiplégicos crônicos. **Arquivos de Ciência da Saúde**, v. 14, n. 3, p. 161-168, 2007.

CHIN, G. **A case study in the participatory design of a collaborative science-based learning environment**. 2004. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004.

CLARK, R. A; BRYANT, A. L.; PUA, Y.; MCCRORY, P.; BENNELL, K.; HUNT, M. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. **Gait & posture**, v. 31, n. 3, p. 307-310, 2010.

CONNOLLY, T. M.; BOYLE, E. A.; MACARTHUR, E.; HAINEY, T.; BOYLE, J. M. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. **Computers & Education**, v. 59, n. 2, p. 661–686, 2012.

COMMISSARIS, D. A. C. M.; NIEUWENHUIJZEN, P. H. J. A.; OVEREEM, S., DE VOS, A.; DUYSSENS, J. E. J.; BLOEM, B. R. Dynamic posturography using a new movable multidirectional platform driven by gravity. **Journal of Neuroscience Methods**, v. 113, n. 1, p. 73-84, 2002.

CRAWFORD, C. **Chris Crawford on game design**. Indiana, EUA: New Riders Publishing, 2003.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow: the psychology of optimal experience**. New York: **Harper & Row**. 1991.

DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS Quarterly**, p.319-340, 1989.

DESURVIRE, H.; CAPLAN, M.; TOTH, J. Using heuristics to improve the playability of games. In: SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI. **Proceedings...** Vienna, 2004. (na coleção de resumos)

DJAOUTI, D.; ALVAREZ, J.; JESSEL, J.; RAMPNOUX, O. Origins of serious games. In: MINHUA, M. et al. **Serious games and edutainment applications**. Londres: Springer. 2011.

DOWLING, G. A.; HONE, R.; BROWN, C.; MASTICK, J.; MELNICK, M. Feasibility of adapting a classroom balance training program to a video game platform for people with Parkinson's disease. **Telemedicine and e-Health**, v. 19, n. 4, p. 298-304, 2013.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.14, n. 3, p. 183-192, 2010.

EGGERS, O. **Terapia ocupacional no tratamento da hemiplegia do adulto**. 1 ed. Rio de Janeiro: Colina, p. 172-188, 1984.

- FAIRBROTHER, J. T. **Fundamentos do comportamento motor**. São Paulo: Barueri, 2012.
- FALCÃO, I. V., CARVALHO E.M.F., BARRETO K.M.L., LESSA F.J.D., LEITE V.M.M. Acidente vascular cerebral precoce: implicações para adultos em idade produtiva atendidos pelo Sistema Único de Saúde. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 4, n. 1, p. 95-102, 2004.
- FARIA, J. D. C.; MACHALA, C. C.; DIAS, R. C.; DIAS, J. M. D. Importância do treinamento de força na reabilitação da função muscular, equilíbrio e mobilidade de idosos. **Acta Fisiátrica**, v. 10, n. 3, p. 133-137, 2003.
- FARIAS, E. H.; HOUNSELL, M. S.; BLUME, L. B.; OTT, F. R.; CORDOVIL, F. V. P. MoviLetrando: Jogo de Movimentos para Alfabetizar Crianças com Down. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – CBIE. **Anais...** Campinas, 2013, p. 5-10.
- FARIAS, E. H.; OLIVEIRAS, H. C. DE.; HOUNSELL, M. S. DA; ROSSITO, G. M. MOLDE – a Methodology for Serious Games Measure-Oriented Level Design. In: XIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment – SBGAMES. **Proceedings...** Porto Alegre, 2014, p.29-38.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson. **Revista Política Hoje**, v.18, n.1, p.115-146, 2009.
- FINCO, M. D.; MAASS, R W. The history of exergames: promotion of exercise and active living through body interaction. In: 3rd International Conference on Serious Games and Applications for Health - SeGAH, Rio de Janeiro. **Proceedings...** 2014, p. 1-6.
- FITZGERALD D.; TRAKARNRATANAKUL N.; DUNNE L.; SMYTH B.; CAULFIELD B. Development and user evaluation of a virtual rehabilitation system for wobble board balance training. In: 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society – IEE, 2008, Vancouver. **Proceedings...** 2008. p. 4194-4198.
- FOLEY, N.; TEASELL, R.; BHOGAL, S. Evidence based review of stroke rehabilitation: mobility and the lower extremity. 2006. **Canadian Stroke Network**. Disponível em: <[http://www.ebsr.com/sites/default/files/CHapter-9\\_Mobility-and-Lower-Extrem\\_FINAL\\_16ed.pdf](http://www.ebsr.com/sites/default/files/CHapter-9_Mobility-and-Lower-Extrem_FINAL_16ed.pdf)> Acesso em: 12 Fev. 2016.
- FREITAS, E. V. D.; PY, L.; NERI, A. L.; CANÇADO, F. A. X.; DOLL, J.; GORZONI, M. L. **Tratado de geriatria e gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 615, 2002.
- GAMBERINI, L.; RAYA, M. A.; BARRESI, G.; FABREGAT, M.; IBANEZ, F.; PRONTU, L. Cognition, technology and games for the elderly: An introduction to ELDERGAMES Project. **PsychNology Journal**, v. 4, n. 3, p. 285-308, 2006.
- GARRIS, R.; AHLERS, R.; DRISKELL, J. E. Games, motivation, and learning: A research and practice model. **Simulation & gaming**, v. 33, n. 4, 2002. p. 441-467.
- GAVIRIA, M.; D'ANGELI, M.; CHAVET, P.; PELISSIER, J.; PERUCHON, E.; RABISCHONG, P. Plantar dynamics of hemiplegic gait: a methodological approach. **Gait & Posture**, v. 4, n. 4, p. 297-305, 1996.

GERLING, K. M.; SCHILD, J.; MASUCH, M. Exergame design for elderly users: the case study of SilverBalance. In: 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology – ACE, Taipei. **Proceedings...**2010, p. 66-69.

GEURTS, A. C.; DE HAART, M.; VAN NES, I. J.; DUYSSENS, J. A review of standing balance recovery from stroke. **Gait & posture**, v.22, n.3, p.267-281, 2005.

GIL-GÓMEZ, J. A.; LLORENS, R.; ALCANIZ, M.; COLOMER, C. Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, v. 8, n. 1, p. 1, 2011.

GUNTER, G. A.; KENNY, R. F.; VICK, E. H. Taking educational games seriously: using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. **Educational Technology Research and Development**, v. 56, n. 5-6, p. 511-537, 2008.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1993.

HÄMÄLÄINEN, P.; ILMONEN, T.; HÖYSNIEMI, J.; LINDHOLM, M., NYKÄNEN, A. Martial arts in artificial reality. In: Conference on Human factors in computing systems – SIGCHI. **Proceedings...** Portland, 2005, p. 781-790.

HILL M.M; HILL A. **A investigação por questionário**. Lisboa: Silabo, 2000.

HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v.11, n. 2, p.85-103, 2010.

HORAK, F. B. Clinical measurement of postural control in adults. **Physical therapy**, v. 67, n. 12, p. 1881-1885, 1987.

HORAK F.B.; MACPHERSON J.M. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell L, Shepard J (eds). **Handbook of Physiology**. New York: Oxford, p.255-92, 1996.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. **Age and Ageing**, v. 35, n. suppl 2, p. ii7-ii11, 2006.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. Editora da Universidade de S. Paulo, Editora Perspectiva, 1971.

ISMAILOVIĆ, D.; HALADJIAN, J.; KÖHLER, B.; PAGANO, D.; BRÜGGE, B. Adaptive serious game development. In: 2nd International Workshop on Games and Software Engineering - GAS, 2012, Zurich. **Proceedings...**2012, p. 23-26.

KAMEI, H. H. **Flow: o que é isso?** Um estudo psicológico sobre experiências ótimas de fluxo na consciência, sob a perspectiva da Psicologia Positiva. 2010. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade de São Paulo, 2010.

KENZING, F.; BLOMBERG, J. Participatory design: Issues and concerns. **Computer Supported Cooperative Work (CSCW)**, v. 7, n.3-4, p. 167-185, 1998.

KHARRAZI, H.; LU, A. S.; GHARGHABI, F.; COLEMAN, W. A scoping review of health game research: past, present, and future. **Games for Health: Research, Development, and Clinical Applications**, v. 1, n. 2, p. 153-164, 2012.

KLEINER, A. F. R.; DE CAMARGO SCHLITTLER, D. X.; DEL ROSÁRIO SÁNCHEZ-ARIAS, M. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. **Revista Neurociências**, v.19, n. 2, p. 349-357, 2011.

KOŠTOMAJ, M.; BOH, B. Design and evaluation of user's physical experience in an Ambient Interactive Storybook and full body interaction games. **Multimedia Tools and Applications**, v. 54, n. 2, p. 499-525, 2011.

LAMB, S. E.; FERRUCCI, L.; VOLAPTO, S.; FRIED, L. P.; GURALNIK, J. M. Risk factors for falling in home-dwelling older women with stroke the women's health and aging study. **Stroke**, v. 34, n. 2, p. 494-501, 2003.

LANGE B.; FLYNN S.; PROFFITT R.; CHANG C.Y.; RIZZO A.S. Development of an interactive game-based rehabilitation tool for dynamic balance training. **Top Stroke Rehabilitation**.v.17, n.5, p. 345-352, 2010.

LANGE B.S.; FLYNN S.M.; CHANG C.Y.; LIANG W.; CHIENG C.L.; SI Y.; NANAVATI C.; RIZZO A.A. Development of an interactive stepping game to reduce falls in the elderly. In: 8 International Conference on Disability, virtual reality and associated technologies – ICDVRAT. **Proceedings...** Valparaíso, 2010, p. 223-228.

LARA, L. PIMENTEL, G. Resenha do Livro Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem, de Roger Cailllois. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**. Campinas, v.27, n.2, p.7-188, 2006.

LEPHART, S. M.; RIEMANN, B. L.; FU, F. H. **Introduction to the sensorimotor system**. 2000.

LIU, L.; CRUZ, M. A.; RINCON R., A.; BUTTAR, V.; RANSON, Q.; GOERTZEN, D. What factors determine therapists' acceptance of new technologies for rehabilitation—a study using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). **Disability and rehabilitation**,v.37, n.5, p.447-455, 2015.

LLORENS R.; COLOMER-FONT C.; ALCANIZ M.; NOE-SEBASTIAN E. BioTrak virtual reality system: effectiveness and satisfaction analysis for balance rehabilitation in patients with brain injury. **Neurologia**. v.28, n.5, p. 268–275, 2013.

LOTUFO, P. A. Stroke is still a neglected disease in Brazil. **São Paulo Medical Journal**, v. 133, n. 6, p. 457-459, 2015.

LUCCHESI, F.; RIBEIRO, B. **Conceituação de jogos digitais**. São Paulo, Disponível em <<http://www.dca.fee.unicamp.br/~martino/disciplinas/ia369/trabalhos/t1lg3.pdf>> Acesso em 20 de fev. 2016. 2009.

LUNDY-EKMAN L. **Neurociência: fundamentos para a reabilitação**. 3ª. ed. Rio De Janeiro: Elsevier, p.477, 2008.

MACHADO, M. C; ISHITANI, L. Heurísticas para avaliação de gameplay direcionadas a adultos mais velhos. **Revista de Sistemas e Computação-RSC**, v. 5, n. 1, 2015.

MACHADO, L. S.; MORAES, R. M.; NUNES, F. L.S. Serious games para saúde e treinamento imersivo. **Abordagens Práticas de Realidade Virtual e Aumentada**, v. 1, p. 31-60, 2009.

MACKO R.F.; HAEUBER E.; SHAUGHNESSY M.; COLEMAN, K. L; BOONE, D. A.; SMITH, G.V; SILVER, K.H. Microprocessor-based ambulatory activity monitoring in stroke patients. *Med Sci Sport Exer*, v. 34, n. 3, p. 394-399, 2002.

MAKI, B. E.; MCILROY, W. E.; FERNIE, G. R. Change-in-support reactions for balance recovery. **Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE**, v. 22, n. 2, p. 20-26, 2003.

MANSON C.; KANDEL E.R. Central Visual Pathways. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell A. **Principles of neuroscience**. 3 ed. New York: Elsevier, p.420-39, 1991.

MARANHÃO-FILHO, P. A.; MARANHÃO, E. T.; SILVA, M. M. D.; LIMA, M. A. Rethinking the neurological examination I: static balance assessment. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v.69, n.6, p. 954-958, 2011.

MATTHIENSEN, A. Uso do coeficiente alfa de cronbach em avaliações por questionários. **Publicações Técnico-Científicas da Embrapa Roraima**, v. 1, n. 1, p. 1-31, 2011.

MAZZARO, R. Inovações tecnológicas made in Joinville promovem a inclusão. **A Notícia**, Joinville, 29 nov. 2016. Disponível em: <<http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/geral/joinville/noticia/2016/11/inovacoes-tecnologicas-made-in-joinville-promovem-a-inclusao-8532354.html>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

MCCONVILLE, K. M. V.; VIRK, S. Evaluation of an electronic video game for improvement of balance. **Virtual Reality**, v.16, n.4, p. 315-323, 2012.

MICHAEL, D. CHEN, S. **Serious games: games that educate, train and inform**. Boston, MA. Thomson Course Technology, 2006.

MINAYO, M. C. S. O envelhecimento da população brasileira e os desafios para o setor saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 2, p. 208-209, 2012.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As informações sensoriais para o controle postural. **Fisioterapia e Movimento**, v. 19, n. 2, p. 11-8, 2006.

MONTEIRO-JUNIOR, R.S.; VAGHETTI, C. A. O.; NASCIMENTO, O. J. M.; LAKS, J.; DESLANDES, A.C. Exergames: neuroplastic hypothesis about cognitive improvement and biological effects on physical function of institutionalized older persons. **Neural regeneration research**, v.11, n.2, p.201, 2016.

MULLER, M. J. Participatory practices in the software lifecycle. In: HELANDER, M. G.; LANDAUER, T. K.; PRABHU, P. V. **Handbook of human-computer interaction**. 2 ed. Amsterdam: Elsevier, 1997.

MUSSATO, R.; BRANDALIZE, D.; BRANDALIZE, M. Nintendo Wii e seu efeito no equilíbrio e marcha de idosos saudáveis. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 20, n. 2, p. 68-75, 2012.

NAKAMURA, J.; CSIKSZENTMIHALVYI, M. The concept of flow. In C. R. Snyder, & S. J. Lopez (Eds.), **Handbook of positive psychology**, p. 89-105. New York: Oxford University Press, 2002.

NAWAZ, A.; SKJAERET, N.; YSTMARK, K.; HELBOSTAD, J. L.; VEREIJKEN, B.; SVANAES, D. Assessing seniors' user experience (UX) of exergames for balance training. In 8th Nordic conference on human-computer interaction: fun, fast, foundational. **Proceedings...**2014, p. 578-587.

NOVELETTO F.; BERTEMES-FILHO P.; HOUNSELL M.S., SOARES A.V. A Serious Game for Training and Evaluating the Balance of Hemiparetic Stroke Patients. In: World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering - IUPESM, Toronto. **Proceedings...**2015, p. 1128-1131.

OLIVEIRA, C. B.; DE MEDEIROS I.R.; FROTA N.A., GRETERS M.E.; CONFORTO A.B. Balance control in hemiparetic stroke patients: main tools for evaluation. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 45, n. 8, p. 1215, 2008.

OLIVEIRA, H. C. D.; HOUNSELL, M.S.; GASPARINI, I.POP: An Instrument to Decide on the Adoption of Participatory Design. In: 18th International Conference on Human-Computer Interaction – HCI. **Proceedings...** Toronto, 2016, p.141-152.

PERANI, L.; BRESSAN, R. T. Wii Will Rock You: Nintendo Wii e as relações entre interatividade e corpo nos videogames. Disponível em: <http://sbgames.org/papers/sbgames07/gameandculture/short/gcs1.pdf> Acesso em 07 de jun. 2016. 2007.

PETERKA, R. J. Sensorimotor integration in human postural control. **Journal of Neurophysiology**, v. 88, n. 3, p. 1097-1118, 2002.

PIROVANO, M.; SURER, E.; MAINETTI, R.; LANZI, P. L.; BORGHESE, N. A. Exergaming and rehabilitation: A methodology for the design of effective and safe therapeutic exergames. **Entertainment Computing**, 2015, p.55-65.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 39, n. 2, p. 142-148, 1991.

POLLOCK, A. S.; DURWARD, B. R.; ROWE, P. J.; PAUL, J. P. What is balance? **Clinical Rehabilitation**, v. 14, n. 4, p. 402-406, 2000.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants part 1. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

PRENSKY, M.; ALDRICH, C.; GIBSON, D. Games and simulations in online learning: Research and development frameworks. **IGI Global**, 2007.

PYÖRIÄ, O.; ERA, P.; TALVITIE, U. Relationships between standing balance and symmetry measurements in patients following recent strokes ( $\leq 3$  weeks) or older strokes ( $\geq 6$  months). **Physical therapy**, v. 84, n. 2, p. 128-136, 2004.

RIBEIRO, G. L. H.; FERNANDES, N. M. P.; GARONE, P. M. C. O design e a jogabilidade. In: XII Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment - SBGAMES. **Proceedings...** São Paulo, 2013, p. 484-487.

ROBERTSON, B.; PALETZ, L.; STEINER, N.; WOLBER, N.; GUERRA, S.; STERN, M. Abstract T P330: Depression Cognition Screens. **Stroke**, v. 46, n. Suppl 1, p. ATP330-ATP330, 2015.

RODRIGUES, H. F.; MACHADO, L. D. S.; VALENÇA, A. M. G. Definição e Aplicação de um Modelo de Processo para o Desenvolvimento de Serious Games na Área de Saúde. In: X Congresso da Sociedade Brasileira de Computação-Workshop de Informática Médica – WIM. **Proceedings...** Belo Horizonte, 2010, p. 1532-1541.

ROERDINK M.; GEURTS A.C.; DE HAART M.; BEEK P.J. On the relative contribution of the paretic leg to the control of posture after stroke. **Neurorehabil Neural Repair**.v.23, n. 3, p. 267-274, 2009.

ROESLER, V. **Running Wheel**: proposta e análise de um exergame motivacional para corrida. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

ROLLINGS, A.; ADAMS, E. **Andrew Rollings and Ernest Adams on game design**. New Riders, 2003.

ROSSITO, G. M.; BERLIM T.L.; HOUNSELL M. D. S.; VINICIUS A. SIRTET-K3D: A Serious Game for Balance Improvement on Elderly People. In: XIII Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment - SBGAMES. **Proceedings...** Porto Alegre, 2014, p.601-604.

ROWLAND, L. P. Merritt tratado de neurologia. **Merritt tratado de neurologia**, 2002.

SAWYER, B.; REJESKI, D. Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation. **Woodrow Wilson International Center for Scholars**, 2002.

SATO, A. K.; CARDOSO, M. V. Além do Gênero: uma possibilidade para a classificação de jogos. In: VII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment – SBGAMES. **Proceedings...** Belo Horizonte, 2008, p. 54-63.

SELL, T. C. An examination, correlation, and comparison of static and dynamic measures of postural stability in healthy, physically active adults. **Physical Therapy in Sport**, v. 13, n.2, p. 80-86, 2012.

SILVA, E. L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Florianópolis, 2001.

SILVA, R. S.; TRISKA, T. **Discutindo uma Terminologia para os Videogames**: da jogabilidade ao gameplay. 4º. Congresso Sul Americano de Design de Iteração. 2012.

SINCLAIR, J.; HINGSTON, P.; MASEK, M. Considerations for the design of exergames. In: 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques – GRAPHITE, 2007. **Proceedings...** Perth, 2007, p. 289-295.

SNYDER, C. R.; LOPEZ, S. J. **Psicologia positiva**: uma abordagem científica e prática das qualidades humanas. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SMITHSON, F.; MORRIS, M. E.; IANSEK, R. Performance on clinical tests of balance in Parkinson's disease. **Physical therapy**, v. 78, n. 6, p. 577-592, 1998.

SOARES, A. V. **Utilização da realidade virtual na forma de um jogo sério desenvolvido para reabilitação física de idosos frágeis**. Tese (Doutorado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina, 2015.

SOBRINHO, J. B. R. **Hemiplegia**: reabilitação. São Paulo: Ateneu, v. 12, n. 2-2004, 1992.

SCHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. **Designing the user interface**. 5 ed. Boston, MA: Pearson, 2009.

SHUMWAY-COOK A.; WOOLLACOTT M.H. **Controle Motor**: teoria e aplicações práticas. 1 ed, São Paulo: Manole, 2003.

STAIANO, A. E.; FLYNN, R. Therapeutic uses of active videogames: a systematic review. **Games for health journal**, v. 3, n. 6, p. 351-365, 2014.

STOCCHERO, M. D. A. **Experiências de fluxo na Educação Musical**: um estudo sobre motivação. 2012. Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade Federal do Paraná, 2012.

SUBTIL, M. M. L.; GOES, D. C.; GOMES, T. C.; SOUZA, M. L. D. O relacionamento interpessoal e a adesão na fisioterapia. **Fisioterapia e Movimento**, v.24, n.4, p.745-753, 2011.

TREML, C. J.; KALIL FILHO, F. A.; CICCARINO, R. F. L.; WEGNER, R. S.; SAITA, C. Y. D. S.; CORRÊA, A. G. O uso da plataforma Balance Board como recurso fisioterápico em idosos. **Revista Brasileira Geriatria e Gerontologia**, v.16, n.4, p.759-768, 2013.

TRINDADE, A. P. N. T.; BARBOZA, M. A.; OLIVEIRA, F. B.; BORGES, A. P. O. Influência da simetria e transferência de peso nos aspectos motores após acidente vascular cerebral. **Revista Neurociência**, v. 19, n. 1, p. 61-7, 2011.

UZOR, S.; LYNNE B.; DAWN S. Senior designers: empowering seniors to design enjoyable falls rehabilitation tools. In: Conference on Human Factors in Computing Systems – SIGCHI, Austin. **Proceedings...**2012, p.1179-1188.

VAGHETTI, C. A. O.; BOTELHO, S. S. C. Ambientes virtuais de aprendizagem na educação física: uma revisão sobre a utilização de Exergames. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. pp. 64-75, 2010.

VAN DIEST, M.; LAMOTH, C. J.; STEGENGA, J.; VERKERKE, G. J.; POSTEMA, K. Exergaming for balance training of elderly: state of the art and future developments. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, v. 10, n. 1, p. 1, 2013.

VANNUCCHI, H.; PRADO, G. Discutindo o conceito de gameplay. **Texto Digital**, v. 5, n. 2, p. 130-140, 2010.

VASCONCELOS, A.; SILVA, P. A.; CASEIRO, J.; NUNES, F.; TEIXEIRA, L. F. Designing tablet-based games for seniors: the example of CogniPlay, a cognitive gaming platform. In: 4<sup>th</sup> International Conference on Fun and Games – ACM, 2012, Toulouse. **Proceedings...**2012, p. 1-10.

VENKATESH, V.; DAVIS, F. D. A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. **Manage Sci**, v.46, p. 186-204, 2000.

WANG, S.; MAO, Z.; ZENG, C.; GONG, H.; LI, S.; CHEN, B. A new method of virtual reality based on Unity3D. In: 18<sup>th</sup> International Conference on Geoinformatics. **Proceedings...** Beijing, 2010, p. 1-5.

WAZLAWICK, R.S. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. Rio de Janeiro: Campus, 2009.

WATTANASOONTORN, V.; BOADA, L.; GARCÍA, R.; SBERT, M. Serious games for health. **Entertainment Computing**, v.4, n.4, p.231-247, 2013.

WINTER, D. A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait & posture**, v.3, n.4, p.193-214, 1995.

WÜEST, S.; LANGENBERG, R.; BRUIN, E. D. Design considerations for a theory-driven exergame-based rehabilitation program to improve walking of persons with stroke. **European Review of Aging and Physical Activity**, v.11, n.2, p. 119, 2013.

YANAZE, L. **Tecno-pedagogia: os games na formação dos nativos digitais**. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2012.

ZYDA, M. From visual simulation to virtual reality to games. **Computer**, v. 38, n. 9, p. 25-32, 2005.

## APÊNDICE A – PRANCHAS DE EQUILÍBRIO

Pesquisas sobre o equilíbrio humano utilizam instrumentos geradores de instabilidade de equilíbrio tanto uniplanares quanto multidirecionais, com o objetivo de identificar as estratégias relevantes, geradas para o controle muscular (COMMISSARIS et al., 2002). Um tipo de dispositivo que propicia diferentes condições de instabilidade são as pranchas. Abaixo estão listadas alguns tipos encontrados para laser, jogos e também fisioterapia:

a) *Rocker Board*: é uma prancha plana que tem ponto de apoio anexado na parte inferior da prancha. Em alguns modelos o ponto de apoio é perpendicular ao comprimento e em outros a sustentação são dois *rockers* (pontos, balanços) paralelos entre si e paralelos ao comprimento. A inclinação no modelo de detectada é somente duas direções (direita e esquerda);

b) *Rocker-Roller Board*: possui um rolo cilíndrico como ponto de apoio ao invés de uma base fixa, o que torna seu uso mais desafiador em relação ao *rockerboard*. A inclinação ocorre somente para direita e esquerda;

c) *Strong Board*: a base é fixa porém a conexão com a prancha é realizada por molas, a inclinação ocorre para os quatro lados, porém com limitação de angulação. É normalmente utilizada para treinos funcionais;

d) *Sphere-and-ring Board*: o ponto de apoio é uma esfera que pode se mover, geralmente uma bola de borracha inflável. Com este tipo de prancha, manobras mais avançadas podem ser estimuladas, permite inclinação para todas as direções;

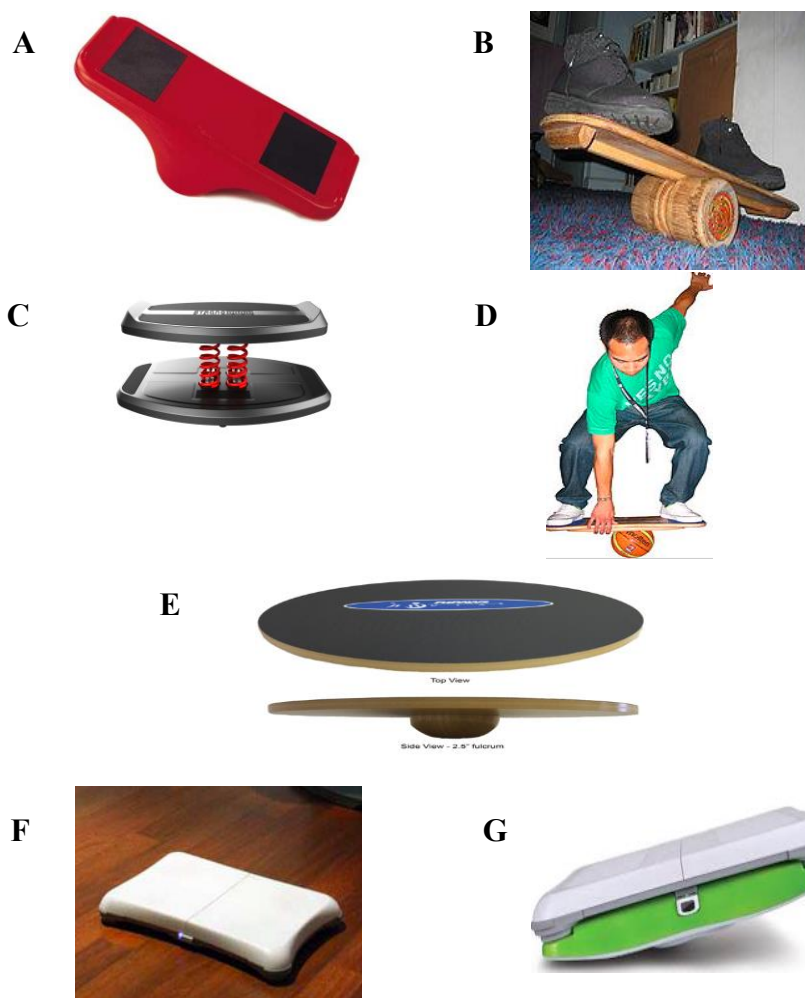
e) *Wobble Board*: a base é uma semi-esfera fixa na prancha permitindo que se incline para todas as direções. A prancha costuma ser no formato circular.

f) *Wii Balance Board* (WBB): é uma prancha plana com sensores de pressão que captam a pressão dos lados direito e esquerdo. Este modelo não possui inclinação.

g) *Wii Balance Board Attachment*: é um acessório para a prancha plana do Wii e reconhece inclinação para quatro direções.

Na Figura 1 são mostrados os modelos de pranchas descritos acima.

Figura 35 – Modelos de pranchas de equilíbrio: (A) *Rocker-Board* (B) *Rocker-roller Board* (C) *Sphere-and-ring Board* (D) *StrongBoard* (E) *Wobble Board* (F) *Wii Balance Board* (G) *Wii Balance Board Attachment*



Fonte: próprio autor, 2016.

Para avaliação ou treinamento do equilíbrio dinâmico, deve permitir que a inclinação da prancha ocorra para todas direções (laterais, anteroposteriores e combinados), trazendo maior flexibilidade ao exercício. Porém, apenas dois tipos de pranchas (*Sphere-and-ring Board* e *Wobble Board*) permitem inclinação para todos lados. O modelo *Sphere-and-ring* requer uma destreza muito alta ao passo que a *Wobble Board* pode exigir destreza menor conforme o raio da esfera da base.

## APÊNDICE B – POP PREENCHIDA

Segue abaixo as respostas da aplicação do questionário para verificação de participação de usuários finais no processo de *design* (OLIVEIRA et al., 2015) do JSA Wobu-bble.

**POP 1:** a (+2)

**POP 2:** b (0)

**POP 3:** c (-3)

**POP 4:** b (0)

**POP 5:** b (0)

**POP 6:** a (+2)

**POP 7:** c (-2)

**POP 8:** a (+1)

**POP 9:** c (-1)

**POP 10:** c (-1)

**POP 11:** c (-1)

### **Resultados:**

$$s = -3$$

$$r = 10$$

$$m = 5$$

Sugestão: participação não recomendada

$$fi = -3$$

$$cf = 73\%$$

$$cr = 80\%$$

## APÊNDICE C – DICIONÁRIO DE DADOS

A nomenclatura das variáveis segue um padrão com a primeira letra representando o tipo de dado e posteriormente as siglas da descrição.

| <b>Nome</b> | <b>Descrição</b>              | <b>Tipo Dado</b> | <b>Classificação</b> | <b>Range</b>               | <b>Valor</b> | <b>Default</b> |
|-------------|-------------------------------|------------------|----------------------|----------------------------|--------------|----------------|
| i-tampb     | Tamanho Bolha Principal       | Inteiro          | População            | [1 – 3]                    | 1,2,3        |                |
| i-velbs     | Velocidade Bolhas Secundárias | Inteiro          | População            | [1 – 3]                    | 1,2,3        |                |
| b-bolb      | Bolhas Extras Branca          | Booleana         | População            |                            | V/F          |                |
| b-bold      | Bolhas Extras Dourada         | Booleana         | População            |                            | V/F          |                |
| i-numb      | Número de Bolhas              | Inteiro          | População            | [1-10]                     |              |                |
| b-tipob     | Tipo de Bolha                 | Booleana         | População            | V- móvel<br>F - fixo       | V/F          |                |
| b-corbv1    | Cores Bolhas Verdes           | Booleana         | População            |                            | V/F          |                |
| b-corbv2    | Cores Bolhas Vermelhas        | Booleana         | População            |                            | V/F          |                |
| i-bolc      | Bolhas Criadas                | Inteiro          | Interna              |                            |              | 0              |
| i-bole      | Bolhas Estouradas             | Inteiro          | Interna              |                            |              | 0              |
| i-nivel     | Nível                         | Inteiro          | Interna              | [0-61]                     |              |                |
| b-jogof     | Jogo Finalizado               | Booleana         | Interna              |                            | V/F          | F              |
| b-som       | Som Ligado/Desligado          | Booleana         | Interna              | V- Ligado<br>F - Desligado | V/F          | V              |
| f-tempo     | Tempo                         | Float            | Interna              |                            |              |                |
| f-conta     | Auxiliar                      | Float            | Interna              |                            |              |                |
| a-niveis    | Níveis Completos              | Array (Inteiro)  | Interna              | [0-61]                     |              |                |
| a-temn      | Tempo Níveis                  | Array (Float)    | Interna              | [0-61]                     |              |                |



3;1;14;-1,3.75;-3,2;-6,3;-6,-1.8;-1,-4;;;;;;;;;;;;;-3.6,0;;;  
 3;1;15;-8.3,3;6.7,-4;7,3;-8.3,-4;;;;;;;;;;;;;-8.3,-0.6;-  
 0.5,3;-0.5,-4;6.8,-0.6  
 3;1;16;-8.3,3;6.7,-4;7,3;-8.3,-4;;;;;;;;;;;;;-8.3,-0.5;-  
 0.5,3;-0.5,-3;6.8,-0.5  
 3;1;17;-4,0;;;;;;;;;;;;;  
 3;1;18;5,5,;5,-5;;;;;;;;;;;;;  
 3;1;19;5,5,;5,-5,;-5,5,;-5,-5,;;;;;;;;;;;;;  
 3;1;20;-4,5;-1,5;2,5;-5,-5;;;;;;;;;;;;;0,0,;;  
 3;1;21;-8.3,3;6.7,-4;7,3;-8.3,-4;;;;;;;;;;;;;-8.3,-  
 0.6,;;;6.8,-0.6,  
 3;1;22;-5,5;5,-5;;;;;;;;;;;;;-8.3,-3,;0,5;;6.8,3

## APÊNDICE E – ARQUIVO DE DADOS DO JOGO

O campo nível representa o nível alcançado no jogo, o campo tempo representa o tempo que o jogador levou para cumprir a tarefa e pontos, é a pontuação alcançada em cada nível.

Nível;Tempo;Pontos

1;10.14223;67

2;1.954561;94

3;8.528925;72

4;6.626352;78

5;13.80047;70

6;20.12889;60

7;14.36395;69

8;13.64996;73

9;17.33588;69

10;26.50441;56

11;8.572165;87

12;17.26483;69

13;14.70673;76

14;12.62413;81

15;11.87233;84

16;12.42808;78

17;19.12084;69

18;10.13205;85

19;25.09669;65

## APÊNDICE F – *GAME DESIGN DOCUMENT (GDD) DO WOBU-BBLE*

### 1. Visão geral do jogo

O Wobu-bble é um JSA que tem como objetivo o treinamento e avaliação do equilíbrio dinâmico de pacientes com hemiparesia. Para isso o jogo usa uma prancha instável de inclinação contínua de baixo custo equipada com sensores que capturam o centro de pressão (CP) do usuário para controlar o jogo. O jogo é utilizado com a supervisão de um fisioterapeuta, que utiliza os dados de saída para verificação da evolução do paciente.

Para jogar o Wobu-bble é necessário um computador com entrada USB para conexão da prancha. Sobre a prancha, o jogador deverá, através de movimentos de inclinação, capturar ou desviar de outras bolhas. Com estes estímulos visuais, refletidos na inclinação da prancha que o jogador deverá produzir, o equilíbrio do jogador será colocado à prova.

Inicialmente dados do jogador poderão ser informados para o acompanhamento de evolução do paciente, as informações como nome, idade e população podem ser inclusas. Será apresentado ao fisioterapeuta duas opções de utilização do jogo, avaliação e tratamento. Na avaliação, o protocolo (NOVELETTO et al., 2015) será reproduzido para permitir futuras comparações com o Wobu-bble. O protocolo consiste no jogador manter a bolha (CP detectado) em determinada área delimitada na tela (bolha maior) e dentro de 30 segundos.

Na opção de tratamento, o jogador inicialmente no centro da tela representado pela bolha principal deverá, com movimentos de inclinação, alcançar bolhas de ‘captura’ e desviar-se de bolhas ‘obstáculo’. Na Figura 1 é mostrado o dispositivo e o cenário do Wobu-bble. No jogo estão as fases e níveis, a transição de níveis e fases ocorrem automaticamente, dependendo da performance do jogador se ocorrerá o avanço de nível ou decréscimo. Cada nível possui um tempo limite para execução da tarefa, o tempo pode variar dependendo do nível, pois quanto mais bolhas, o tempo disponível para execução é maior. A pontuação é dada sobre o tempo levado para conclusão da tarefa, ou seja, quanto mais rápido, maior a pontuação.

O Wobu-bble tem opção de leitura de arquivo .XML (*Extensible Markup Language*) com parâmetros que definem funcionamento diferenciado do jogo. Ao final da sessão será gravado arquivo CSV (*Comma Separated Values*) com dados do jogo: nome, data, duração, fase, nível, pontuação, alcances máximos para utilização do fisioterapeuta.



Figura 1: Dispositivo e cenário do Wobu-bble

## 2. Funcionamento

O Wobu-bble mede o progresso do jogador em fases e níveis. Cada fase e nível admitem três variáveis. Essas variáveis, que serão detalhadas mais abaixo, determinam o grau de dificuldade e estímulos diferentes para o equilíbrio dinâmico.

Ao clicar em jogar na tela principal do jogo (Figura 2), o jogador que irá utilizar pela primeira vez o jogo, será direcionado para o primeiro nível. Para jogadores já cadastrados, através das informações do arquivo de entrada direcionará para um nível abaixo do último nível alcançado em treinamento anterior.



Figura 2: Tela menu principal

No jogo, a Figura 4 mostra a tela do nível 1. A bolha azul é a representação do CP do jogador, as bolhas verdes são de captura e no canto superior direito é mostrado o tempo decorrido. O tempo decresce segundo a segundo até zerar.



Figura 4: Tela do primeiro nível do Wobu-bble

O jogador ao capturar as bolhas disponíveis dentro do tempo limite receberá *feedback* com a frase 'Muito Bem', pontuação e estrelas de bonificação (Figura 5), e então avançará de nível automaticamente.



Figura 5: Tela de *feedback* ao concluir tarefa com sucesso

### 3. Transição de fases e níveis

#### 3.1 Mudança de Fases

O jogo identifica automaticamente qual fase o jogador irá iniciar para aqueles que tem arquivo csv com dados do último treinamento e para o jogador iniciante, a fase é a 1. A transição de fase ocorrerá quando:

- Se for alcançado o nível máximo (62) com média de pontuação  $\geq 70$ , o jogador passa para a próxima fase;
- Se a média do jogador for inferior a 30 pontos em três níveis iguais a partir da fase 2, regride uma fase.

Na figura 7 é mostrado como ocorrem as alterações de características das variáveis nas transições de fases.

| Fase | Tam. Bolha | Velocidade Bolha | Bolhas Extras    |
|------|------------|------------------|------------------|
| 1    | Grande     | Lenta            | -                |
| 2    | Média      | Lenta            | -                |
| 3    | Média      | Lenta            | Branca           |
| 4    | Média      | Média            | Branca           |
| 5    | Pequena    | Média            | Branca           |
| 6    | Pequena    | Média            | Branca + Dourada |
| 7    | Pequena    | Alta             | Branca + Dourada |

Figura 7: Transição de Fases

#### 3.2 Mudança de Níveis

Cada fase do Wobu-bble possui vários níveis. Estão previstos 62 níveis na Fase 1 e cada nível compreende de uma tarefa desenhada para o treinamento do equilíbrio dinâmico. Para o jogador que já utilizou o jogo, através da leitura do arquivo csv será direcionado para o nível correspondente no treinamento anterior menos 1.

Para a transição de níveis será levado em consideração a pontuação do jogador: se o jogador está conseguindo alcançar o objetivo e a pontuação atingida for  $\geq 70$  pontos em 3 níveis diferentes, significando facilidade de realização das tarefas, elevará um nível

automaticamente; para a pontuação  $\leq 70$  pontos em 3 níveis seguidos, significando dificuldade para cumprir tarefa, descerá um nível.

Em caso de não conclusão da tarefa será repetido o nível, sendo possível o máximo de três repetições. Após a terceira tentativa sem sucesso, o jogador regredirá um nível automaticamente.

Na figura 8 está é demonstrada como ocorrem as mudanças das variáveis na transição de níveis. As setas indicam alteração de característica que tem maior impacto sobre a dificuldade de jogar. O número de bolhas repetem-se somente nos primeiros níveis.

| Nível | Nr. Bolhas | Tipo Bolha       | Cores Bolhas         |
|-------|------------|------------------|----------------------|
| 1     | 2          | Fixa             | Verde                |
| 2     | 2          | Fixa             | Verde                |
| 3     | 4          | Fixa             | Verde                |
| 4     | 4          | Fixa             | Verde                |
| 5     | 5          | Fixa             | Verde                |
| 6     | 6          | Fixa             | Verde                |
| 7     | 5          | 4 Fixas 1 Móvel  | Verde                |
| 8     | 6          | 5 Fixas 1 Móvel  | Verde                |
| 9     | 7          | 6 Fixas 1 Móvel  | Verde                |
| 10    | 8          | 7 Fixas 1 Móvel  | Verde                |
| 11    | 9          | 8 Fixas 1 Móvel  | Verde                |
| 12    | 7          | 5 Fixas 2 Móveis | Verde                |
| 13    | 8          | 6 Fixas 2 Móveis | Verde                |
| 14    | 9          | 7 Fixas 2 Móveis | Verde                |
| 15    | 10         | 8 Fixas 2 Móveis | Verde                |
| 16    | 7          | 4 Fixas 3 Móveis | Verde                |
| 17    | 8          | 5 Fixas 3 Móveis | Verde                |
| 18    | 9          | 6 Fixas 3 Móveis | Verde                |
| 19    | 10         | 7 Fixas 3 Móveis | Verde                |
| 20    | 8          | Fixa             | 7 Verdes 1 Vermelha  |
| 21    | 9          | Fixa             | 8 Verdes 1 Vermelha  |
| 22    | 10         | Fixa             | 9 Verdes 1 Vermelha  |
| 23    | 11         | Fixa             | 10 Verdes 1 Vermelha |
| 24    | 8          | 7 Fixa 1 Móvel   | 7 Verdes 1 Vermelha  |
| 25    | 9          | 8 Fixas 1 Móvel  | 8 Verdes 1 Vermelha  |
| 26    | 10         | 9 Fixas 1 Móvel  | 9 Verdes 1 Vermelha  |
| 27    | 11         | 10 Fixas 1 Móvel | 10 Verdes 1 Vermelha |

|    |    |                  |                      |
|----|----|------------------|----------------------|
| 28 | 7  | Fixa             | 5 Verdes 2 Vermelhas |
| 29 | 8  | Fixa             | 6 Verdes 2 Vermelhas |
| 30 | 9  | Fixa             | 7 Verdes 2 Vermelhas |
| 31 | 10 | Fixa             | 8 Verdes 2 Vermelhas |
| 32 | 5  | 4 Fixas 1 Móvel  | 3 Verdes 2 Vermelhas |
| 33 | 6  | 5 Fixas 1 Móvel  | 4 Verdes 2 Vermelhas |
| 34 | 7  | 6 Fixas 1 Móvel  | 5 Verdes 2 Vermelhas |
| 35 | 8  | 7 Fixas 1 Móvel  | 6 Verdes 2 Vermelhas |
| 36 | 6  | 4 Fixas 2 Móveis | 4 Verdes 2 Vermelhas |
| 37 | 7  | 5 Fixas 2 Móveis | 5 Verdes 2 Vermelhas |
| 38 | 8  | 6 Fixas 2 Móveis | 6 Verdes 2 Vermelhas |
| 39 | 9  | 7 Fixas 2 Móveis | 7 Verdes 2 Vermelhas |
| 40 | 5  | 4 Fixas 1 Móvel  | 4 Verdes 1 Vermelha  |
| 41 | 6  | 5 Fixas 1 Móvel  | 5 Verdes 1 Vermelha  |
| 42 | 7  | 6 Fixas 1 Móvel  | 6 Verdes 1 Vermelha  |
| 43 | 8  | 7 Fixas 1 Móvel  | 7 Verdes 1 Vermelha  |
| 44 | 4  | 3 Fixas 1 Móvel  | 2 Verdes 2 Vermelhas |
| 45 | 5  | 4 Fixas 1 Móvel  | 3 Verdes 2 Vermelhas |
| 46 | 6  | 5 Fixas 1 Móvel  | 4 Verdes 2 Vermelhas |
| 47 | 7  | 6 Fixas 1 Móvel  | 5 Verdes 2 Vermelhas |
| 48 | 5  | 3 Fixas 2 Móveis | 3 Verdes 2 Vermelhas |
| 49 | 6  | 4 Fixas 2 Móveis | 4 Verdes 2 Vermelhas |
| 50 | 7  | 5 Fixas 2 Móveis | 5 Verdes 2 Vermelhas |
| 51 | 8  | 6 Fixas 2 Móveis | 6 Verdes 2 Vermelhas |
| 52 | 6  | 3 Fixas 3 Móveis | 4 Verdes 2 Vermelhas |
| 53 | 7  | 3 Fixas 3 Móveis | 4 Verdes 2 Vermelhas |
| 54 | 8  | 5 Fixas 3 Móveis | 6 Verdes 2 Vermelhas |
| 55 | 9  | 6 Fixas 3 Móveis | 7 Verdes 2 Vermelhas |
| 56 | 7  | 6 Fixas 1 Móvel  | 4 Verdes 3 Vermelhas |
| 57 | 8  | 7 Fixas 1 Móvel  | 5 Verdes 3 Vermelhas |
| 58 | 9  | 8 Fixas 1 Móvel  | 6 Verdes 3 Vermelhas |
| 59 | 10 | 9 Fixas 1 Móvel  | 7 Verdes 3 Vermelhas |
| 60 | 6  | 4 Fixas 2 Móveis | 4 Verdes 2 Vermelhas |
| 61 | 7  | 5 Fixas 2 Móveis | 5 Verdes 2 Vermelhas |
| 62 | 8  | 6 Fixas 2 Móveis | 6 Verdes 2 Vermelhas |

Figura 8: Transição de Níveis

#### 4. Pontuação

O tempo disponível para jogar irá variar conforme o número de bolhas dispostas, até 4 bolhas o tempo será de 30 segundos, e a cada bolha acrescentada terá acréscimo de tempo. A bolha verde considera 5 segundos e a bolha vermelha 10 segundos ao tempo. Considerando que a pontuação é baseada no tempo para execução da tarefa, abaixo o cálculo:

$$\text{Pontuação} = (\text{Tempo jogado (s)} / \text{Tempo nível (s)}) * 100$$

Conforme a pontuação alcançada pelo jogador, a bonificação por estrelas irá variar. A regra para exibição de estrelas é:

| Pontuação                       | Nr.<br>Estrelas |
|---------------------------------|-----------------|
| Se Pontuação $\geq 80$          | 3               |
| Se Pontuação $\geq 50$ e $< 80$ | 2               |
| Se Pontuação $\geq 30$ e $< 50$ | 1               |
| Se Pontuação $< 30$             | 0               |

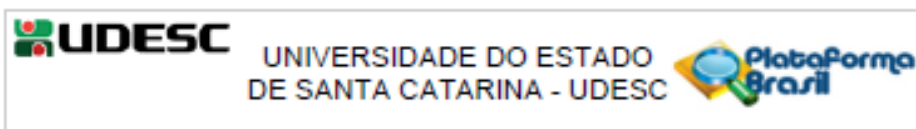
## 5. Tecnologias Usadas

O Wobu-bble está sendo desenvolvido sobre a plataforma Unity3D, em linguagem C#. É utilizado o pacote *Bubble Shooter Pack* que contém componentes gráficos e a biblioteca *SerialPort* para conexão serial.

## 6. Requisitos Mínimos

Sistema Operacional: Windows;  
Computador/notebook com entrada USB.

## APÊNDICE G – PARECER COMITÊ DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Jogo Sêrio para desenvolvimento do Equilíbrio

**Pesquisador:** Marcelo da Silva Hounsell

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 60001216.9.0000.0118

**Instituição Proponente:** FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SC UDESC

**Patrocinador Principal:** FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.858.143

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se da terceira versão do projeto de pesquisa intitulado "Jogo sêrio para desenvolvimento do equilíbrio dinâmico de pacientes com hemiparesia" e tem como pesquisador responsável Marcelo da Silva Hounsell, participando da pesquisa, conforme relato do PB, Rafaela Bosse Schroeder. Além desses integrantes, consta no PD como participantes voluntários: Antônio Vinícius Soares (fisioterapeuta) e Fabrício Noveletto. Trata-se de um projeto que objetiva, conforme PB desenvolver um Jogo Sêrio para auxílio a recuperação do equilíbrio dinâmico em pacientes com hemiparesia. Caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, apresentando como critérios de inclusão estudante de fisioterapia, pacientes da clínica-escola que ainda não passaram por terapia com o jogo e estudantes de computação. Conforme informações do PB haverá 12 (doze) participantes da pesquisa. Observou-se que o projeto conta com bolsa de estudo no valor de R\$ 1.500,00, sendo que o início da coleta dos dados está prevista para o dia 03/10/2016.

#### Objetivo da Pesquisa:

##### Objetivo geral

Desenvolver um Jogo Sêrio para auxílio a recuperação do equilíbrio dinâmico em pacientes com hemiparesia

**Endereço:** Av. Madre Benvenuta, 2007

**Bairro:** Itacorubi

**CEP:** 88.035-001

**UF:** SC

**Município:** FLORIANÓPOLIS

**Telefone:** (48)3864-8084

**Fax:** (48)3864-8084

**E-mail:** cepah.udesc@gmail.com

**APÊNDICE H – INSTRUMENTO SEU-Q APLICADO**

**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Comitê de Ética em Pesquisa  
Envolvendo Seres Humanos

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa intitulada "Jogo Sérió para desenvolvimento do Equilíbrio", e fará uma avaliação, tendo como objetivo desenvolver um Jogo Sérió para auxílio a recuperação do equilíbrio dinâmico em pacientes com hemiparesia. Serão previamente marcados a data e horário para a aplicação da avaliação, utilizando questionário. Estas medidas serão realizadas na (Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), ou Faculdade Guilherme Guimbala).

O(a) Senhor(a) e seu/sua acompanhante, se houver, não terão despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Todas as despesas decorrentes de sua participação serão ressarcidas. Em caso de dano, durante a pesquisa será garantida a indenização.

Os riscos destes procedimentos serão mínimos por envolver somente sua opinião a respeito de uma demonstração do projeto de um novo jogo digital, além da possibilidade de se sentir ofendido pela sua interpretação do questionário.

A sua identidade será omitida pois cada indivíduo será identificado por um número. Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão a contribuição para avaliação de utilidade de uma nova ferramenta de reabilitação. Para você, os benefícios são conhecer alternativas possíveis de tratamento e oportunidade de contato com pesquisadores da área.

As pessoas que estarão acompanhando os procedimentos serão os pesquisadores estudante de mestrado Rafaela Bosse Schroeder e o professor responsável Marcelo da Silva Hounsell.

O(a) senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa.

NOME DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL PARA CONTATO: Marcelo da Silva Hounsell

NÚMERO DO TELEFONE: 047 34817804

ENDEREÇO: Centro de Ciências Tecnológicas - CCT / Rua Paulo Malschitzki, 200 - Campus Universitário Prof. Avelino Marcante - Bairro Zona Industrial Norte - Joinville - SC - Brasil

CEP: 89.219-710

ASSINATURA DO PESQUISADOR:

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPESH/UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC -88035-901

Fone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: [cepsh.reitoria@udesc.br](mailto:cepsh.reitoria@udesc.br) / [cepsh.udesc@gmail.com](mailto:cepsh.udesc@gmail.com)

CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

SEPN 510, Norte, Bloco A, 3º andar, Ed. Ex-INAN, Unidade II – Brasília – DF- CEP: 70750-521

Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: [conep@saude.gov.br](mailto:conep@saude.gov.br)

**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ .

| <b>Questionário Demográfico</b>                                                                                                                                                     |       |                          |   |   |   |   |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|---|---|---|---|------|
| <b>Gênero:</b> ( ) M ( ) F <b>Idade:</b> _____ <b>Formação:</b> _____<br><b>Experiência Profissional:</b> Não( ) Sim( ) Qual? _____                                                 |       |                          |   |   |   |   |      |
| Questões<br>(Por favor, quantifique seu grau de conhecimento numa escala de 1 a 7)                                                                                                  | Baixo | Escala (marcar com um X) |   |   |   |   | Alto |
| Nível de <b>conhecimento/uso</b> em Jogos Digitais/Realidade Virtual?                                                                                                               | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/RV <b>na reabilitação</b> do equilíbrio em hemiparéticos                                                                                | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| Questões<br>(Por favor, quantifique o nível da sua resposta numa escala de 1 a 7:)                                                                                                  | Baixo | Escala (marcar com um X) |   |   |   |   | Alto |
| 1) Como <b>você</b> avalia o nível de utilidade que jogadores (pacientes AVC) sentirão do <b>feedback sonoro</b> gerado pelo jogo WoBu-Bble?                                        | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 2) Como <b>você</b> avalia o nível de dificuldade que os jogadores (pacientes AVC) sentirão para <b>entenderem os desafios</b> (função das bolhas) nas diversas fases do WoBu-Bble? | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 3) Como <b>você</b> avalia o nível de dificuldade que os jogadores (pacientes AVC) sentirão para <b>realizarem os desafios</b> gerados pelo WoBu-Bble?                              | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 4) Como <b>você</b> avalia o nível de dificuldade que os jogadores (pacientes AVC) sentirão para <b>utilizar/controlar</b> a prancha?                                               | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 5) Como <b>você</b> avalia o nível de motivação que os jogadores (pacientes AVC) sentirão pela <b>pontuação e estrelas</b> do WooBu-Bble?                                           | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 6) Como <b>você</b> avalia o nível de <b>divertimento</b> que os jogadores (pacientes AVC) sentirão no WoBu-Bble?                                                                   | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 7) Como <b>você</b> avalia o nível de dificuldade que os jogadores (pacientes AVC) sentirão para <b>verem</b> os objetos, e <b>perceberem</b> as ações e movimentos destes no jogo? | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 8) Como <b>você</b> avalia o nível de <b>qualidade do cenário</b> (cores, número de objetos, beleza) que os jogadores (pacientes AVC) sentirão?                                     | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 9) Como você avalia o nível utilidade do jogo WoBu-Bble para a reabilitação do equilíbrio dos jogadores (pacientes AVC)?                                                            | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 10) Como você avalia o nível de motivação que o jogo WoBu-Bble trará para os pacientes jogadores (pacientes AVC) fazerem a reabilitação?                                            | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 11) Como você avalia o nível de utilidade dos dados (pontos, estrelas, tempo, relatórios, etc.) providos pelo WoBu-Bble para a atividade profissional?                              | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 12) Como você avalia o nível de utilidade dos controles (encerrar jogo, pular nível, liga/desliga som, etc.) providos pelo jogo WoBu-Bble para a atividade profissional?            | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 13) Como você avalia o nível de dificuldade de adotar o WoBu-Bble no cotidiano da atividade profissional?                                                                           | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |

- 14) Na sua opinião quais os principais benefícios ou vantagens de se utilizar o WoBu-Bble para reabilitação do equilíbrio dinâmico em pacientes AVC?
- 15) Na sua opinião quais os principais dificuldades ou desvantagens de se utilizar o WoBu-Bble para reabilitação do equilíbrio dinâmico em pacientes AVC?
- 16) Você possui sugestões de melhoria para o jogo WoBu-Bble? Explícite:

## APÊNDICE I – SLIDES APRESENTAÇÃO DO WOBUBBLE – 1ª. AVALIAÇÃO



### WoBu-Bble

#### Aplicação Teste do Potencial do Jogo

Mestranda: Rafaela Bosse Schroeder  
Orientador: Marcelo da Silva Hounsell

### Tópicos

- Motivação
- Introdução Equilíbrio
- Jogo – WoBu-Bble
  - Características
- Demonstração
- Aplicação Questionário

### Motivação

Reabilitação do equilíbrio dinâmico para hemiparéticos



### Equilíbrio Postural

Dinâmica da postura para evitar a queda; que pode ser dividida em duas análises: **estática e dinâmica** (Winter, 1995).

### Equilíbrio Postural

**Estático**

Equilíbrio em posição estável.

**Dinâmico**

Equilíbrio em resposta voluntária a movimentos ou perturbações externas.

(PYÖRIÄ, ERA e TALVITIE, 2004)

### Hemiparesia

Causada por lesão do neurônio motor superior resulta em assimetria na postura e movimento, devido aos efeitos combinados de espasticidades e fraqueza de membros (Rowland, 2001; Bohannon e Larkin, 1985).

**“Cerca de 50% dos pacientes não terão atingido a independência 6-9 semanas após o início de um AVC”**  
(Roerdink et al., 2005)



### WoBu-Bble

Jogo para desenvolvimento do equilíbrio dinâmico de pacientes com hemiparesia

De pé na prancha, o **desafio** está no **alcançar** bolhas de captura e **desvio** de bolhas “obstáculos”.

**Alcançar Bolhas Verdes**



**Jogador Bolha Azul**



**Evitar Bolhas Vermelhas**



### WoBu-Bble



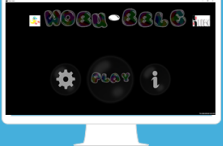
### Características

**Hardware:**

- Prancha de equilíbrio;
- Navegador e colegas;
- Inclinação para todas as direções;
- Sensores de inércia (acelerômetro e giroscópio).

**Software:**

- Configuração de jogador;
- Calibração;
- Níveis;
- Fases;
- Feedback sonoro e visual;
- Teclas Atalho;
- Relatórios.

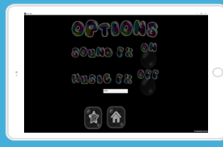


### Tela Principal

Botões de Configuração, Jogar e Informações.

### Tela Configurações

- Ligar/desligar som;
- Ligar/desligar música;
- Nome Jogador;
- Ícone Calibração



### Teclas de Atalho

| Tecla      | Função                                  |
|------------|-----------------------------------------|
| <b>Esc</b> | Sai do jogo e volta para tela de níveis |
| <b>E</b>   | Refaz nível                             |
| <b>U</b>   | Avança nível                            |
| <b>J</b>   | Retroceder nível                        |
| <b>M</b>   | Liga/Desliga música de fundo            |
| <b>N</b>   | Liga/Desliga estímulo sonoro            |

### Tela Calibração



### Tela Seleção Níveis





### Jogando: Nível 1

Bolha Azul: jogador;  
Bolhas verdes: captura;  
Tempo

15

### Tela ao concluir nível com sucesso

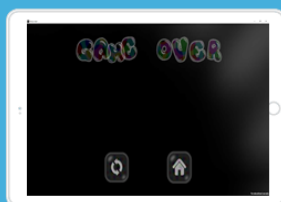
- Feedback Visual:
  - Mensagem;
  - Pontuação (Score);
  - Tempo total sobre o tempo jogado, se pontos:
    - $\geq 80$ : 3 estrelas;
    - $\geq 50$ : 2 estrelas;
    - $\geq 30$ : 1 estrela



16

### Tela ao concluir nível sem sucesso

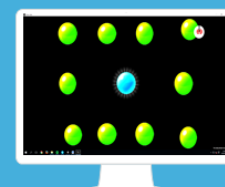
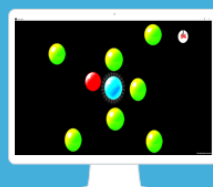
- Feedback Visual:
  - Mensagem;
  - Opções refazer ou página inicial



17

### Tela Nível 18

### Tela Nível 30

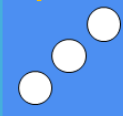


18

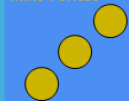
### Fases

- Alteração do tamanho bolha jogador (grande, média, pequena);
- Presença bolhas extras (branca e dourada):

**Bolhas Brancas**  
Congelam



**Bolhas Douradas**  
Mais Pontos



19

### Etapas



20

## Demonstração

## Questionário

21



## WoBu-Bble

Aplicação Teste do Potencial  
do Jogo

E-mail: rafaboneto@gmail.com  
marcelo.kronsch@udesc.br

22

## APÊNDICE J – RESPOSTAS DAS QUESTÕES DISCURSIVAS DO INSTRUMENTO SEU-Q

### 1ª. Avaliação

**Questão 14:** Na sua opinião quais os principais **benefícios ou vantagens** de se utilizar o WoBu-Bble para reabilitação do equilíbrio dinâmico em pacientes hemiparéticos?

- 1) Adaptação de táticas de equilíbrio, pois melhor movimentação e realização das atividades pedidas.
- 2) Melhor equilíbrio dinâmico.
- 3) Motivação por conta a diversão na atividade realizada.
- 4) Aumento da concentração, equilíbrio, atenção, motivação em continuar com o tratamento.
- 5) Ajuda no equilíbrio, fazendo que o paciente consiga se concentrar e conseguir passar no nível. Ajudando também na autoconfiança.
- 6) Trabalhar o equilíbrio e ao mesmo tempo distrair e divertir o paciente.
- 7) Este tipo de tratamento sai do cotidiano realizado nas clínicas promovendo uma motivação para a realização da atividade.
- 8) É uma maneira diferente de se reabilitar, sendo mais divertida/animadora para o paciente, e bem interessante para o profissional.
- 9) Melhora de equilíbrio.
- 10) Ganho controle postural e equilíbrio.
- 11) Benefícios para controle de tronco, noção de espaço e tempo.
- 12) Os benefícios são inúmeros para os pacientes hemiparéticos pois estimula de forma lúdica e criativa a vontade do paciente fazer reabilitação e recuperar novamente o equilíbrio e a força.
- 13) Melhora do equilíbrio; entretenimento; motivação.
- 14) Auxilia bastante no equilíbrio. É divertido para os pacientes. Paciente fica focado na atividade e em acertar, vencer.
- 15) Vantagem que melhora o equilíbrio de uma forma lúdica e com o desafio das fases estimula o paciente a ir melhorando o nível do jogo e consequentemente melhorando o equilíbrio, a força, a postura, o tônus muscular.
- 16) Melhora o equilíbrio; Melhora Força; Ajuste de Postura.
- 17) Eu acho que ajudo com o mesmo, e de forma dinâmica.
- 18) Um dos benefícios é a motivação que o jogo gera na ajuda da reabilitação.
- 19) A reabilitação se torna mais divertida e estimulante, o paciente pode apresentar uma melhora brincando.
- 20) Achei super legal e descontraído, assim o paciente pode melhorar seu equilíbrio;
- 21) Lúdico/Criatividade; Melhora o equilíbrio; melhora propriocepção.
- 22) Segurança, autonomia nas AVD's, diminuição do uso de bengalas. O jogo estimula e desafia, sai da reabilitação monótona.
- 23) A melhora rápida do equilíbrio do paciente, tendo noção de espaço, pacientes se empolgam em tentar avançar fase.
- 24) Fortalecimento do equilíbrio e melhor utilização do lado parético.
- 25) Incentivo ao paciente a continuar sua reabilitação o qual proporcionará o aumento de sua autoestima.
- 26) Ganho de força nos MMII; Melhora do Equilíbrio; Aumento Motivação.
- 27) Irá proporcionar ao paciente uma nova dinâmica e um jeito novo de trabalhar o equilíbrio, propriocepção, ganho de força e concentração que irá aferir (melhorar) o cotidiano.
- 28) Equilíbrio e propriocepção.

- 29) Melhora do equilíbrio; Noção espacial.
- 30) Reabilitação e melhora mais rápida para o paciente. Por ser mais dinâmico o paciente acaba ficando mais motivado no tratamento.
- 31) É uma maneira divertida de tratar o paciente que traz muitos benefícios, tanto de equilíbrio, de fortalecimento muscular que ajudarão nas atividades do cotidiano.
- 32) A motivação para o tratamento, tomando o jogo como desafio.
- 33) O jogo torna mensurável os avanços na reabilitação. E que permite tornar a reabilitação algo divertido.
- 34) Facilidade no entendimento e uso do jogo.
- 35) O jogo trás ao usuário/jogador uma forma de divertimento e que ajuda no tratamento.
- 36) Motivação; maior controle para os profissionais da saúde; reabilitação e entretenimento.
- 37) Ao mesmo tempo que o usuário estar se reabilitando ele também estaria se divertindo com o jogo, dando uma motivação a mais para o usuário continuar na reabilitação.
- 38) O jogo é bastante motivador e se torna divertido brincar e se reabilitar, simultaneamente. O uso de estratégias similares garante que o jogo será de grande utilidade.
- 39) Interface prática e bonita. Não apresenta funcionalidades inúteis para o usuário.
- 40) Motivação alta para um exercício que somente é desgastante.
- 41) Incentivo para os pacientes (tornando divertida uma atividade necessária para reabilitação).
- 42) A busca por uma pontuação mais alta (decorrente de melhor habilidade motora) fará o jogador treinar mais sem se cansar, devido dinâmica do jogo.
- 43) O próprio jogo gera motivação. Para um paciente com essa dificuldade, conseguir jogar o motiva a sempre querer alcançar uma nova fase. E quanto mais ele se motivar, melhor o resultado do tratamento.
- 44) Conseguirem recuperar o equilíbrio e viverem um vida com mais qualidade.
- 45) Sair da rotina das fisioterapias.
- 46) A motivação que sentiram levará ao paciente continuar o tratamento.

**Questão 15:** Na sua opinião quais os principais **dificuldades ou desvantagens** de se utilizar o WoBu-Bble para reabilitação do equilíbrio dinâmico em pacientes hemiparéticos?

- 1) Nenhuma.
- 2) Fazer a bolinha se mover com o próprio equilíbrio.
- 3) Nenhuma.
- 4) Bolinha azul não ter a mesma velocidade que o movimento realizado na prancha (bolinha mais rápida).
- 5) A bolinha se mover além do quadro, aonde o paciente poderia se perguntar 'aonde que eu estou' fazendo delimitação.
- 6) Dificuldade de manter o equilíbrio.
- 7) Custo.
- 8) A prancha é um pouco difícil de se controlar, principalmente no começo até se adaptar.
- 9)
- 10) Dificuldade perda de equilíbrio podendo causar traumas e lesões.
- 11) Controle da prancha e risco de queda.
- 12) No início existe a dificuldade que o paciente tem de se equilibrar e se adaptar à prancha.
- 13)
- 14) Um pouco difícil, bolas se mexem muito e confundem um pouco o jogador.

- 15) Deve ser um pouco mais lento nas trocas de um ponto p/ outro pois leva um tempo para conseguir equilibrar, e quando consegue troca muito rápido, isso pode 'frustrar' o paciente, ele irá se achar incapaz de realizar e fazer níveis + leves para iniciar principalmente em hemiparéticos ou outras lesões + graves.
- 16) Eles vão sentir dificuldade em se equilibrar na prancha e também insegurança, alguns podem desistir.
- 17) Segurança do paciente.
- 18) Maior dificuldade que percebi na minha opinião foi apenas no começo, mas com o tempo o paciente vai aprendendo e o desempenho melhora.
- 19) A principal dificuldade é manter o equilíbrio para poder coordenar o jogo.
- 20) A única dificuldade seria ficar na prancha.
- 21) Pela rapidez de controlar a prancha e conseguir executar a atividade. Geralmente em pacientes muito graves não conseguirão se equilibrar nenhuma prancha estável.
- 22)
- 23) Insegurança ou medo em cair da prancha, já que ele é apenas amarrado por uma faixa.
- 24) Grau de paresia que o paciente pode ter, se for mais grave pode dificultar, e não conseguir ter o equilíbrio para realizar o jogo.
- 25) O campo visual de início demonstra ao paciente a dificuldade.
- 26) Alto risco de queda se não for bem aplicado; Dificuldade no início.
- 27) Risco de queda se não for bem aplicado e dificuldade de estabilidade na prancha no início.
- 28) Pacientes graves não conseguirão se equilibrar, nem na prancha mais estável. Quando a bolha desaparece da tela o paciente fica desorientado na localização da bolha.
- 29) Paciente precisa de ajuda para subir na prancha ou descer e se manter sozinho em cima da prancha.
- 30) Maior dificuldade para o paciente é conseguir se equilibrar de forma correta nas primeiras seções.
- 31) Se manter em equilíbrio inicialmente, tem que ter mais de um profissional para auxiliar com o paciente se for hemiparético grave.
- 32) O entendimento do funcionamento do jogo para pacientes iniciantes.
- 33) Questão do custo do equipamento; Talvez algum paciente possa se sentir meio tonto com a movimentação da base.
- 34) Para o usuário utilizar o jogo sozinho os comandos de atalho não seriam de grande utilidade.
- 35) Por estar em estágio inicial de criação, falta um cenário mais atrativo.
- 36) Paciente pode cair; necessário sempre ter um profissional disponível.
- 37) Trabalho para habilitar o profissional.
- 38) O equilíbrio sobre a prancha.
- 39) Não achei o tempo uma necessidade, já que o usuário pode ter muita dificuldade (pelo menos nas fases iniciais).
- 40) Portabilidade pessoas altas/baixas; Falta tutorial; Segurança se cair.
- 41) A maior dificuldade seja a implementação por ter necessidades de equipamento específico.
- 42) Para um paciente hemiparético, a principal dificuldade vai ser controlar seus movimentos. Mas quando mais o paciente jogar, melhor tende a ser seu desempenho.
- 43) Como o equilíbrio do paciente já é debilitado, o jogo pode se tornar cansativo e estressante quando não conseguirem completar determinado nível.
- 44) Dificuldade no controle dos movimentos da prancha.
- 45) Para pacientes mais velhos seja difícil a adaptação com o funcionamento do jogo.

**Questão 16:** Você possui **sugestões** de melhoria para o jogo WoBu-Bble? Explicita:

- 1) Melhor controle da bolha, facilitar e melhorar a jogabilidade com o controle da bolha.
- 2) Acho o jogo excelente e desafiador, não mudaria nada.
- 3) Velocidade da prancha.
- 4) Não deixar que a bolha azul desapareça da tela.
- 5) Sim, mais bolhas bônus.
- 6) Superfície é redonda e o jogo visualmente é quadrado? Ou apenas não é visível a área de abrangência? Definir área de abrangência da prancha.
- 7) Implantação de mais sensores e a estabilidade das bolhas.
- 8) O jogo e o projeto são excelente, não faria mudanças.
- 9) Mais tempo na troca dos quadrantes (postura); Mais níveis mais fáceis para iniciar.
- 10) Começar com uma prancha menos instável e conforme o paciente evolui aumenta a instabilidade da prancha. Isso contribui para que eles não se sintam impotentes de realizar a tarefa.
- 11) Outros aparelhos com quantificações diferentes de dificuldades.
- 12) Achei o jogo de grande nível profissional em questão de entendimento, avaliação, divertimento para o paciente.
- 13) Poder escolher a cor da bolinha que gostaria de ser.
- 14) Se diminuísse um pouco mais a velocidade de bolha enquanto o paciente está tentando se equilibrar.
- 15) Número do nível; contador regressivo antes de cada nível; bolha 'negativa' ao tocar a bolha azul diminui e torna o jogo mais difícil.
- 16) Visual.
- 17) Mostrar a fase em o jogador se encontra; Mostrar a fase que irá aparecer o bola vermelha.
- 18) Faltou a fase que o jogador se encontra para acompanhar seu progresso. Fase em que a bolha vermelha irá aparecer.
- 19) Achei muito bom é claro que com o passar do tempo sempre haverá mudança.
- 20) Não possui um feedback imediato dos pontos, ou seja, enquanto o jogador está jogando ele não sabe sua pontuação.
- 21) Adicionar papéis de parede nas fases; Efeitos mais interativos. Possibilidade de atingir 3 estrelas com pontuação 100 que hj não é possível. Tutorial explicando as mudanças decorridas nas novas fases, como adição da bolha vermelha.
- 22) Mensagens de incentivo nas telas pós jogo. Como: Parabéns, Excelente, Foi por pouco; Mensagens de feedback além das estrelinhas.
- 23) Feedback sonoro e visual de Game Over; Indicar apontando para a bolha que sair da tela, ou não deixar sair da tela; Ao invés de fundo preto, um fundo animado, ex: (mar).
- 24) Em vez de game over, quando toca nas bolhas vermelhas, poderiam dar uma punição no tempo; Em determinada fase, o tempo começaria do 0 e iria aumentando, o jogador deve desviar das bolhas vermelhas, caso tocasse em uma bolha vermelha dar game over e o feedback seria tanto de tempo ele conseguiu ficar desviando das bolhas, e no decorrer do tempo poderia aparecer a bolha branca.
- 25) A legibilidade pode ser melhorada. O uso das cores mais contrastantes, entre o texto e o fundo, deve ser empregado. A fonte não facilita a leitura. Seria interessante, talvez um fundo de bolhas e os títulos e rótulos em fonte mais legível. O timer também pode ser retrabalhado, para ficar homogêneo com os demais objetos da interface.
- 26) As primeiras fases podem apresentar um tempo maior, já que é a primeira vez que o usuário está jogando.

- 27) Barras em volta que a pessoa possa se segurar; Tutorial; Recepção de dados mais gradual (teletransporte da bolha); O arrasto da bolha com aceleração poderia ser menor, movimento muito rápido.
- 28) Sugestões referentes à interface: o background poderia ser imagem em tons de azul que não interfiram na percepção das bolhas do jogo, tornando bem mais atrativa a interface; Alguns textos como 'score' poderiam ser traduzidos, já que o jogo é todo em português; Tipografia poderia ter preenchimento, iria ficar mais destacada, e não perderia a identidade de uma bolha.
- 29) 'Gameplay' explicativo ao chegar em uma fase contendo uma bolha com nova função. Usar exemplo de certo e errado é dinâmico, poupa texto e não cansa o jogador. Ex: tela da bola vermelha. Desenho explicativo.
- 30) A fonte do jogo está um pouco confusa; O melhor seria utilizar uma fonte mais simples e menos desenhada. Em relação a bolha azul aumentar a cada bolha verde alcançada, seria legal manter ela sempre no mesmo tamanho; Colocar, em algumas fases mais avançadas, um número sobre cada bolha verde, de forma a indicar uma sequência de objetivos de alcance ao paciente.
- 31) Apresentar um pequeno tutorial apresentando as teclas disponíveis e bolhas e qual o efeito no jogo.
- 32) Mostrar em tempo real o score do jogador; Poder personalizar a bolha com uma moeda do jogo, que seria conseguida de acordo com o número de estrelas totais das fases.

## 2ª. Avaliação

**Questão 14:** Na sua opinião quais os principais **benefícios ou vantagens** de se utilizar o WoBu-Bble para reabilitação do equilíbrio dinâmico em pacientes hemiparéticos?

- 1) É sempre bom saber que alguém se importa com o portador de AVC
- 2) Motivação em fazer os exercícios deve ser ampliada e com isso o paciente fazer mais exercícios. Os exercícios ficarão menos cansativos para o paciente
- 3) Com tempo de uso pode melhorar o equilíbrio
- 4) As atividades realizadas auxiliam na reabilitação através da rotina fornecida pela dinâmica do jogo. A interação do paciente com o jogo fornece um meio divertido, em que o paciente pode 'esquecer' que está em um consultório
- 5) Conseguir medir se o paciente está evoluindo e tornar a reabilitação mais interessante e divertida
- 6) Arquivo de saída para análise do desempenho do jogador por parte dos fisioterapeutas. Sistema lúdico que melhora a motivação
- 7) Divertido, engajante e motivador
- 8) Desafiante, motivador
- 9) Simples e fácil de compreender e utilizar
- 10) Tornar a reabilitação algo menos monótono e assim, alcançar melhores resultados
- 11) Fazem com que as sessões de fisioterapia fiquem mais prazerosas e divertidas para os pacientes, dando mais motivação para as sessões de reabilitação
- 12) Quantidade de atalhos que o jogo possui
- 13) A motivação que o jogo pode criar nos usuários pode fazer com que as habilidades se desenvolvam mais rápido
- 14) O sistema gradual de aumento de dificuldade que permite que cada paciente siga seu ritmo
- 15) Simples, prático, de fácil utilização para o paciente, quanto ao profissional da área da saúde

- 16) Diversificar a reabilitação; Quantidade de dados coletados
- 17) De forma divertida é possível melhorar de forma bastante efetiva o equilíbrio
- 18) É interessante uma abordagem em que se distrai enquanto se reabilita
- 19) Estimular o somatossensação de hemiparéticos que precisam readquirir a confiança do seu lado/membro afetado
- 20) É prático, traz o visual e sonoro junto, e é um desafio para ele, bem interessante
- 21) É o fato de aguçar a diversão na reabilitação tornando mais interessante para o paciente
- 22) É tirar os pacientes do ambiente normal das clínicas
- 23) É muito importante para a coordenação motora, equilíbrio, uso da musculatura postural, do sistema vestibular, sendo um grande benefício para a reabilitação
- 24) Ajudar no progresso e reabilitação de uma forma mais dinâmica onde será mais agradável para o paciente
- 25) Programa de reabilitação mais dinâmico e divertido
- 26) Benefício de treinamento, de equilíbrio, propriocepção, força muscular
- 27) Para mim o diferencial benefício do jogo é a interatividade do paciente. Ele tem tratamento 'brincando'
- 28) Que além de ajudar o paciente com sua patologia, vai sair um pouco do método já utilizado trazendo mais divertimento para o paciente, fazendo ter mais vontade de realizar a fisioterapia conseguindo obter melhor resultado
- 29) Os benefícios de motivação para o paciente querer fazer o exercício (no caso o jogo) até o final
- 30) A motivação do paciente e a possibilidade de um feedback para acompanhamento da evolução do paciente, além de ampliar o uso da plataforma
- 31) Muito vantajoso para tirar uma base de como se encontra o equilíbrio do paciente. Utilizando o jogo o paciente irá cooperar mais com as atividades de avaliação
- 32) Adorei a ideia e como futura fisioterapeuta, acredito que a interação fisio x paciente facilitaria muito na evolução do tratamento do paciente
- 33) Jogo atrativo e diferente, chama a atenção de profissionais e pacientes. Vantagem: reabilitar brincando
- 34) Os benefícios estão envolvidos com a atratividade, pois é algo novo, que chama a atenção saindo da forma tradicional do tratamento
- 35) É uma atividade diferente e inovadora na reabilitação que gera muita motivação e desafios aos pacientes
- 36) Motivacional. Acredito que um jogo utilizado em um tratamento de reabilitação faz o paciente se sentir confortável com o tratamento
- 37) A utilização do Wobubble para a reabilitação é muito importante, pois traz muitos benefícios para o paciente, por ser uma forma lúdica de realizar a terapia e junto traz benefícios na função motora de uma forma mais dinâmica
- 38) Equilíbrio, que em cada nível avançado seu equilíbrio estará melhor
- 39) A motivação de voltar a ter equilíbrio
- 40) Ótimo, tornará a reabilitação mais dinâmica e agradável para os pacientes
- 41) Jogo de fácil entendimento, chama a atenção do paciente, se mostrou eficaz para a reabilitação
- 42) Muito interessante por promover um método diferente, sendo motivador pois a cada bolha capturada é um passo a mais para sua reabilitação
- 43) Traz uma forma descontraída de trabalhar com o paciente, gerando mais motivação em realizar as tarefas
- 44) Mais divertido e com resultados satisfatórios
- 45) Motivação para reabilitação, maneira diferente para reabilitar com fácil utilização, incentivo ao paciente

- 46) Por ser um jogo que precise de pouco espaço para execução e uma vantagem, como motivação e diferenciação no tratamento
- 47) A motivação gerada pelo jogo quando o paciente consegue passar de fase quando este gostar de jogos
- 48) Irá trazer mais prazer/divertimento ao paciente para fazer a reabilitação
- 49) Por ser dinâmico, promove melhor interação do paciente no tratamento
- 50) Ser mais dinâmico, onde o paciente é reabilitado de maneira lúdica
- 51) Traz benefício de trabalhar com a dificuldade do paciente com a vantagem de ser algo descontraído com o jogo
- 52) Reabilitação e evolução do paciente com método alternativo, saindo da rotina da fisioterapia convencional, melhorando a parte emotiva do paciente
- 53) Muito interessante e divertido o jogo, levando o paciente ter motivação para o tratamento

**Questão 15:** Na sua opinião quais os principais **dificuldades ou desvantagens** de se utilizar o WoBu-Bble para reabilitação do equilíbrio dinâmico em pacientes hemiparéticos?

- 1) O jogo pode exigir mais equipamentos do que os atuais tratamentos, como a necessidade de TV
- 2) Dependendo da severidade poderia ter uma prancha mais estável
- 3) Depende do grau de lesão o paciente não conseguirá se equilibrar na prancha, mas como tem fisioterapeuta auxiliando, não é uma dificuldade irremediável
- 4) Acredito que se adaptar com a nova ferramenta
- 5) Dependendo do grau de hemiparesia, não seja adotada
- 6) Necessidade do médico/fisioterapeuta segurando o paciente
- 7) Entender a mecânica de jogo, como bolhas vermelhas te fazem perder
- 8) Adesão à utilização
- 9) Penso que algumas pessoas podem não entender o objetivo do jogo e "barrarem" sua própria reabilitação por estarem frustradas com o método adotado.
- 10) Controle do paciente, mais segurança para manter o paciente em pé na prancha.
- 11) No início do jogo para pacientes que não sabem jogar
- 12) Se o nível não estiver adequado à dificuldade do paciente, pode gerar desmotivação
- 13) Necessidade de hardware específico (prancha)
- 14) Aquisição do equipamento por parte da clínica ou do próprio paciente
- 15) Dificuldade na aceitação de alguns pacientes; entendimento inicial
- 16) É necessário alguém para ajudar o paciente do início ao fim da atividade
- 17) O cenário poderia ser mais colorido (subjetivo) tipo céu
- 18) A primeira dificuldade será capturar as bolhas que estão do lado/membro afetado, porém terá grande avanço quando o paciente começar a estimular o lado afetado
- 19) Vai ser a adaptação do jogo, pois talvez não costumem jogar nada, e fazerem entender o benefício
- 20) Seriam as direções pois não está bem esclarecido
- 21) Talvez a colaboração do paciente
- 22) Dificuldade de utilizar a prancha no início do uso do tratamento, frustração ao não passar de fase/nível e não conseguir realizar o que é proposto
- 23) Medo de jogos, principalmente para pacientes com nível de cultura mais baixo, medo de não conseguir, sentir-se constrangido
- 24) Dificuldade de implantação pela aceitação dos profissionais em tentar utilizar uma ferramenta diferente
- 25) Dificuldade no equilíbrio, entendimento
- 26) Equilíbrio inicial do paciente

- 27) O maior desafio para o paciente é o equilíbrio, pois na hora de buscar as bolhas no lado afetado a dificuldade será maior
- 28) Risco de queda
- 29) Dificuldade do paciente ficar na prancha, ou medo de cair da prancha
- 30) Dificuldade de controle de ambos os lados
- 31) Acredito que para alguns pacientes mais tímidos ou até mesmo com mais dificuldades em realizar os próprios exercícios físicos do tratamento, o fisio teria um pouco mais de dificuldade da implantação do jogo no tratamento
- 32) Acesso para pacientes hemiparéticos em clínicas públicas. Paciente com um pouco de insegurança em subir na prancha
- 33) Acesso, para implantar o projeto nas clínicas de reabilitação. Paciente sentir-se confiante para subir sobre a prancha
- 34) O paciente hemiparético possa se sentir limitado em alguma tarefa ou até frustrado se não conseguir executá-la
- 35) Equilíbrio inicial
- 36) Se o paciente tem dificuldade de conquistar o equilíbrio, desmotiva-o. O medo de cair
- 37) Para alguns pacientes mais tímidos ou que tenham dificuldades, o fisioterapeuta terá que dar atenção especial para incentivar o paciente
- 38) É necessário certo grau de entendimento para se programar o jogo ao fisioterapeuta
- 39) Pode gerar insegurança, medo, jogo pode virar rotina
- 40) Talvez adaptação e domínio do jogo, aceitação com o paciente
- 41) Percepção do jogo para o paciente
- 42) A imagem não parece ser clara, pode dificultar na reabilitação do tratamento
- 43) Pode ocorrer situações em que o paciente será resistente para utilizar, não se sinta seguro para desenvolver a atividade
- 44) Ter espaço a todos os equipamentos que o jogo pede
- 45) Caso ele não conclua as atividades poderá se abalar emocionalmente
- 46) Equilíbrio para o lado hemiparético

**Questão 16:** Você possui **sugestões** de melhoria para o jogo WoBu-Bble? Explícite:

- 1) O grau de equilíbrio possa variar bastante entre os pacientes, seria bom que o jogo se adaptasse ao jogador. Por exemplo, aumentar o tempo para conseguir as estrelas em pacientes com maior problema
- 2) Fazer uma contagem para começar o nível, não fica claro a mudança de nível quando o jogador tem controle sobre a bolha azul
- 3) No menu inicial, a cor dos textos poderia ser mais clara para o contraste ficar melhor e tem um texto em inglês
- 4) Pode ser melhorada a parte visual, botões e componentes
- 5) Ícone de Loading/carregando quanto trocar de cenário ou menu; Imagem dos colaboradores ou dos autores na tela de carregando quando iniciar o jogo
- 6) A música é enjoativa
- 7) Bolhas com algum efeito diferente que altere um pouco a dinâmica de jogabilidade, como alguma que troque a cor das bolhas, por exemplo
- 8) Talvez usar o background (que atualmente é estático "preto") para que de alguma forma ele participe do jogo
- 9) Mais cores no plano de fundo com as bolhas, sem com que fique difícil a percepção das bolhas
- 10) Opção multiplayer com matchmaking automático para pacientes no mesmo nível

- 11) Seria legal se o usuário pudesse modificar a interface; menu, cores, fundo, etc
- 12) Jogo do labirinto (maze) utilizando a prancha
- 13) Sim, seria bom para o paciente ter uma tela tutorial para que ele se familiarize com o jogo e também, na hora da bolha dinâmica, deixaria sem a tela de aviso para que o paciente fique alerta em todos os níveis e que tenha uma estimulação de reflexo
- 14) Talvez essa parte das direções, talvez colocar retas na prancha
- 15) Sistema de conquistas, mudança dos cenários, aprimoração gráfica, tentar colocar elementos (música, fundos de tela) que possam motivar o paciente
- 16) Talvez um cenário um pouco mais dinâmico, apesar de ser simples, poderia ser mais atrativo ao olhar
- 17) Mais colorido
- 18) Algo à mais chamar atenção do paciente
- 19) Cores mais chamativas
- 20) Cores mais chamativas, sons mais atrativos
- 21) Cores mais chamativas, sons mais atrativos
- 22) Poderia existir uma melhora no design do jogo (cores, letras) e a retirada das estrelas para premiação
- 23) Ao avançar determinados níveis o som fica mais rápido, isso pode deixar o paciente nervoso
- 24) Jogo mais colorido
- 25) Utilizar aparência mais alegre nas telas de configuração
- 26) Ter barras de segurança próximas do paciente, não apenas o cinto. Ter fases secretas, determinado por pontuação maior
- 27) A tela muito escura poderia ter outra cor que impactasse mais, chamasse mais atenção através das cores
- 28) Melhorar qualidade da imagem
- 29) Aplicar em crianças na reabilitação
- 30) Que as telas sejam mais coloridas para tornar o visual mais agradável
- 31) Gráfico com a evolução do paciente
- 32) Opção de treinamento para o jogador

## APÊNDICE K – INSTRUMENTO SEU-Q FINAL

| <b>Questionário Demográfico</b>                                                                      |       |                          |   |   |   |   |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|---|---|---|---|------|
| <b>Sexo:</b> ( ) M ( ) F <b>Idade:</b> _____ <b>Nível de Escolaridade:</b> _____                     |       |                          |   |   |   |   |      |
| <b>Formação:</b> _____                                                                               |       |                          |   |   |   |   |      |
| <b>Experiência Profissional:</b> Não( ) Sim( ) Qual? _____                                           |       |                          |   |   |   |   |      |
| Questões<br><br>(Por favor, quantifique seu grau de conhecimento numa escala de 1 a 7)               | Baixo | Escala (marcar com um X) |   |   |   |   | Alto |
| Nível de <b>conhecimento/uso</b> em Jogos Digitais/Realidade Virtual (RV)?                           | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| Nível de conhecimento/uso em Jogos Digitais/RV <b>na reabilitação</b> do equilíbrio em hemiparéticos | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |

**Considere o grupo de JOGADORES que irão usar o JOGO (faixa etária, escolaridade, eventuais dificuldades e patologias)**

| Visão dos Jogadores | Questões<br><br>(Por favor, quantifique o nível da sua resposta numa escala de 1 a 7:)                                                                                             | Baixo | Escala (marcar com um X) |   |   |   |   | Alto |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|---|---|---|---|------|
|                     |                                                                                                                                                                                    |       |                          |   |   |   |   |      |
|                     | 1) Como <b>você</b> avalia o nível de utilidade <b>do feedback sonoro</b> gerado pelo jogo WoBu-Bble que os jogadores (hemiparéticos) sentirão?                                    | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                     | 2) Como <b>você</b> avalia o nível de facilidade para <b>entenderem os desafios</b> nas diversas fases (função das bolhas) que os jogadores (hemiparéticos) sentirão?              | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                     | 3) Como <b>você</b> avalia o nível de facilidade para <b>realizarem os desafios</b> que os jogadores (hemiparéticos) sentirão?                                                     | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                     | 4) Como <b>você</b> avalia o nível de facilidade para <b>utilizar/controlar</b> a prancha que os jogadores (hemiparéticos) sentirão?                                               | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                     | 5) Como <b>você</b> avalia o nível de motivação dada pela <b>pontuação e estrelas</b> que os jogadores (hemiparéticos) sentirão?                                                   | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                     | 6) Como <b>você</b> avalia o nível de <b>divertimento</b> que os jogadores (hemiparéticos) sentirão no WoBu-Bble?                                                                  | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                     | 7) Como <b>você</b> avalia o nível de facilidade para <b>verem</b> os objetos, e <b>perceberem</b> as ações e movimentos destes no jogo que os jogadores (hemiparéticos) sentirão? | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                     | 8) Como <b>você</b> avalia o nível de <b>qualidade do cenário</b> (cores, número de objetos, beleza) que os jogadores (hemiparéticos) sentirão?                                    | 1     | 2                        | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |

**Agora, considere o grupo de todos os PROFISSIONAIS que podem eventualmente indicar o JOGO como parte de sua atividade profissional.**

| Visão dos Profissionais                                                                                                | Responda as perguntas abaixo se colocando na visão do<br><br>PROFISSIONAL                                                                                                                     | Baixo |   |   |   |   |   | Alto |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|---|---|---|---|------|
|                                                                                                                        | (Por favor, quantifique o nível da sua resposta numa escala de 1 a 7)                                                                                                                         |       |   |   |   |   |   |      |
|                                                                                                                        | 9) Como <b>você</b> avalia o nível <b>utilidade do jogo</b> WoBu-Bble para a atividade profissional de reabilitação do equilíbrio de jogadores (hemiparéticos)?                               | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                                                                                                                        | 10) Como <b>você</b> avalia o nível de <b>motivação</b> que o jogo WoBu-Bble trará para os pacientes jogadores (hemiparéticos) fazerem a reabilitação?                                        | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                                                                                                                        | 11) Como <b>você</b> avalia o nível de <b>utilidade dos dados</b> (pontos, estrelas, tempo, relatórios, etc.) providos pelo WoBu-Bble para a atividade profissional?                          | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
|                                                                                                                        | 12) Como <b>você</b> avalia o nível de utilidade dos <b>controles</b> (encerrar jogo, pular nível, liga/desliga som, etc.) <b>providos pelo jogo</b> WoBu-Bble para a atividade profissional? | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7    |
| 13) Como <b>você</b> avalia o nível de <b>facilidade de adotar</b> o WoBu-Bble no cotidiano da atividade profissional? | 1                                                                                                                                                                                             | 2     | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |      |

- 14) Na sua opinião quais os principais **benefícios ou vantagens** de se utilizar o WoBu-Bble para reabilitação do equilíbrio dinâmico em pacientes hemiparéticos?
- 15) Na sua opinião quais os principais **dificuldades ou desvantagens** de se utilizar o WoBu-Bble para reabilitação do equilíbrio dinâmico em pacientes hemiparéticos
- 16) Você possui **sugestões** de melhoria para o jogo WoBu-Bble? Quais:

## APÊNDICE L – SLIDES APRESENTAÇÃO DO WOBU-BBLE – 2ª. AVALIAÇÃO



### WOBU-BBLE – JOGO SÉRIO PARA DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO DE PACIENTES COM HEMIPARESIA

MESTRANDA: RAFAELA BOSSE SCHROEDER  
ORIENTADOR: MARCELO DA SILVA HOUNSELL

### Tópicos

- Motivação
- Objetivo
- Processo de Criação do Jogo Sério
  - Discussão do Processo
- Produto – Jogo Wobu-bble
  - Discussão do Produto
- Experimentação

Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo Sério para Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16



### 3 Motivação

Reabilitação do equilíbrio dinâmico para hemiparéticos

Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo Sério para Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

### Objetivo

#### Geral

- Desenvolver um Jogo Sério Ativo para auxílio à recuperação do equilíbrio dinâmico em pacientes com hemiparesia.

#### Específico

- Identificar os requisitos e projetar um jogo para recuperação do equilíbrio dinâmico;
- Desenvolver e avaliar um jogo para recuperação do equilíbrio dinâmico.

Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo Sério para Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

### Equilíbrio

Dinâmica da postura para evitar a queda (Winter, 1995)

Estático – Equilíbrio em posição estável

Dinâmico – Equilíbrio em resposta voluntária a movimentos ou perturbações externas (PYÖRÄ, ERA & TALVITIE, 2004)



Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo Sério para Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

### Hemiparesia

- Causada por lesão do neurônio motor superior resulta em assimetria na postura e movimento, devido aos efeitos combinados de espasticidades e fraqueza de membros (Rowland, 2001, Bohannon e Larkin, 1985)
- 70% das pessoas não retornam ao trabalho após um AVC devido às incapacidades físicas, e 50% se tornam dependentes de outras pessoas para a realização de atividades diárias (Sociedade Brasileira de Doenças Cerebrovasculares, 2016)

Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo Sério para Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

### Jogos Ativos – Exergames (exercise + gaming)

Jogos Ativos são jogos que incluem qualquer tipo de exercício físico nas rotinas do jogo. (Finco/Maass, 2014)

A) Tapete do jogo Dance Dance Revolution



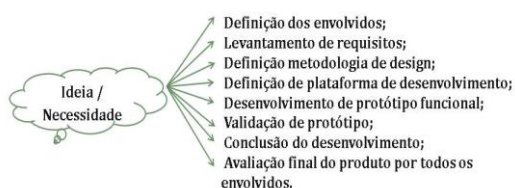
B) Imagem do jogo DDR



Fonte: Lange et al. (2010)

Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo Sério para Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

### Processo de Criação do Jogo



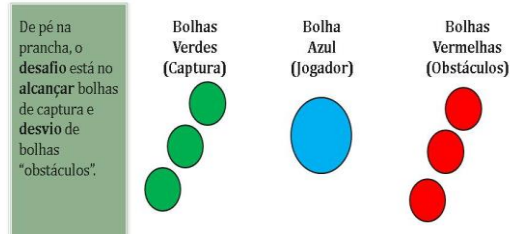
Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo Sério para Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

## Produto – Jogo Wobu-bble



Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo S rio para o Desenvolvimento do Equil rio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

## Produto - Elementos



Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo S rio para o Desenvolvimento do Equil rio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

## Produto - Variáveis de Fase

- Tamanho bolha jogador Grande, Média, Pequena
- Velocidade bolhas Lenta, Média, Alta
- Bolhas extras Bolhas Brancas e Douradas

Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo S rio para o Desenvolvimento do Equil rio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

## Produto - Variáveis de Níveis

- Número de bolhas Quantidade
- Tipo bolha Fixa, Randômica
- Cores bolhas Verde, Vermelha

Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo S rio para o Desenvolvimento do Equil rio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 17/06/16

## Produto - Transições de Fase

| Fase | Tam. Bolha | Velocidade Bolha | Bolhas Extras    |
|------|------------|------------------|------------------|
| 1    | Grande     | Lenta            | -                |
| 2    | Média      | Lenta            | -                |
| 3    | Média      | Lenta            | Branca           |
| 4    | Média      | Média            | Branca           |
| 5    | Pequena    | Média            | Branca           |
| 6    | Pequena    | Média            | Branca + Dourada |
| 7    | Pequena    | Alta             | Branca + Dourada |

**Fator: Média Pontuação**

Se Média  $\geq 70$  pontos, o jogador pode jogar a fase da sequência, no caso do jogador ficar abaixo desta média a fase será repetida.

Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo S rio para o Desenvolvimento do Equil rio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

## Produto - Transições de Níveis

| Nível | Nr. Bolhas | Tipo Bolha         | Cores Bolhas           |
|-------|------------|--------------------|------------------------|
| 1     | 2          | Fixa               | Verde                  |
| 4     | 4          | Fixa               | Verde                  |
| 7     | 5          | 4 Fixas e 1 Móvel  | Verde                  |
| 20    | 8          | Fixa               | 7 Verdes e 1 Vermelha  |
| 54    | 8          | 7 Fixas e 2 Móveis | 7 Verdes e 2 Vermelhas |

**Fator: Pontuação**

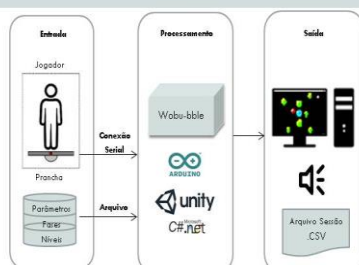
Se Pontuação  $\geq 70$  pontos em 3 níveis diferentes, elevar  um nível automaticamente.

Pontuação  $< 70$  em 3 níveis seguidos, descer  um nível.

Não conclusão da tarefa, será repetido o nível e após 3  tentativa o jogador regressar  um nível automaticamente.

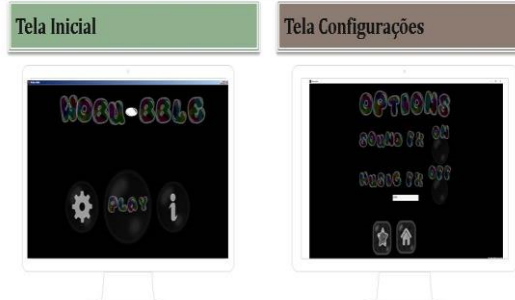
Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo S rio para o Desenvolvimento do Equil rio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

## Arquitetura Wobu-bble



Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo S rio para o Desenvolvimento do Equil rio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

## Wobu-bble

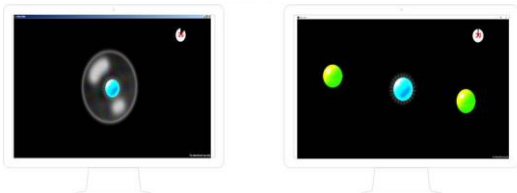


Rafaela Bosse | Wobu-bble - Jogo S rio para o Desenvolvimento do Equil rio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia | 21/09/16

Wobu-bble

Tela Protocolo – Diagnóstico

Tela Nível 1



Rafaela Bosse

Wobu-bble - Jogo Sériopara Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia

21/09/16





WOBU-BBLE — JOGO SÉRIO PARA DESENVOLVIMENTO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO DE PACIENTES COM HEMIPARESIA

MESTRANDA: RAFAELA BOSSE SCHROEDER  
ORIENTADOR: MARCELO DA SILVA HOUNSELL

Wobu-bble

Teclas de Atalho

Pontuação/ Bonificação

|     |                     |
|-----|---------------------|
| Esc | Sai do jogo         |
| E   | Refaz nível         |
| U   | Avança nível        |
| J   | Retrocede nível     |
| M   | Liga/Desliga música |
| N   | Liga/Desliga som    |

(Tempo jogado (s) / Tempo nível (s)) \* 100

| Pontuação         | Número Estrelas |
|-------------------|-----------------|
| Se Pontuação ≥ 80 | 3               |
| Se Pontuação ≥ 50 | 2               |
| Se Pontuação ≥ 30 | 1               |

Rafaela Bosse

Wobu-bble - Jogo Sériopara Desenvolvimento do Equilíbrio Dinâmico de Pacientes com Hemiparesia

21/09/16