

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO

MOVEREMUS: UM PROTÓTIPO PARA AUXÍLIO DE
ATIVIDADES FISIOTERAPÊUTICAS E ENSINO-
APRENDIZAGEM UTILIZANDO KINECT E AMBIENTES
LÚDICOS

PRISCILA KORNELY ASSINI

BLUMENAU
2015

2015/2-18

PRISCILA KORNELY ASSINI

**MOVEREMUS: UM PROTÓTIPO PARA AUXÍLIO DE
ATIVIDADES FISIOTERAPÊUTICAS E ENSINO-
APRENDIZAGEM UTILIZANDO KINECT E AMBIENTES
LÚDICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciência da Computação do Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Regional de Blumenau como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Prof. Aurélio Faustino Hoppe, Mestre - Orientador

**BLUMENAU
2015**

2015/2-18

**MOVEREMUS: UM PROTÓTIPO PARA AUXÍLIO DE
ATIVIDADES FISIOTERAPÊUTICAS E ENSINO-
APRENDIZAGEM UTILIZANDO KINECT E AMBIENTES
LÚDICOS**

Por

PRISCILA KORNELY ASSINI

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
para obtenção dos créditos na disciplina de
Trabalho de Conclusão de Curso II pela banca
examinadora formada por:

Presidente: _____
Prof. Aurélio Faustino Hoppe, Mestre – Orientador, FURB

Membro: _____
Prof. Dalton Solano dos Reis, Mestre – FURB

Membro: _____
Prof. Joyce Martins, Mestre – FURB

Blumenau, 07 de dezembro de 2015

Dedico este trabalho à minha família e meus amigos por sempre estarem ao meu lado me apoiando e me motivando.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre guiar minhas escolhas e meus caminhos.

A minha família que sempre acreditou, me incentivou e apoiou em todos os momentos.

Aos amigos e colegas de trabalhos, todos que de alguma forma contribuíram para que fosse possível realizar este trabalho.

Ao meu orientador, Aurélio Faustino Hoppe, por me apoiar, por me tranquilizar nos momentos de dificuldade, e principalmente por acreditar no meu trabalho.

Se você encontrar um caminho sem obstáculos, ele provavelmente não leva a lugar nenhum.

Frank Clark

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de auxílio em tratamentos fisioterapêuticos e ensino-aprendizagem de crianças. O protótipo disponibiliza um ambiente gráfico e interativo para o usuário e possibilita ao fisioterapeuta ou pedagogo a criação de exercícios com diversos contextos em ambientes lúdicos de acordo com a necessidade de cada usuário. A captura de movimentos realizados pelo usuário é feita utilizando o dispositivo Microsoft Kinect, o reconhecimento e a avaliação dos movimentos são realizados em tempo real. Para o desenvolvimento do protótipo foram utilizados a linguagem de programação C#, a ferramenta Unity 5.1 para o desenvolvimento da interface gráfica, a biblioteca Kinect SDK 1.8, alguns *scripts* e modelos 3D do Asset Store do Unity, sendo um deles o Kinect with MS-SDK para conexão com o Kinect, detecção dos gestos e calibração do esqueleto. A partir dos experimentos realizados, comprovou-se que o protótipo pode ser utilizado para auxílio em tratamentos fisioterapêuticos e educação de crianças, pois torna os exercícios mais atrativos e motivadores. Conforme avaliação dos usuários, todos conseguiram realizar os cadastros e exercícios sugeridos, pois acharam o protótipo intuitivo e fácil de usar. Esses usuários também avaliaram que utilização do dispositivo Kinect juntamente com os jogos pode auxiliar na fisioterapia e na educação de crianças, trazendo benefícios.

Palavras-chave: Kinect. Fisioterapia. Educação. Ambiente lúdico. Jogos sérios.

ABSTRACT

This work presents the development of a prototype which assists in children's physical therapy, teaching and learning. This prototype offers a graphic and interactive environment for the user and allows the physiotherapist or pedagogue the creation of exercises with diverse contexts in recreational environments according to the necessity of each user. The motion capture realized by the user is done using the Microsoft Kinect device, the recognition and evaluation of the movements are realized in real time. For the development of the prototype were used the C# programming language, the Unity 5.1 tool for the development of the graphic interface, the Kinect SDK 1.8 library, some Unity's Asset Store's scripts and 3D models, one of them being Kinect with MS-SDK for connection to the Kinect, detection of gestures and skeletal calibration. From experiments, it was demonstrated that the prototype can be used for the aid in children's physical therapy and education, for it makes the exercises more attractive and motivating. According to user's evaluations, all of them managed to make the suggested records and exercises, for they found the prototype intuitive and easy to use. Users also evaluated that use of the Kinect device along with the games can aid in children's physical therapy and education, bringing benefits.

Key-words: Kinect. Physiotherapy. Education. Playful environment. Serious games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferenças entre um jogo comum e <i>serious games</i>	19
Figura 2 – Arquitetura básica do Kinect.....	25
Figura 3 – Jogos para prática de exercícios físicos	28
Figura 4 – Avatar (esqueleto) e Imagem real do jogador com o objeto a ser atingido.....	29
Figura 5 – Telas tutoriais que são previamente apresentadas aos níveis do jogo.....	30
Figura 6 – Telas do jogo, nível 1 e nível 2	31
Figura 7 – Cenário do MoviLetrando	32
Figura 8 – Tela inicial do MoviLetrando	33
Figura 9 – Diagrama de casos de uso	37
Figura 10 – Diagrama de classes dos objetos gravados.....	38
Figura 11 – Diagrama de classes dos cadastros.....	39
Figura 12 – Diagrama de classes das principais funções do Kinect.....	40
Figura 13 – Diagrama de classes para a realização dos exercícios	41
Figura 14 – Diagrama de atividades	42
Figura 15 – Articulações reconhecidas pelo Kinect	46
Figura 16 – Tela inicial e tela de cadastros	55
Figura 17 – Tela de cadastro de categoria	55
Figura 18 – Tela de cadastro de jogador.....	56
Figura 19 – Telas do cadastro de exercício	56
Figura 20 – Telas da terceira parte do cadastro de exercício.....	58
Figura 21 – Tela de seleção de exercício.....	59
Figura 22 – Exercícios sendo executados.....	59
Figura 23 – Exercícios disponibilizados no experimento 01.....	65
Figura 24 – Exercícios disponibilizados no experimento 02.....	68
Figura 25 – Exercício sendo realizado no experimento 02	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características entre trabalhos correlatos.....	34
Quadro 2 – Conexão com o Kinect	44
Quadro 3 – Calibração do esqueleto.....	45
Quadro 4 – Inicialização do cenário	47
Quadro 5 – Carregar nível do exercício.....	47
Quadro 6 – Carregar imagens do nível do exercício	48
Quadro 7 – Tratamento de colisão.....	49
Quadro 8 – Validação de imagens encostadas.....	51
Quadro 9 – Detecção da posição completa do usuário.....	53
Quadro 10 – Posição completa	53
Quadro 11 – Convertendo o objeto em JSON	54
Quadro 12 – Transformando os JSON em objetos Categorias.....	54
Quadro 13 – Perfis dos usuários envolvidos nos testes de instrutores	62
Quadro 14 – Respostas do questionário de avaliação dos instrutores sim/não	63
Quadro 15 – Respostas do questionário de usabilidade dos cadastros	63
Quadro 16 – Perfis dos usuários envolvidos nos testes de jogadores.....	64
Quadro 17 – Respostas do questionário de avaliação dos jogadores sim/não.....	65
Quadro 18 – Respostas do questionário de usabilidade dos exercícios.....	66
Quadro 19 – Respostas do questionário de usabilidade no evento de licenciaturas.....	68
Quadro 20 – Comparação entre os trabalhos correlatos e o trabalho proposto	69
Quadro 21 – Caso de uso UC01 – Cadastrar categoria	77
Quadro 22 – Caso de uso UC02 – Cadastrar jogador	77
Quadro 23 – Caso de uso UC03 – Cadastrar exercício	78
Quadro 24 – Caso de uso UC04 – Cadastrar configurações.....	78
Quadro 25 – Caso de uso UC05 – Cadastrar posições das imagens.....	79
Quadro 26 – Caso de uso UC06 – Carregar exercício.....	79
Quadro 27 – Caso de uso UC07 – Executar exercício.....	80
Quadro 28 - Questionário de perfil de usuário	81
Quadro 29 – Lista de tarefas a serem realizadas pelos instrutores	82
Quadro 30 – Questionário de usabilidade dos instrutores	84
Quadro 31 – Lista de tarefas a serem realizadas pelos jogadores	85

Quadro 32 – Questionário de usabilidade para jogadores	86
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Público-alvo dos <i>serious games</i>	17
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CMOS – *Complimentary Metal-Oxide Semiconductor*

EA – Enterprise Architect

FPS – *Frames per Second*

IDE – *Integrated Development Environment*

JSON – *Javascript Object Notation*

LARVA – *LABoratory for Research on Visual Applications*

RA – Realidade Aumentada

RF – Requisito Funcional

RGB – *Red, Green e Blue*

RN – Regra de Negócio

RNF – Requisito Não-Funcional

RV – Realidade Virtual

SD – Síndrome de Down

SDK – *Software Development Kit*

XNA – *XNA's Not Acronymed*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.2 ESTRUTURA.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 <i>SERIOUS GAMES</i>	17
2.1.1 Componentes dos <i>serious games</i>	18
2.1.2 Utilização de <i>serious games</i> na Saúde	20
2.1.3 Uso dos <i>serious games</i> na Educação.....	22
2.2 SENSOR KINECT E AMBIENTES VIRTUAIS	24
2.3 TRABALHOS CORRELATOS	27
2.3.1 Plataforma de Apoio à Terapia de Reabilitação e Manutenção de Doentes de Parkinson	28
2.3.2 MoVER: Serious Game aplicado à reabilitação motora usando sensor de movimento Kinect	29
2.3.3 Desenvolvimento de um Jogo Sério com Realidade Aumentada para Apoiar a Educação Ambiental.....	29
2.3.4 MoviLetrando: Jogo de Movimentos para Alfabetizar Crianças com Down	32
2.3.5 Comparativo entre trabalhos correlatos	34
3 DESENVOLVIMENTO	36
3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO.....	36
3.2 ESPECIFICAÇÃO	37
3.2.1 Diagrama de casos de uso	37
3.2.2 Diagrama de classes	38
3.2.3 Diagrama de atividades	42
3.3 IMPLEMENTAÇÃO	43
3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas.....	43
3.3.2 Conexão com o Kinect.....	44
3.3.3 Calibrar esqueleto.....	44
3.3.4 Carregar cenário	46
3.3.5 Colisão da mão do personagem com as imagens	49
3.3.6 Detecção da posição completa	52

3.3.7 Persistência dos dados.....	54
3.3.8 Operacionalidade da implementação	54
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	61
3.4.2 Comparação entre os trabalhos correlatos e o trabalho proposto.....	69
4 CONCLUSÕES.....	71
4.1 EXTENSÕES	71
APÊNDICE A – DETALHAMENTO DOS CASOS DE USO	77
APÊNDICE B – ROTEIRO E QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	81

1 INTRODUÇÃO

A Realidade Virtual (RV) é definida como uma abordagem entre o usuário e um sistema computacional, que simula em tempo real um determinado ambiente, cenário ou atividade e oferece interação ao usuário através de múltiplos canais sensoriais (FERNANDES et al., 2014). Com o avanço tecnológico na área de comunicação e informação, ampliou-se o uso da RV, possibilitando que diversas áreas de conhecimento se beneficiassem. Entre estas estão as áreas da saúde e educação (BRAGA, 2001).

Na área da saúde, a RV pode ser utilizada no processo de reabilitação motora e neurológica. Souza et al. (2011) apontam que uma das abordagens mais recentes nessa área é a Reabilitação Virtual (*Virtual Rehabilitation*), também chamada de “Tecnologia de Ambiente Virtual Imersivo” ou RV, onde o objetivo é incentivar o uso de funções motoras por meio de uma interação do indivíduo com o ambiente virtual. Para Aikes Jr. et al. (2013), muitas vezes as sessões de fisioterapia podem se tornar monótonas ou repetitivas aos pacientes, podendo gerar resistência ou até mesmo desistência do paciente. Desta forma, os tratamentos fisioterapêuticos podem se beneficiar da utilização da RV, com a utilização de ambientes lúdicos, como jogos. Podem auxiliar tanto na motivação para execução dos exercícios, tornando-os menos monótonos, quanto na validação dos exercícios, ou seja, auxiliando o paciente na correta execução dos movimentos. Também podem auxiliar os fisioterapeutas no diagnóstico e gerenciamento da evolução do tratamento. Já nas atividades pedagógicas, a RV possui um grande potencial educativo, desde que seja utilizada corretamente, podendo se tornar uma ferramenta de ensino e aprendizagem versátil e de grande eficácia (CARVALHO, 2002).

Segundo Braga (2001), a educação baseia-se no processo de descoberta, exploração, observação e construção de conhecimento. Desta forma, as características específicas da RV podem transformá-la em um potente instrumento a serviço de todos que buscam a evolução da educação. Silva et al. (2008) apontam que no processo de ensino-aprendizagem tem-se percebido dificuldades de aprendizado em conteúdos onde não é possível presenciar o processo da forma que o mesmo acontece. O uso da RV e ambientes lúdicos atraem a atenção dos alunos, ajudando na melhor compreensão dos conceitos passados (LEMES, 2014). Para Braga (2001), vários autores relatam que há diversas razões para se usar a RV na educação, entre elas: maior motivação dos estudantes, permite que os alunos com alguma deficiência realizem tarefas que de outra forma não conseguiriam, oportuniza novas experiências, permite

que o aluno desenvolva o trabalho no seu próprio ritmo, permite que haja interação e dessa forma estimula a participação ativa do estudante.

De forma a auxiliar as ferramentas que utilizam RV, diversos dispositivos podem ser utilizados para detectar e capturar os movimentos dos usuários. A captura dos movimentos pode ser obtida através de dispositivos como câmeras, acelerômetros ou sensores ligados ao corpo. Dentre os diversos dispositivos existentes na atualidade, destaca-se o Kinect, que é um dispositivo criado pela Microsoft para captura de movimentos.

Diante do exposto, foi desenvolvido um protótipo para auxiliar no ensino-aprendizagem e nos tratamentos fisioterapêuticos de crianças, o qual consiste na simulação de ambientes lúdicos na forma de jogos.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo para auxiliar pacientes e alunos na execução de exercícios propostos por fisioterapeutas e pedagogos.

Os objetivos específicos são:

- a) utilizar o Microsoft Kinect para capturar os movimentos dos usuários;
- b) disponibilizar um ambiente gráfico e interativo para os usuários;
- c) possibilitar a criação de exercícios com diversos contextos em ambientes lúdicos de acordo com a necessidade do usuário.

1.2 ESTRUTURA

Este trabalho está dividido em quatro capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução do trabalho e os objetivos. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento do protótipo, passando pela conceituação dos *serious games*, seus componentes, sua utilização na fisioterapia e na educação. Este capítulo também aborda o dispositivo Kinect em ambientes virtuais e descreve alguns trabalhos correlatos que possuem características semelhantes a este trabalho.

No terceiro capítulo é demonstrado o desenvolvimento do trabalho com requisitos, especificação, implementação, resultados e operacionalidade do protótipo. No quarto capítulo são relatadas as conclusões e também possíveis extensões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo explorar os principais assuntos necessários para a realização deste trabalho. A seção 2.1 expõe uma visão geral sobre os *serious games* (jogos sérios). A seção 2.1.1 descreve os componentes dos *serious games*. Na seção 2.1.2 é apresentada uma visão geral da utilização dos *serious games* na área da saúde. Na seção 2.1.2.1 é detalhada a utilização dos *serious games* na fisioterapia. A seção 2.1.3 detalha o uso dos *serious games* na educação. A seção 2.2 expõe uma visão geral sobre o sensor Kinect e ambientes virtuais. Ao final, na seção 2.3 são apresentados os trabalhos correlatos.

2.1 SERIOUS GAMES

Em geral, os jogos eletrônicos são considerados apenas elementos de entretenimento. No entanto, atualmente os jogos estão possibilitando formas de aprendizagem, treinamento e proporcionando incrementos nas habilidades humanas. Os *serious games* consistem em jogos nos quais o objetivo principal é transmitir um conteúdo educacional ou de treinamento ao usuário. Há *serious games* voltados para diversas áreas como: educação, treinamento médico, treinamento policial e militar, terapia psicológica, reabilitação física e cognitiva, entre outros (CASTILHO, 2010). Na Tabela 1 é possível ter uma visão dos *serious games* predominantes, tendo em vista que o público-alvo dessas ferramentas é diversificado e pode pertencer a mais de um grupo. Os dados desta tabela são baseados em respostas obtidas de 63 pessoas.

Tabela 1 - Público-alvo dos *serious games*

Público-alvo dos <i>serious games</i>	Porcentagem
Estudantes em geral	53.97%
Público geral	47.62%
Gerentes de empresas	26.98%
Profissionais da educação	23.40%
Governo	23.81%
Profissionais da saúde	23.81%
Funcionários de empresas	22.22%
Militares	17.46%
Pacientes	7.94%
Profissionais de emergências médicas/socorristas	7.94%
Ativistas	1.59%
Outros	4.76%

Fonte: adaptado de Michael e Chen (2005, p. 7).

Os *serious games* utilizam as estratégias da indústria de jogos para tornar as simulações mais atraentes e lúdicas, ao mesmo tempo em que oferecem atividades que favorecem a construção de conceitos e a estimulação de funções psicomotoras (MACHADO et al., 2011). Segundo estudos, eles surgiram nos anos 80, com os simuladores desenvolvidos

pelos Estados Unidos para a área militar. Desta forma, considerando que a RV nasceu com os simuladores de voo na II Guerra Mundial, pode-se dizer que ela surgiu a partir de um conceito de *serious game*.

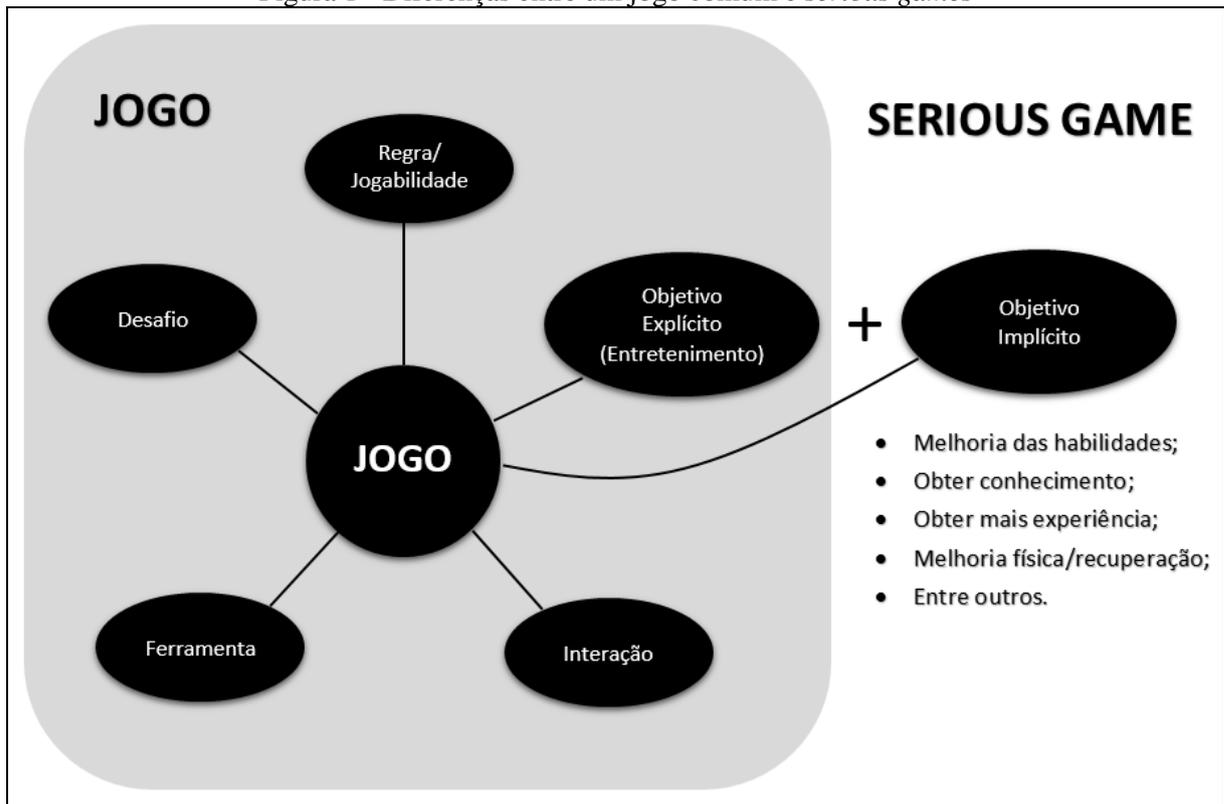
Segundo Machado et al. (2011), a RV baseia-se em três conceitos fundamentais: interação, imersão e envolvimento. A interação se baseia em fazer com que o jogador possa sentir-se parte do ambiente do jogo. Para isso, podem ser utilizados dispositivos de captura de movimentos, como o Kinect, para uma interação natural. A imersão consiste em fazer com que o jogador se sinta presente no ambiente tridimensional e o envolvimento consiste em fazer com que o jogador se sinta motivado para completar o exercício estabelecido.

Os componentes necessários para o desenvolvimento de um *serious game* estão descritos na seção 2.1.1. Estes componentes referem-se tanto aos profissionais necessários para o desenvolvimento do jogo quanto aos elementos que devem estar presentes no jogo. Com o avanço tecnológico e o aumento da utilização da RV, diversas áreas têm se beneficiado dos *serious games*, entre elas as áreas da saúde e educação. As aplicações dos *serious games* nessas áreas são abordadas nas seções 2.1.2 e 2.1.3.

2.1.1 Componentes dos *serious games*

Segundo Machado et al. (2011, p. 256), o estímulo das funções cognitivas, a motivação e a possibilidade de construção de novos conhecimentos são elementos fundamentais em um *serious game*. Tendo em vista que a aplicação possui um propósito específico, é necessário o envolvimento de profissionais da área a qual o conteúdo do jogo se relaciona. Desta forma, é essencial que haja um professor quando o *serious game* é voltado para a educação, um médico quando é voltado para saúde e assim por diante.

Segundo Wattanasoontorn et al. (2013), para criação de um jogo é necessário o envolvimento de especialistas de diversas áreas como pesquisadores, animadores, programadores, testadores, entre outros. Todos os jogos, incluindo jogos de computador, podem ser especificados através de cinco elementos diferentes, são eles: regra/jogabilidade, desafio, ferramenta, interação e objetivo explícito (entretenimento). A Figura 1 mostra esses elementos e as diferenças entre os jogos comuns e os *serious games*.

Figura 1 - Diferenças entre um jogo comum e *serious games*

Fonte: adaptado de Wattanasoontorn et al. (2013, p. 2).

De acordo com Wattanasoontorn et al. (2013), as funções dos elementos da Figura 1 são as seguintes:

- a) regra/jogabilidade: é o padrão estabelecido pelas regras do jogo, que liga o jogador ao jogo;
- b) desafio: determina os bônus para premiar os acertos e as barreiras que evitam o jogador de alcançar os objetivos facilmente. Os desafios são utilizados para criar os níveis e dificuldades do jogo, a fim de incentivar e motivar o jogador a passar mais tempo jogando;
- c) ferramenta: representa o equipamento ou acessórios utilizados para jogar. Por exemplo, o jogador pode usar o dispositivo Kinect em um jogo de exercícios para melhorar suas habilidades motoras. Neste caso, a interação com o jogo é realizada através de gestos;
- d) interação: é a maneira que o jogador se comunica com o jogo, refere-se a qualquer ação feita pelo jogador para interagir com o jogo. A interação pode ser visual, auditiva, física (digitação, *mouse*, *touchpad*, entre outros), troca de diálogo, entre outras;
- e) objetivo explícito: é algo que destina o jogador a atingir ou realizar. O objetivo

explícito é o entretenimento, ou seja, serve para divertir o jogador;

- f) objetivo implícito: é um elemento dos *serious games*, inclui o aumento de competências e habilidades, fazendo o jogador adquirir conhecimentos ou experiências.

Observa-se que os *serious games* possuem os mesmos componentes de um jogo comum, porém o seu diferencial é o objetivo implícito, ou seja, são jogos desenvolvidos com o propósito de aprendizado, melhoria de habilidades, conhecimentos, experiências, reabilitação física, entre outros. Além de entreter e divertir o usuário, esse tipo de jogo precisa possibilitar o aprendizado ou treinamento do usuário.

Na área da saúde, os *serious games* podem ser aplicados tanto para auxiliar na aprendizagem e treinamento de profissionais quanto no tratamento de pacientes, trazendo diversos benefícios, conforme descrito na seção 2.1.2. Nesta área, uma das especialidades que tem utilizado esse tipo de jogo é a fisioterapia, descrito na seção 2.1.2.1.

2.1.2 Utilização de *serious games* na Saúde

Atualmente, na área da saúde a tecnologia está sendo cada vez mais utilizada. É uma das áreas que mais tem se beneficiado dos *serious games* visando o treinamento. Segundo Machado, Moraes e Nunes (2009), as dificuldades encontradas na obtenção de materiais, validação de produtos, treinamento de pessoal e também a necessidade de novas técnicas para o ensino de hábitos saudáveis e para reabilitação fazem dos jogos um importante aliado do ensino, tratamento e simulação para a saúde, beneficiando tanto os profissionais quanto os pacientes.

Segundo Janarthanan (2012), os jogos voltados para a saúde possuem uma tendência diferente dos jogos comerciais jogados em consoles tradicionais. As principais diferenças estão nos movimentos aplicados e nos benefícios trazidos pelo jogo. Os desenvolvedores de *serious games* voltados para a saúde, devem estar cientes que além do jogo trazer benefícios, deve prender a atenção do usuário. Desta forma, o paciente estará com a atenção voltada para o jogo e assim, muitas vezes o foco principal deixa de estar voltado para a sensação de dor. As distrações que o jogo fornece são uma forma de melhorar os tratamentos de crianças, adolescentes e adultos que possuem algum tipo de doença ou lesão.

Os *serious games* na área da saúde estão sendo utilizados em vários contextos, como a reabilitação, treinamento de cirurgias, obesidade juvenil, tratamento da dor, tratamento do câncer e diabetes. A maior parte dos resultados obtidos é positivo em ambas as áreas, porém é necessário que sejam realizados mais testes para verificar a capacidade real desse mecanismo

(SMITH et al., 2009). Os jogos voltados para reabilitação são utilizados para restaurar algum movimento físico ou perda de habilidade devido a alguma lesão.

Com a utilização de jogos voltados para a área da saúde é esperado que os pacientes possam realizar os tratamentos de uma forma menos cansativa e mais atrativa do que os tratamentos comuns. Segundo Laver et al. (2011), uma das principais vantagens de usar jogos na saúde é que podem ser jogados em uma grande quantidade de ambientes, como escritório, casa, clínica, entre outros. Outra vantagem para o autor é a interação social que o jogo pode proporcionar entre as pessoas de diferentes gerações, uma vez que os jogos podem atrair pessoas de várias faixas etárias. Assim, fornecendo uma aproximação entre pacientes e familiares.

2.1.2.1 Utilização de *serious games* na Fisioterapia

A terapia fisioterápica consiste no estudo, diagnóstico, prevenção e recuperação de pacientes com distúrbios cinéticos funcionais intercorrentes em órgãos e sistemas do corpo humano. Atua em diversas áreas com procedimentos, técnicas, metodologias e abordagens específicas que têm o objetivo de avaliar, tratar, minimizar, prevenir e curar problemas gerados por alterações genéticas, traumas ou enfermidades adquiridas (CONSELHO REGIONAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL DA 9ª REGIÃO, 2012).

Segundo Costa, Sousa e Oliveira (2002), existem diferentes técnicas utilizadas nas terapias, muitas delas não apresentam um estímulo ao paciente devido à fatores estéticos ou sociais. Um exemplo é o tratamento da escoliose, onde é necessário o uso de coletes, que muitas vezes deixam as crianças deslocadas dentro de grupos sociais. As vezes também, tornam-se necessários o uso de aparelhos onde são fixados inúmeros sensores espalhados pelo corpo para a captura do movimento, gerando um certo desconforto ao paciente durante a sessão de fisioterapia.

Segundo um estudo realizado por Shaughnessy, Resnick e Macko (2006) e citado por Chang, Chen e Huang (2011), somente 31% dos pacientes em reabilitações efetuam os exercícios conforme indicados pelo fisioterapeuta. Na maioria dos casos isso ocorre por falta de motivação ao paciente para realização do processo. Como forma de contornar as dificuldades encontradas nas terapias tradicionais baseadas em recursos humanos e técnicos, foram realizados alguns estudos sobre a aplicação da RV para apoiar pacientes em tratamentos fisioterapêuticos (CAMEIRÃO; BADIA; VERSCHURE, 2008; CHANG; CHEN; HUANG, 2011; GAMA et al., 2012; SAPOSNIK et al., 2010).

Laver et al. (2011) consideram os jogos divertidos e motivadores, fazendo com que o paciente se sinta motivado e passe mais tempo realizando os exercícios propostos no tratamento. Com a utilização da RV juntamente com sensores de movimentos, a motivação dos pacientes e o desempenho dos exercícios têm melhorado de forma gradativa como discutido por Chang, Chen e Huang (2011). Além disso, oferece suporte ao especialista na definição do tratamento e apoio para correção de movimentos e posicionamentos incorretos (GAMA et al., 2012).

O uso dos sensores de movimentos na reabilitação física começou a partir do lançamento do controlador percursor Wii Remote, parte integrante do console Wii. Porém, os trabalhos desenvolvidos por Barcala et al. (2011), Saposnik et al. (2010) e os revisados por Sousa (2011) têm por objetivo motivar e analisar os movimentos através da adaptação dos exercícios físicos aos jogos eletrônicos já existentes no mercado, sem o desenvolvimento de um software específico.

Com o passar do tempo foram desenvolvidos softwares, tais como o Ikapp (GAMA et al., 2012) e Kinerehab (CHANG; CHEN; HUANG, 2011), que são exclusivamente para determinados exercícios físicos utilizando o sensor Kinect. Estes permitem que a reabilitação seja feita de forma mais confiável e agradável, além de oferecer uma avaliação postural mais efetiva.

2.1.3 Uso dos *serious games* na Educação

Pensando na relação entre brincar e jogar alguns pesquisadores estão sugerindo e alguns já estão colocando em prática suas ideias em projetos que levam às crianças, jovens e adultos a possibilidade de aprendizado de uma maneira mais lúdica (CASTILHO, 2010). Os jogos educativos exploram atividades lúdicas e possuem objetivos pedagógicos capaz de desenvolver o raciocínio e o aprendizado. Os jogos normalmente apresentam tipos diferentes de desafios, que ao serem concluídos estimulam diversas funções cognitivas básicas, como a concentração, atenção e memória (COSTA; CARVALHO, 2005).

Segundo Lemes (2014), os jogos eletrônicos podem trazer muitos benefícios em salas de aula. Se jogos que não são voltados para educação já podem trazer diversos benefícios, como melhorar o raciocínio lógico e a resolução de problemas, os jogos voltados para educação podem trazer ainda mais benefícios. Estes jogos podem ser personalizáveis de acordo com a necessidade de cada aluno, desenvolvendo a lógica e ensinando novos conceitos. Enquanto na sala de aula um aluno pode ficar para trás por não ter compreendido completamente um conceito e já estar sendo lido outro ainda mais complexo, em um

jogo é necessário que o aluno compreenda um conceito antes de passar para a próxima fase ou nível. O jogo permite que o aluno repita a etapa até que aprenda o conceito que está sendo passado. Além disso, os jogos digitais educacionais podem abordar diversos temas de maneiras descontraídas, como matemática, português, biologia, entre outros.

Geralmente, quando se fala na utilização de jogos digitais na educação o que mais se destaca é a motivação que estes proporcionam. Porém, o potencial dos jogos vai muito além da motivação, pois ajudam os alunos a desenvolverem diversas habilidades e, por isso, são considerados importantes materiais didáticos (GROS, 2003). Abaixo estão descritos alguns benefícios que os jogos digitais educacionais podem trazer aos processos de ensino e aprendizagem:

- a) efeito motivador: possuem grande capacidade em entreter e divertir as pessoas ao mesmo tempo em que incentivam o aprendizado através de ambientes atrativos e dinâmicos (HSIAO, 2007). Além disso, motivam os alunos através de desafios, interação, fantasia, curiosidades e através de cenários lúdicos que atraem os jogadores. Segundo Hsiao (2007), utilizar componentes de diversão no ensino é importante, pois deixa o aluno mais à vontade e geralmente isso aumenta a recepção e disposição para o aprendizado;
- b) facilitador do aprendizado: facilitam o aprendizado em diversas áreas de conhecimento. São capazes de representar diversos cenários, com vários elementos gráficos, auxiliando no entendimento de diversas matérias, como matemática, português, ciências, entre outras. Além disso, fazem com que o aluno tenha que tomar decisões, expondo diversos desafios para que através de tentativas e erros o aluno aprenda (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004);
- c) desenvolvimento de habilidades cognitivas: promovem o desenvolvimento intelectual do aluno, visto que para vencer os desafios propostos pelo jogo o aluno precisa criar estratégias e entender os elementos do jogo (GROS, 2003);
- d) aprendizado por descoberta: desenvolvem a capacidade de experimentar e explorar, pois o ambiente é livre de riscos, estimula a curiosidade e a aprendizagem por descoberta (MITCHELL; SAVILL-SMITH, 2004);
- e) experiência de novas identidades: podem oferecer ao aluno oportunidades de novas experiências, associadas com as identidades dos personagens do jogo (HSIAO, 2007). Por exemplo, em jogos que o aluno controla um médico, irá encarar as situações que fazem parte da vida desse profissional;
- f) socialização: podem aproximar alunos que são jogadores, através da

competitividade e cooperativamente, tanto dentro do jogo quanto no ambiente físico da escola ou universidade (HSIAO, 2007);

- g) coordenação motora: várias jogos proporcionam o desenvolvimento da coordenação motora dos alunos (GROS, 2003);
- h) comportamento *expert*: crianças e jovens que jogam se tornam *experts*, ou seja, muito bons no que o jogo proporciona. Desta forma, os jogos com desafios educacionais podem fazer com que o aluno fique *expert* nos conceitos passados (VANDEVENTER; WHITE, 2002).

Em métodos de ensino tradicionais muitas vezes não é possível mostrar e simular a utilização do conteúdo ensinado, trazendo dificuldades em estabelecer relações entre os conhecimentos que estão sendo passados e suas respectivas aplicações no cotidiano. Com a utilização da RV e dos *serious games* é possível simular ambientes e cenários que fazem parte do contexto do tema a ser ensinado, auxiliando e facilitando o entendimento dos alunos, por conseguir visualizar o processo da forma como ele acontece (SILVA et al., 2008).

2.2 SENSOR KINECT E AMBIENTES VIRTUAIS

O sensor Kinect lançado em 2010 pela Microsoft, permite que os usuários possam controlar e interagir com os jogos do console Xbox sem a necessidade de possuir *joysticks*, por meio de uma interface natural em que é utilizada a movimentação do corpo (LOWENSOHN, 2011). O dispositivo possui um projetor de luz infravermelha (invisível ao olho humano), uma câmera infravermelha, uma câmera *Red, Green e Blue* (RGB) comum, quatro microfones e um motor, conforme pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Arquitetura básica do Kinect



Fonte: Paula (2011, p. 4).

Algumas características e especificações da arquitetura do Kinect são relevantes (Figura 2) e devem ser levadas em consideração para o desenvolvimento de uma aplicação. De acordo com Pernambuco Jr. e Knop (2014), os principais componentes de hardware que compõem o Kinect são:

- a) câmera RGB: utilizada para reconhecimento facial e detecção de outras características, através do reconhecimento das cores vermelho, verde e azul. A câmera trabalha em uma resolução 640x480 pixels, rodando a 30 *Frames per Second* (FPS);
- b) sensores de profundidade: possui um projetor de luz infravermelha (invisível ao olho humano) e um sensor *Complimentary Metal-Oxide Semiconductor* (CMOS) que funcionam em conjunto para identificar a profundidade dos objetos do ambiente independente dos níveis de iluminação;
- c) conjunto de quatro microfones: a combinação do som captado pelos quatro microfones é capaz de isolar as vozes dos jogadores de outros barulhos do ambiente. Isso permite que o jogador possa manter uma distância maior do sensor e ainda utilizar os comandos de voz;
- d) motor de inclinação: serve para ajustes do sensor, tem uma inclinação de 27° para cima ou para baixo, para o cálculo de rastreamento da distância do corpo.

O processo realizado pelo Kinect se traduz em um verdadeiro *scanner* do usuário, dos seus movimentos e do ambiente ao seu redor, tendo como objetivo promover a interação do usuário com a máquina (PINTO, 2012). Desta forma, é possível criar cenários reais ou lúdicos, fazendo com que o usuário interaja com o ambiente. As atividades físicas e lúdicas permitem a relação com ambientes e situações que estimulam a utilização das habilidades cognitivas, motoras e emocionais (MEDINA, 2009).

A manifestação do lúdico no ensino-aprendizagem e no atendimento a pacientes pode apresentar caráter pedagógico e/ou terapêutico. Uma única atividade lúdica pode oferecer diversas funções e benefícios, tais como promover a melhor interação entre paciente/terapeuta ou aluno/professor e contextualizar o movimento desejado no caso da fisioterapia ou o entendimento desejado no caso da educação. É possível associar ambientes do cotidiano ou brincadeiras (em casos de tratamentos ou na educação de crianças) ao procedimento ou manuseio que desenvolve vários aspectos motores e cognitivos, dessa forma potencializando e tornando o tratamento ou ensino mais dinâmico.

Evidências científicas recentes indicam que o uso da realidade virtual com videogame oferece além da motivação ganhos funcionais para os pacientes. O Xbox Kinect é uma evolução, já que o equipamento não necessita de controle, pois o sistema faz uma leitura do corpo do jogador. Além disso, o movimento é preciso, completo e mais semelhante aos realizados nas atividades diárias. (CYRILLO, 2011).

Segundo Juul (2005), o fato de mundos fictícios existirem é a principal característica que difere os jogos digitais dos jogos não digitais. Nos jogos digitais há a existência de ambientes fictícios, ou seja, ambientes lúdicos, que é onde o jogo se desenvolve. Nos jogos não digitais o mundo fictício existe, porém fica limitado a imaginação de cada participante e não é compartilhado e delimitado como nos jogos digitais. O responsável por simular a parte física do mundo real dentro do ambiente do jogo é o motor de jogo (BRITO, 2011).

Motor de jogo (*Game Engine*) é o nome dado a um programa de computador projetado para a criação e desenvolvimento de jogos de vídeo. Geralmente apresentam um ambiente de desenvolvimento integrado com um conjunto de ferramentas, que tornam o desenvolvimento de jogos mais simples. A funcionalidade fornecida por esses motores inclui um motor gráfico para suportar gráficos 2D e/ou 3D, um motor de física e detecção de colisões, animação, sons, inteligência artificial, comunicação em rede, gestão de memória, gestão de arquivos, gestão de linha de execução e suporte a uma ou mais linguagens de programação (VIEIRA, 2013). Como exemplo, pode-se citar o Unity 3D da Unity Technologies que torna possível a criação de ambientes lúdicos.

O Unity, também conhecido como Unity 3D, se apresenta como um motor de jogos. É uma plataforma de desenvolvimento flexível e eficiente, utilizado para criação de jogos e experiências 3D e 2D em multiplataforma. Sua primeira versão foi lançada em 2005 e atualmente a versão estável é a 5.1.1. Uma das grandes vantagens que o Unity oferece é a possibilidade de utilizar elementos criados por outras pessoas. Tendo em vista que é difícil encontrar um programador com aptidão para design gráfico, esta é uma vantagem muito utilizada e importante para os desenvolvedores. A partir da loja oficial do Unity 3D (*Asset Store*) é possível baixar inúmeros elementos gráficos para serem utilizados. Nesta loja, existem vários elementos disponíveis alguns gratuitos e outros pagos, desde simples modelos até projetos completos, possibilitando que o desenvolvedor conheça e aprenda mais sobre os meios do Unity.

Para a utilização do Kinect no Unity, há o projeto Kinect *with* MS-SDK disponível gratuitamente no *Asset Store*. Este projeto é um conjunto de exemplos para a versão um do Kinect, com vários *scripts*. Ele demonstra como utilizar personagens controlados pelo Kinect, detecção de gestos e outras coisas relacionadas com o Kinect, exemplos que estão disponíveis em vários projetos.

2.3 TRABALHOS CORRELATOS

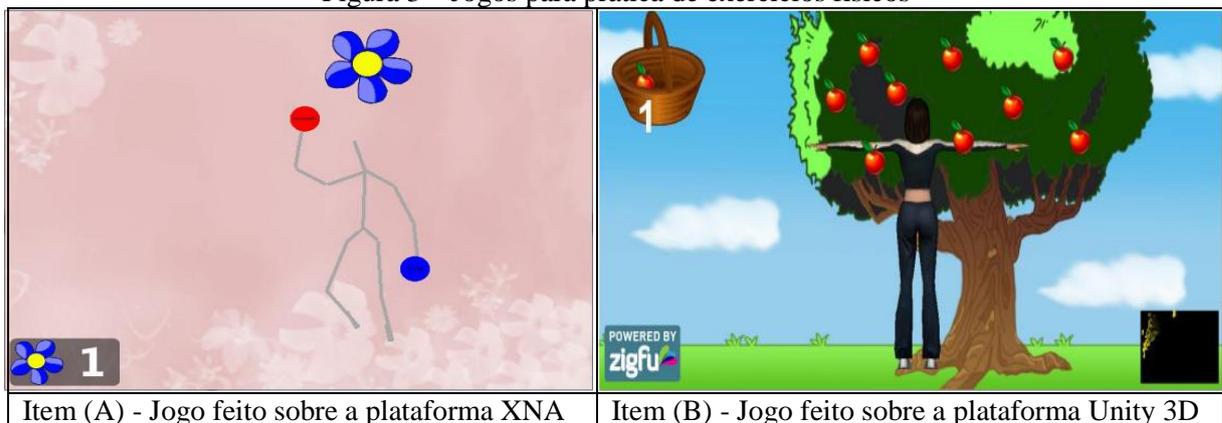
Na área da saúde e da educação, há sempre a necessidade de inovações com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da sociedade. Com o avanço da tecnologia e a chegada dos sensores de movimentos, várias pesquisas estão sendo realizadas com o intuito de auxiliar tratamentos fisioterapêuticos e também o ensino-aprendizagem. A seguir são apresentados quatro trabalhos que possuem características semelhantes ao trabalho proposto, sendo elas a utilização do Microsoft Kinect e de jogos aplicados à saúde e à educação. A seção 2.3.1 descreve uma ferramenta de apoio a reabilitação de doentes de Parkinson (VIEIRA, 2013). Na seção 2.3.2 é descrito o uso de *serious games* para a reabilitação motora de membros superiores (SOUSA JR. et al., 2013). A seção 2.3.3 descreve um jogo sério desenvolvido com realidade aumentada para apoiar a educação ambiental (DIAS; ZORZAL, 2013). Já a seção 2.3.4 descreve o jogo *MoviLetrando*, utilizado para alfabetizar crianças com síndrome de Down (FARIAS et al., 2013). E, por fim, na seção 2.3.5 é feita uma comparação entre as características mais importantes dos trabalhos correlatos apresentados.

2.3.1 Plataforma de Apoio à Terapia de Reabilitação e Manutenção de Doentes de Parkinson

No trabalho de Vieira (2013) foi desenvolvida uma aplicação para reabilitação e manutenção de pacientes com a doença de Parkinson, que é uma doença degenerativa e lentamente progressiva do sistema nervoso central, afetando o sistema motor responsável pelos movimentos corporais. Neste trabalho foram desenvolvidos dois tipos diferentes de jogos para a prática de exercícios físicos utilizando a captura de movimentos do Microsoft Kinect. Foi desenvolvido um jogo lúdico e intuitivo de livre execução, com gravação de dados de atividade e objetivos completados. Também foi desenvolvido um segundo jogo onde o fisioterapeuta tem maior controle sobre os exercícios a serem realizados pelo paciente, ou seja, onde o paciente tenha que executar exercícios específicos gravados pelo fisioterapeuta.

Para o desenvolvimento da aplicação foram utilizados o sensor Kinect e o *framework XNA's Not Acronymed* (XNA) (Figura 3 - Item (A)). Em complemento foi utilizado o Unity 3D direcionando para a criação de jogos (Figura 3 - Item (B)).

Figura 3 – Jogos para prática de exercícios físicos



Fonte: Vieira (2013, p. 24).

Como pode ser visto na Figura 3, há uma grande diferença no ambiente gráfico dos jogos, sendo o jogo feito em Unity (Item (B)) visualmente muito mais atrativo. É possível fazer o mesmo em XNA, porém levaria mais tempo e seria mais complicado.

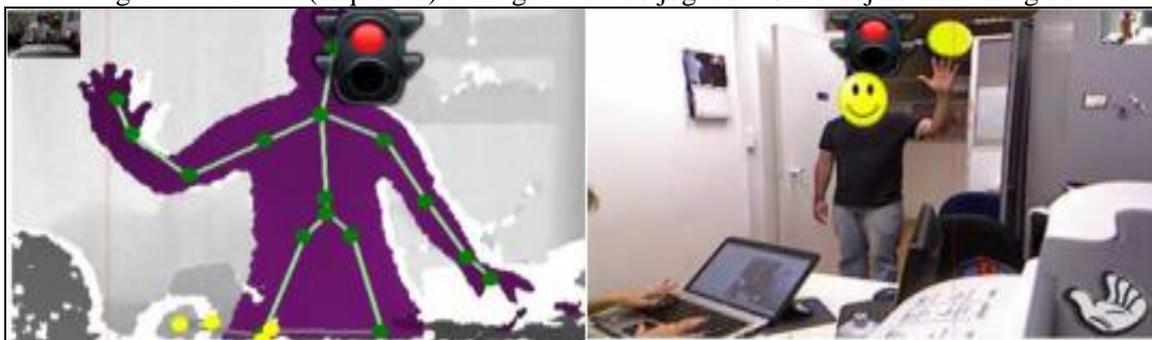
No caso do Item (A), o jogo consiste na detecção das articulações do corpo do jogador e no desenho de uma reta entre elas de modo a formar um personagem. O objetivo é tocar com as mãos nas flores que aparecem na parte superior da tela em direção à parte inferior, fazendo a contagem do número total de flores capturadas. No jogo feito em Unity 3D (Item (B)), foi possível utilizar um personagem tridimensional e o objetivo é recolher as maçãs penduras na árvore, sendo que cada maçã recolhida é contabilizada no cesto.

Com os resultados obtidos, Vieira (2013) concluiu que houve uma adaptação positiva dos pacientes à tecnologia utilizada e que o uso do sensor Kinect incentiva à prática de exercícios físicos como complemento a tratamentos fisioterapêuticos.

2.3.2 MoVER: Serious Game aplicado à reabilitação motora usando sensor de movimento Kinect

O objetivo do trabalho de Sousa Jr. et al. (2013) foi o desenvolvimento de *serious games*, que vão além do entretenimento, transmitindo algum conhecimento ao jogador. A proposta da aplicação é oferecer apoio, estimulando os pacientes em tratamentos fisioterapêuticos na execução de exercícios para reabilitação motora de membros superiores (Figura 4), permitindo auxiliar os profissionais da área a definir e avaliar exercícios para os pacientes.

Figura 4 – Avatar (esqueleto) e Imagem real do jogador com o objeto a ser atingido



Fonte: Sousa Jr. et al. (2013, p. 5).

As ferramentas utilizadas para o desenvolvimento da aplicação foram a linguagem de programação C#, XNA e SDK Kinect, que foram escolhidos pelo grande volume de documentação disponível e suas compatibilidades. Durante todo o desenvolvimento contou-se com o apoio de um fisioterapeuta para a prototipação e avaliação da aplicação.

Foram realizados testes com atletas de tênis de mesa adaptado, onde os resultados obtidos foram mapeados através de pontos de colisão (acertos e erros) e o tempo de execução dos movimentos dos jogadores. Desta forma, permitindo a validação por parte do profissional da saúde.

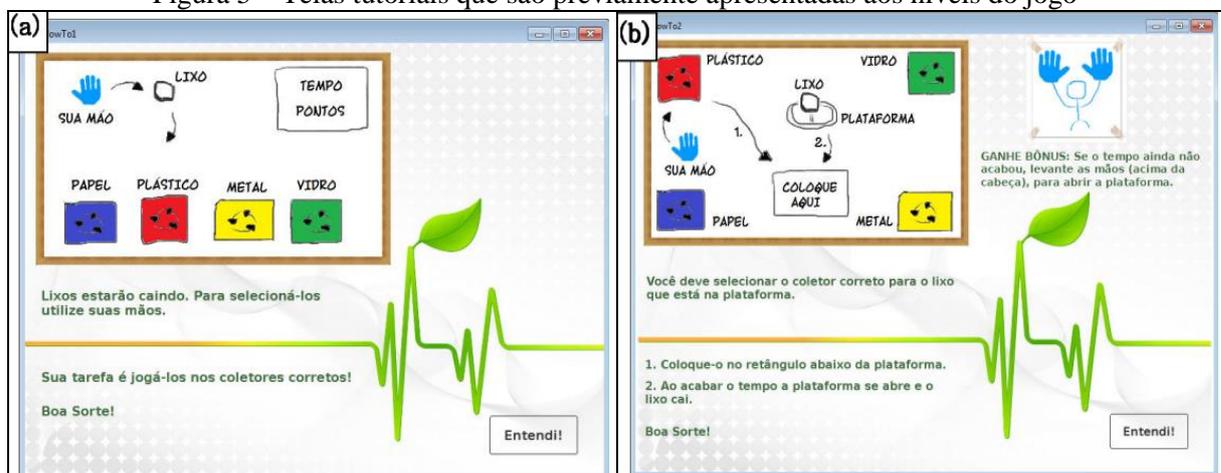
2.3.3 Desenvolvimento de um Jogo Sério com Realidade Aumentada para Apoiar a Educação Ambiental

Em seu trabalho, Dias e Zorzal (2013) desenvolveram um jogo sério utilizando técnicas de Realidade Aumentada (RA) para apoiar a Educação Ambiental. Para auxiliar na interação com o ambiente desenvolvido e capturar os movimentos do jogador, foi utilizado o

dispositivo Kinect. O nome do jogo é “Aprendendo a Reciclar”, tendo como objetivo alertar sobre a importância de descartar os detritos na lixeira da maneira correta e ensinar alguns tipos diferentes de lixeiras existentes de lixo reciclável, como por exemplo, papel, plástico, metal, entre outros.

O jogo possui dois níveis e cada um apresenta seu respectivo objetivo. Na Figura 5 são apresentadas as imagens das telas do jogo. Os Item (a) referente ao nível 1 e Item (b) referente ao nível 2, demonstram as telas exibidas antes de iniciar cada um dos níveis. Nestas telas é apresentado um breve tutorial explicando as possíveis interações, utilização dos elementos da tela, entre outros, tendo como objetivo auxiliar o jogador.

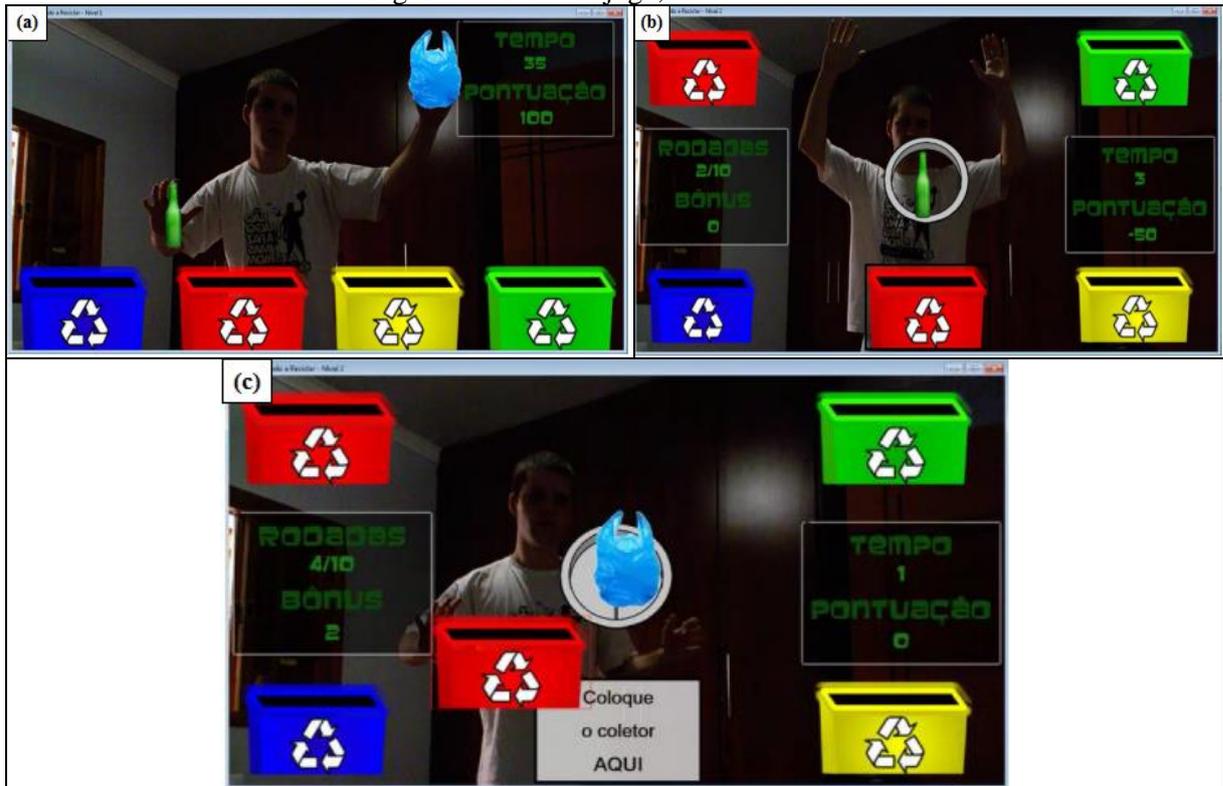
Figura 5 – Telas tutoriais que são previamente apresentadas aos níveis do jogo



Fonte: Dias e Zorzal (2013, p. 66).

As telas da execução do jogo estão demonstradas na Figura 6. No primeiro nível (Item (a)), vários resíduos estarão “caindo” (movendo-se verticalmente) na tela em direção ao chão. O objetivo é impedir que o lixo encoste no chão, para isso é necessário que o jogador pegue o lixo e leve-o até a lixeira correta, ou seja, que corresponda ao tipo do lixo que está sendo despejado. Este nível possui a duração de 60 segundos. No segundo nível, é exibido um resíduo que deve cair na lixeira correspondente (Item (b)). O lixo fica sobre uma plataforma (porta), que pode ser controlada pelas mãos do jogador. Primeiramente o usuário deve selecionar uma lixeira, colocando-a no local indicado, abaixo da plataforma com o lixo. Depois disso, o jogador deve controlar a plataforma com o lixo para colocá-lo na lixeira corretamente. Enquanto o usuário estiver com as mãos abaixadas, a plataforma se manterá fechada, ao elevar as duas mãos acima da cabeça, a plataforma se abre e o lixo cai na lixeira que estiver embaixo dele (Item (c)).

Figura 6 – Telas do jogo, nível 1 e nível 2



Fonte: Dias e Zorzal (2013, p. 66).

O objetivo do jogo é fazer com que o lixo seja colocado na lixeira correta. Para isso, o jogador tem sete segundos para selecionar a lixeira correta, após esse tempo a plataforma se abre e o lixo cai. Na medida que o jogador descartar o lixo corretamente, a pontuação é incrementada. Se o lixo for colocado na lixeira errada, o jogador perderá pontos. O jogo é voltado para pessoas de qualquer faixa etária, que consigam realizar os movimentos necessários para realizar o jogo. A utilização de movimentos para interação com o sistema, facilita a utilização do jogo para pessoas que não estão acostumadas a usar *joysticks*, *mouse* e teclado.

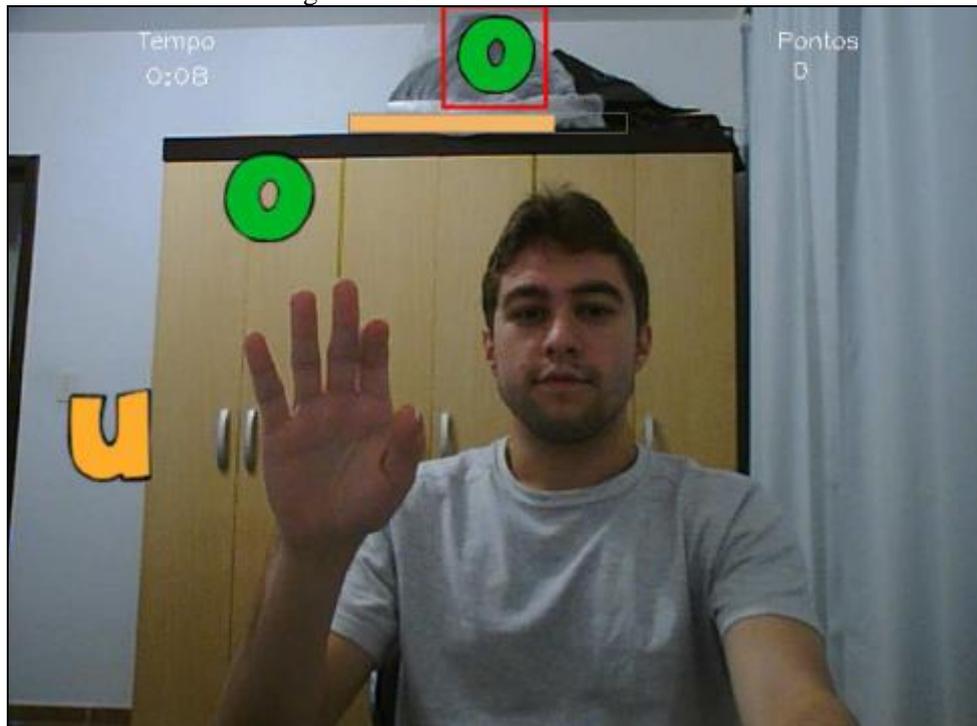
Foram realizados testes com oito pessoas, sendo quatro homens e quatro mulheres, com idades entre dezoito e quarenta e nove anos. Todos já haviam utilizado o Kinect antes dos testes. De um modo geral, os participantes demonstraram gostar do jogo e de seus objetivos. Alguns demonstraram já ter conhecimento nas cores associadas aos lixos e outros obtiveram o conhecimento durante a execução do jogo, sendo possível acompanhar e verificar a assimilação durante os testes. Nos testes, notou-se uma tendência em que quanto maior a idade do jogador, menor é a usabilidade do sistema para o mesmo.

2.3.4 MoviLetrando: Jogo de Movimentos para Alfabetizar Crianças com Down

O objetivo do trabalho de Farias et al. (2013) foi o desenvolvimento de um jogo para auxiliar nos primeiros passos do letramento de crianças com Síndrome de Down (SD). Para isso, é necessário também o acompanhamento de algum profissional da área de saúde. Este jogo foi desenvolvido no *Laboratory for Research on Visual Applications (LARVA)*, laboratório de pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). A equipe responsável pelo desenvolvimento do jogo é uma equipe multidisciplinar composta por duas pessoas da área da computação, duas fisioterapeutas e uma psicóloga.

O MoviLetrando utiliza os conceitos de RV de Projeção e de jogo com movimento sem dispositivos de interação, tendo como objetivo facilitar a usabilidade. O jogo utiliza uma *webcam* para capturar os movimentos dos usuários, a imagem capturada é o próprio jogador e o cenário do jogo. Esta visão ajuda a desenvolver a capacidade do usuário em conhecer o próprio corpo e a definir estratégias motoras para execução de determinados movimentos. A Figura 7 apresenta o cenário do jogo.

Figura 7 – Cenário do MoviLetrando



Fonte: Farias et al. (2013, p. 321).

No início do jogo é realizada a calibração do usuário, para isso é exibida na tela uma silhueta onde a pessoa deve se posicionar de modo que cubra toda a área da imagem. Depois disso, é iniciado o jogo e mostrada a imagem da *webcam*, ou seja, o usuário se vê dentro do cenário do jogo. Na parte superior do cenário é exibida uma letra ou um número que é a imagem de referência para o usuário encostar e ao mesmo tempo é emitido um som que

representa o símbolo a ser encostado. Logo abaixo, é exibido um conjunto de símbolos, sendo um deles o correto a ser encostado, ou seja, igual a imagem de referência indicada na parte superior.

O objetivo do jogador é usar os movimentos dos braços e mãos para encostar na imagem correta. Abaixo da imagem de referência existe uma barra representando o tempo que as imagens ficarão visíveis, ou seja, o tempo que o jogador possui para encostar na imagem. O jogo permite a geração de imagens nos dois lados do cenário ou apenas em um, para o jogador utilizar os dois braços ou limitando-o a utilizar apenas um dos braços. Este comportamento pode ser mudado conforme a evolução do jogador. Na Figura 8 é exibida a tela inicial do MoviLetrando, mostrando as possíveis configurações antes do início do jogo.

Figura 8 – Tela inicial do MoviLetrando



Fonte: Farias et al. (2013, p. 323).

A pontuação do jogo é dada de acordo com os acertos das imagens encostadas e do tempo utilizado para isso. Quanto mais rápido o jogador encostar na imagem correta, mais pontos ele irá ganhar, se o jogador não conseguir encostar na imagem correta ele não perderá pontos, porém não irá pontuar. Desta forma, a pontuação adquire um significado diretamente relacionado a evolução das habilidades que o próprio jogo está tentando desenvolver.

Durante uma partida, existe um aumento nos níveis de dificuldade caso o jogador esteja evoluindo. Para isso, o número de imagens geradas aumenta, o jogador se depara com situações de ter que pensar e realizar movimentos menos óbvios para alcançar a imagem desejada. No final da partida as informações do jogador, pontuação, erros e acertos são guardadas, sendo possível analisar a evolução de cada criança durante as fases do jogo.

De acordo Farias et al. (2013), o desenvolvimento desse jogo foi realizado com base em experiências de outras pesquisas, em que foi possível perceber que existem vantagens e benefícios para crianças com SD utilizarem Jogos Sérios com RV de Projeção que capturaram a imagem do jogador através de uma *webcam* para interação. Também se percebeu que o processo de letramento traz bastante benefícios de autoestima, independência e autonomia para esta população.

2.3.5 Comparativo entre trabalhos correlatos

O Quadro 1 apresenta um comparativo entre as características mais relevantes dos trabalhos apresentados nessa seção.

Quadro 1 - Características entre trabalhos correlatos

Características/Trabalhos relacionados	Vieira (2013)	Sousa Jr. et al. (2013)	Dias e Zorzal (2013)	Farias et al. (2013)
É uma ferramenta específica para crianças?	Não	Não	Não	Sim
Permite a inserção de novos exercícios?	Não	Sim	Não	Sim
Possui ambiente lúdico?	Sim	Sim	Sim	Sim
É voltado para tratamentos fisioterapêuticos?	Sim	Sim	Não	Não
É voltado para o aprendizado-educação?	Não	Não	Sim	Sim
É voltado a um tipo específico de tratamento fisioterápico ou aprendizado?	Sim	Não	Sim	Sim
Faz avaliação dos movimentos?	Não	Sim	Sim	Sim
Utiliza o dispositivo Kinect?	Sim	Sim	Sim	Não

Com base nos dados mostrados no Quadro 1, pode-se perceber que as ferramentas desenvolvidas por Sousa Jr. et al. (2013), Dias e Zorzal (2013) e Farias et al. (2013) fornecem a avaliação dos movimentos, dando um *feedback* se os exercícios foram realizados de maneira correta, funcionalidade que não está presente nos trabalhos de Vieira (2013). Nota-se também que apenas a ferramenta de Farias et al. (2013) é voltada para crianças. Entre estas ferramentas, as desenvolvidas por Vieira (2013) e Sousa Jr. et al. (2013) são específicas para auxiliar em tratamentos fisioterapêuticos, sendo apenas a primeira para um tipo de tratamento específico, que é a reabilitação de doentes de Parkinson. Já as ferramentas de Dias e Zorzal (2013) e Farias et al. (2013) são utilizadas para auxiliar no aprendizado-educação, sendo que ambas possuem um objetivo específico. A ferramenta de Dias e Zorzal (2013) é voltada para auxiliar a educação ambiental e a de Farias et al. (2013) para auxiliar no aprendizado de

leitura e escrita de crianças com SD. Todas as ferramentas possuem ambientes lúdicos, tornando os exercícios mais atrativos e reais.

Percebe-se também que apenas as ferramentas desenvolvidas por Sousa Jr. et al. (2013) e Farias et al. (2013) permitem a inserção de novos exercícios. Para a detecção de movimentos, a ferramenta de Farias et al. (2013) utiliza a *webcam*, as demais ferramentas utilizam o dispositivo Kinect.

3 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo apresenta as etapas para o desenvolvimento do protótipo proposto. A seção 3.1 apresenta os principais requisitos do protótipo. Na seção 3.2 está a especificação contendo os diagramas. Na seção 3.3 está descrita a implementação das principais partes do protótipo, assim como as ferramentas utilizadas e a operacionalidade da aplicação. Por fim, na seção 3.4 são apresentados os testes realizados e os resultados obtidos.

3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O protótipo para auxílio ao ensino-aprendizagem e a tratamentos fisioterapêuticos de crianças utilizando o Kinect e ambientes lúdicos deverá atender os seguintes requisitos:

- a) capturar os movimentos dos usuários com o Kinect (Requisito Funcional - RF);
- b) calibrar o esqueleto exibido de acordo com a estatura do usuário (RF);
- c) permitir que o instrutor possa cadastrar categorias de imagens para os exercícios (RF);
- d) permitir que o instrutor possa cadastrar jogadores (RF);
- e) permitir que o instrutor possa cadastrar exercícios com as imagens em posições de interesse (RF);
- f) permitir que o instrutor possa cadastrar níveis de dificuldade para os exercícios (RF);
- g) permitir criar ambientes lúdicos, ou seja, contextos para os exercícios (RF);
- h) exibir a pontuação e as tentativas restantes ao executar o exercício (RF);
- i) ser desenvolvido com base na biblioteca Kinect SDK 1.8 (Requisito Não-Funcional - RNF);
- j) ser desenvolvido para utilização no sistema operacional Windows 7 ou superior (RNF);
- k) ser desenvolvido sob a plataforma .NET Framework 4.5 (RNF);
- l) ser desenvolvido utilizando a linguagem de programação C# (RNF);
- m) ser desenvolvido utilizando a ferramenta gráfica Unity 5.1 (RNF);
- n) permitir que um exercício contenha no máximo dez níveis (Regra de Negócio - RN);
- o) captar os movimentos de apenas um usuário (RN).

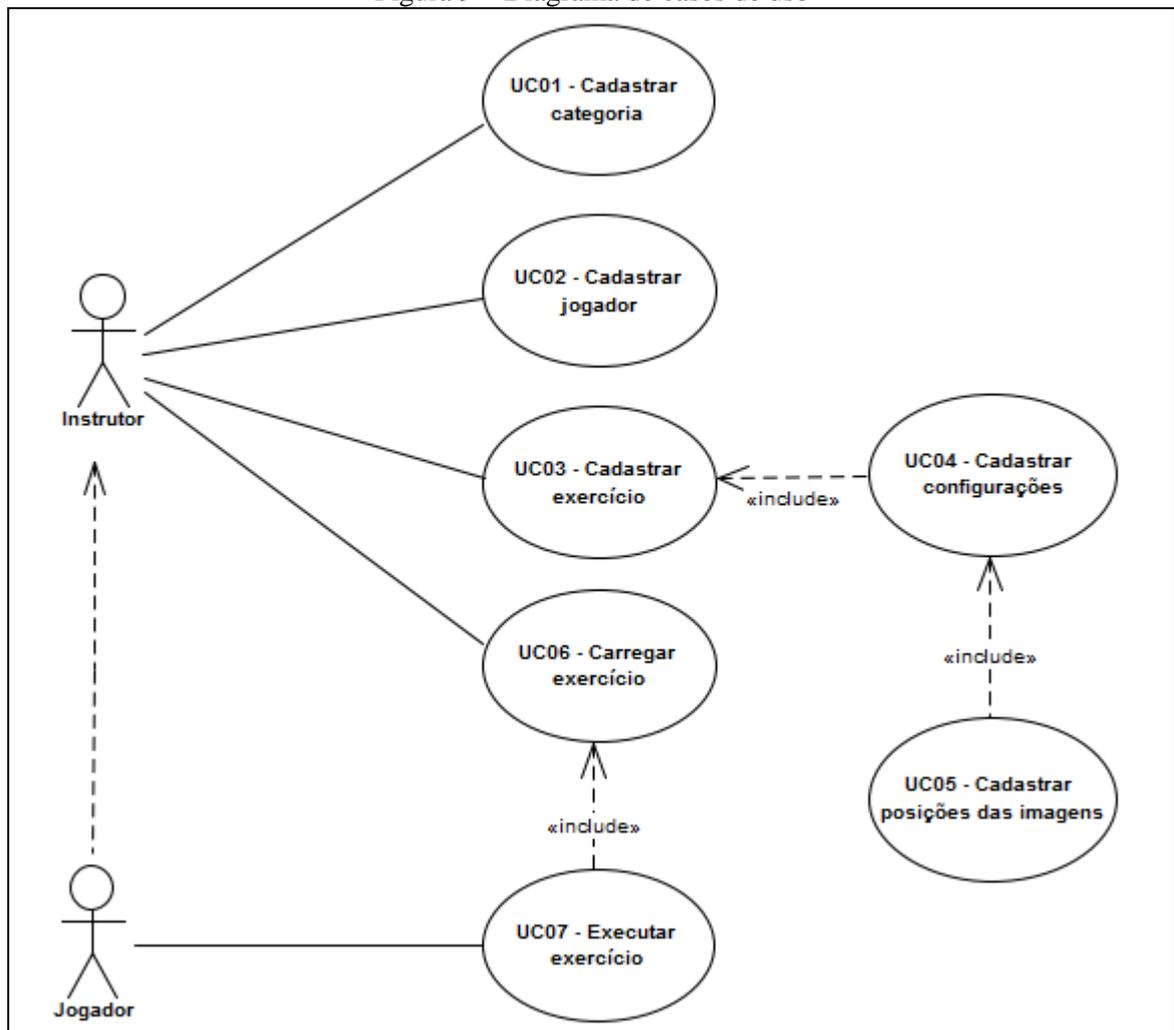
3.2 ESPECIFICAÇÃO

A especificação do protótipo foi criada utilizando a ferramenta Enterprise Architect (EA). Neste trabalho foram elaborados os diagramas de casos de uso, classes e atividades.

3.2.1 Diagrama de casos de uso

Nesta seção são demonstradas as funções exercidas pelos usuários do protótipo, sendo eles os atores *Instrutor* e *Jogador*. Na Figura 9 se encontra o diagrama de casos de uso.

Figura 9 – Diagrama de casos de uso



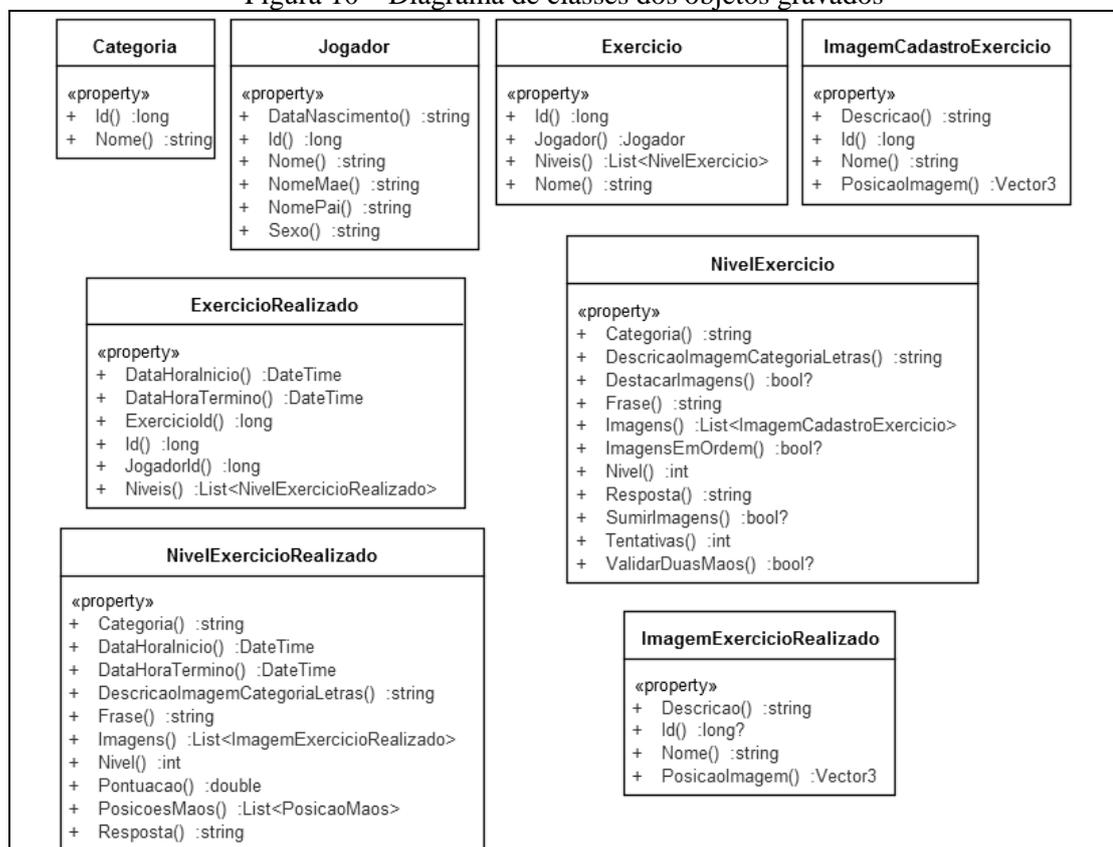
No diagrama de casos de uso apresentado, o jogador irá executar os exercícios cadastrados pelo instrutor. No caso de uso de UC01 - Cadastrar categoria, o instrutor pode cadastrar categorias de imagens para os exercícios. No caso de uso UC02 - Cadastrar jogador, o instrutor pode cadastrar os jogadores que irão realizar os exercícios. No caso de uso UC03 - Cadastrar exercício, o instrutor pode cadastrar os exercícios informando o nome do exercício e selecionando um jogador cadastrado. No caso de uso UC04 - Cadastrar configurações, o instrutor cadastra as configurações para o exercício, sendo elas: o nível, a

categoria, se as imagens a serem encostadas devem ser destacadas e/ou encostadas em ordem, a descrição do exercício, a resposta, se a imagem deve ser removida após ser encostada ou as tentativas acabarem, a quantidade de tentativas, se deverão ser validadas as duas mãos, assim como, ele também pode selecionar uma imagem quando a categoria selecionada for letras. No caso de uso UC05 - Cadastrar posições das imagens, o instrutor cadastra as imagens da categoria selecionada nas posições desejadas. No caso de uso UC06 - Carregar exercício, o instrutor seleciona o jogador e o exercício a ser carregado. No caso de uso UC07 - Executar exercício, o jogador irá executar o exercício selecionado pelo instrutor. O detalhamento dos casos de uso do protótipo está no Apêndice A. Nele, constam os objetivos, cenários e fluxos alternativos.

3.2.2 Diagrama de classes

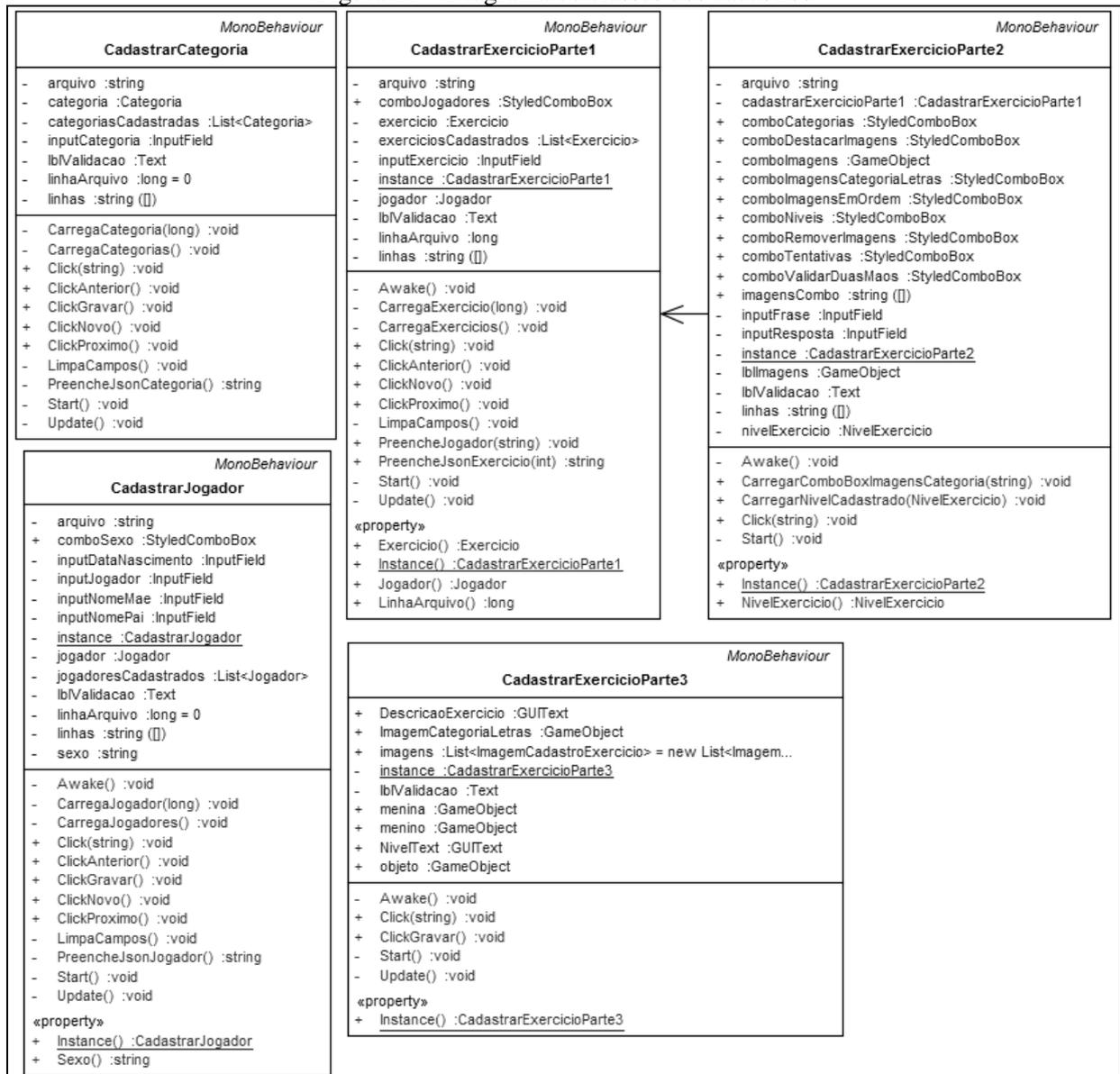
Nesta seção constam os diagramas das principais classes do protótipo desenvolvido. A Figura 10 mostra as classes *Categoria*, *Jogador*, *Exercicio*, *NivelExercicio* e *ImagemCadastroExercicio* que são referentes aos objetos que são gravados nos cadastros, esses objetos são gravados em arquivos no formato *Javascript Object Notation (JSON)*. Essas classes também são utilizadas para carregar o exercício a ser realizado.

Figura 10 – Diagrama de classes dos objetos gravados



As classes ExercícioRealizado, NivelExercícioRealizado e ImagemExercícioRealizado da Figura 10, são referentes aos objetos gravados após o jogador realizar cada nível de exercício. Assim, como os demais objetos, esses também são gravados em arquivo no formato JSON. A gravação, validação e consulta da categoria, jogador e exercício são realizadas nas classes ilustradas na Figura 11.

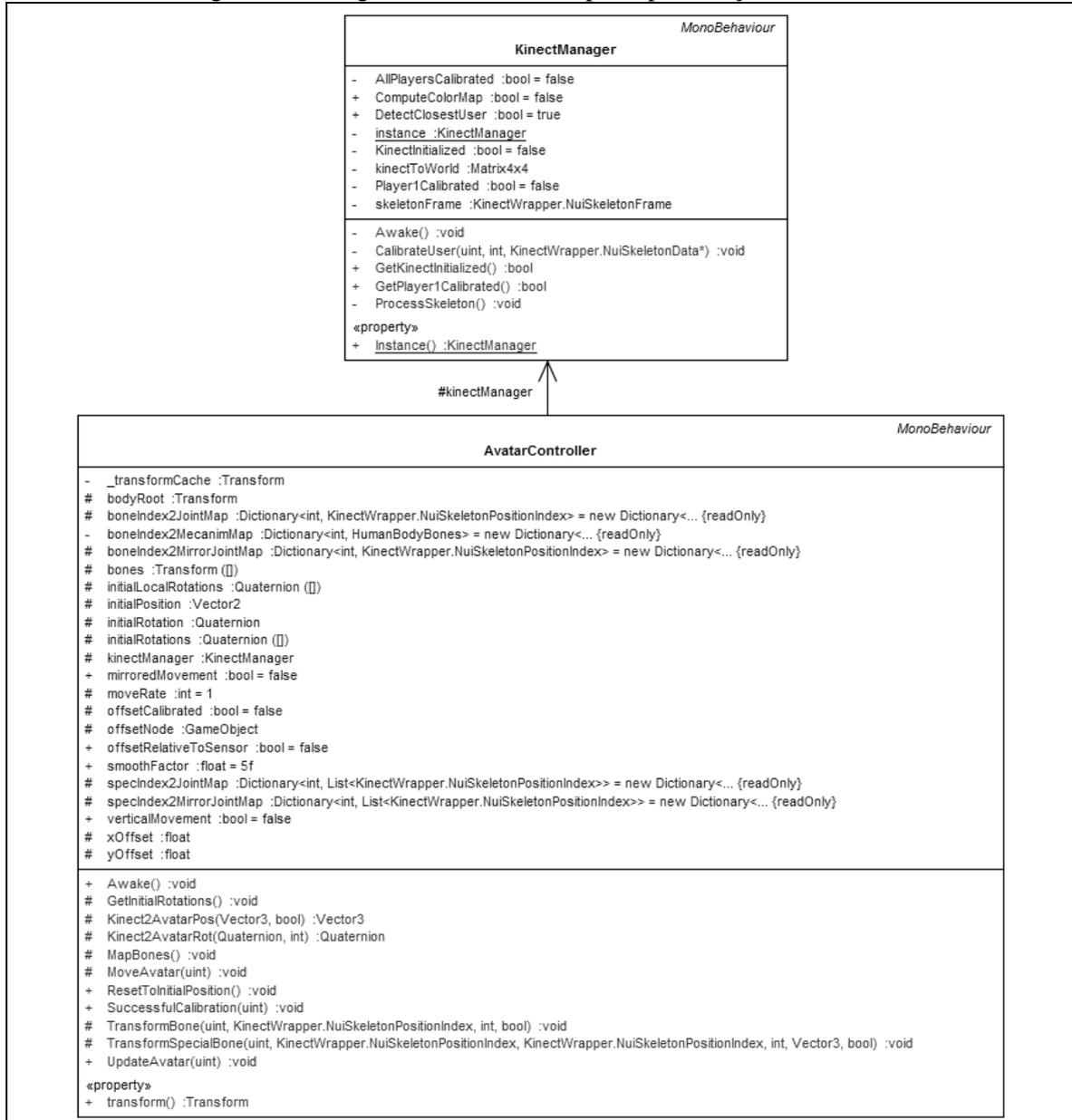
Figura 11 – Diagrama de classes dos cadastros



A classe CadastrarCategoria é responsável por realizar a gravação, validação e consulta das categorias. A classe CadastrarJogador realiza a gravação, validação e consulta dos dados dos jogadores. Já as classes CadastrarExercicioParte1, CadastrarExercicioParte2 e CadastrarExercicioParte3 realizam a gravação, validação e consulta da primeira, segunda e terceira etapa do cadastro de exercício. Na Figura 12 são

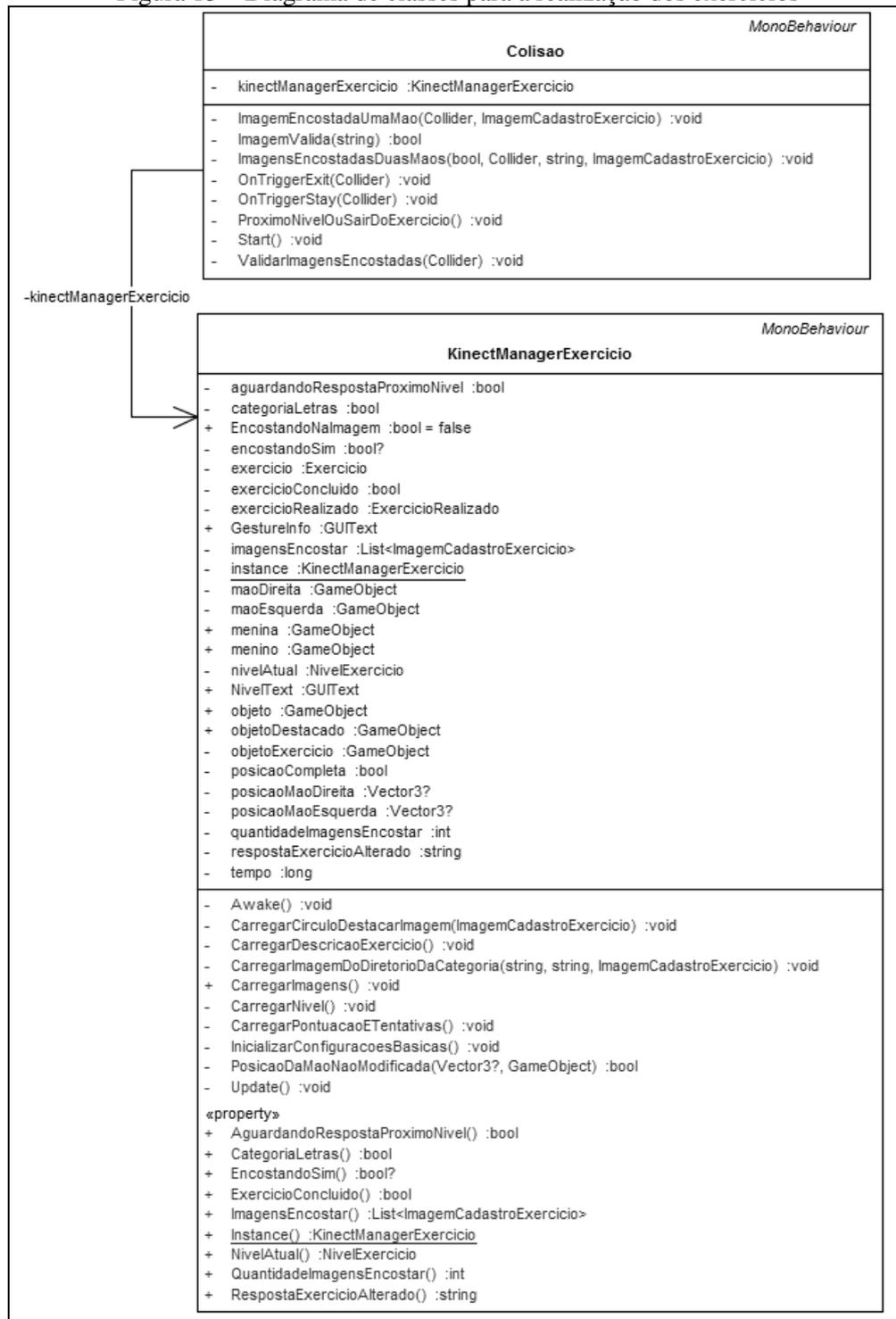
apresentadas as principais classes utilizadas para a realização dos movimentos dos personagens e para a detecção e conexão do Kinect.

Figura 12 – Diagrama de classes das principais funções do Kinect



A classe `KinectManager` pertence ao *script* `Kinect with MS-SDK` disponível no *Asset Store* do Unity. Esta é a classe principal do protótipo, pois é responsável pela conexão e detecção do dispositivo Kinect, calibração do esqueleto, reconhecimento dos gestos, entre outras funções associadas ao Kinect. A classe `AvatarController` está associada aos personagens do jogo, nela estão os atributos e métodos necessários para a movimentação dos personagens. Na Figura 13 são apresentadas as classes utilizadas para a realização dos exercícios.

Figura 13 – Diagrama de classes para a realização dos exercícios

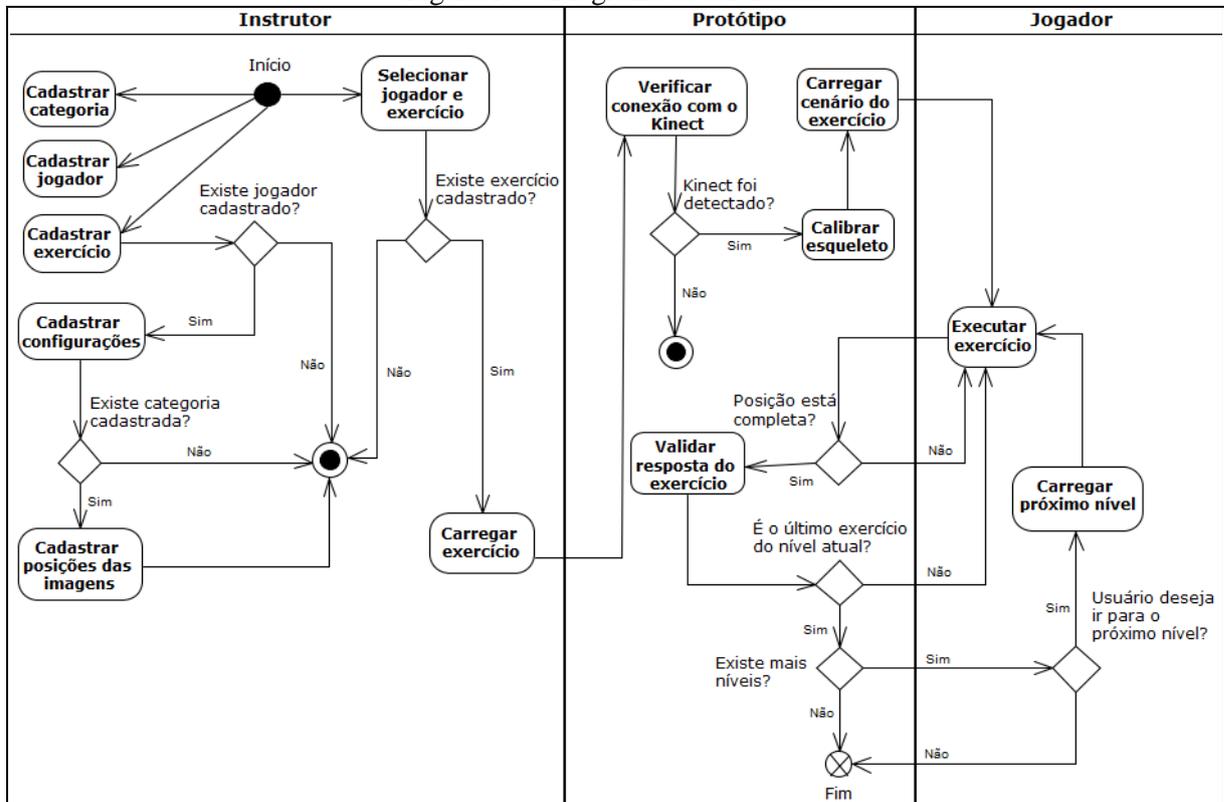


O exercício selecionado, o cenário, a descrição e as imagens deste exercício são carregados através da classe `KinectManagerExercicio`. Nesta classe, também é feita a gravação do exercício realizado, o controle de pontuação, controle de tentativas restantes e as demais validações dos exercícios. A classe `Colisao` contém os métodos responsáveis pela detecção e validação de colisão entre as imagens e as mãos do usuário.

3.2.3 Diagrama de atividades

A Figura 14 apresenta o diagrama de atividades com as etapas que devem ser executadas pelo instrutor, protótipo e jogador para execução dos exercícios.

Figura 14 – Diagrama de atividades



Inicialmente o instrutor deverá cadastrar os jogadores e as categorias de imagens que serão exibidas nos exercícios. No cadastro de jogadores deverão ser informados o nome, data de nascimento, sexo, nome da mãe e do pai. Após esses dois cadastros, será possível cadastrar os exercícios para os jogadores, sendo esse cadastro realizado em três etapas. Na primeira etapa deverá ser informado o nome do exercício e o jogador, para isso o jogador deverá estar cadastrado. Para que seja possível realizar a segunda etapa do cadastro, no mínimo uma categoria deverá estar cadastrada. Nesta etapa, deverão ser informados o nível, a categoria, se as imagens a serem encostadas devem ser destacadas e/ou encostadas em ordem, a descrição do exercício, a resposta, se a imagem deve ser removida após ser encostada ou as tentativas acabarem, as tentativas, se deverão ser validadas as duas mãos e poderá ser selecionada uma imagem caso a categoria informada seja letras, sendo possível cadastrar até dez níveis por exercício. Na terceira etapa deverão ser selecionadas as imagens da categoria do nível cadastrado na etapa anterior e deverão ser posicionadas de acordo com a necessidade.

Ao encerrar a etapa de cadastramento, o instrutor deverá selecionar o jogador que irá executar o exercício e o exercício a ser executado, para isso deverá existir no mínimo um

exercício cadastrado. Após essa seleção, o exercício será carregado e o protótipo irá verificar se o Kinect está conectado e se foi detectado. Ao ser detectado, será realizada a calibração do esqueleto do jogador e o cenário do exercício será carregado. Então, o jogador deverá executar o exercício conforme a descrição exibida. Quando o jogador estiver com a mão na mesma posição durante um determinado tempo, a posição será considerada completa e então será validado se o usuário encostou na imagem solicitada ou não.

Em seguida, será verificado se existem mais exercícios a serem realizados no nível atual, se existirem, o usuário deverá executá-los, onde serão realizadas as validações descritas anteriormente. Caso contrário, o exercício será finalizado e se houverem mais níveis cadastrados para o exercício será exibida uma mensagem ao jogador, perguntando se deseja ir para o próximo nível ou não. Se o jogador selecionar para ir para o próximo nível, será carregado o nível e serão executadas as etapas descritas anteriormente. Caso o jogador selecione para encerrar o exercício ou caso não exista mais níveis, ele será encerrado.

3.3 IMPLEMENTAÇÃO

A seguir são mostradas as técnicas e ferramentas utilizadas no desenvolvimento do protótipo, as principais rotinas utilizadas no desenvolvimento e a operacionalidade da implementação.

3.3.1 Técnicas e ferramentas utilizadas

O protótipo foi desenvolvido utilizando a linguagem C# da plataforma Microsoft .NET com o auxílio da *Integrated Development Environment* (IDE) Visual Studio 2013 e Visual Studio 2013 Tools for Unity, que permite desenvolver os códigos do Unity no Visual Studio 2013. Para o desenvolvimento da interface gráfica foi utilizada a ferramenta Unity 5.1. Também foi utilizada a biblioteca Kinect SDK 1.8 e alguns *scripts* e modelos 3D do *Asset Store* do Unity, são eles:

- a) Boomlagoon JSON para persistência dos dados;
- b) Kinect with MS-SDK para conexão com o Kinect, detecção dos gestos e calibração do esqueleto;
- c) Sporty Girl que é o modelo 3D utilizado para representar o personagem feminino;
- d) Relaxed Man Character que é o modelo 3D utilizado para representar o personagem masculino.

Nas próximas seções são detalhadas as principais implementações e a operacionalidade de cada uma das funcionalidades presente no protótipo.

3.3.2 Conexão com o Kinect

As principais funções da conexão com o Kinect, detecção dos gestos e a calibração do esqueleto são realizadas na classe `KinectManager`. Essa classe pertence ao *script Kinect with MS-SDK* disponível no *Asset Store* do Unity. No Quadro 2 é apresentada a implementação da conexão com o Kinect, que é realizada no método `Awake` dessa classe.

Quadro 2 – Conexão com o Kinect

```

1 void Awake()
2 {
3     int hr = 0;
4
5     try
6     {
7         hr = KinectWrapper.NuiInitialize(
8             KinectWrapper.NuiInitializeFlags.UsesSkeleton |
9             KinectWrapper.NuiInitializeFlags.UsesDepthAndPlayerIndex |
10            ComputeColorMap
11            ? KinectWrapper.NuiInitializeFlags.UsesColor : 0));
12
13     if (hr != 0)
14     {
15         throw new Exception("NuiInitialize Failed");
16     }

```

O método `Awake` (Quadro 2) é chamado quando o objeto a qual a classe `KinectManager` está anexada, no caso o objeto `MainCamera`, é instanciado, ou seja, quando a cena do exercício é aberta. Na linha 7 é realizada a validação, através do método `NuiInitialize` da biblioteca Microsoft Kinect for Windows SDK, se o sensor Kinect está conectado. Será lançada exceção nos casos em que o Kinect não estiver conectado, não for reconhecido, o SDK não estiver instalado ou não for encontrado.

3.3.3 Calibrar esqueleto

A calibração do esqueleto também é realizada na classe `KinectManager`, no método `CalibrateUser`, que é chamado a partir do método `ProcessSkeleton`. Esse último será chamado enquanto a cena do exercício estiver aberta para verificar se o esqueleto já foi calibrado. Caso não tenha sido calibrado será chamado o método `CalibrateUser` para calibrar o esqueleto, conforme pode ser visto no Quadro 3.

Quadro 3 – Calibração do esqueleto

```

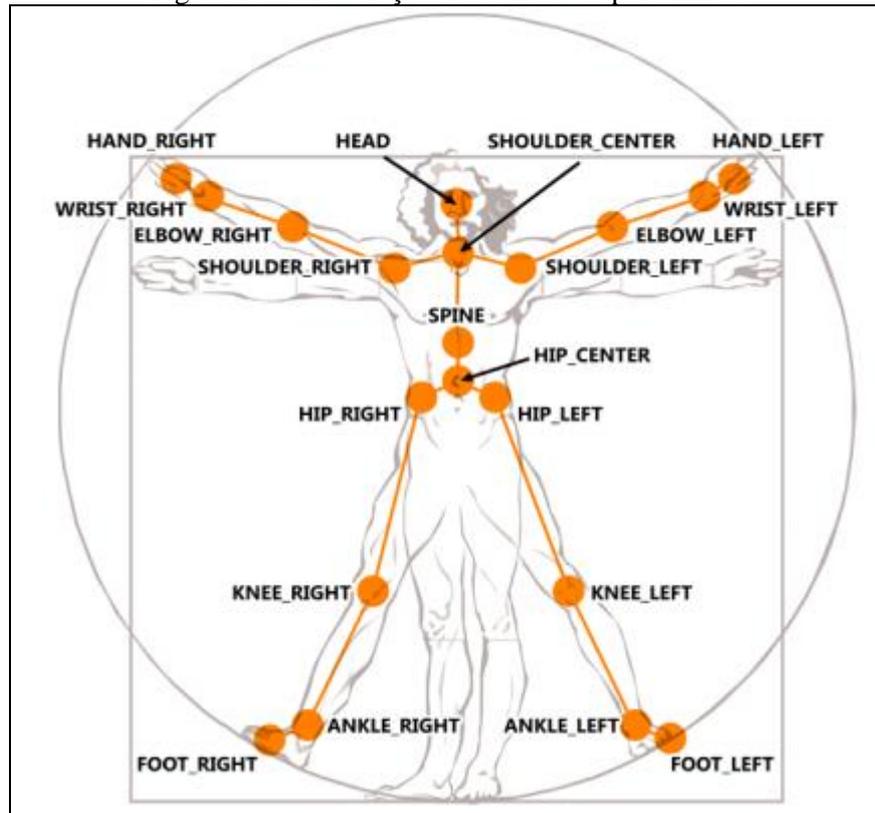
1 if (!AllPlayersCalibrated)
2 {
3     // check if this is the closest user
4     bool bClosestUser = true;
5
6     if (DetectClosestUser)
7     {
8         for (int j = 0; j < KinectWrapper.Constants.NuiSkeletonCount;
9             j++)
10        {
11            if (j != i)
12            {
13                KinectWrapper.NuiSkeletonData skeletonDataOther =
14                    skeletonFrame.SkeletonData[j];
15
16                if ((skeletonDataOther.eTrackingState ==
17                    KinectWrapper.NuiSkeletonTrackingState
18                        .SkeletonTracked)
19                    && (Mathf.Abs(kinectToWorld.MultiplyPoint3x4(
20                        skeletonDataOther.Position).z) <
21                        Mathf.Abs(skeletonPos.z)))
22                {
23                    bClosestUser = false;
24                    break;
25                }
26            }
27        }
28
29        if (bClosestUser)
30        {
31            CalibrateUser(userId, i + 1, ref skeletonData);
32        }
33 }

```

Na linha 1 é feita a verificação se os usuários, no caso desse protótipo só terá um usuário, estão calibrados. Se o usuário não estiver calibrado, é verificado se é para detectar o usuário mais próximo, no protótipo este parâmetro é sempre verdadeiro.

Das linhas 16 até 23 é realizada a busca do esqueleto mais próximo, para então fazer a calibração desse esqueleto. Como o Kinect consegue reconhecer até 6 esqueletos, é realizada a verificação apenas dos esqueletos que estão com o status rastreado, ou seja, que foram reconhecidos os 20 pontos de articulação, conforme mostra o desenho da Figura 15.

Figura 15 – Articulações reconhecidas pelo Kinect



Fonte: Sá (2011, p. 20).

Nessa imagem estão demonstradas as 20 articulações que o Kinect reconhece para rastrear o esqueleto. Após o reconhecimento do Kinect e a calibração do esqueleto será possível o usuário interagir com o cenário do exercício.

3.3.4 Carregar cenário

No método *Awake* da classe *KinectManagerExercicio* é carregado o cenário do exercício selecionado, exibindo o personagem, pontuação, tentativas, descrição do exercício, nível e as imagens, este método é chamado na inicialização do exercício. Antes da inicialização do exercício, os dois personagens estarão ativos (menina e menino), ao inicializar o cenário será realizada a verificação do sexo do jogador selecionado, se for feminino o personagem do menino será desativado, ficando apenas o personagem da menina visível. Caso contrário, o personagem da menina será desativo e ficará visível o menino, conforme pode ser visto nas linhas 1 até 8 do Quadro 4.

Quadro 4 – Inicialização do cenário

```

1 if (exercicio.Jogador.Sexo.Equals("Feminino"))
2 {
3     menino.active = false;
4 }
5 else
6 {
7     menina.active = false;
8 }
9
10 CarregarNivel();

```

Na linha 10 do Quadro 4 é chamado o método `CarregarNivel`. Neste método serão carregadas as informações referentes ao nível do exercício selecionado, conforme pode ser visto no Quadro 5.

Quadro 5 – Carregar nível do exercício

```

1 private void CarregarNivel()
2 {
3     InicializarConfiguracoesBasicas();
4     CarregarImagens();
5     CarregarPontuacaoETentativas();
6     CarregarDescricaoExercicio();
7 }

```

Na linha 3 do Quadro 5 é chamado o método `InicializarConfiguracoesBasicas`. Neste método são inicializadas as variáveis de configurações básicas do nível do exercício, sendo elas a pontuação que é inicializada com 100, as tentativas, respostas do exercício e imagens a serem encostadas que são inicializadas conforme cadastrado do nível do exercício.

As imagens serão carregadas de acordo com a categoria do nível do exercício selecionado. Ao cadastrar os níveis do exercício, são gravados os nomes das imagens inseridas. Para carregá-las no cenário do exercício, elas são buscadas pelo nome na pasta que possui o nome da categoria do nível atual. No Quadro 6 está demonstrado como as imagens são carregadas no cenário, de acordo com a posição cadastrada.

Quadro 6 – Carregar imagens do nível do exercício

```

1 public void CarregarImagens ()
2 {
3     NivelText.GetComponent<GUIText>().text = "Nível " +
4         exercicio.Niveis[nivelAtual.Nivel - 1].Nivel;
5     objetoExercicio = nivelAtual.DestacarImagens.Value
6         ? objetoDestacado : objeto;
7
8     foreach (var img in nivelAtual.Imagens)
9     {
10         CarregarImagemDoDiretorioDaCategoria (nivelAtual.Categoria,
11             img.Descricao, img);
12         GameObject novo = (GameObject) Instantiate (objetoExercicio,
13             img.PosicaoImagem, Quaternion.identity);
14         if (nivelAtual.DestacarImagens.Value)
15         {
16             CarregarCirculoDestacarImagem (img);
17         }
18         else
19         {
20             novo.AddComponent<BoxCollider>().isTrigger = true;
21         }
22     }
23 }
24 }

```

Nas linhas 3 e 4 é atualizado o nível exibido ao usuário, carregando a informação de acordo com o nível atual do exercício. Nas linhas 5 e 6 é verificado se o nível do exercício foi cadastrado para destacar as imagens. Caso tenha sido, as imagens serão carregadas com as configurações do `objetoDestacado`, ou seja, serão carregadas apenas as imagens neste objeto, sem o componente e o *script* de colisão. Caso contrário, as imagens serão carregadas com as configurações do `objeto`, ou seja, serão carregadas as imagens, com o componente e *script* colisão. Para cada imagem do nível atual (linha 8), é chamado o método `CarregarImagemDoDiretorioDaCategoria` (linhas 11 e 12). Neste método, são buscadas pelos nomes as imagens presentes na pasta com o nome da categoria do nível atual e são carregadas no `objetoExercicio`. A pasta com o nome da categoria foi criada no diretório “C:\Temp\ImagensCategorias” ao cadastrar a categoria. Após isso, é criado um novo objeto a partir do `objetoExercicio`, posicionando-o na posição em que a imagem foi cadastrada (linhas 13 e 14).

Se as imagens devem ser destacadas, será carregado um objeto com a imagem de um círculo vermelho ao redor da imagem a ser destacada no momento (linha 17). A diferença entre destacar imagem e não destacar, é que se for para destacar a imagem, o elemento e o *script* de colisão ficarão no círculo vermelho ao redor da imagem, caso contrário ficarão na própria imagem. Conforme pode ser visto na linha 21, quando não é para destacar a imagem é adicionado o componente de colisão na imagem. No círculo vermelho não é adicionado pelo código, pois o `objetoDestacado` já possui o componente e *script* de colisão.

O método `CarregarPontuacaoETentativas` do Quadro 5, carrega as informações da pontuação e tentativas a serem exibidas ao usuário. A cada erro, a pontuação é decrementada e a cada jogada a tentativa é diminuída. Para carregar a descrição indicando o que deve ser feito no exercício, é chamado o método `CarregarDescricaoExercicio` do Quadro 5, neste método é verificado se existem imagens a serem encostadas ainda, se houverem imagens restantes, é atualizada a descrição de acordo com a configuração do nível. Caso contrário, será exibido na descrição “Exercício concluído!” e se houverem mais níveis para o exercício, será exibida uma mensagem questionando se o usuário deseja encerrar ou ir para o próximo nível.

3.3.5 Colisão da mão do personagem com as imagens

Na classe `Colisao` é verificado se o usuário está encostando em alguma imagem do exercício. Para isso, foi adicionado o componente `Capsule Collider` do Unity nas mãos dos personagens e também o componente `Box Collider` ou `Sphere Collider` (no caso de a imagem estar destacada/circulada) nas imagens do exercício.

Nos componentes de colisão das mãos e das imagens, a opção `Is Trigger` está selecionada, permitindo que seja possível passar e manter a mão sobre a imagem. O tratamento de colisão é realizado no evento `OnTriggerStay`, conforme pode ser visto no Quadro 7.

Quadro 7 – Tratamento de colisão

```

1 void OnTriggerStay(Collider colisor)
2 {
3     KinectManagerExercicio.Instance.EncostandoSim = null;
4
5     if (KinectManager.Instance.GetKinectInitialized() &&
6         KinectManager.Instance.GetPlayer1Calibrated())
7     {
8         if (kinectManagerExercicio.ExercicioConcluido &&
9             kinectManagerExercicio.AguardandoRespostaProximoNivel)
10        {
11            ProximoNivelOuSairDoExercicio();
12        }
13        else if ((kinectManagerExercicio.CategoriaLetras &&
14                !string.IsNullOrEmpty(
15                    kinectManagerExercicio.RespostaExercicioAlterado)) ||
16                kinectManagerExercicio.QuantidadeImagensEncostar > 0)
17        {
18            ValidarImagensEncostadas(colisor);
19        }
20    }
21 }

```

O evento `OnTriggerStay` é chamado enquanto a mão do usuário estiver encostando em uma das imagens. Nas linhas 5 e 6 é feita a validação se o Kinect foi detectado e se o

usuário está calibrado. Isso é necessário pois as imagens encostadas pelo usuário apenas poderão ser consideradas após a detecção do Kinect e calibração do esqueleto. Se essas duas condições forem atendidas, se o exercício tiver sido concluído e o usuário ainda não tiver selecionado se deseja ir para o próximo nível ou encerrar o exercício, então o método `ProximoNivelOuSairDoExercicio` será chamado (linha 11). Nesse método é realizada a verificação se o usuário está encostando na imagem para ir para o próximo nível ou na imagem para encerrar o exercício.

Entre as linhas 13 até 16 é feita a validação para quando o exercício não estiver concluído. Se a categoria do exercício for letras, é verificado se ainda existem letras a serem encostadas. As letras a serem encostadas são armazenadas na variável `RespostaExercicioAlterado`. Se a categoria não for letras, o controle de imagens a serem encostadas é feito com a variável `QuantidadeImagensEncostar`, que armazena a quantidade de imagens que ainda restam para o usuário encostar. Nesses casos, será chamado o método `ValidarImagensEncostadas` (linha 18), que irá verificar se as duas mãos devem ser validas e em qual imagem as mãos estão encostando, conforme pode ser visto no Quadro 8.

Quadro 8 – Validação de imagens encostadas

```

1 private void ValidarImagensEncostadas(Collider colisor)
2 {
3     var nomeImagemEncostada = gameObject.name.Replace("Destacar", "")
4         .Replace("Clone", "");
5     var imagemFiltrada = kinectManagerExercicio.ImagensEncostar
6         .SingleOrDefault(x => x.Nome.Equals(nomeImagemEncostada));
7
8     if (imagemFiltrada != null)
9     {
10        var imagensNome = kinectManagerExercicio.ImagensEncostar
11            .Where(x => x.Descricao.ToLower()
12                .Equals(imagemFiltrada.Descricao.ToLower())).ToList();
13
14        if (imagensNome != null && imagensNome.Any() &&
15            ImagemValida(imagemFiltrada.Descricao.ToLower()))
16        {
17            if (kinectManagerExercicio.NivelAtual
18                .ValidarDuasMaos.HasValue &&
19                kinectManagerExercicio.NivelAtual
20                .ValidarDuasMaos.Value)
21            {
22                if (imagensNome.Count() > 1)
23                {
24                    ImagensEncostadasDuasMaos(true, colisor,
25                        nomeImagemEncostada, imagemFiltrada);
26                }
27                else
28                {
29                    ImagensEncostadasDuasMaos(false, colisor,
30                        nomeImagemEncostada, imagemFiltrada);
31                }
32            }
33            else
34            {
35                ImagemEncostadaUmaMao(colisor, imagemFiltrada);
36            }
37        }
38    }
39 }

```

As imagens são adicionadas ao exercício com o mesmo nome que são gravadas, por exemplo, Imagem1, Imagem2, Imagem3, etc. Caso o exercício esteja configurado para destacar a imagem, o componente de colisão ficará no círculo vermelho ao redor da imagem e seu nome ficará "Destacar" concatenado com o nome da imagem. Por isso, na linha 3 é selecionado o nome original da imagem, retirando o Destacar e o (Clone) que é adicionado a cada imagem incluída na cena.

A variável `imagemFiltrada` armazenará o objeto `ImagemCadastroExercicio` da imagem encostada, buscando-a pelo nome. Após isso, são buscadas as imagens que devem ser encostadas no exercício, filtrando-as pela descrição (linha 5), por exemplo, abelha, cachorro, gato, banana, entre outros, que são os nomes verdadeiros das imagens. Em seguida, é chamado o método `ImagemValida` para validação da imagem. No caso do exercício validar as

imagens em ordem, verifica se a imagem que o usuário está encostando é a imagem que deve ser encostada no momento. Se o exercício não validar as imagens em ordem, verifica se a imagem que o usuário está encostando se encontra entre as imagens que restam a serem encostadas.

Atendendo a condição acima, na linha 22 é verificado se existe mais de uma imagem com a mesma descrição, se existir é chamado o método `ImagensEncostadasDuasMaos` (linha 24), passando por parâmetro para validar duas imagens, a mão que está colidindo com a imagem (colisor), as variáveis `nomeImagemEncostada` e `imagemFiltrada`. Nesse método é verificado se as mãos direita e esquerda estão encostando nas imagens e se não é na mesma imagem que estão encostando. Se existe apenas uma imagem com a descrição, é chamado o mesmo método (linha 29). Porém, o primeiro parâmetro é passado para não validar duas imagens e será validada apenas uma mão.

Se o exercício não estiver configurado para validar as duas mãos, será chamado o método `ImagemEncostadaUmaMao` (linha 35), passando por parâmetro a mão que está colidindo com a imagem (colisor) e a variável `imagemFiltrada`.

3.3.6 Detecção da posição completa

Para detectar se a posição está completa, ou seja, se o usuário ficou o tempo necessário na posição, é realizado o tratamento no método `Update` da classe `KinectManagerExercicio`. Esse método é chamado enquanto a cena do exercício estiver aberta, conforme pode ser visto no Quadro 9.

Quadro 9 – Detecção da posição completa do usuário

```

1 if ((nivelAtual.ValidarDuasMaos.HasValue &&
2     nivelAtual.ValidarDuasMaos.Value &&
3     PosicaoDaMaoNaoModificada(posicaoMaoDireita, maoDireita) &&
4     PosicaoDaMaoNaoModificada(posicaoMaoEsquerda, maoEsquerda)) ||
5     ((!nivelAtual.ValidarDuasMaos.HasValue ||
6     !nivelAtual.ValidarDuasMaos.Value) &&
7     (PosicaoDaMaoNaoModificada(posicaoMaoDireita, maoDireita) ||
8     PosicaoDaMaoNaoModificada(posicaoMaoEsquerda, maoEsquerda))))
9 {
10     tempo++;
11 }
12 else
13 {
14     posicaoMaoDireita = maoDireita.transform.position;
15     posicaoMaoEsquerda = maoEsquerda.transform.position;
16     tempo = -100;
17 }
18
19 if (tempo > 30)
20 {
21     GestureInfo.GetComponent<GUIText>().text = "Posição " + tempo + "%
22     completa";
23 }

```

Entre as linhas 1 até 8 são validadas as posições das mãos, se foram ou não modificadas. Quando o exercício estiver configurado para validar as duas mãos é verificada se a posição da mão direita e da mão esquerda permanecem iguais as últimas posições armazenadas (linhas 1 até 4). Se o exercício não estiver configurado para validar as duas mãos é apenas verificada se a posição de uma das mãos permanece igual a posição armazenada dessa mão (linhas 5 até 8). No caso das posições permanecerem iguais, é incrementada a variável `tempo` (linha 10) e quando o tempo chegar em 30 é exibido o percentual da posição para o usuário (linha 21). Se a posição for alterada, é atribuído -100 a variável `tempo`, esse valor é atribuído para dar um tempo ao usuário até detectar a próxima posição. A posição será considerada completa quando o valor da variável `tempo` for maior ou igual a 100, conforme pode ser visto no Quadro 10.

Quadro 10 – Posição completa

```

1 if (tempo >= 100)
2 {
3     posicaoCompleta = true;
4     GestureInfo.GetComponent<GUIText>().text = "";
5 }
6 else
7 {
8     posicaoCompleta = false;
9 }

```

Quando a posição estiver completa, serão realizadas as demais validações no mesmo método `Update`, considerando o valor da variável `EncostandoNaImagem` que foi atribuído no método `OnTriggerStay` da classe `Colisao` (Quadro 7). Dependendo do valor dessa variável

será exibido o texto “Muito bom!” ou “Tente novamente!” ao usuário. No método `Update` também serão gravadas as informações referentes ao exercício cadastrado, sendo elas: a posição da imagem, a posição encostada pelo jogador, a data e hora em que o exercício foi realizado, a pontuação, entre outras. Após isso, será executado o método para carregar a próxima descrição do exercício (se houver) ou perguntar ao usuário se deseja ir para o próximo nível (se houver) ou encerrar o exercício.

3.3.7 Persistência dos dados

A persistência dos dados é realizada utilizando arquivos JSON. Os dados são gravados nos arquivos `Categoria`, `Exercicio`, `Jogador` e `ExercicioRealizado` no formato JSON. Nos três primeiros arquivos são gravados os dados dos respectivos cadastros, já no arquivo `ExercicioRealizado` são gravadas as informações do exercício que o jogador realizou, para que seja possível exibir os resultados posteriormente.

Para converter os objetos em JSON foi utilizado o *script* Boomlagoon JSON, que está disponível no *Asset Store* do Unity. No Quadro 11 é possível ver a utilização do algoritmo citado acima para transformar os dados em JSON que posteriormente serão gravados no arquivo.

Quadro 11 – Convertendo o objeto em JSON

```
1 var json = new JSONObject();
2 json.Add("Id", categoria.Id);
3 json.Add("Nome", categoria.Nome);
4 return json.ToString();
```

No Quadro 12 está demonstrada a utilização do algoritmo para transformar o JSON nos objetos desejados, no caso `Categorias`.

Quadro 12 – Transformando os JSON em objetos `Categorias`

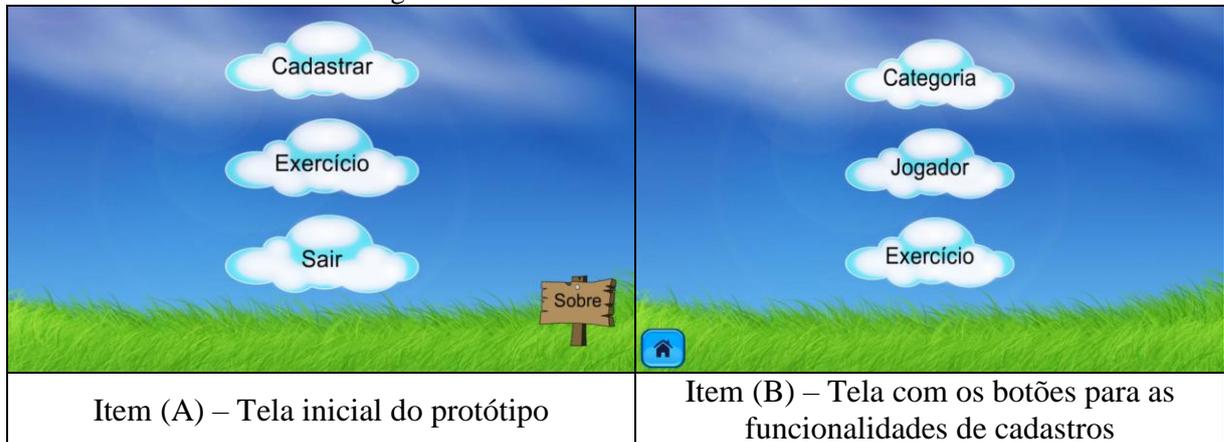
```
1 for (int i = 0; i < linhas.Length; i++)
2 {
3     var categ = new Categoria
4     {
5         Id = Convert.ToInt64(JSONObject
6             .Parse(linhas[i]).GetNumber("Id")),
7         Nome = JSONObject.Parse(linhas[i]).GetString("Nome")
8     };
9
10    categoriasCadastradas.Add(categ);
11 }
```

3.3.8 Operacionalidade da implementação

Nesta seção é apresentada a operacionalidade do protótipo, ou seja, como o usuário deve interagir com a aplicação. Começando pela Figura 16 (Item (A)) que ilustra a tela inicial do protótipo com os botões para acionar as funcionalidades de cadastros, realizar exercícios,

informações sobre o trabalho e sair da aplicação. A tela do Item (B) da Figura 16 é carregada ao clicar no botão Cadastrar do Item (A). Nessa tela, estão disponíveis os botões para acionar as funcionalidades de cadastro de categoria, jogador e exercício. Todas as telas possuem a opção para voltar para a tela anterior e/ou tela inicial.

Figura 16 – Tela inicial e tela de cadastros



Em todos os cadastros é possível incluir um novo registro, editar um registro existente e visualizar os dados já cadastrados. O botão Categoria do Item (B) da Figura 16 carrega a tela para o cadastro de categorias. Nesse cadastro é necessário preencher o nome da categoria, conforme pode ser visto na Figura 17.

Figura 17 – Tela de cadastro de categoria



As categorias cadastradas servem para selecionar as imagens que estarão disponíveis para serem inseridas nos exercícios. Para cada categoria cadastrada deverá ser criada uma pasta no diretório “C:\Temp\ImagensCategorias” com o mesmo nome preenchido na categoria. Nessa pasta deverão ser inseridas as imagens desejadas para essa categoria. Assim, ao selecionar a categoria no exercício, as imagens presentes na pasta estarão disponíveis para inserção no exercício. Para cadastrar exercícios, é necessário ter pelo menos uma categoria cadastrada.

O botão Jogador, item (B) da Figura 16, carrega a tela para o cadastro de jogadores. Nesse cadastro devem ser preenchidos o nome do jogador, data de nascimento, sexo, nome da mãe e do pai, conforme pode ser visto na Figura 18.

Figura 18 – Tela de cadastro de jogador

Cadastro de Jogador

Nome*
João da Silva

Data de nascimento* Sexo*
10/09/1998 Masculino

Nome da mãe* Nome do pai*
Ana da Silva Jean da Silva

(*) campo obrigatório

Os exercícios cadastrados serão por jogador, por isso é necessário ter pelo menos um jogador cadastrado para que seja possível cadastrar os exercícios. O botão Exercício, Item (B) da Figura 16, carrega a tela do cadastro de exercícios, esse cadastro está dividido em três etapas, na primeira etapa deverá ser informado o nome e o jogador, na segunda etapa deverão ser informadas as configurações do nível e na terceira etapa deverão ser selecionadas e posicionadas as imagens do exercício. Na Figura 19 estão ilustradas as duas primeiras etapas do cadastro.

Figura 19 – Telas do cadastro de exercício

<p>Cadastro de Exercício</p> <p>Nome* Exercício 1</p> <p>Jogador* João da Silva</p> <p>(*) campo obrigatório</p>	<p>Cadastro de Nível</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nível*</th> <th>Categoria*</th> <th>Destacar Imagens*</th> <th>Imagens em Ordem*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>letras</td> <td>Não</td> <td>Sim</td> </tr> </tbody> </table> <p>Frase do exercício* Resposta do exercício* (separar por ,) Encoste nas vogais em ordem a,e,i,o,u</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Remover Imagens*</th> <th>Tentativas*</th> <th>Validar as duas mãos*</th> <th>Imagens</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Não</td> <td>3</td> <td>Não</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) campo obrigatório</p>	Nível*	Categoria*	Destacar Imagens*	Imagens em Ordem*	3	letras	Não	Sim	Remover Imagens*	Tentativas*	Validar as duas mãos*	Imagens	Não	3	Não	
Nível*	Categoria*	Destacar Imagens*	Imagens em Ordem*														
3	letras	Não	Sim														
Remover Imagens*	Tentativas*	Validar as duas mãos*	Imagens														
Não	3	Não															
Item (A) – Primeira parte do cadastro	Item (B) – Segunda parte do cadastro																

Na primeira etapa do cadastro de exercício (Figura 19 – Item (A)) deverá ser informado o nome do exercício e selecionado um jogador. Ao clicar no botão para salvar, os dados informados serão gravados e, posteriormente, será carregada a segunda etapa do cadastro. Nessa etapa (Figura 19 – Item (B)) deverão ser preenchidos os seguintes campos:

- nível: campo listando os níveis de 1 a 10;

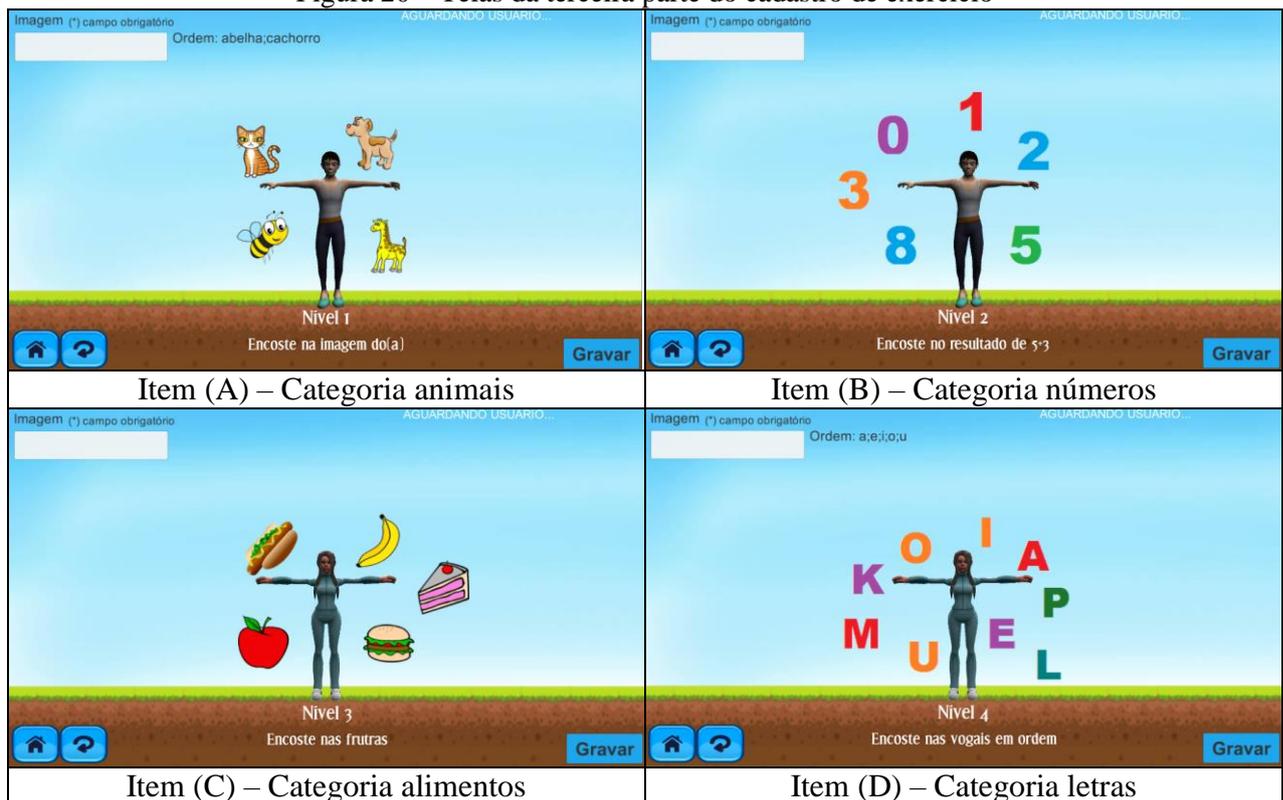
- b) categoria: campo listando as categorias cadastradas;
- c) destacar imagens: campo com as opções “Sim” e “Não”. Quando selecionado “Sim” as imagens inseridas no exercício ficarão destacadas com um círculo vermelho, para auxiliar/ensinar o jogador;
- d) imagens em ordem: campo com as opções “Sim” e “Não”. Quando selecionado “Sim” as imagens serão validadas em ordem, ou seja, o jogador deverá clicar nas imagens respeitando a ordem indicada no exercício;
- e) frase do exercício: deverá ser informada a frase que indica o que o jogador deve fazer no exercício;
- f) resposta do exercício: deverão ser informadas as descrições das imagens que o jogador deverá encostar. A descrição da imagem deve ser igual ao nome da imagem presente no diretório da pasta da categoria, pois a validação do exercício é realizada comparando a descrição da imagem e a resposta informada nesse campo. Caso haja mais de uma resposta, deverão ser separadas por ponto e vírgula. Se a categoria do exercício for letras, ao realizar o exercício será exibida a frase cadastrada e a indicação de letras a serem encostadas, no mesmo formato que um jogo da forca, por exemplo: se a resposta for “a;n;a”, após a frase do exercício será exibido “_ _ _”. Se a categoria não for letras e for em ordem, será exibida a frase cadastrada e a descrição da imagem a ser encostada, ou seja, as respostas cadastradas uma a uma. Após o jogador encostar na imagem de ordem um, se houver mais imagens a descrição da imagem após a frase do exercício será alterada para a próxima imagem e assim sucessivamente;
- g) remover imagens: campo com as opções “Sim” e “Não”. Quando selecionado “Sim” as imagens serão removidas após serem encostadas ou após atingir o número de tentativas. Caso contrário, as imagens permanecerão no cenário do exercício mesmo após já terem sido encostadas ou acabado as tentativas para a imagem;
- h) tentativas: campo listando números de 1 a 10. Se a opção “Imagens em ordem” estiver selecionada, as tentativas indicadas nesse campo serão por imagem, ou seja, cada imagem terá esse número de tentativas. Caso contrário, as tentativas indicadas serão para todas as imagens do exercício;
- i) validar duas mãos: campo com as opções “Sim” e “Não”. Quando selecionado “Sim” e houver duas imagens iguais no exercício, serão validadas as duas mãos, ou seja, para que a posição seja considerada correta é necessário que o jogador esteja

encostando com uma mão em cada imagem. Nos casos da opção estar selecionada com “Não” e o exercício possuir mais de uma imagem igual ou a opção estiver selecionada com “Sim” e não houver imagens iguais, será validada apenas uma mão;

- j) imagens: esse campo apenas estará visível quando a categoria selecionada for letras. Nesse caso, serão listadas todas as imagens de todas as categorias, possibilitando assim criar exercícios para que o jogador encoste nas letras que correspondem ao nome da imagem selecionada.

Após o preenchimento dos campos citados acima, o usuário deverá clicar no botão "Gravar" para salvar as informações do nível. Em seguida, a terceira e última etapa do cadastro será carregada. Na Figura 20 estão ilustrados alguns exemplos da terceira etapa do cadastro.

Figura 20 – Telas da terceira parte do cadastro de exercício



No campo imagem estarão disponíveis as imagens da categoria selecionada na segunda parte do cadastro. O usuário irá clicar na imagem que deseja incluir no exercício e irá posicioná-la no local desejado. Caso o usuário queira remover uma imagem, basta clicar com o botão direito do mouse para removê-la. Na Figura 20 estão demonstrados alguns exemplos de exercícios para categorias e jogadores diferentes. Conforme pode ser visto, os personagens são carregados de acordo com o sexo do jogador.

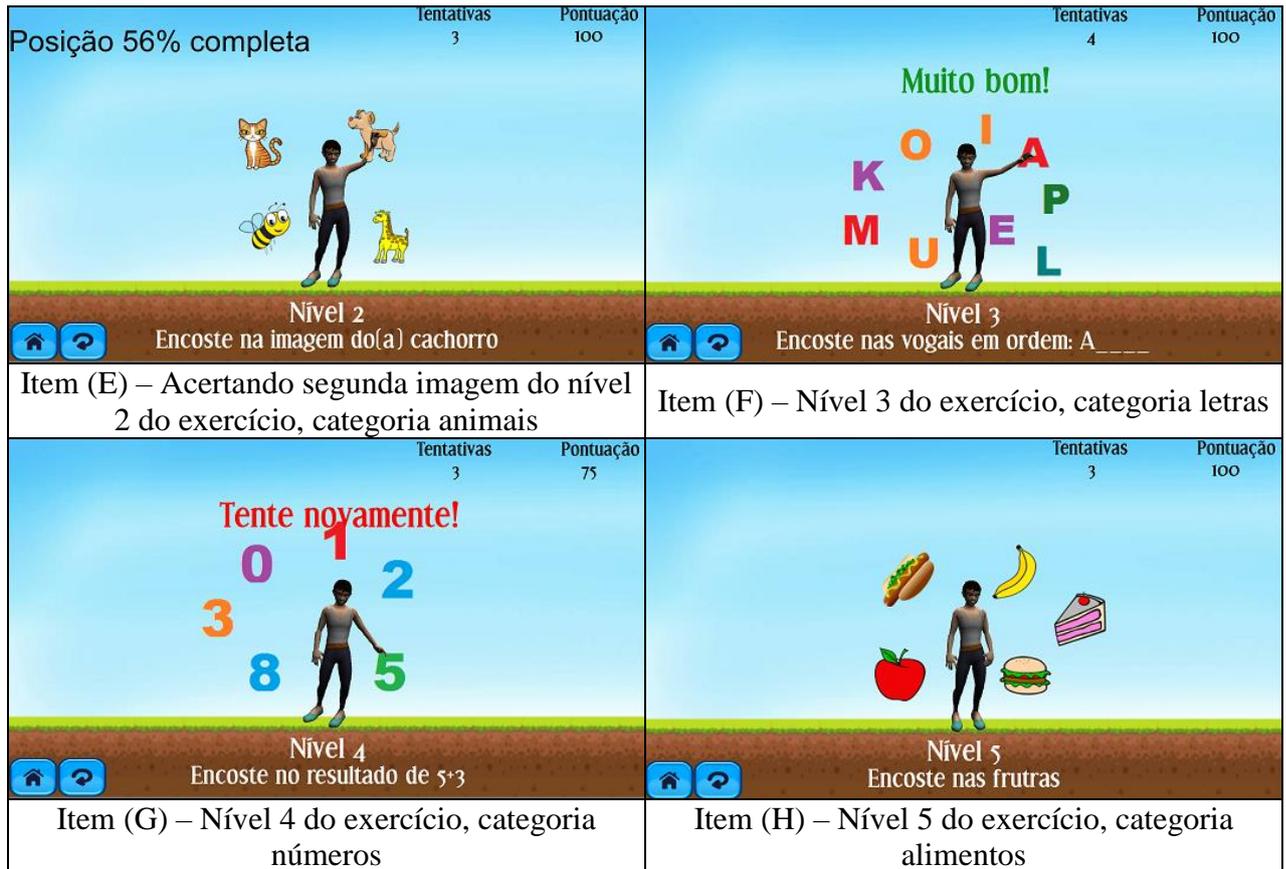
Após concluir os cadastros será possível realizar os exercícios, clicando no botão Exercício da tela inicial do protótipo (Figura 16 – Item (A)). Quando o usuário clicar nesse botão, será carregada a tela para selecionar o jogador e o exercício a ser realizado, conforme ilustra a Figura 21.

Figura 21 – Tela de seleção de exercício

Nessa tela deverão ser selecionados o jogador e um dos exercícios cadastrados para ele. Depois desta seleção, o usuário deverá clicar no botão para salvar e então será carregada a tela com o exercício selecionado, iniciando no nível 1. Na Figura 22 estão ilustrados alguns exemplos de exercícios.

Figura 22 – Exercícios sendo executados

<p>Posição 71% completa</p> <p>Tentativas 2 Pontuação 83,33</p> <p>Nível 1 Encoste na imagem do(a) abelha</p>	<p>Tentativas 3 Pontuação 100</p> <p>Muito bom!</p> <p>Nível 1 Encoste na imagem do(a) cachorro</p>
<p>Item (A) – Primeira imagem do nível 1 do exercício, categoria animais</p>	<p>Item (B) – Segunda imagem do nível 1 do exercício, categoria animais</p>
<p>Tentativas 3 Pontuação 100</p> <p>Próximo nível?</p> <p>Nível 1 Exercício concluído!</p>	<p>Tentativas 2 Pontuação 83,33</p> <p>Tente novamente!</p> <p>Nível 2 Encoste na imagem do(a) abelha</p>
<p>Item (C) – Selecionando próximo nível</p>	<p>Item (D) – Errando primeira imagem do nível 2 do exercício, categoria animais</p>



No Item (A) da Figura 22, o exercício está indicando que o usuário deve encostar na imagem da abelha, conforme pode ser visto esse nível foi configurado para destacar a imagem a ser encostada, tendo como objetivo estimular o aprendizado do jogador. Nesse caso, o exercício foi configurado para encostar nas imagens na ordem solicitada, destacar a imagem e sumir a imagem após o usuário encostar ou após acabar as tentativas nessa imagem. É necessário que o usuário se mantenha posicionado durante um tempo na mesma posição para que ela seja considerada completa, para isso é exibido ao usuário o percentual referente ao tempo em que ele está com a(s) mão(s) na mesma posição. Normalmente o primeiro nível serve para estimular o aprendizado do jogador, preparando-o para os próximos níveis.

No Item (B) é demonstrado o mesmo nível do item anterior (nível 1), após o usuário ter encostado na imagem solicitada no Item (A), a imagem some e é destacada a próxima imagem a ser encostada, no caso a imagem do cachorro. Após a conclusão do exercício, caso tenha mais níveis cadastrados para o exercício, é exibida uma mensagem questionando se o usuário deseja ir para o próximo nível ou se ele deseja encerrar o exercício, conforme pode ser visto no Item (C). O usuário deverá manter a mão sobre o ícone verde posicionado à direita para ir para o próximo nível ou sobre o ícone vermelho posicionado à esquerda para encerrar o exercício.

No Item (D) é demonstrado o nível 2 do exercício, configurado para encostar nas imagens na ordem solicitada, não destacar e não sumir as imagens. Nesse caso, o exercício solicitou que o usuário encostasse na imagem da abelha e o mesmo encostou na imagem do gato, por isso foi exibida a mensagem “Tente novamente!”, o número de tentativas e a pontuação foram diminuídos. Nos itens anteriores o usuário encostou na imagem correta, por isso foi exibida a mensagem “Muito bom!” e a pontuação permaneceu igual. A próxima imagem a ser encosta no nível 2 é o cachorro, conforme é demonstrado no Item (E) a execução desse exercício.

No nível 3 (Item (F)) consta um exemplo utilizando a categoria letras, que pode ser utilizada para auxiliar no ensino-aprendizagem de crianças. Nesse caso, o exercício está solicitando que o usuário encoste nas vogais na ordem. No Item (G) está demonstrado o nível 4, que é um exemplo utilizando a categoria números, também pode ser utilizado para a educação de crianças. Nesse nível, está sendo solicitado que o usuário encoste no resultado do cálculo. No Item (H) é demonstrado um exemplo utilizando alimentos, solicitando que o usuário encoste nas imagens de frutas, independente da ordem.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os dois experimentos realizados com o protótipo. Na seção 3.4.1.1 é descrita a metodologia utilizada nos experimentos. O primeiro experimento, detalhado na seção 3.4.1.2, foi realizado com nove usuários, sendo três procedendo a função de instrutor e seis a função de jogador. O segundo experimento, detalhado na seção 3.4.1.3, foi realizado com doze pessoas na Semana Acadêmica das Licenciaturas, tendo como foco a utilização do protótipo no auxílio à educação de crianças. Os experimentos tiveram como objetivo avaliar a aplicabilidade do protótipo em tratamentos fisioterapêuticos e no auxílio à educação infantil.

3.4.1.1 Metodologia

Os experimentos aconteceram durante o mês de novembro por meio de testes realizados com os usuários individualmente, acompanhados com a autora deste trabalho. Para os testes foram disponibilizados um notebook e um dispositivo Kinect. No primeiro experimento foi fornecido a cada usuário um questionário de perfil, os objetivos e um questionário de avaliação, que estão disponíveis no Apêndice B. No segundo experimento foi fornecido a cada usuário duas perguntas para avaliação do uso do protótipo para auxiliar no ensino-aprendizagem de crianças.

3.4.1.2 Experimento 01: Testes para instrutores e jogadores

Neste experimento, foram criados cenários de testes para dois tipos de usuários, um para instrutores e outro para jogadores. O cenário de teste para instrutores está detalhado no item 3.4.1.2.1 e o cenário para os jogadores está detalhado no item 3.4.1.2.2.

3.4.1.2.1 Cenário do teste para instrutores

O cenário utilizado no teste para instrutores consistia na realização dos cadastros de categoria de imagens, jogador e exercício. Antes da realização do teste foi apresentada uma visão geral do funcionamento do protótipo. Cada usuário utilizou o protótipo de 5 a 10 minutos para entender o seu funcionamento. A primeira etapa consistia em realizar o cadastro de categoria de imagens. Após este cadastro, automaticamente foi criada uma pasta no diretório “C:\Temp\ImagensCategorias” com o nome da categoria cadastrada, nesse momento o usuário inseriu na pasta as imagens desejadas para a respectiva categoria. Em seguida, o usuário realizou o cadastro de jogador e de exercício. Antes de realizar o experimento, os usuários responderam um questionário de perfil. No Quadro 13 são exibidos os perfis dos três usuários envolvidos neste experimento.

Quadro 13 – Perfis dos usuários envolvidos nos testes de instrutores

Sexo	33,33% masculino 66,66% feminino
Área de atuação	33,33% fisioterapia 66,66% outra
Idade	33,33% entre 25 e 30 anos 66,66% mais de 35 anos
Nível de escolaridade	33,33% ensino superior incompleto 66,66% ensino superior completo
Utiliza o computador com qual frequência	100% frequentemente
Grau de familiaridade com o dispositivo Kinect	66,66% conheço, mas nunca utilizei 33,33% já utilizei

Para realização do experimento os usuários seguiram os passos descritos no questionário do Quadro 29 do Apêndice B e a cada passo o usuário informou se conseguiu ou não cumprir o objetivo proposto. Os resultados estão demonstrados no Quadro 14.

Quadro 14 – Respostas do questionário de avaliação dos instrutores sim/não

Conseguiu realizar o cadastro de categoria	100% sim
Conseguiu inserir as imagens no diretório criado para a categoria	100% sim
Conseguiu realizar o cadastro de jogador	100% sim
Conseguiu realizar o cadastro de exercício	100% sim
Conseguiu realizar o cadastro de um nível de exercício	100% sim
Conseguiu realizar o cadastro das posições das imagens do nível cadastrado para o exercício	100% sim
Conseguiu selecionar um jogador e um exercício a ser realizado	100% sim

Após os usuários realizarem os testes dos cadastros, cada usuário respondeu ao questionário de usabilidade do protótipo. Os resultados obtidos estão detalhados no Quadro 15.

Quadro 15 – Respostas do questionário de usabilidade dos cadastros

Das tarefas solicitadas, quantas conseguiu executar	100% todas
De modo geral, achou o protótipo intuitivo e fácil de usar	100% sim
Achou fácil a forma em que os cadastros são realizados	100% sim
Qual a avaliação do protótipo	100% muito bom
Qual a maior dificuldade utilizando o protótipo	66,66% inserir as imagens de categorias manualmente nas pastas 33,33% não teve dificuldade
Acha que os jogos juntamente com o dispositivo Kinect tornam o aprendizado mais atrativo	100% sim
Acha que os jogos podem ser utilizados para fins pedagógicos	100% sim
Acham que os jogos juntamente com o dispositivo Kinect tornam os tratamentos fisioterapêuticos mais atrativos	100% sim
Acha que jogos podem ser utilizados para fins fisioterapêuticos	100% sim

Conforme pode ser visto nos quadros acima, o protótipo obteve resultados positivos em relação aos cadastros. No geral, todos os usuários acharam os cadastros fáceis de serem realizados. Porém, um ponto importante a ser observado é que todos os usuários que realizaram o experimento, mexem frequentemente no computador, isso também facilitou a realização dos cadastros. A única etapa que dois dos três usuários tiveram um pouco de dificuldade foi a de inserir as imagens da categoria cadastrada dentro da pasta criada. No entanto, mesmo com um pouco de dificuldade conseguiram realizar esta etapa.

Todos os usuários acreditam que a utilização dos jogos pode auxiliar no ensino e nos tratamentos fisioterapêuticos de crianças, tornando-os mais atrativos e motivadores. Principalmente com a utilização do dispositivo Kinect, pois em tratamentos fisioterapêuticos pode capturar e avaliar os movimentos realizados e na educação pode incentivar os alunos, estimulando tanto as funções motoras quanto o raciocínio e a memória.

3.4.1.2.2 Cenário do teste para jogadores

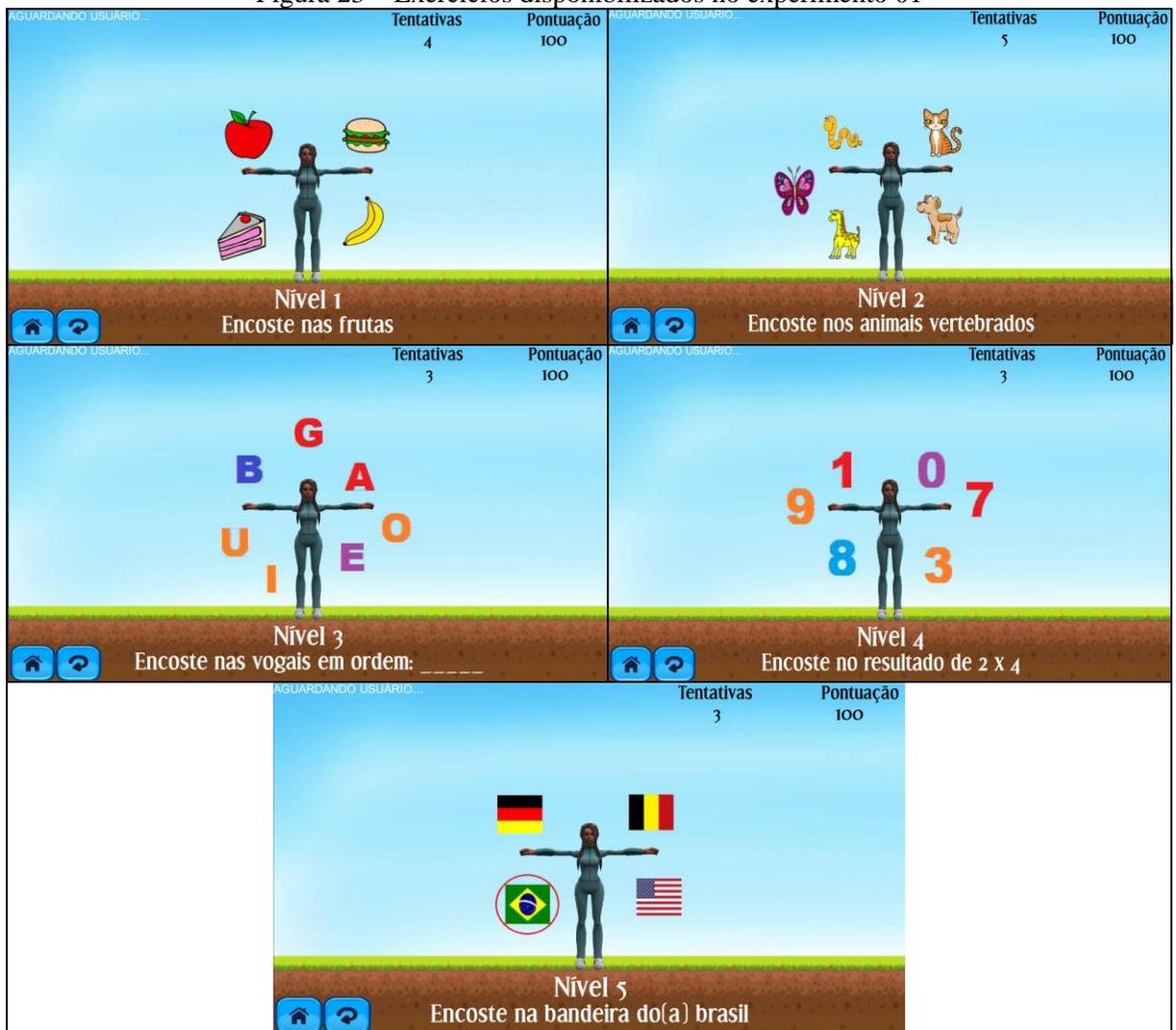
O cenário utilizado no teste para jogadores consistia na realização dos exercícios previamente cadastrados. Primeiramente foi apresentada uma visão geral do funcionamento do protótipo. Antes de realizar o experimento, os usuários responderam um questionário de perfil. No Quadro 16 são exibidos os perfis dos seis usuários envolvidos neste experimento.

Quadro 16 – Perfis dos usuários envolvidos nos testes de jogadores

Sexo	16,66% masculino 83,30% feminino
Área de atuação	16,66% paciente 83,30% aluno
Idade	33,32% entre 5 e 10 anos 16,66% entre 10 e 15 anos 16,66% entre 25 e 30 anos 33,32% mais de 35 anos
Nível de escolaridade	49,98% ensino fundamental incompleto 16,66% ensino superior incompleto 33,32% ensino superior completo
Utiliza o computador com qual frequência	16,66% às vezes 83,30% frequentemente
Grau de familiaridade com o dispositivo Kinect	16,66% nunca ouvi falar 49,98% conheço, mas nunca utilizei 33,32% já utilizei

Para realização do experimento os usuários seguiram o passo descrito no questionário do Quadro 31 do Apêndice B, que indicava para o usuário realizar os cinco níveis do exercício cadastrado. Os objetivos de cada nível estão demonstrados na Figura 23.

Figura 23 – Exercícios disponibilizados no experimento 01



Após a realização dos exercícios, os usuários informaram se conseguiram ou não cumprir os objetivos propostos, os resultados estão demonstrados no Quadro 17.

Quadro 17 – Respostas do questionário de avaliação dos jogadores sim/não

Conseguiu realizar os exercícios seguindo os passos conforme descrito na tela	100% sim
---	----------

Ao final, cada usuário respondeu ao questionário de usabilidade do protótipo. Os resultados obtidos estão detalhados no Quadro 18.

Quadro 18 – Respostas do questionário de usabilidade dos exercícios

Nota para a abordagem lúdica	33,32% nota 8 66,64% nota 10
Opinião sobre o jogo	66,64% muito fácil 16,66% fácil 16,66% difícil
Opinião sobre o cenário	100% fácil de entender
Achou difícil entender as mensagens do jogo	100% fácil de entender
Se sentiu motivado a continuar o jogo	100% motivado
Gostou do jogo	100% sim
Acredita que os jogos podem ajudar no aprendizado	100% sim
Ao longo do jogo aprendeu algum conhecimento novo	16,66% sim 83,30% não
Irá aplicar algum conhecimento novo obtido ao longo no jogo no dia-a-dia	16,66% talvez 83,30% não
Como considerou os desafios presentes no jogo	66,64% muito fácil – pouca ou nenhuma dificuldade 33,32% fácil – algumas dificuldades
Opinião sobre o cenário do jogo em relação as cores	100% gostei
Opinião sobre o cenário do jogo em relação ao ambiente gráfico	100% gostei
Opinião sobre o cenário do jogo em relação a visão do jogo	100% gostei
Opinião sobre o cenário do jogo em relação aos personagens	100% gostei
Se sentiu motivo com o desafio proposto com o jogo	100% muito motivado
Dos cinco níveis, quantos conseguiu executar até o final	100% todos
De um modo geral, achou o protótipo intuitivo e fácil de usar	100% sim
Avaliação do protótipo	100% muito bom
Acha que os jogos juntamente com o dispositivo Kinect tornam o aprendizado mais atrativo	100% sim
Acha que os jogos juntamente com o dispositivo Kinect tornam os tratamentos fisioterapêuticos mais atrativos	100% sim
Qual a maior dificuldade utilizando o protótipo	100% não tiveram dificuldades consideráveis

Conforme pode ser visto nos quadros acima, o protótipo obteve resultados relativamente positivos. Os exercícios foram realizados tanto com crianças, quanto com adultos, sendo um desses uma fisioterapeuta. Dos seis usuários que realizaram o experimento, apenas um utiliza o computador às vezes, os demais utilizam frequentemente. Como os exercícios foram criados voltados para crianças, os usuários com idade acima de 10 anos acharam os exercícios muito fáceis, pois já possuíam conhecimento do desafio proposto pelo exercício. Das crianças entre 5 e 10 anos uma achou fácil e a outra achou difícil. É importante lembrar, que os exercícios são configuráveis, sendo possível criar exercícios de diversos tipos e dificuldades.

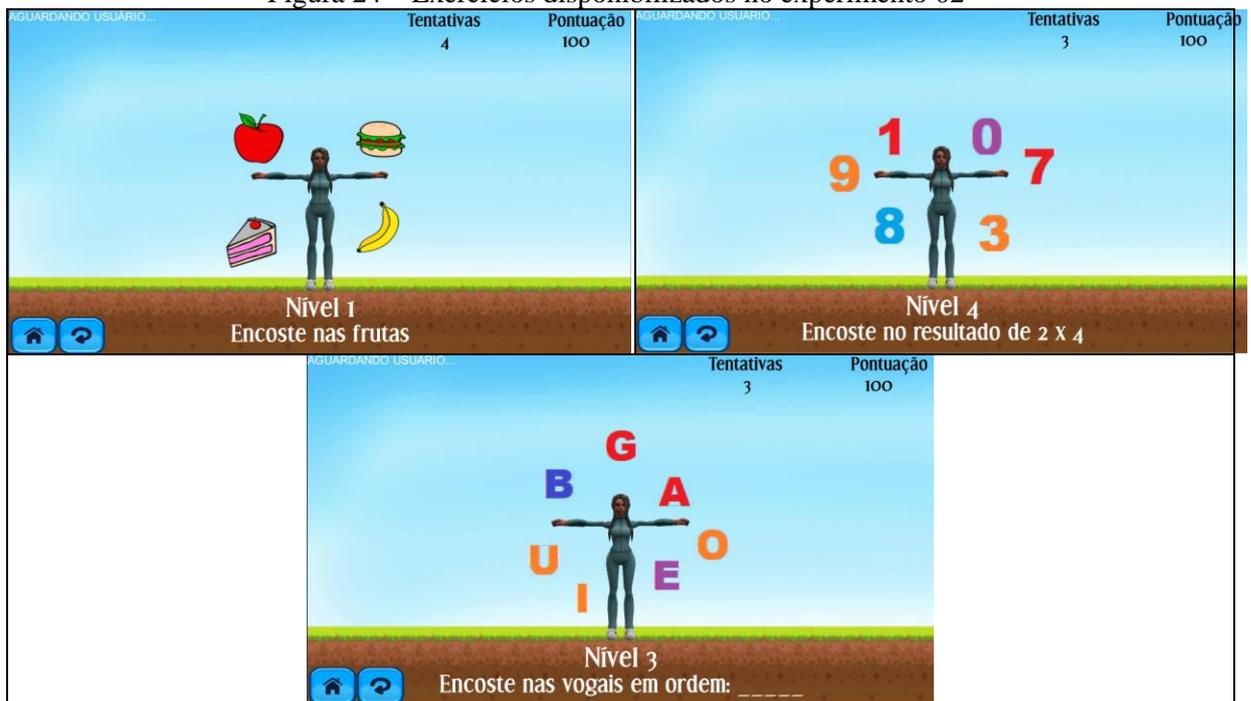
Dois usuários já haviam utilizado o Kinect no console Xbox para jogar. Esses dois tiveram mais facilidade no início do jogo. Os demais tiveram um pouco de dificuldade no primeiro nível, mas após esse nível foram se adaptando. No geral, todos acharam o cenário e as mensagens do jogo fáceis de ser entendidas. Também é importante lembrar, que as mensagens são cadastradas, ou seja, é de responsabilidade do instrutor cadastrar mensagens de fácil entendimento para o jogador. Todos os usuários gostaram do jogo e se sentiram motivados a continuar. Mesmo com algumas dificuldades, todos os usuários conseguiram executar os cinco níveis até o final.

Nota-se que todos os usuários acreditam que os jogos podem tornar tanto os tratamentos fisioterapêuticos quanto o ensino-aprendizagem de crianças mais motivadores. Isso porque os usuários gostaram do ambiente lúdico, das cores, dos personagens e dos desafios trazidos pelo jogo. No geral, os usuários não tiveram dificuldades ao longo do experimento. A fisioterapeuta que realizou o experimento, destacou que gostou do jogo, pois trabalha com os movimentos dos braços, rotação do tronco e pode auxiliar na reabilitação neurológica.

3.4.1.3 Experimento 02: Testes realizados na Semana Acadêmica de Licenciaturas

O cenário utilizado no teste para jogadores no evento das licenciaturas consistia na realização dos exercícios previamente cadastrados. Antes da realização do teste foi apresentada uma visão geral do funcionamento do protótipo. Os usuários foram expostos ao cenário, que consistia em realizar um nível do exercício previamente cadastrado. Foram disponibilizados três níveis com objetivos diferentes, porém o usuário apenas realizava um exercício de um único nível. Os níveis e seus objetivos estão ilustrados na Figura 24.

Figura 24 – Exercícios disponibilizados no experimento 02



Depois de realizarem o exercício proposto, cada usuário respondeu a duas perguntas, que estão exibidas no Quadro 19 com suas respectivas respostas.

Quadro 19 – Respostas do questionário de usabilidade no evento de licenciaturas

Acha que os jogos juntamente com o Kinect tornam o aprendizado mais atrativo	100% sim
Acha que os jogos podem ser utilizados para fins pedagógicos	100% sim

A maioria dos usuários que realizaram esse experimento eram pedagogos. Conforme pode ser visto no quadro acima, todos acham que os jogos juntamente com o Kinect podem ser utilizados para fins pedagógicos, tornando o aprendizado mais atrativo. A Figura 25 demonstra a realização do nível 1 do exercício, ilustrado na Figura 24, sendo realizado nesse experimento.

Figura 25 – Exercício sendo realizado no experimento 02



Dentre os usuários que realizaram o experimento, uma pedagoga sugeriu como melhoria tornar possível a configuração do tempo em que o usuário deve ficar parado na posição para que ela seja considerada completa, pois esse tempo é fixo no protótipo. Ela acredita que quando aplicado na educação de crianças, a maioria das crianças se sentiriam incomodadas em ter que ficar muito tempo na mesma posição. Porém, para tratamentos fisioterapêuticos é importante que o paciente fique um determinado tempo na mesma posição.

3.4.2 Comparação entre os trabalhos correlatos e o trabalho proposto

No Quadro 20 é realizada a comparação entre as principais características dos trabalhos correlatos e o protótipo desenvolvido neste trabalho.

Quadro 20 – Comparação entre os trabalhos correlatos e o trabalho proposto

Características/Trabalhos relacionados	Protótipo desenvolvido	Vieira (2013)	Sousa Jr. et al. (2013)	Dias e Zorzal (2013)	Farias et al. (2013)
É uma ferramenta específica para crianças?	Sim	Não	Não	Não	Sim
Permite a inserção de novos exercícios?	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Possui ambiente lúdico?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
É voltado para tratamentos fisioterapêuticos?	Sim	Sim	Sim	Não	Não
É voltado para o aprendizado-educação?	Sim	Não	Não	Sim	Sim
É voltado a um tipo específico de tratamento fisioterápico ou aprendizado?	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Faz avaliação dos movimentos?	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Utiliza o dispositivo Kinect?	Sim	Sim	Sim	Sim	Não

No quadro acima é possível observar que o protótipo desenvolvido é voltado tanto para auxiliar em tratamentos fisioterapêuticos quanto no ensino-aprendizagem, enquanto os demais trabalhos são voltados apenas para auxiliar em um dos dois, sendo os trabalhos de Vieira (2013) e Sousa Jr. et al. (2013) voltados para fisioterapia e os de Dias e Zorzal (2013) e Farias et al. (2013) voltados para educação. Também é possível perceber que apenas o trabalho proposto e o trabalho de Farias et al. (2013) possuem como público alvo as crianças, os demais são voltados para todas as faixas etárias. O protótipo desenvolvido possui ambiente lúdico, assim como todos os trabalhos correlatos. Porém, apenas este e os trabalhos de Sousa Jr. et al. (2013) e Farias et al. (2013) permitem a criação de novos exercícios.

Diferentemente de todos os trabalhos correlatos, o protótipo permite a criação de exercícios com diferentes objetivos, ou seja, permite a criação de exercícios para tratamentos fisioterápicos específicos e para auxiliar na educação de diversos assuntos, tanto matemática, português, biologia, entre outros, sendo possível criar exercícios de acordo com a necessidade de cada usuário. Assim como os trabalhos de Sousa Jr. et al. (2013), Dias e Zorzal (2013) e Farias et al. (2013), o protótipo faz a avaliação dos movimentos do usuário, indicando se o usuário realizou o movimento conforme proposto no exercício.

Para a captura de movimentos, apenas o trabalho de Farias et al. (2013) utiliza a *webcam*, os demais utilizam o dispositivo Kinect. Porém, em todos os trabalhos os resultados foram satisfatórios, pois os exercícios se tornam mais atrativos, motivadores, estimulando o raciocínio, a memória e as funções motoras.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um protótipo que possibilita a criação e realização de exercícios em ambientes lúdicos, para auxiliar em tratamentos fisioterapêuticos e no aprendizado-educação de crianças, utilizando o dispositivo Kinect para a captura e avaliação dos movimentos realizados nos exercícios.

Durante os testes pôde-se perceber que apesar dos movimentos do esqueleto mapeados pelo dispositivo Kinect adequar-se bem aos movimentos realizados pelos usuários, existem algumas melhorias a serem feitas em relação à precisão da leitura dos movimentos. Encontrou-se dificuldade quanto à precisão dos movimentos quando o usuário sobrepõe dois membros, isso faz com que algumas vezes a posição do usuário não esteja de acordo com a posição do personagem no exercício. Desta forma, o protótipo limita-se a tratamentos fisioterapêuticos que não dependem de posições que o usuário tenha que cruzar membros do corpo. Outra limitação do protótipo é que o redimensionamento das imagens inseridas pelo usuário não é feito de forma adequada, deixando a responsabilidade de inserir as imagens no tamanho adequado a cargo do usuário.

Os resultados obtidos a partir dos testes realizados se mostraram satisfatórios, sendo que a maior parte dos usuários acharam fácil a usabilidade do protótipo, ficaram satisfeitos com o ambiente lúdico, se sentiram motivados com os desafios propostos pelo jogo, além de acharem que a utilização de jogos juntamente com o dispositivo Kinect torna tanto os tratamentos fisioterapêuticos quanto o ensino mais atrativo para as crianças, deixando-as mais motivadas para continuar o exercício.

Conforme as pesquisas realizadas, notou-se uma ausência de softwares que permitem a criação dos exercícios, a configuração das imagens, descrição dos exercícios e outras configurações. A maior parte dos softwares que utilizam jogos para educação e/ou tratamentos fisioterapêuticos possuem um objetivo específico e pré-configurado, impossibilitando a criação de exercícios diferenciados de acordo com a necessidade de vários usuários.

4.1 EXTENSÕES

Apesar dos resultados obtidos terem sido positivos, a ferramenta ainda permite que sejam feitas algumas melhorias, sendo elas:

- a) permitir a inserção de sons nos exercícios, para que o som indique qual imagem o usuário deve encostar. Desta forma, estimulando as funções auditivas e reconhecimento de sons;

- b) criar uma funcionalidade para o acompanhamento dos exercícios realizados, permitindo que seja possível visualizar a evolução dos usuários nos exercícios;
- c) reconhecer mais de um usuário no exercício, para que o instrutor possa interagir com o jogador através de um cursor, por exemplo: mostrando ao jogador a imagem que deve ser encostada;
- d) permitir que sejam incluídas imagens de qualquer dimensão, redimensionando-as de forma adequada ao cenário do exercício;
- e) permitir que seja configurado o tempo que o usuário deve ficar na mesma posição, pois para exercícios utilizados para educação, não há a necessidade de o usuário ficar muito tempo na mesma posição, já em tratamentos fisioterapêuticos há essa necessidade. Por isso, é interessante que esse tempo seja configurável;
- f) disponibilizar opções de personagens a serem selecionados;
- g) possibilitar a configuração da pontuação por imagem, pois cada imagem pode ter um nível de dificuldade, sendo interessante diferenciar a pontuação por imagem;
- h) possibilitar a seleção da imagem de fundo do cenário, possibilitando criar os exercícios em diversos cenários diferentes;
- i) associar um teclado virtual para ter opção de não precisar usar o teclado físico.

REFERÊNCIAS

- AIKES JR., Jorge et al. Desenvolvimento de uma Plataforma para Auxílio na Fisioterapia de Pacientes com Paralisia Cerebral. In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO ORGANIZAÇÕES, TECNOLOGIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS, 4., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Faculdades Anglo-Americano, 2013. p. 1-9. Disponível em: <<http://udc.edu.br/v3/udcanglo/producoes/SeminarioCientifico2014/files/CC/08.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- BARCALA, Luciana et al. Análise do equilíbrio em pacientes hemiparéticos após o treino com o programa Wii Fit. **Fisioter. Mov**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 337-343, abr./jun. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fm/v24n2/a15v24n2>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- BRAGA, Mariluci. Realidade Virtual e Educação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 5-20, 2001. Disponível em: <<http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/realidadevirtual-5155c805d3801.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- BRITO, Allan. **Blender 3D: jogos e animações interativas**. São Paulo: Novatec, 2011.
- CAMEIRÃO, Mônica S.; BADIA, Sergi B.; VERSCHURE, Paul F.M.J. Virtual reality based upper extremity rehabilitation following stroke: A review. **Journal of cybertherapy and rehabilitation**, Brussels, v. 1, n. 1, p. 63-74, primavera 2008. Disponível em: <http://www.drivehq.com/web/bepperiva/Articoli/JCR_spring_2008.pdf#page=61>. Acesso em: 30 mar. 2015.
- CARVALHO, Hesli de Araujo. **Realidade Virtual em educação: um estudo da situação brasileira**. 2002. 56 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciência da Computação, Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/5599/1/MONOGRAFIA_Realidade_virtual_em_educacao_um_estudo_da_situacao_brasileira.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- CASTILHO, Cláudia. Os Games no Cotidiano da Vida Moderna. **Plurais: Revista Multidisciplinar da UNEB**, Salvador, v. 1, n. 2, p. 47-62, maio/ago. 2010. Disponível em: <<http://revistas.uneb.br/index.php/plurais/article/view/883/627>>. Acesso em: 17 nov. 2015.
- CHANG, Yao-Jen; CHEN, Shu-Fang; HUANG, Jun-Da. A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. **Research in Developmental Disabilities – Elsevier Science Ltd.**, New York, v. 32, n. 6, p. 2566–2570, nov./dez. 2011.
- CONSELHO REGIONAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL DA 9ª REGIÃO. **O que fisioterapia?** Cuiabá, 2012. Disponível em: <<http://www.crefito9.org.br/fisioterapia/o-que-e-fisioterapia/155>>. Acesso em: 6 abr. 2015.
- COSTA, Andreia; SOUSA, Susana G.; OLIVEIRA, Antônio. A escoliose em pediatria. **Saúde Infantil, Associação de Saúde Infantil de Coimbra**, Coimbra, v. 24, n. 1, p. 39-45, abr. 2002.
- COSTA, Rosa Maria Esteves Moreira; CARVALHO, Luís Alfredo Vidalde. O uso de jogos digitais na Reabilitação Cognitiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 16., 2005, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Ludens Artis, 2005. p. 19-21. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/la000001.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

- CYRILLO, Fabio N. **Realidade virtual: Xbox Kinect é utilizado para reabilitação na Fisioterapia**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.unicid.edu.br/realidade-virtual-xbox-kinect-e-utilizado-para-reabilitacao-na-fisioterapia>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- DIAS, Diogo Angnalo; ZORZAL, Ezequiel Roberto. Desenvolvimento de um Jogo Sério com Realidade Aumentada para Apoiar a Educação Ambiental. In: WORKSHOP ON VIRTUAL, AUGMENTED REALITY AND GAMES, 12., 2013, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: SBGames, 2013. p. 65-68. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/workshop/WorkshopVAR-18_Full.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2015.
- FARIAS, Emanuel Henrique et al. MoviLetrando: Jogo de Movimentos para Alfabetizar Crianças com Down. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 24., 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: SBIE, 2013. p. 316-325. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2510/2168>>. Acesso em: 25 nov. 2015.
- FERNANDES, Flávia G. et al. Realidade Virtual e Aumentada Aplicada em Reabilitação Fisioterapêutica Utilizando o Sensor Kinect e Dispositivos Móveis. In: CONFERÊNCIA DE ESTUDOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA, 12., 2014, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2014. p. 1-6. Disponível em: <http://www.ceel.eletrica.ufu.br/artigos2014/ceel2014_artigo005_r01.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2015.
- GAMA, Alana D. et al. Ikapp - A Rehabilitation Support System using Kinect. In: XIV SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 14., 2012, Niterói. **Anais...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2012, p. 1-4. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/svr/2012/0020.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2015.
- GROS, Begoña. The impact of digital games in education. **First Monday: Peer-reviewed journal on the Internet**, Chicago, v. 8, n. 7, p. 1-21, jul. 2003. Disponível em: <<http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/issue/view/159>>. Acesso em: 19 nov. 2015.
- HSIAO, Hui-chun. A Brief Review of Digital Games and Learning. In: DIGITAL GAME AND INTELLIGENT TOY ENHANCED LEARNING, 1., 2007, Jhongli. **Anais...** Washington: IEEE Computer Society, 2007. p. 124-129. Disponível em: <<http://www.computer.org/csdl/proceedings/digitel/2007/2801/00/28010124-abs.html>>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- JANARTHANAN, Vasudevan. Serious Video Games: Games for Education and Health. In: INFORMATION TECHNOLOGY: NEW GENERATIONS, 3., 2012, Las Vegas. **Anais...** Las Vegas: IEEE Computer Society, 2012. p. 875-878.
- JUUL, Jesper. **Half-Real: Video Games between Real Rules and Fictional Worlds**. Estados Unidos: The MIT Press, 2005. 248 p.
- LAYER, Kate et al. Is the Nintendo Wii Fit really acceptable to older people?: a discrete choice experiment. **Bmc Geriatrics**, Adelaide, v. 11, n. 64, p. 1-6, out. 2011. Disponível em: <<https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/18639/1/2011000903OK.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2015.
- LEMES, David de Oliveira. Serious games: jogos e educação. In: BIENAL INTERNACIONAL DO LIVRO DE SÃO PAULO, 23., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Abrelivros, 2014. p. 1-1. Disponível em: <<http://www.abrelivros.org.br/home/index.php/bienal-2014/resumos-e-fotos/5647-primeiro-resumo>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

LOWENSOHN, Josh. Timeline: a look back at Kinect's history. **CNET**, [S.l.], fev. 2011. Disponível em: <http://news.cnet.com/8301-10805_3-20035039-75.html>. Acesso em: 30 mar. 2015.

MACHADO, Liliane dos Santos et al. Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 254-262, abr./jun. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbem/v35n2/15.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2015.

MACHADO, Liliane S.; MORAES, Ronei M.; NUNES, Fátima L. S. Serious Games para Saúde e Treinamento Imersivo. In: MACHADO, Liliane S. et al. **Abordagens Práticas de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação – SBC, 2009. Cap. 2. p. 31-60. Disponível em: <http://www.ckirner.com/download/livros/SVR2009_Minicursos.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2015.

MEDINA, A. C. Atividades físicas e lúdicas como fator motivacional para desenvolver as inteligências múltiplas em crianças até oito anos. **EDUCERE - Revista da Educação**, Umuarama, v. 9, n. 1, p. 81-97, jan./jun. 2009. Disponível em: <<http://revistas.unipar.br/educere/article/view/2833>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

MICHAEL, David; CHEN, Sande. **Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform**. Boston: Thomson Course Technology PTR, 2005. Disponível em: <<http://uap.unnes.ac.id/ebook/ebookpalace/Course.Technology.PTR.Serious.Games.Games.That.Educate.Train.and.Inform.Sep.2005.eBook-DDU/Course.Technology.PTR.Serious.Games.Games.That.Educate.Train.and.Inform.Sep.2005.eBook-DDU.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

MITCHELL, Alice; SAVILL-SMITH, Carol. **The use of computer and video games for learning: A review of the literature**. Londres: Ultralab: Learning And Skills Development Agency, 2004. Disponível em: <<http://www.itari.in/categories/futuretrendsineducation/ComputerGamesinLearning.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

PAULA, Bruno C. de. **Adaptando e Desenvolvendo jogos para uso com o Microsoft Kinect**: SBGames 2011. 2011. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2011/proceedings/sbgames/papers/tut/1-kinect_FAAST%20_Final_MesmoComColunas.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2015.

PERNAMBUCO JR., Inácio Arantes de Moraes; KNOP, Igor de Oliveira. Construção de um software Media Center com reconhecimento de gestos e comandos de voz utilizando o Microsoft Kinect e os princípios de Natural User Interface. **Caderno de Estudos em Sistemas de Informação**, Juiz de Fora, v. 1, n. 1, p. 1-20, 2014. Disponível em: <<http://seer.cesjf.br/index.php/cesi/article/view/121/41>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

PINTO, Igor de Souza. **DESERTIFICAÇÃO DO REAL OU UMA NOVA FORMA DE REALIDADE: O caso Kinect nas práticas lúdicas do pós-humano**. 2012. 144 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel no curso de Comunicação Social com habilitação em Jornalismo) - Curso de Comunicação Social Com Habilitação em Jornalismo, Faculdade de Comunicação Universidade Federal do Pará – Ufpa, Pará, 2012. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/pinto-igor-2013-desertificacao-real-forma-realidade.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

- SÁ, Jobert G. P. **Construindo uma DSL para reconhecimento de gestos utilizando Kinect**. 2011. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~tg/2011-2/jgps.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2015.
- SAPOSNIK, Gustavo et al. Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle. **Stroke - American Heart Association**, Dallas, v. 41, n. 7, p. 1477-1484, maio 2010.
- SHAUGHNESSY, Mariann; RESNICK, Barbara M.; MACKO, Richard F. Testing a Model of Post-Stroke Exercise Behavior. **Rehabilitation Nursing**, Northbrook, v. 31, n. 1, p. 15-20, jan./feb. 2006. Disponível em: <http://www.udel.edu/PT/PT%20Clinical%20Services/journalclub/noajc/05_06/mar06/poststrokeexerciebehavior.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- SILVA, Ana Emília Leles da et al. O uso da Realidade Virtual no desenvolvimento de ferramentas educacionais para auxílio ao estímulo da lateralidade e dos sentidos de criança em fase de aprendizagem. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA, 5., 2008, Bauru. **Anais...** Bauru: Unesp, 2008. p. 1-7. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50122.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2015.
- SMITH, Stuart T. et al. Electronic Games for Aged Care and Rehabilitation. In: HEALTHCOM, 11., 2009, Australia. **Anais...** Australia: IEEE Computer Society, 2009. p. 42-47.
- SOUSA, Fernando H. Uma revisão bibliográfica sobre a utilização do Nintendo® Wii como instrumento terapêutico e seus fatores de risco. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 11, n. 123, p. 155-160, ago. 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/viewFile/13045/7605>>. Acesso em: 22 mar. 2015.
- SOUSA JR., Valdir D. et al. MoVER: Serious Game aplicado à reabilitação motora usando sensor de movimento Kinect. In: XXXIII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 33., 2013, Maceió. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013. p. 1-10. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wim/2013/0016.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2015.
- SOUZA, Lucas B. et al. Uso de um ambiente de realidade virtual para reabilitação de acidente vascular encefálico. **Acta Fisiátr**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 217-221, dez. 2011. Disponível em: <http://www.actafisiatrica.org.br/detalhe_artigo.asp?id=19>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- VANDEVENTER, S. S.; WHITE, J. A. Expert Behavior in Children's Video Game Play. **Simulation & Gaming**, [s.l.], v. 33, n. 1, p. 28-48, mar. 2002. Disponível em: <<http://sag.sagepub.com/content/33/1/28.abstract>>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- VIEIRA, Filipe D. M. **Plataforma de Apoio à Terapia de Reabilitação e Manutenção de Doentes de Parkinson**. 2013. 72 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~ee06243/documentos/dissertacao/Dissetacao_FilipeVieira_060503243_v1.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2015.
- WATTANASOONTORN, Voravika et al. Serious games for health. **Entertainment Computing**, Espanha, v. 4, n. 4, p. 231-247, dez. 2013. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/259167089_Serious_games_for_health>. Acesso em: 19 nov. 2015.

APÊNDICE A – Detalhamento dos casos de uso

A seguir estão descritos detalhadamente os casos de uso, com a descrição, cenário, pré e pós condições. O caso de uso UC01 - Cadastrar categoria descreve a interação do instrutor com a funcionalidade de cadastro de categorias de imagens para os exercícios. Os detalhes deste caso estão descritos no Quadro 21.

Quadro 21 – Caso de uso UC01 - Cadastrar categoria

Número	01
Caso de uso	Cadastrar categoria
Ator	Instrutor
Cenário Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica nos botões Cadastrar e Categoria; 2. O usuário informa o nome da categoria. 3. O usuário clica no botão gravar.
Cenário de exceção	No passo 03, caso já exista uma categoria cadastrada com o mesmo nome será exibida a mensagem “Categoria já cadastrada!”, caso o nome não seja informado será exibida a mensagem “Preencha os campos obrigatórios!”.
Pós-condições	Os dados são persistidos pelo protótipo.

O caso de uso UC02 - Cadastrar jogador descreve a interação do instrutor com a funcionalidade de cadastro de jogadores. Os detalhes deste caso estão descritos no Quadro 22.

Quadro 22 – Caso de uso UC02 - Cadastrar jogador

Número	02
Caso de uso	Cadastrar jogador
Ator	Instrutor
Cenário Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica nos botões Cadastrar e Jogador. 2. O usuário informa os dados do jogador, ou seja, o nome, data de nascimento, sexo, nome da mãe e nome do pai. 3. O usuário clica no botão gravar.
Cenário de exceção	No passo 03, caso já exista um jogador cadastrado com o mesmo nome e mesma data de nascimento será exibida a mensagem “Jogador já cadastrado!”, caso os dados obrigatórios não sejam informados será exibida a mensagem “Preencha os campos obrigatórios!”.
Pós-condições	Os dados são persistidos pelo protótipo.

O caso de uso UC03 - Cadastrar exercício descreve a interação do instrutor com a funcionalidade de cadastro de exercício, sendo esta a primeira parte do cadastro de exercício. Os detalhes deste caso estão descritos no Quadro 23.

Quadro 23 – Caso de uso UC03 – Cadastrar exercício

Número	03
Caso de uso	Cadastrar exercício
Ator	Instrutor
Pré-condições	Existir pelo menos um jogador cadastrado.
Cenário Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica nos botões Cadastrar e Exercício. 2. O usuário informa o nome do exercício e seleciona um jogador já cadastrado. 3. O usuário clica no botão gravar. 4. O protótipo carrega a segunda parte do cadastro.
Cenário de exceção	No passo 03, caso já exista um exercício cadastrado com o mesmo nome para o mesmo jogador será exibida a mensagem “Exercício já cadastrado para o jogador!”, caso os dados obrigatórios não sejam informados será exibida a mensagem “Preencha os campos obrigatórios!”.
Pós-condições	Os dados são persistidos pelo protótipo.

O caso de uso UC04 – Cadastrar configurações descreve a interação do instrutor com a funcionalidade de cadastro de configurações de exercício, sendo esta a segunda parte do cadastro de exercício. Os detalhes deste caso estão descritos no Quadro 24.

Quadro 24 – Caso de uso UC04 – Cadastrar configurações

Número	04
Caso de uso	Cadastrar configurações
Ator	Instrutor
Pré-condições	Existir pelo menos uma categoria cadastrada.
Cenário Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário informa os dados do nível do exercício a ser cadastrado, sendo eles: nível, categoria, destacar imagens, imagens em ordem, frase do exercício, resposta do exercício, remover imagens, tentativas, validar duas mãos e imagem (se a categoria for letras). 2. O usuário clica no botão gravar. 3. O protótipo carrega a terceira parte do cadastro.
Cenário de exceção	No passo 01, caso os dados obrigatórios não sejam informados será exibida a mensagem “Preencha os campos obrigatórios!”.
Pós-condições	Os dados são persistidos pelo protótipo.

O caso de uso UC05 – Cadastrar posições das imagens descreve a interação do instrutor com a funcionalidade de cadastro de imagens suas posições no exercício, sendo esta a terceira e última parte do cadastro de exercício. Os detalhes deste caso estão descritos no Quadro 25.

Quadro 25 – Caso de uso UC05 – Cadastrar posições das imagens

Número	05
Caso de uso	Cadastrar posições das imagens
Ator	Instrutor
Cenário Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário seleciona as imagens desejadas e as posiciona de acordo com a necessidade. 2. O usuário clica no botão gravar.
Cenário de exceção	No passo 01, caso não tenha sido selecionada nenhuma imagem será exibida a mensagem “Selecione ao menos uma imagem!”.
Pós-condições	Os dados são persistidos pelo protótipo.

O caso de uso UC06 – Carregar exercício descreve a interação do instrutor com a funcionalidade de selecionar um jogador e um exercício a ser carregado. Os detalhes deste caso estão descritos no Quadro 26.

Quadro 26 – Caso de uso UC06 – Carregar exercício

Número	06
Caso de uso	Carregar exercício
Ator	Instrutor
Pré-condições	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existir pelo menos um jogador cadastrado. 2. Existir pelo menos um exercício cadastrado para o jogador selecionado.
Cenário Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica no botão Jogar. 2. O usuário seleciona o jogador. 3. O usuário seleciona um exercício já cadastrado para o jogador selecionado. 4. O usuário clica no botão Carregar.
Cenário de exceção	No passo 04, caso não seja selecionado nenhum dado será exibida a mensagem “Preencha os campos obrigatórios!”.
Pós-condições	Os dados são persistidos pelo protótipo.

O caso de uso UC07 – Executar exercício descreve a interação do jogador com a funcionalidade de executar o exercício. Os detalhes deste caso estão descritos no Quadro 27.

Quadro 27 – Caso de uso UC07 - Executar exercício

Número	07
Caso de uso	Executar exercício
Ator	Jogador
Pré-condições	<ol style="list-style-type: none"> 1. O Kinect deve estar conectado ao computador. 2. O jogador deve estar posicionado em frente ao Kinect.
Cenário Principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário realiza o exercício, posicionando a(s) mão(s) conforme solicitado na descrição do exercício. 2. Ao encerrar os exercícios do nível, se houver mais níveis cadastrados para o exercício, o protótipo questiona se o usuário deseja avançar para o próximo nível. 3. O usuário seleciona o próximo nível.
Cenário Alternativo	Após o passo 02, o usuário seleciona a opção para encerrar o exercício.
Pós-condições	Os dados são persistidos pelo protótipo.

APÊNDICE B – Roteiro e questionário de avaliação de usabilidade

Neste apêndice constam os questionários e os roteiros de testes que os usuários seguiram. O questionário de perfil de usuário está no Quadro 28. No Quadro 29 está a lista de tarefas que conduz o usuário que é instrutor, testando as funcionalidades de cadastro do protótipo. No Quadro 30 consta o questionário de usabilidade dos instrutores. No Quadro 31 está a lista de tarefas que conduz o usuário que é jogador, testando a funcionalidade dos exercícios a serem realizados. Por fim, no Quadro 32 encontra-se o questionário de usabilidade dos jogadores.

Quadro 28 - Questionário de perfil de usuário

<p>PERFIL DE USUÁRIO</p> <p>Observação: as informações recebidas abaixo serão mantidas de forma confidencial.</p> <p>Sexo: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino</p> <p><input type="checkbox"/> Instrutor Área: <input type="checkbox"/> Educação <input type="checkbox"/> Fisioterapia <input type="checkbox"/> Outra _____</p> <p><input type="checkbox"/> Paciente <input type="checkbox"/> Aluno</p>	
<p>Idade:</p> <p><input type="checkbox"/> Tenho menos de 5 anos</p> <p><input type="checkbox"/> Tenho entre 5 e 10 anos</p> <p><input type="checkbox"/> Tenho entre 10 e 15 anos</p> <p><input type="checkbox"/> Tenho entre 15 e 20 anos</p>	<p><input type="checkbox"/> Tenho entre 20 e 25 anos</p> <p><input type="checkbox"/> Tenho entre 25 e 30 anos</p> <p><input type="checkbox"/> Tenho entre 30 e 35 anos</p> <p><input type="checkbox"/> Tenho mais de 35 anos</p>
<p>Nível de escolaridade:</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino fundamental incompleto</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino fundamental completo – 1º grau</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino médio incompleto</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino médio completo – 2º grau</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino superior incompleto</p> <p><input type="checkbox"/> Ensino superior completo</p> <p>Observação: _____</p>	
<p>Você utiliza o computador com qual frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca utilizei</p> <p><input type="checkbox"/> Às vezes</p> <p><input type="checkbox"/> Frequentemente</p>	
<p>Indique seu grau de familiaridade com o dispositivo Kinect:</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca ouvi falar</p> <p><input type="checkbox"/> Conheço, mas nunca utilizei</p> <p><input type="checkbox"/> Já utilizei</p> <p>Observação (utilizou para que): _____</p>	

Quadro 29 – Lista de tarefas a serem realizadas pelos instrutores

INSTRUÇÕES

Com este questionário buscamos avaliar a utilização dos cadastros do protótipo, ou seja, a criação dos dados para realização dos exercícios. O protótipo possibilita a criação de exercícios tanto para tratamentos fisioterapêuticos de crianças quanto para auxiliar na educação. Os exercícios são criados em ambientes lúdicos, ou seja, ambientes que simulam jogos e para sua realização é utilizado o dispositivo Kinect.

Você pode utilizar o protótipo livremente por um período de 5 a 10 minutos para se ambientar. Ao finalizar, solicitamos que prossiga nos testes conforme as orientações abaixo.

Lista de tarefas a serem executadas pelo instrutor:

- 1) Realize o cadastro de uma categoria, informando o nome.

A tarefa foi executada? () Sim () Não

Observação: _____

- 2) Ao cadastrar a categoria, automaticamente será criada uma pasta no diretório “C:\Temp\ImagensCategorias” com o nome da categoria cadastrada. Acesse esse diretório e insira as imagens desejadas para essa categoria.

A tarefa foi executada? () Sim () Não

Observação: _____

- 3) Realize o cadastro de um paciente/aluno, informando o nome, data de nascimento, sexo, nome da mãe e do pai.

A tarefa foi executada? () Sim () Não

Observação: _____

- 4) Realize o cadastro de um exercício, informando o nome e selecionando o paciente/aluno.

A tarefa foi executada? () Sim () Não

Observação: _____

- 5) Realize o cadastro de um nível de exercício, informando os seguintes dados:

- Nível;
- Categoria;
- Se as imagens devem ficar destacadas;
- Se as imagens devem ser encostadas em ordem;
- A frase indicando o exercício a ser realizado;
- A(s) resposta(s) do exercício (se houver mais de uma resposta, devem ser separadas por “;”);
- Se as imagens devem ser removidas após serem encostadas ou após o número de tentativas acabar;

- O número de tentativas (se for em ordem as tentativas serão por imagem, senão serão por nível);
- Se as duas mãos deverão ser validadas (se for indicado “Sim” e houver duas imagens iguais a serem encostadas, o usuário deverá encostar com uma mão em cada imagem);
- Imagem indicando as letras a serem encostadas (se a categoria for letras será possível escolher uma imagem para que o paciente/aluno encoste nas letras correspondentes ao nome da imagem).

A tarefa foi executada? () Sim () Não

Observação: _____

6) Realize o cadastro das posições das imagens do nível cadastrado para o exercício.

A tarefa foi executada? () Sim () Não

Observação: _____

7) Selecione o paciente/aluno e o exercício a ser realizado.

A tarefa foi executada? () Sim () Não

Observação: _____

Quadro 30 – Questionário de usabilidade dos instrutores

QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE

- 1) Das tarefas solicitadas, quantas você conseguiu executar?
 Todas
 A maior parte delas
 Metade das tarefas
 Menos da metade das tarefas
 Nenhuma tarefa
- 2) De modo geral, você achou o protótipo intuitivo e fácil de usar?
 Sim Não
- 3) Você achou fácil a forma em que os cadastrados são realizados?
 Sim Não
- 4) Qual é a sua avaliação do protótipo?
 Muito bom
 Bom
 Regular
 Insatisfatório
Observação: _____
- 5) Qual foi a sua maior dificuldade utilizando o protótipo?

- 6) Você acha que os jogos juntamente com o dispositivo Kinect tornam o aprendizado mais atrativo?
 Sim Não
- 7) Você acha que jogos podem ser utilizados para fins pedagógicos?
 Sim Não
- 8) Você acha que os jogos juntamente com o dispositivo Kinect tornam os tratamentos fisioterapêuticos mais atrativos?
 Sim Não
- 9) Você acha que jogos podem ser utilizados para fins fisioterapêuticos?
 Sim Não

Muito obrigada pela participação!

Quadro 31 – Lista de tarefas a serem realizadas pelos jogadores

INSTRUÇÕES

Com este questionário buscamos avaliar a realização dos exercícios criados no protótipo. O protótipo possibilita a criação de exercícios tanto para tratamentos fisioterapêuticos de crianças quanto para auxiliar na educação. Os exercícios são criados em ambientes lúdicos, ou seja, ambientes que simulam jogos e, para sua realização, é utilizado o dispositivo Kinect.

Você pode utilizar o protótipo livremente por um período de 5 a 10 minutos para se ambientar. Ao finalizar, solicitamos que prossiga nos testes conforme as orientações abaixo.

Lista de tarefas a serem executadas pelo paciente/aluno:

- 1) Realize o exercício seguindo os passos conforme descrito na tela.

A tarefa foi executada? () Sim () Não

Observação: _____

Quadro 32 – Questionário de usabilidade para jogadores

QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE

1) Dê uma nota para a abordagem Lúdica:

2 4 6 8 10

2) Qual foi sua opinião sobre o jogo?

Muito fácil

Fácil

Difícil

Muito difícil

3) Qual foi sua opinião sobre o cenário?

É fácil de entender

Poderia ser mais fácil

É difícil de entender

Não consegui entender

Sugestões: _____

4) Foi difícil entender as mensagens do jogo?

São fáceis de entender

Poderia ser mais fácil

São difíceis de entender

Não consegui entender

Sugestões: _____

5) Você se sentiu motivado a continuar no jogo?

Muito motivado

Motivado

Pouco motivado

Não fui motivado

6) Você gostou do jogo? Por quê?

Sim. Não

Observação: _____

7) Você acredita que os jogos podem ajudar no aprendizado?

Sim Ajuda pouquíssimo Não

8) Ao longo do jogo você aprendeu algum conhecimento novo?

Sim Não

9) Você irá aplicar algum conhecimento novo obtido ao longo do jogo no seu dia-a-dia?

Com certeza Talvez Não

10) Os desafios presentes no jogo você considerou:

Muito fácil – Pouca ou nenhuma dificuldade

Fácil - Algumas dificuldades

Difícil – Muitas dificuldades

Muito difícil – Não consegui entender

11) Qual foi sua opinião sobre o cenário do jogo?

Elemento	Gostei	Não gostei
Cores		
Ambiente gráfico		
Visão do jogo		
Os personagens		

12) Você se sentiu motivado com o desafio proposto com o jogo?

- () Muito motivado
 () Pouco motivado
 () Não fui motivado

13) Dos cinco níveis, quantos você conseguiu executar até o final?

- () Nenhum
 () Um
 () Dois
 () Três
 () Quatro
 () Todos

14) De um modo geral, você achou o protótipo intuitivo e fácil de usar?

- () Sim () Não

15) Qual é a sua avaliação do protótipo?

- () Muito bom
 () Bom
 () Regular
 () Insatisfatório

Sugestões: _____

16) Você acha que os jogos juntamente com o dispositivo Kinect tornam o aprendizado mais atrativo?

- () Sim () Não

17) Você acha que os jogos juntamente com o dispositivo Kinect tornam os tratamentos fisioterapêuticos mais atrativos?

- () Sim () Não

18) Qual foi a sua maior dificuldade utilizando o protótipo?

Observação: _____

Muito obrigada pela participação!