

Renan Plínio Linhares

**UMA PROPOSTA DE JOGO VOLTADO A REABILITAÇÃO
TERAPÉUTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do
Grau de Bacharel em Tecnologias da
Informação e Comunicação.
Orientador: Prof. Dr. Alexandre
Leopoldo Gonçalves.

Araranguá
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Linhares, Renan Plínio
UMA PROPOSTA DE JOGO VOLTADO A REABILITAÇÃO TERAPÉUTICA
/ Renan Plínio Linhares ; orientador, Alexandre Leopoldo
Gonçalves - Florianópolis, SC, 2014.
58 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá.
Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Inclui referências


1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2.
Reabilitação. 3. Serious games. 4. jogos eletrônicos. I.
Gonçalves, Alexandre Leopoldo. II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Tecnologias da Informação e
Comunicação. III. Título.

Renan Plínio Linhares

UMA PROPOSTA DE JOGO VOLTADO A REABILITAÇÃO TERAPÉUTICA


Esta Monografia foi julgada adequada para obtenção do Título de “Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação”, e aprovada em sua forma final pelo Curso de Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Araranguá, 08 de Julho de 2014.




Prof. Wilson Gruber, Dr.
Coordenador do Curso

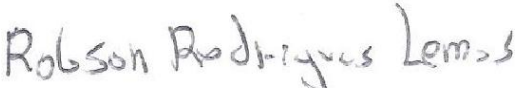
Banca Examinadora:



Prof. Alexandre Leopoldo Gonçalves, Dr. (Orientador)



Profa. Patrícia Haas, Dra.



Prof. Robson Rodrigues Lemos, Dr.

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram e me incentivaram durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e por todas as coisas boas que aconteceram durante a mesma.

À minha família, por todo o apoio, incentivo e amor concedidos ao longo dessa jornada.

À Alessandra, pela compreensão e carinho nos momentos que não pude estar presente.

Aos meus amigos, que me apoiaram e me ajudaram nesse período.

“Eu espero que eu sempre possua firmeza e virtude suficientes para manter o que eu considero o mais invejável de todos os títulos, o caráter de um homem honesto”.

George Washington

RESUMO

Atualmente, a tecnologia vem proporcionando importante ferramenta para lidar com problemas relacionados à saúde. Entre estes problemas encontram-se os pacientes que sofreram algum tipo de lesão e que tenham que passar por um processo de reabilitação e/ou condicionamento físico. Graças a algumas tecnologias, como os sensores de movimento, é possível tratar tais problemas através da interação do paciente com o computador por meio de jogos eletrônicos. Uma das vantagens dos jogos eletrônicos é a sua capacidade de entreter o usuário, o que pode ser utilizado para fazer com que o paciente de determinado processo de reabilitação não se sinta desmotivado e desista. Baseado nessa ideia, o presente trabalho propõe um jogo ao nível de protótipo com características que podem auxiliar no processo de reabilitação e/ou condicionamento físico. O jogo foi desenvolvido para interagir através do sensor Kinect® da Microsoft® e possui 5 (cinco) fases que aumentam de complexidade a medida que o jogo evolui. Cada fase é composta por um conjunto de objetos numerados sequencialmente e distribuídos aleatoriamente na tela. Para a avaliação do jogo foi solicitada a participação de um conjunto de usuários sem problemas motores ou cognitivos visando obter insumos para uma análise. Os resultados, ainda que iniciais, permitem afirmar que a quantidade de erros e o tempo de execução de cada fase estão atrelados a atenção dispendida durante cada sessão. Por fim, foi possível verificar que o jogo é útil e tem potencial para ser aplicado em pacientes com problemas cognitivo-motores. Neste sentido, a evolução deste trabalho pode propiciar informações detalhadas que conduzam a avaliações clínicas mais precisas.

Palavras-chave: reabilitação; jogos sérios; jogos eletrônicos.

ABSTRACT

Nowadays, technology has provided important tools for dealing with problems related to health. Among these problems are the patients who have suffered some type of injury and have to go through a process of rehabilitation and/or fitness. Thanks to some technologies such as motion sensors, it is possible to treat such problems through patient interaction with your computer by means of electronic games. One of the advantages of electronic games is their ability to entertain the user, which can be used to make certain the patient rehabilitation process not feel discouraged and give up. Based on this idea, this paper proposes a game-level prototype with features that can assist in the rehabilitation process and/or fitness. The game was developed to interact via Microsoft® Kinect® sensor and has five (5) stages that increase in complexity as the game evolves. Each stage consists of a set of objects sequentially numbered and randomly distributed on the screen. For the evaluation of the game was asked the participation of a set of users without cognitive impairment in order to obtain inputs for an analysis. The results, although initial, let us state that the amount of errors and execution time of each phase are linked to attention expended during each session. Finally, we found that the game is useful and has potential to be applied in patients with some cognitive impairment. In this sense, the evolution of this work can provide detailed information that will lead to more accurate clinical assessments.

Keywords: rehabilitation; serious game; electronic games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferença entre um jogo comum e jogos sérios.....	31
Figura 2 – Tela do jogo <i>Catch a Orange</i>	36
Figura 3 – Tela do jogo <i>Whack a mouse</i>	36
Figura 4 – Tela de jogo voltado a reabilitação de trauma cerebral.	37
Figura 5 – Tela inicial do Jogo.	38
Figura 6 – Tela de seleção de usuários para o jogo.....	39
Figura 7 – Tela de verificação de dados.	40
Figura 8 – Fases do jogo.	41
Figura 9 – Modelo de dados de suporte do jogo.	42
Figura 10 – Sensor de movimento Kinect®.....	43
Figura 11 – Sensor de movimento Kinect® (visão interna).....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados dos usuários participantes	46
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média de acertos e erros por usuário.	47
Gráfico 2: Tempo médio por fase e por usuário.	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVC – Acidente Vascular Cerebral

EUA – Estados Unidos da América

ICHEG – International Center for the History of Electronic Games

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

MIT – Massachusetts Institute of Technology

TMT – Trail Making Test

UDK – Unreal Development Kit

UPG – Unidade de Processamento Gráfico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMÁTICA	17
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 METODOLOGIA	18
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO.....	19
2 JOGOS ELETRÔNICOS E SERIOUS GAMES	20
2.1 JOGOS ELETRÔNICOS.....	21
2.1.1 Jogos Pioneiros	21
2.1.2 Fliperamas (Arcades).....	22
2.1.3 <i>Consoles</i>	23
2.2 ESTRUTURA E FINALIDADE DOS JOGOS ELETRÔNICOS	26
2.3 SERIOUS GAMES	28
2.3.2 Componentes dos <i>serious games</i>	30
2.3.3 Utilização de Serious Games	32
3. APRESENTAÇÃO DO JOGO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	38
3.1 APRESENTAÇÃO DO JOGO	38
3.1.2 Telas de Suporte ao Jogo	38
3.1.2 Fases do Jogo	40
3.1.2 Modelo de Dados	42
3.2 TECNOLOGIA UTILIZADA NO DESENVOLVIMENTO	42
3.2.1 Microsoft KINECT®	43
3.2.2 Microsoft XNA	45
3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

No mundo atual, não são difíceis as ocorrências de lesões causadas por uma série de motivos, tais como esforços repetitivos, acidentes e problemas vasculares. Isto conduz à uma série de problemas locomotores e psicológicos afetando a saúde do ser humano.

A saúde, segundo Wattasontorn (2013), é uma das questões que mais afetam as pessoas no mundo inteiro, desde crianças até idosos. A saúde é uma necessidade básica da população mundial e deve ser tratada com prioridade por todos.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2013) (do inglês *World Health Organization*), pode se definir saúde como “o completo estado de bem-estar físico, mental e social, e não simplesmente a ausência de enfermidade”, ou seja, ela é entendida como a composição de vários fatores, visando atingir um estado de bem-estar completo. Preconiza assim que saúde não é somente o bem-estar do corpo físico, e sim, um conjunto de fatores aliados, tanto mentais quanto físicos.

Dentre os fatores estabelecidos pela OMS para se ter um estado saudável, encontra-se o bem-estar físico. Este engloba a necessidade de um corpo saudável e sem injúrias, sendo que muitas vezes, é necessário que haja um processo de readaptação locomotora, chamado de processo de reabilitação, para que seja alcançada a recuperação do corpo. Este processo é trabalhado pelos profissionais da Fisioterapia.

O Conselho Federal de Fisioterapia (COFFITO, 2013), define Fisioterapia como uma ciência da saúde que estuda, previne e trata os distúrbios cinéticos funcionais intercorrentes em órgãos e sistemas do corpo humano, gerados por traumas, alterações genéticas e por doenças adquiridas. Segundo Oliveira (2013), a Fisioterapia em geral, preconiza um atendimento individualizado, gradativo e extenso voltado a reabilitação e/ou condicionamento físico. Sendo que para realizar os tratamentos é necessário que haja o acompanhamento do profissional (SAPOSNIK et al., 2012).

A reabilitação é conhecida como especialidade médica há cerca de 60 anos, sendo a mesma impulsionada pela segunda Guerra Mundial, devido ao grande número de jovens que precisavam de cuidados devido às mutilações sofridas pelos ataques (AMORIM, 2010). A reabilitação enquanto especialidade da área da Saúde, visa desenvolver o potencial locomotor e prover uma reintegração social ao indivíduo lesionado.

Infelizmente, devido à grande repetitividade de exercícios aliado ao grande período de submissão ao tratamento, acaba-se por promover a

desistência de pacientes, devido principalmente a falta de motivação e aborrecimento causado pela repetição procedimental (MENDONÇA & GUERRA, 2004). Conforme Mejia-Downs et al. (2011), a recomendação para adultos é de um mínimo de 150 minutos de exercícios físicos por semana, redefinida para cada situação.

Estes fatores promovem desafios para a área da Saúde, mas também geram oportunidades na elaboração e desenvolvimento de meios alternativos e/ou complementares aos comumente aplicados. Neste sentido, problemas cardíacos, respiratórios e principalmente locomotores podem se utilizar da tecnologia de jogos como forma de tratamento envolvendo a reabilitação e o condicionamento físico para pessoas com problemas nas funções motoras ou cognitivo-motoras.

Segundo Huizinga (1995), um jogo é um desafio físico ou mental, com um objetivo, jogado através de uma série de regras impostas por quem desenvolveu o mesmo. Deste modo, estabelece o que o jogador pode ou não pode fazer dentro do jogo.

Frequentemente, os jogos eletrônicos possuem uma má qualificação perante a sociedade. Normalmente é compreendido que os jogos eletrônicos são uma forma que causa vício e não traz benefício algum à quem o está jogando. Segundo Sawyer (2008), o pensamento convencional alega que os jogos eletrônicos não oferecem benefício algum para a educação, são uma perda de tempo e prejudicam a saúde.

Janarthanan (2012) afirma que todo o jogo disponibilizado possui algum objetivo. Entre eles estão os de entreter, produzir, ensinar, motivar, socializar, comunicar ou educar diferentes culturas. O jogador (também chamado de *gamer*) é exposto a diferentes tipos de jogos que podem ser caracterizados como: jogos casuais, jogos sérios e *advergames* (jogos de advertência).

Em geral jogos voltados a algum tipo de aprendizado são caracterizados como Jogos Sérios (*Serious Games*). Apesar de não haver uma definição correta para o termo, é entendido que os jogos sérios são utilizados para promover algo além do mero entretenimento, podendo ser aplicado nas mais diversas áreas (WATTANASOONTORN et al., 2013).

Os jogos sérios são usados para uma série de áreas. Entre essas áreas estão a educação, pesquisa científica, treinamento militar e saúde. Jogos sérios para a saúde (*Serious Games for Health*) são jogos com foco no cuidado do tratamento da saúde e na preservação do corpo e da mente do ser humano (FUCHSLOCHER; NIESENHAUS; KRÄMER, 2011). Como exemplo de Jogos Sérios de destaque estão o *SimCity*, o *Civilization* e o *Hidden Agenda* (JANARTHANAN, 2012).

De acordo com Janarthanan (2012), os jogos sérios são usados basicamente para garantir uma saúde melhor e um bom ambiente educacional. Eles também são uma ferramenta para auxiliar nas áreas já citadas anteriormente. Em uma ideia genérica, os jogos sérios são utilizados essencialmente para algum tipo de aprendizagem.

Diferentemente dos *video games* tradicionais, em que o controle ocorre através de botões, os *video games* voltados para a saúde requerem uma série de exercícios que se deve realizar para completar o objetivo do jogo (SMITH, 2009). Estes exercícios são tanto mentais quanto físicos, dependendo da condição física do paciente.

Atualmente, os desenvolvedores de jogos sérios vem atuando intensamente. Segundo Janarthanan(2012), a mesma cresce constantemente e representa uma oportunidade nova e significativa para os desenvolvedores de jogos e as empresas provedoras de tecnologias interativas. Lange et al. (2010) alegam que o uso de jogos interativos como uma ferramenta terapêutica, tanto para a realização de tratamentos mentais, quanto para tratamentos físicos vem crescendo na área da saúde, sendo que a mesma ainda é muito carente na questão da quantidade e qualidade de jogos.

O uso de jogos para tratamentos de saúde é uma ótima alternativa para a área, uma vez que, conforme Laver et al. (2011), os jogos são acessíveis e confortáveis, podendo ser usados em uma grande quantidade de ambientes, como em casas, em clínicas e até mesmo em escritórios. Além do mais, eles provêm uma integração social entre pessoas de gerações diferentes, uma vez que os jogos tem a capacidade de atrair pessoas das mais variadas faixas etárias.

Corrêa (2008) afirma que os jogos trazem uma nova estruturação do mundo do entretenimento, da informação e da educação. Eles envolvem, seduzem e divertem, produzindo uma nova forma comunicacional, onde a atenção tanto de adultos, quanto a de jovens, pode ser mais facilmente conseguida.

Conforme afirma Smith et al. (2009), com a utilização de jogos para o processo de reabilitação física é possível que médicos acompanhem o tratamento do paciente a distância.

Uma grande vantagem de jogos voltados a reabilitação é a utilização da realidade virtual e da realidade aumentada como formas de interação do jogo com o paciente. O termo Realidade Virtual (RV) é bem descrito por Montero & Zanchet (2003), onde define a mesma como uma maneira de “definir os mundos virtuais desenvolvidos com o uso de alta tecnologia para convencer o usuário que ele se encontra em outra realidade”. Sendo assim, pode-se dizer que é uma interface

humano-computador, onde ocorre a simulação de um ambiente real, utilizando imagens virtuais para o mesmo.

Segundo Machado et al. (2011), a RV consiste em três conceitos fundamentais: interação, imersão e envolvimento. A interação se baseia em uma forma de permitir com que o jogador possa sentir-se parte do ambiente. Para isso, podem ser utilizados aparelhos de captura de movimentos para uma interação natural. A imersão consiste em fazer com que o usuário se sinta presente no ambiente tridimensional. O envolvimento consiste em fazer com que o paciente tenha motivação para completar determinada atividade estabelecida.

Por outro lado, a Realidade Aumentada (RA) trabalha com o uso de objetos virtuais envolvidos no meio real, ou seja, trabalha com ambientes virtuais e reais, permitindo uma mistura do ambiente para o jogo, fazendo o jogador se sentir mais confortável e identificado (BARTOLOMÉ; ZORRILLA; ZAPIRAIN, 2011).

Atualmente, existe a possibilidade de se utilizar várias ferramentas e dispositivos, já disponibilizados no mercado, para a utilização de jogos em processos de reabilitação. Entre essas ferramentas estão o Joystick do Nintendo® Wii, o sensor Kinect® do Microsoft® Xbox 360®, o Xbox One®, o Windows OS®, o Sony EyeToy® para Playstation 3® e Playstation 4®, entre outros.

O Kinect® é um aparelho capaz de detectar o movimento de diversas partes do corpo humano. Com ele, é possível que os movimentos detectados para um jogo, possam ser utilizados em prol da reabilitação do paciente, além de motivar o paciente para a não desistência do tratamento. Para o desenvolvimento deste trabalho se utilizou o Kinect®. O mesmo será melhor descrito no Capítulo 3.

1.1 PROBLEMÁTICA

A partir do contexto declarado na seção anterior os tratamentos de reabilitação, realizados por profissionais da área da saúde, mais especificamente da fisioterapia, são individualizados, gradativos e extensos. Sendo assim, procura-se uma maneira de permitir que tratamentos sejam realizados com sucesso utilizando-se formas alternativas para o mesmo.

Entre essas possíveis alternativas está a utilização de jogos para o tratamento da reabilitação, sendo que o jogo possui, além do objetivo de entreter, o objetivo de motivar o jogador, uma vez que o mesmo possui objetivos dentro do jogo.

De modo geral os jogos podem ser vistos como uma ferramenta capaz de unir o entretenimento com a capacidade de reabilitação de um processo tradicional, criando-se assim maneiras de tratar lesões que podem conduzir a resultados mais satisfatórios e em menos tempo.

Neste sentido, considerando a capacidade de integração entre jogos com o processo de reabilitação, tem-se o seguinte problema de pesquisa: “Como propor um ambiente de jogo com fins terapêuticos que possibilite a reabilitação e/ou condicionamento físico?”.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um ambiente de jogo terapêutico que permita analisar o desempenho no processo de reabilitação e/ou condicionamento físico.

1.2.2 Objetivos Específicos

Visando atingir o objetivo principal, alguns objetivos específicos são requeridos, entre eles:

- Levantamento da bibliografia necessária para a realização do trabalho;
- Proposição de um modelo de dados para captura dos sinais emitidos durante uma sessão de jogo;
- Desenvolvimento de um protótipo de jogo que permita a reabilitação e o condicionamento físico de pacientes;
- Aplicação do protótipo em um grupo de estudos;
- Avaliação dos resultados a partir da aplicação do protótipo e coleta dos dados.

1.3 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com base em uma pesquisa exploratória de cunho tecnológico ao propor um protótipo de jogo de aplicação prática. A metodologia de desenvolvimento deste trabalho foi dividida em cinco etapas:

Etapas 1: Análise da literatura focando nas seguintes áreas: Jogos eletrônicos e reabilitação física.

Etapa 2: Modelar uma base de dados para captura de sinais produzidos durante o jogo, tais como, erros, acertos e o tempo de realização de cada fase.

Etapa 3: Desenvolvimento do protótipo de jogo com viés terapêutico.

Etapa 4: Aplicação do jogo em um conjunto de usuários visando subsidiar análises iniciais sobre o potencial do mesmo no campo da reabilitação e/ou condicionamento físico.

Etapa 5: Avaliação dos resultados obtidos através da utilização do protótipo proposto nesse trabalho.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

O documento está dividido em quatro capítulos. No presente capítulo apresenta-se o projeto, expondo uma breve contextualização e apresentando a problemática vislumbrada, assim como os objetivos gerais e específicos.

O segundo capítulo realiza uma revisão sobre a área de jogos eletrônicos, contemplando assim, uma pesquisa sobre o surgimento dos jogos, qual a finalidade dos jogos, e como os jogos podem ser aplicados ao processo de reabilitação e condicionamento físico.

No terceiro capítulo é realizada a proposta de um protótipo de jogo voltado para o auxílio na reabilitação terapêutica e condicionamento físico. O capítulo será dividido em três partes: (a) uma descrição geral do jogo, suas fases e o modelo de dados de suporte para armazenamento das informações coletadas; (b) uma descrição dos componentes tecnológicos utilizados no jogo; e (c) uma análise inicial a partir da aplicação do jogo em um conjunto de cinco usuários.

O quarto capítulo apresenta as considerações finais e propõem os trabalhos futuros.

2 JOGOS ELETRÔNICOS E SERIOUS GAMES

Este capítulo tratará sobre jogos eletrônicos, descrevendo um histórico sobre os mesmos, quais suas finalidades, como está o mercado atual de jogos eletrônicos e como eles podem ser usados para, além de entreter, prover algum benefício para o ser humano.

Os jogos eletrônicos, considerados por muitos como apenas elementos de entretenimento, vem, na atualidade, possibilitando que sejam introduzidas formas de aprendizagem, treinamento ou proporcionando incrementos nas habilidades humanas.

Nos últimos anos, devido à capacidade de simular um voo de avião, ou até treinar soldados para a guerra, os jogos eletrônicos se tornaram objetos de estudos para várias áreas, como as de exatas e de humanas, uma vez que, eles podem criar novos espaços virtuais e as pessoas podem testar suas habilidades (TURKLE, 1997).

Segundo Clua e Bittencourt (2005), um jogo eletrônico é um sistema computacional (*software*) especial, pois deve conter vários elementos associados, entre eles: módulos de computação gráfica, inteligência artificial, multimídia, entre outros, sendo que todos estes módulos devem funcionar em perfeita harmonia.

Os jogos devem ser um *software* em tempo real, e para que isto seja possível, é necessário explorar ao máximo as capacidades físicas de um computador (CLUA; BITTENCOURT, 2005).

De modo geral, os jogos diferem em muito dos *softwares* que são comumente utilizados, em vários aspectos, entre eles: visual, textual, indicadores visuais de objetivos e facilidade de aprendizagem. Os jogos são desenvolvidos para gerar altos níveis de motivação e interação entre os jogadores (WATTERS et al., 2006).

De acordo com Huizinga (2005), um jogo é um desafio físico ou mental, com um objetivo, onde o jogador joga de acordo com uma série de regras pré estabelecidas, que determinam o que o jogador pode ou não pode fazer dentro de um jogo.

Segundo Bobany (2008, apud. GONÇALVES; FERREIRA, 2012), os jogos eletrônicos são a expressão artística dominante da nossa sociedade, visto que ele integra imagem e visualização para a interação e experiência do jogador. Kelley (1988, apud. JUUL 2003), afirma ainda que um jogo é uma forma de recreação consituída por um conjunto de regras que especificam um objeto a ser atingido e as possíveis maneiras de atingi-lo.

2.1 JOGOS ELETRÔNICOS

No início dos anos 70, com a expansão dos jogos eletrônicos, os programadores enfrentavam problemas como baixo poder de processamento, poucos *bytes* de memória para trabalhar, entre outros problemas. Todos esses fatores tornavam a atividade de programação uma atividade complexa naquela época (FLACH et al, 2012).

Além disso, os *video games* não eram programáveis, possuíam a capacidade de executar apenas um ou dois jogos, e toda a lógica era com base no hardware (FLACH et al, 2012).

2.1.1 Jogos Pioneiros

De acordo com o Centro Internacional de História dos Jogos Eletrônicos (ICHEG), o primeiro jogo eletrônico criado foi em 1940, por Edward U. Condon (ICHEG, 2011). Condon desenvolveu um computador para a Westinghouse™, empresa de energia elétrica, que executava o tradicional jogo de Nim, que consiste de 3 ou quatro fileiras de palitos, onde o jogador deve retirar um ou todos os palitos de cada fileira. Ganha o jogador que retirar o último palito.

Para maioria dos pesquisadores em jogos, Condon não foi o pioneiro dos jogos eletrônicos, visto que o jogo criado por ele não possuía alguns elementos necessários para ser caracterizado como tal (CABREIRA, 2006; BATISTA, 2007).

Em 1958, Willy Higinbotham criou um jogo de tênis em um osciloscópio, para uma demonstração pública no Laboratório Nacional de Brookhaven. A intenção principal do jogo era atrair mais colaboradores para o Laboratório. A ideia se mostrou acertada e que em pouco tempo, o jogo foi refeito em uma tela de 15 polegadas passando a se chamar *Tennis Programming* (CABREIRA, 2006).

De acordo com Nyitray (2011), o jogo consistia dos seguintes componentes:

- Um computador Systron-Donner analógico;
- Um display gráfico feito de um osciloscópio DuMont CRT com uma tela de 5 polegadas que mostrava diferentes voltagens como luz visível em um plano cartesiano;
- Uma rede eletrônica composta por resistores, transistores, capacitores, relés, entre outros componentes;

- Controles feitos com um potenciômetro, que eram utilizados para alterar a quantidade de corrente do circuito e com isso permitir os movimentos do jogo.

De acordo com Aranha (2007), o jogo se resume em rebater uma bola em linha horizontal na parte inferior da tela de um osciloscópio. Há também, uma linha vertical no centro que representa a rede. O jogo, possui duas caixas com um potenciômetro e dois botões, para que o jogo seja controlado. Os potenciômetros afetam o ângulo da bola e o botão rebate a bola de volta para o outro lado da tela.

Segundo Cabreira (2006), o jogo jamais foi patenteado, e Willy ficou mundialmente famoso pela participação no Projeto Manhattan, desenvolvedor da bomba atômica, e não por ter desenvolvido o jogo.

É certo dizer que, o *Tennis for two*, foi o principal pioneiro para os desenvolvedores de jogos, e o carro chefe para o estudo e desenvolvimento dos jogos futuros (ICHEG, 2011).

Em 1962, Steve Russel, estudante do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), desenvolveu o *SpaceWar!*, considerado o primeiro jogo eletrônico propriamente dito (CLUA; BITTENCOURT, 2006). De acordo com Cabreira (2006), o jogo foi desenvolvido com o intuito de apresentar a capacidade de um computador. O jogo ocupava uma mesa inteira e custava 120 (cento e vinte) mil dólares.

Em 1972, Nolan Bushnell criou o *Computer Space*, popularizando assim as experiências lúdicas com jogos computacionais. Nolan Bushnell também foi responsável pela criação da Atari, maior empresa de entretenimento eletrônico na época (CLUA; BITTENCOURT, 2006).

No mesmo ano da criação da Atari, Ralf Baer, desenvolveu o primeiro console de *video game*. Primeiramente, voltado para treinamento de soldados e depois readaptado para o uso doméstico. O *video game* foi chamado de *Odyssey 100* e foi fabricado pela subsidiária da Philips, a Magnavox, onde trazia 12 jogos e chegou a vender mais de cem mil unidades (CLUA; BITTENCOURT, 2006; CABREIRA, 2006).

2.1.2 Fliperamas (Arcades)

Os arcades, popularmente conhecidos como fliperamas, são máquinas operadas por fichas ou moedas. Foram um grande sucesso nas décadas de 70 e 80. O primeiro grande sucesso dos fliperamas tratava-se do Atari PONG (Clua & Bittencourt, 2006) acusado de plagiar o

Odyssey 100. Após isso o Atari foi plagiado por inúmeras outras empresas (CLUA; BITTENCOURT, 2006).

A Atari continuou por muitos anos sendo a grande empresa de entretenimento eletrônico, focando sua produção em fliperamas. Dentre os grandes clássicos do Atari na época dos fliperamas podemos destacar alguns jogos, entre eles: O Atari Asteroids em 1979 e o Night Driver em 1976.

A Taito, em 1980, lançou o mundialmente conhecido Pac-Man, com o intuito de atrair o público feminino. O jogo conquistou a mídia Japonesa e provocou uma crise inflacionária no Japão. O jogo foi um dos responsáveis pelo fechamento do mercado, uma vez que a Atari, compradora dos direitos do jogo, produziu muitos mais jogos do que foi realmente vendido (CLUA; BITTENCOURT, 2006).

Em 1981, a Nintendo entra no mundo dos jogos e lança o seu personagem mundialmente famoso, Mario, no jogo *Donkey Kong*. Marca também a estreia de Shigeru Miyamoto, conhecido como o maior designer de jogos de todos os tempos, no mundo dos games eletrônicos (CLUA; BITTENCOURT, 2006).

Já na década de 90, a Capcom® inovou no mundo dos games, lançando o *Street Fighter II*, em 1991, onde foi utilizado o modelo de animação por *sprites* (CLUA; BITTENCOURT, 2006). Sprites são imagens bidimensionais, sobrepostas umas sobre as outras, onde é possível que se crie a imagem de cenários ou uma ambientação mais realista de um jogo.

Em 1992, a Acclaim® lançou o *Mortal Kombat*, como forma de combater o sucesso causado pelo *Street Fighter*. O jogo é conhecido por seu alto realismo em frente aos outros da mesma época. Segundo Clua e Bittencourt (2005), o jogo era baseado em captura de movimentos e digitalização subsequente. As animações das imagens eram digitalizadas, usando atores e programadas para a ação. O jogo era tão violento que preocupou o Senado norte-americano em 1993, sendo feito uma pesquisa para saber qual o impacto desses jogos na vida das pessoas, buscando uma futura proibição do seu lançamento e de sua circulação. Porém, o máximo que se conseguiu foi uma indicação de faixa etária para os jogos (BATISTA et al, 2007; CABREIRA, 2006).

2.1.3 Consoles

O primeiro *console* criado foi o Odyssey 100, sendo este um *console* compatível com as televisões da empresa Magnavox®. O sucesso do *video game* foi tão grande que ele vendeu mais de 100 (cem)

mil consoles (BATISTA, 2007). O *video game*, no entanto, não conseguia trazer muito realismo aos jogos, o que acabou tornando-o obsoleto (CABREIRA, 2006).

A primeira, segunda, terceira e a quarta geração de *consoles* se caracterizaram muito por jogos não programáveis, onde para se ter acesso a um jogo novo, era necessário somente trocar o cartucho, o que acabou facilitando muito a vida dos usuários e dos programadores.

Importante salientar que na quarta geração, ocorreu o desenvolvimento de dois dos consoles mais vendidos de todos os tempos: o Super Nintendo Entertainment System® e o Mega-Drive®, sendo os dois, os primeiros *consoles* de 16 bits da história.

Segundo Bresciani (2001; apud. BATISTA 2007), no Mega-Drive®, devido aos 16 bits implementados e com o aumento de memória, os personagens se tornaram muito distintos e a exploração do ambiente se tornou muito mais dinâmica, cativante e complexa, melhorando também, a qualidade gráfica e sonora.

O *Mega-Drive®*, desenvolvido pela Sega®, possuía um processador Motorola 68000, sendo considerado o “melhor e mais poderoso *video game* da época”. Muitos duvidavam que alguém conseguiria superar o sucesso desse *video game*, principalmente nos Estados Unidos (BATISTA, 2007; CABREIRA, 2006).

Entretanto, em 1990, a Nintendo® lançou o Super Nintendo Entertainment System (SNES)®, conhecido por muitos como Super Famicom® ou apenas Super Nintendo®.

O Super Nintendo® possuía muito mais capacidade do que o Mega Drive® em vários fatores, entretanto, perdia em alguns outros principalmente voltados ao desempenho dificultando assim a criação de jogos com um bom realismo. (SOUZA e ROCHA, 2005). O que não fez com que o Super Nintendo ficasse para trás no mercado.

A Nintendo® trouxe todos os seus famosos jogos para o novo console, apostando em uma revalorização dos jogos já apresentados pela companhia (CLUA; BITTENCOURT, 2005). Isto permitiu que, em 1990, o *Super Mario World 3*, considerado o jogo mais vendido de todos os tempos, fosse desenvolvido (CABREIRA, 2007).

Devido ao grande sucesso do jogo *Mario* e de seus outros nomes conhecidos, o SNES teve vendas extraordinárias, e obteve o topo do mercado de consoles (CLUA; BITTENCOURT, 2005).

Na quinta geração de *consoles*, passou-se a usar as mídias digitais, tais como CDs, na reprodução de jogos, devido à grande quantidade de dados necessários para que o jogo fosse mais bem

desenvolvido e com um aspecto mais realista. É a geração que passou a utilizar 32 bits no processamento.

Ressalta-se que, na quinta geração, ocorreu a criação do Playstation® da Sony® que vendeu mais de 1 (um) milhão de unidades em um verão (CABREIRA, 2006). O Playstation® era líder de mercado no mundo, e era suportado por várias empresas desenvolvedoras de games mundialmente conhecidas, entre elas a Square®, desenvolvedora do *Final Fantasy*®. Em geral os jogos eram desenvolvidos em C/C++ (BATISTA, 2007).

A sexta geração de consoles foi marcada pelo lançamento do Sega Dreamcast®, o primeiro console que permitia jogos *online*. Em março de 2000, foi lançado o sucessor do Playstation®, o Playstation 2® (PS2). O Playstation® aceitava uma retrocompatibilidade com os jogos do PS1, ou seja, todos os jogos que rodavam no PS1 rodavam no PS2, o que na época, o caracterizava como um console com muitos títulos de jogos (CLUA e BITTENCOURT, 2005).

O *console*, além de executar jogos, executava também DVDs de filmes e era capaz de ler arquivos de música. Era considerado inovador para o seu tempo e foi por muitos anos referência em termos de qualidade. É considerado um dos *consoles* mais vendido de todos os tempos.

Em 2002, a Microsoft® entra no mercado de vídeo games e lança o console Xbox®. Este era baseado em uma tecnologia que facilitava a comunicação entre o sistema operacional Windows® e o console, tornando mais fácil a adaptação de jogos para o console (CLUA; BITTENCOURT, 2005).

A Sétima Geração é marcada principalmente pelo grande uso de jogos onlines e o modo de interação entre os seus diferentes usuários.

O Xbox 360®, sucessor do Xbox®, foi lançado em 2005 e possuía uma grande capacidade de processamento para a época capaz de realizar cálculos matemáticos complexos e paralelos sem sobrecarregar o processador ou o sistema (BATISTA, 2007).

Em 11 de novembro de 2006, foi lançado pela Sony® o Playstation 3®. O *console* vinha com um sistema operacional instalado o que possibilitava diversas otimizações de processamento. No seu lançamento, as configurações variavam muito dependendo do preço. O modelo topo de linha vinha com 80 *Gigabyte* (GB) de armazenamento e suporte para redes Wi-Fi. O Playstation 3® suporta *dual-booting*, permitindo a instalação de outro sistema operacional, como o Linux (PERELMAN, PING, WEIFENG; 2009). O Playstation 3® utiliza a

tecnologia Blu-Ray®, que é superior ao tipo de mídia DVD, usado pelo Xbox 360.

Tanto o Xbox 360® como o Playstation 3® permitiram o uso de imagens de alta resolução em seus jogos, por exemplo, 720p e 1080p. Eles também permitiram a adaptação de sensores de movimento ao usuário, que proporciona maior interface e

Por fim, a oitava geração marca o lançamento de dois *consoles*, o Xbox® e o Playstation®, sendo agora intitulados de Xbox One® e Playstation 4® (PS4), respectivamente.

De acordo com a Sony®, o Playstation 4® possui um processador AMD Jaguar com 8 núcleos e uma placa de vídeo com 1.84 TFLOPS da AMD, com memória GDDR 5 de 8 GB. Isto possibilita uma melhor qualidade visual, sonora e de processamento aos jogos. O PS4, assim como os seus antecessores, possui suporte à internet, portas USBs, saída HDMI, entre outras funcionalidades (SONY, 2014).

O Xbox One®, segundo a Microsoft, possui um processador x86 de oito núcleos, memória de 8GB de RAM e 500GB de disco de armazenamento, no modelo padrão. Juntamente com o Xbox One®, vem o novo Kinect®, capaz de capturar de forma muito mais precisa os movimentos se comparado ao seu antecessor (MICROSFT, 2014).

Os *video games* da nova geração são conhecidos também como *video games* com alta capacidade de interação, como por exemplo, o Xbox One®. Neste sentido, os *video games* da nova geração vão além do mero jogo, podendo ser entendidos como central multimídia.

Atualmente, as duas empresas, Microsoft® e Sony®, lideram o mercado de consoles, tendo a Nintendo® e o Nintendo Wii® como concorrente paralelo.

2.2 ESTRUTURA E FINALIDADE DOS JOGOS ELETRÔNICOS

Segundo Hunicke (2004; apud. GONÇALVES; FERREIRA, 2012), um jogo possui três componentes essenciais: regras, sistema e diversão. Um *framework*, de acordo com o autor traduz esses componentes em três partes: mecânicas, dinamismo e estética.

Os componentes da mecânica permitem ao jogador que o mesmo controle o jogo. As dinâmicas são responsáveis pelo comportamento do jogo depois da entrada do jogador e as saídas referentes a mesma, criando uma experiência estética. A estética representa os componentes responsáveis pelas respostas emocionais que o jogador tem durante o período de interação com o jogo.

Segundo Gonçalves e Ferreira (2012), um jogo necessita de elementos compartilhados para serem caracterizados como tal. Esses elementos compartilhados definem exatamente cada tipo de jogo e qual o seu gênero.

Juul (2003) assume que uma boa definição de jogo eletrônico descreve no mínimo três coisas: o jogo, que é o conjunto de definições criadas juntamente com as regras, o jogador, que define a relação entre o mesmo e o jogo, e o mundo, que é a relação do jogador com o resto do mundo. Por sua vez Wattanasoontorn (2013), alega que os jogos eletrônicos podem ser especificados desde que contenham 4 (quatro) componentes diferentes: as regras, os desafios, a interação e o objetivo do jogo.

As regras definem o jogo como o caminho a ser seguido, ou programado, que conectam o jogador ao jogo, ditando o que pode ser feito em determinada situação. Sendo assim, as regras descrevem o jogo como um sistema formal. Precisam ser suficientemente bem definidas, uma vez que é necessário que o jogo tenha uma continuidade, ou fluidez, sem que haja a necessidade de o jogador ficar se perguntando como funciona cada vez que interage com o jogo (JUUL, 2003).

Os desafios, consistem em criar diferentes níveis de dificuldades do jogo em prol de encorajar e motivar o jogador a gastar mais tempo com o jogo.

A interação, representa a maneira de como o jogador se comunica com o jogo. A interação refere-se a qualquer ação feita pelo jogador para começar alguma atividade. A interação pode ser visual, auditiva, física, dialogal, entre outras. As diferentes formas de interação são definidas possíveis pelos diferentes acessórios compatíveis com o sistema.

Os objetivos são definidos como o comportamento que uma ação ou uma série de ações, realiza para que os mesmos sejam atingidos. Wattanasoontorn (2013) divide os objetivos em dois tipos: objetivos explícitos e objetivos implícitos.

Os objetivos explícitos podem ser definidos como o mero entretenimento de quem está jogando, natureza de qualquer jogo. Os objetivos implícitos incluem habilidades e capacidades, visando a obtenção de conhecimento ou aquisição de experiência.

Um jogo pode ter mais de um objetivo. Segundo Wattanasoontorn (2013), por exemplo, um jogo voltado para a saúde pode não só tratar como também recuperar algum paciente debilitado. Ainda, há a possibilidade de incluir tanto o objetivo implícito como explícito em determinados jogos, o que seria a principal ideia de jogos

com intuito mais sérios (do inglês *serious game* discutidos na próxima seção).

Além de todos os elementos citados, um jogo precisa de um gênero, que categoriza o video game baseado no seu gameplay (WATTANASOONTORN, 2013). O Gameplay de um jogo consiste em todo o ambiente de jogo, desde as missões realizadas às habilidades que o personagem conseguiu ou adquiriu.

Alguns dos gêneros existentes são: Aventura, que envolve exploração e interação com o ambiente; Esportes, que simulam, ou emulam, alguns tipos de esportes como Basquetebol, Futebol, Vôlei, etc; Estratégia, onde os jogadores necessitam de algumas táticas e sagacidade para alcançar as metas; Exergames, jogos que fazem o jogador utilizar o corpo humano através de sensores, incentivando o jogador a se exercitar; Ação, onde os jogadores são expostos a situações de bom reflexo, boa coordenação e ações limitadas por tempo; Role Playing Games, onde os jogadores possuem avatares com habilidades baseadas em estatísticas; entre outros (WATTANASOONTORN, 2013).

Wattanasoontorn (2013) também afirma que os jogos podem ser *Single-player* ou *Multi-player*. *Single-player* envolve apenas um jogador, interagindo com um ambiente virtual. Já o *Multi-player*, envolve mais de um jogador, podendo os mesmos estarem no mesmo ambiente ou jogando via rede em lugares geograficamente distribuídos.

Conforme um jogo é executado e jogado, o jogador cria uma espécie de metadados sobre o jogo, o que chama-se metagame, que é um conjunto de informações sobre o jogo, como termos padronizados, estratégias comuns, modos de lidar com algumas situações entre outros. O metagame auxilia tanto na *feedback* quanto na estratégia que pode ser utilizada pelo jogador em jogadas posteriores. Com o metagame, é possível que o jogador evolua dentro do jogo, aprendendo as maneiras mais fáceis de realizar determinadas tarefas dentro do jogo, bem como aprender os controles corretos para qualquer ação presente no mesmo. O metagame é diferente para cada jogador, uma vez que os jogadores possuem estilos e comportamentos diferentes dentro de cada jogo (SATO, 2011).

2.3 SERIOUS GAMES

O termo *serious games* está se tornando extremamente popular hoje em dia, embora não haja uma definição clara sobre o mesmo. Em um aspecto geral, pode-se considerar *serious games* aqueles jogos que além do mero entretenimento, visa um objetivo que beneficie o ser

humano em alguma área, como saúde, educação, integração social, treino para as forças armadas, entre outros.

O termo “serious game” foi originalmente utilizado nos anos 70, referindo-se ao aprendizado predominantemente através de jogos com pranchas e cartas. Esse termo avançou com o apoio da tecnologia e atualmente formou-se um conceito que categoriza os *serious games* como uma mídia interativa que proporciona algum tipo de benefício além da satisfação (BIRCHALL; GATZIDIS, 2011). Um exemplo é o *Atari Puffer* desenvolvido em 1982 como o primeiro *exergame* usando um ergômetro para controlar os jogos no Atari 2600®, porém, o mesmo não foi lançado (GÖBEL et al., 2010).

De acordo com Machado (2011), o termo serious games passou a ser utilizado para identificar os jogos com um propósito específico. Jogos que oferecem além da idéia de entretenimento, uma forma de aprendizado e treinamento. Zyda (2005) define os *serious games* como “um desafio mental, jogado com o computador de acordo com regras específicas, que usam entretenimento para treinamento, educação, saúde, políticas públicas, e comunicações estratégicas objetivas”.

A principal idéia de um serious games, conforme afirma Watters et al. (2006), é fazer com que o foco de um jogo, que é puramente entretenimento, possa ser usado em auxílio a outros contextos em que valores como motivação própria, aprendizado, prática de habilidades possam ser utilizados para diferentes ambientes e experiências.

Rego (2010) afirma que os jogos devem possuir um propósito mais relevante do que simples proporcionadores de entretenimento, eles devem, além de entreter, trazer benefícios, caso que já é realizado muitas vezes em livros, filmes e na televisão (MICHAEL; CHEN, 2006), afirmam que os serious games não possuem o entretenimento, agradabilidade ou diversão como seu propósito principal.

Segundo Côrrea (2008), os jogos educativos exploram diversas atividades do ser humano, apresentando diversos tipos de desafios que estimulam uma série de funções cognitivas básicas, como atenção, concentração e memória. Os jogos tem trazido uma estruturação do mundo do conhecimento, uma vez que envolvem, seduzem e divertem, gerando um contexto comunicacional.

Em conformidade com Rego (2010), os *serious games* vêm sendo uma área de pesquisa crescente devido aos avanços realizados em jogos, à computação gráfica e ao grande sucesso atual dos jogos. Os jogos estão se tornando muito populares e estão sendo jogados por pessoas que normalmente não tinham alguma relação com os mesmos. Um

exmplo disso é o uso do Nintendo Wii® em grupos familiares, atingindo pais, avós, filhos, entre outros.

Rego (2010) ainda afirma que, o campo de pesquisa relativo aos *serious games* vem crescendo exponencialmente, o que pode ser comprovado mediante a grande quantidade de seminários e palestras realizadas, principalmente, na década passada. Em 2009, o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) organizou a primeira conferência específica para *serious games*: a VS-GAMES'09, que é a Conferência Internacional em Jogos e Mundos Virtuais para Aplicações Sérias, no Instituto Serious Games no Reino Unido.

Segundo Birchall e Gatzidis (2011), os *serious games* se tornaram algo tão grandioso, que atualmente movimentam algo em torno de \$200 a \$400 milhões apenas nos EUA.

Os *serious games* podem ser de qualquer gênero e usados em qualquer plataforma ou mesmo utilizar qualquer tipo de tecnologia, desde que alcance seus fins.

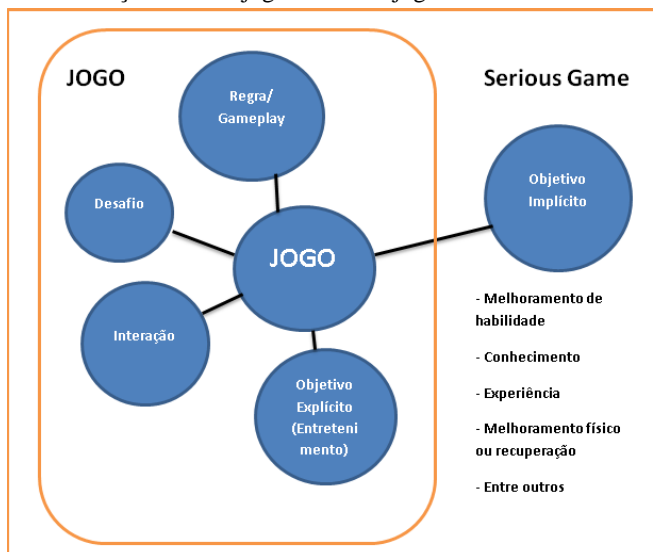
2.3.2 Componentes dos *serious games*

De acordo com Machado (2011), o estímulo das funções cognitivas, a motivação e a possibilidade de construção de novos conhecimentos são alguns dos elementos que compõem um *serious game*. Devido ao fato de se tratar de uma aplicação com um propósito próprio, é necessário que haja a participação de especialistas da área no projeto, relativo ao conteúdo em enfoque no jogo. Dessa forma, é necessário que haja um médico para um *serious game* voltado pra saúde, um professor para um voltado para a educação e assim por diante.

A criação de um *serious game* envolve diversos processos, tecnologias e especialistas. De acordo com Wattanasoontorn (2013), um jogo deve conter especialistas em diversas áreas como programação, pesquisa, testadores, animadores, entre outros. O tempo despendido no processo de construção de um jogo desta natureza deve ser dividido tanto para a estruturação do jogo como para o desenvolvimento do objetivo a ser alcançado.

A Figura 1 mostra os elementos necessários que um *serious game* deve possuir. Pode-se observar que diferente dos jogos comuns, os dessa classe de jogo possui um objetivo implícito que, dependendo do contexto, é o objetivo social a ser alcançado.

Figura 1 – Diferença entre um jogo comum e jogos sérios.



Fonte: Adaptado de Wattanasoontorn (2013).

Wattanasoontorn (2013) alega que para se criar um *serious game* o desenvolvedor deve determinar as ferramentas, as tecnologias e o conteúdo a ser usado no jogo.

As ferramentas compreendem três grupos principais que trabalham conjuntamente: a o motor do jogo, o banco de dados e o design das aplicações. Primeiramente, todos as artes do jogo devem ser criadas, podendo-se usar ferramentas como Maya 3D®, Zbrush® ou Adobe Illustrator®. O banco de dados mantém toda a informação e os dados requeridos pela plataforma, incluindo a informação do jogador, o placar, o objeto do jogo, a animação entre outros. O motor do jogo é a parte mais importante, e contém o código específico que controla como o sistema de cada jogo vai operar. Quando a aplicação é lançada, o motor define o que a interface gráfica do usuário vai mostrar apresentar para este. Também define o tipo de regra que determina as condições de vitória. Quando o jogador faz um movimento, o motor percebe esse movimento, processa o movimento e promove a saída. Se as condições de vitória foram satisfeitas, a interface apropriada é apresentada e a pontuação do jogador é gravada para uma futura referência (WATTANASOONTORN, 2013).

O conteúdo pode ser compreendido como a informação que será entregue aos jogadores enquanto o jogo é executado. O conteúdo é provido de acordo com o objetivo do jogo.

A tecnologia se refere ao conjunto de conhecimentos combinados com a criação e o uso das maneiras técnicas e suas interrelações com a vida, a sociedade e o ambiente. Nesse contexto, é possível abordar duas tecnologias muito presentes, que são a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada.

Segundo Wattanasoontorn (2013), a Realidade Virtual refere-se à ambientes computacionais que podem simular presenças físicas em locais inspirados tanto no mundo real como em mundos imaginários. É comumente associada a tecnologia imersiva que provê a percepção de ambientes reais através de técnicas como a holografia, óculos de imersão virtual, entre outros.

Rego (2010), afirma que a Realidade Virtual está sendo fortemente usada no tratamento de reabilitação na última década, e pacientes lesionados são o principal foco dessa aplicação.

De acordo com Lin et al. (2011), a Realidade Aumentada é a extensão da Realidade Virtual. Ela utiliza uma forma tradicional de reconhecimento e permite que algumas informações sejam marcadas em alguns objetos para alcançar efeitos aumentados. Pode-se dizer que a Realidade Aumentada é uma forma de combinar uma apresentação de realidade com virtualidade. O maior propósito de utilizar essa técnica é permitir que os usuários interajam entre o mundo real e o mundo virtual.

A Realidade Aumentada hoje em dia é utilizada em diversas áreas, entre elas estão: treinamento militar, educação e saúde. Na área da educação, a combinação de *e-books* deixa o ensino muito mais interessante e atrai um número significativo de interessados em aprender o que estão neles. Na área da saúde, a realidade aumentada é vem sendo aplicada utilizando o conceito de em terceira dimensão (3D). No entanto, é possível descobrir uma série de *serious games* utilizados para o tratamento da reabilitação. Um *serious games* pode fazer com que o usuário utilize o seu corpo e faça movimentos específicos para auxiliar em tratamentos que visem a reabilitação (LIN, 2011).

2.3.3 Utilização de Serious Games

a.1) Uso dos Serious Games na Saúde

Atualmente, o uso da tecnologia na área da saúde vem ganhando destaque. Dois exemplos bastante interessantes nessa área são o uso de

tecnologia para a reabilitação física e cirurgias realizadas via alguma forma tecnológica.

Os jogos voltados para a saúde tem um estilo diferente dos jogos comerciais jogados em consoles tradicionais, como o Xbox® e o Playstation®, principalmente nos movimentos aplicados e na recompensa trazida pelo jogo (JANARTHANAN, 2012).

Segundo Smith et al. (2009), o uso de jogos com exercícios físicos requer que o jogador use uma série de movimentos físicos para a interação com o jogo, podendo a mesma ser utilizada como uma forma de exercício físico. Os programadores de *serious games* para a saúde, devem ter em mente que além do benefício trazido pelo jogo, deve haver o entretenimento, uma vez que o jogo deve prender a atenção do usuário (JANARTHANAN, 2012).

A atenção necessária para se jogar o jogo, pode distrair um paciente da sensação de dor. Distrações que são produzidas através do jogo são uma forma de melhorar o tratamento de crianças ou adultos que possuem algum tipo de lesão ou mesmo uma doença (JANARTHANAN, 2012).

Segundo Smith et al. (2009), os *serious games* na área da saúde já estão sendo utilizados em uma série de contextos, entre eles: treinamento de cirurgias, reabilitação, tratamento da dor, obesidade juvenil e tratamento do câncer e diabetes. O autor ainda afirma que a maioria dos resultados é positiva em ambas as áreas, porém existe a necessidade de mais testes para verificar a real capacidade desse instrumento.

Segundo Wattanasoontorn (2013), essa classe de jogo pode ser voltada para pacientes ou não pacientes. Os jogos voltados para pacientes podem ser classificados em cinco tipos:

- 1) Monitoramento de saúde: visa monitorar o paciente analisando seus sinais vitais;
- 2) Detecção de sintomas: objetiva o uso de jogos para analisar se o paciente possui alguma doença que não é claramente visível;
- 3) Tratamento ou terapia: usado para tratar algum problema de saúde;
- 4) Reabilitação: usado para restaurar algum movimento físico ou perda de habilidade devido a alguma lesão;
- 5) Educação: usado para auxiliar os pacientes no seu dia-a-dia, ensinando-os como devem agir para possuírem uma vida saudável.

Já os jogos para não pacientes podem ser classificados em três tipos:

- 1) Saúde e bem-estar: usados para auxiliar os profissionais a terem um estado de vida mais saudável e saberem como se relacionar com outros profissionais que trabalham a sua volta;
- 2) Treinamento e simulação para profissionais: utilizados para simular operações cotidianas do dia-a-dia do profissional, fazendo com que ele pratique e aprenda;
- 3) Treinamento e simulação para não profissionais: usados por pessoas comuns para melhorar sua condição de vida e sua saúde.

Os jogos voltados para a reabilitação tiveram um grande crescimento com o lançamento do *console* Nintendo Wii® no mercado, o que abriu a possibilidade de tratamento pessoas nas mais variadas idades (SMITH et al., 2009). A expectativa da utilização de jogos voltados a área da saúde é que as pessoas tenham uma maneira de serem tratadas sem que haja a necessidade de passar pelo tratamento cansativo de um processo fisioterápico comum.

Laver (2011) afirma que uma das principais vantagens de se usar os *games* na saúde é a fácil acessibilidade que o paciente poderá ter em usá-lo. O jogo pode ser jogado em uma grande quantidade de ambientes, como escritório, casa, clínica, entre outros. Outro fator importante para o autor é a interação social que o jogo pode promover entre pessoas de diferentes gerações, fornecendo assim uma proximidade familiar entre o paciente e demais familiares.

Segundo Sawyer (2008), o uso de jogos na saúde é importante devido a 5 motivos. O primeiro é que o mercado possui um grande histórico de pesquisa em realidade virtual, modelagem tradicional médica, simulação e cibertecnologia. Segundo, os videogames atuais estão cada vez mais lançando produtos voltados para a o exercício e a movimentação (Kinect®, Wii®, Eyetoy®, entre outros). Terceiro, o tratamento de saúde é responsável por mais de 15 por cento do PIB dos EUA. Quarto, os jogos podem ser usados tanto pelos profissionais como pelos próprios pacientes. Quinto, pode-se olhar para os medidores biológicos e saber se os jogos são realmente úteis para o tratamento médico, reabilitação, entre outras coisas.

De acordo com Laver et al. (2011), o Wii Fit® foi o primeiro jogo a ser vendido como uma ferramenta para saúde, sendo o mesmo utilizado pelo programa de Serviço Nacional de Saúde Change4 Life, do Reino Unido. O Wii Fit® foi designado para promover equilíbrio, capacidade aeróbica e força e é visualizado através de um aparelho de televisão enquanto o usuário interage com o mesmo através de um controle remoto ou uma prancha de balanço. De acordo com um estudo

realizado pelo Reino Unido, 61% de 15 pacientes que utilizaram o Wii Fit® aprovaram o uso do mesmo para continuar seus tratamentos terapêuticos.

a.2) Uso dos *Serious Games* na Reabilitação

Normalmente, as lesões ocorridas em acidentes, causam uma série de complicações, normalmente alguma disfunção física. Por outro lado, tratamentos inadequados em pessoas com lesões pode comprometer as funções motoras de determinados membros (BURKE et al, 2009).

A reabilitação, conforme Amorim (2010), trata-se de uma “especialidade com uma visão holística do indivíduo e que tem por objetivo o desenvolvimento do seu potencial funcional e a sua reintegração”. Gunasekera e Bendall (2005, apud. REGO et al. 2010), define a reabilitação como um processo dinâmico de mudança adaptativa planejada no estilo de vida devido à uma mudança não planejada ocorrida em função de uma lesão ou doença. A reintegração, dita por Amorim (2010), pode ser tanto familiar, profissional ou social, levando em conta suas deficiências. A reabilitação vem sendo impulsionada desde a Segunda Guerra Mundial, devido ao alto número de jovens que sofreram mutilações neste evento.

O processo de reabilitação, conforme definem Mendonça e Guerra (2007), é um processo desgastante, que muitas vezes leva o paciente à desistência do processo. Já Rego et al. (2010), considera que o processo de reabilitação depende de vários fatores como: tempo apropriado, seleção dos pacientes, escolha do programa de reabilitação, cuidados médicos contínuos, entre outros. É também um processo multidisciplinar envolvendo profissional de várias áreas.

Mejia-Downs et al. (2011) afirma que a maioria dos processos de recuperação são desgastantes e monótonos, sendo que 50% dos adultos tendem a desistir devido a esses fatores. Em contra-ponto a isso, Laver et al. (2011) considera os jogos como divertidos e motivadores, o que faz com que o paciente passe mais tempo realizando o tratamento.

Como tratamentos comuns exigem um processo desgastante e repetitivo, usar jogos para auxiliar a reabilitação física e cognitiva pode oferecer potencial para um significativo benefício terapêutico (LAVÉR et al, 2010).

Um grupo de estudantes da Universidade de Ulster, da Irlanda do Norte, desenvolveu uma série de jogos para auxiliar nesse processo. O grupo utilizou as tecnologias do Nintendo Wii®, juntamente com

Realidade Virtual (BURKE et al., 2009). Entre os jogos menciona-se um que possui o objetivo de colher laranjas e outro de acertar ratos conforme visto nas figuras abaixo (Figura 2 e Figura 3):

Figura 2 – Tela do jogo *Catch a Orange*.



Fonte: Burke et al. (2009)

Figura 3 – Tela do jogo *Whack a mouse*.



Fonte: Burke et al. (2009)

Os jogos foram desenvolvidos para encorajar os movimentos e melhorar membros lesionados (BURKE et al., 2009). Foram aplicados em 10 pacientes sem necessidades de reabilitação. De acordo com os pacientes, 80% classificaram o jogo positivamente, 90% acharam o uso dos acessórios fácil de manipular e 57% mencionaram que os acessórios ajudaram no processo, tornando-o também mais intuitivo (BURKE et al., 2009).

Um Grupo de estudos da Universidade de Clemson, desenvolveu um jogo chamado “Duck Duck Punch” que auxilia na neuroreabilitação

Pós-Acidente Vascular Cerebral (AVC) em membros superiores. O jogo é baseado em uma série de patos que aparecem aleatoriamente na tela, onde os usuários devem usar movimentos físicos braçais para acertarem os patos e atingirem seus objetivos. Um Microsoft Kinect® é utilizado para permitir a interação dos debilitados com o jogo, permitindo a captação do movimento do membro lesionado. Através dos movimentos realizados no jogo, os profissionais em fisioterapia podem avaliar se a postura e a utilização do braço é realizada de forma compensatória para o paciente (BERTRAND, 2013).

Outro exemplo vem do trabalho de Caglio et al. (2009). Os autores desenvolveram um jogo para auxiliar a reabilitação de um paciente de 24 anos de idade, que sofreu um traumatismo cerebral devido a um acidente de moto. O jogo consistia na aplicação/utilização periódica do jogo três vezes por semana. O jogo é um simulador de carros, como mostrado na Figura 4. Como objetivo o jogador deve se aventurar por uma cidade virtual de uma perspectiva diferente da de um motorista. O treino durou 5 semanas, havendo reaplicações após um e dois meses do fim da aplicação principal. Após o término das aplicações, o paciente demonstrou uma melhora no desempenho para a maioria dos testes neurofisiológicos.

Figura 4 – Tela de jogo voltado a reabilitação de trauma cerebral.



Fonte: Caglio et al. (2009)

3. APRESENTAÇÃO DO JOGO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

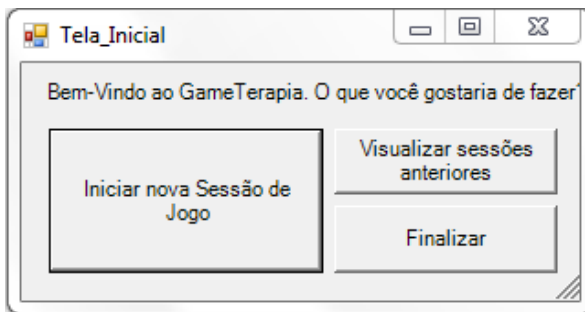
3.1 APRESENTAÇÃO DO JOGO

O jogo foi desenvolvido com o intuito de ser uma ferramenta com fins terapêuticos voltada ao auxílio da reabilitação e/ou condicionamento físico. A seguir serão detalhadas as telas do jogo (suporte e fases) bem como o modelo de dados responsável por armazenar toda a interação com o jogo.

3.1.2 Telas de Suporte ao Jogo

Ao abrir o jogo uma tela é apresentada contendo três botões, conforme Figura 5. Uma nova sessão de jogo pode ser iniciada ao selecionar o botão “Iniciar nova sessão de jogo”. O botão “Visualizar sessões anteriores” permite que as sessões realizadas pelos usuários anteriormente sejam visualizadas. O último botão “Finalizar” possibilita finalizar o jogo.

Figura 5 – Tela inicial do Jogo.

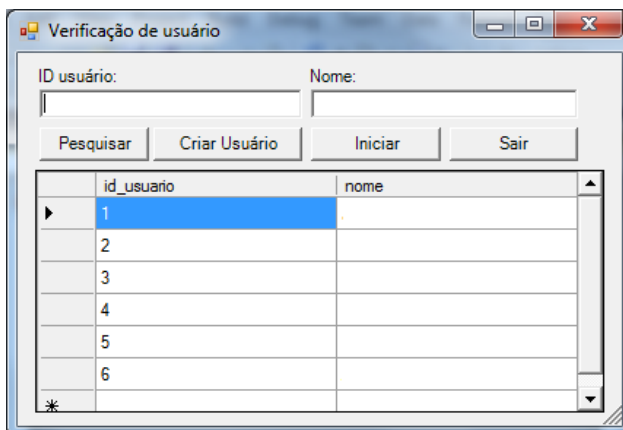


Fonte: Autor.

Na tela inicial (Figura 5), ao clicar em “Iniciar nova sessão de jogo” o programa abre uma nova tela, que consiste em uma lista com informações do usuário (identificador e nome), conforme Figura 6. Ao selecionar uma linha as informações dos campos “ID Usuário” e “Nome” são preenchidos. Ao selecionar o botão “Iniciar”, com as caixas de texto preenchidas, o jogo iniciará uma nova sessão de jogo para o usuário escolhido. Caso queira se criar um novo usuário, deve-se colocar o ID e o nome nas caixas de textos respectivas e clicar em “Criar

Usuário”. Os novos foram retirados para evitar a identificação dos usuários.

Figura 6 – Tela de seleção de usuários para o jogo.



Fonte: Autor.

Além disso, pode verificar todas as informações geradas durante uma sessão de jogo. Ao selecionar o botão “Visualizar sessões anteriores” abre-se uma nova janela onde existe uma tela com os nomes dos usuários (Figura 7). Ao selecionar determinado usuário o formulário é atualizado com as informações sobre as sessões daquele usuário.

É possível ainda realizar uma busca por determinado usuário. A busca é realizada mediante a escrita do nome do usuário no campo “ID Usuário”, e em seguida, selecionando o botão “Pesquisar”. Caso o campo de nome seja deixado em branco e ao selecionar o botão “Pesquisa” a lista se preencherá com os nomes de todos os usuários.

Figura 7 – Tela de verificação de dados.

id_usuario	nome	id_sessao	data	id_fase	acertos	erros	tempo_inicial	tempo_final
1		22	31/05/...	3	1	4	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		23	31/05/...	1	3	2	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		23	31/05/...	2	0	6	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		23	31/05/...	4	0	8	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		23	31/05/...	5	3	7	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		24	31/05/...	1	5	0	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		24	31/05/...	2	0	6	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		24	31/05/...	4	2	6	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		24	31/05/...	5	1	9	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		25	31/05/...	1	5	0	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		25	31/05/...	2	1	5	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		25	31/05/...	3	1	6	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		25	31/05/...	4	1	7	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		25	31/05/...	5	2	8	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		26	31/05/...	1	5	0	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		26	31/05/...	2	0	6	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		26	31/05/...	3	7	0	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...
1		26	31/05/...	4	1	7	31/05/2014 11:...	31/05/2014 1:...

Fonte: Autor.

3.1.2 Fases do Jogo

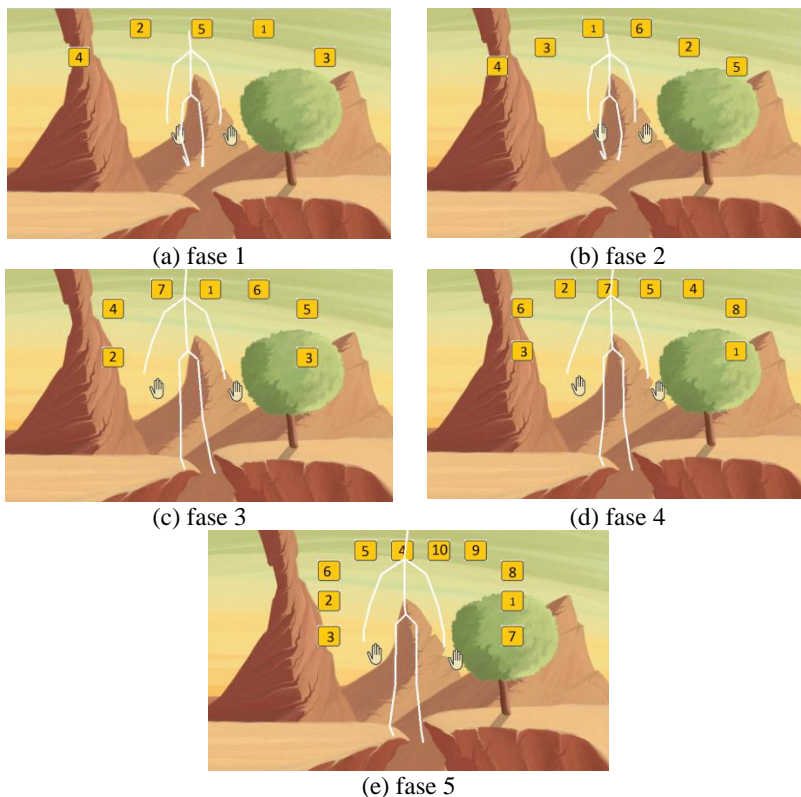
Antes de iniciar o jogo o Kinect® terá que reconhecer o usuário. Sendo assim, o mesmo deve se postar na frente do Kinect® a uma distância em torno de 1.5 metros para que o reconhecimento seja realizado e o jogo possa ser iniciado. Isto ocorre logo após a seleção do botão “Iniciar” da tela “Verificação de usuário”.

O jogo é composto de cinco fases em que cada fase existe um conjunto de objetos (quadrados) dispostos na tela de maneira aleatória (Figura 8).

A primeira fase consiste em um conjunto de cinco objetos identificados sequencialmente, mas dispostos aleatoriamente (Figura 8a).

Como objetivo geral o usuário deve selecionar os objetos com qualquer uma das mãos em ordem crescente. Caso sejam selecionados objetos fora de ordem considera-se que um erro ocorreu. Ao final de cada fase o total de seleções corretas e/ou erradas é registrado no banco de dados (detalhado na próxima seção)

Figura 8 – Fases do jogo.



Fonte: Autor.

As fases 2, 3, 4 e 5, seguem a mesma idéia da primeira fase, porém, elas contam com um número maior de quadrados, 6, 7, 8 e 10 respectivamente. O que acaba tornando elas um pouco mais difíceis a cada nível.

Durante a execução de cada sessão as fases não se alteram. Isto seria uma característica interessante para um jogo normal, uma vez que a variabilidade poderia proporcionar maiores desafios e promover um ambiente mais atrativo. Contudo, isso foi descartado, pois se pretende avaliar o desempenho de cada usuário sob as mesmas condições, ou seja, fases com quantidades iguais de objetos e sem variações na disposição dos mesmos.

3.1.2 Modelo de Dados

Para armazenar as informações do jogo foi desenvolvido um modelo de dados, onde existem três tabelas: “Usuario”, “Sessao” e “Fase”.

Na tabela “Usuario” ficam armazenadas as informações de identificação do usuário, composto por um número inteiro e o nome do usuário.

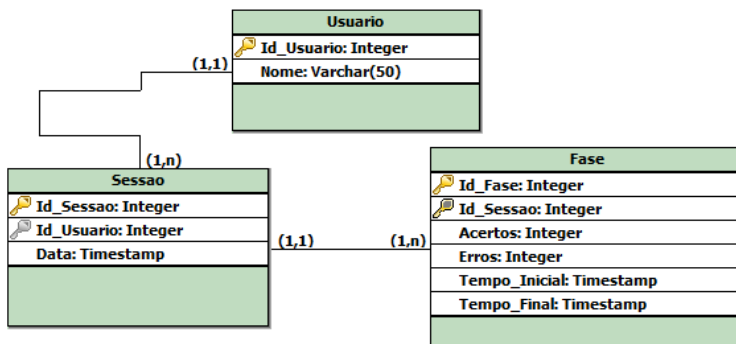
A tabela “Sessao” armazena as informações de identificação da sessão, que consiste em um número inteiro, a identificação de usuário, sendo esta uma chave estrangeira para a tabela “Usuario”, e uma data, onde é armazenada a data e hora de execução da sessão.

Na tabela “Fase” são armazenadas as informações de identificação da fase, consistente em um número inteiro, informações de identificação da sessão, sendo esta uma chave estrangeira para a tabela “Sessao”, o número de acertos, o número de erros, o tempo inicial e o tempo final de cada fase.

Para o desenvolvimento do modelo de dados, foi utilizado como ferramenta o PostgreSQL.

O modelo lógico do banco de dados pode ser visto abaixo (Figura 9).

Figura 9 – Modelo de dados de suporte do jogo.



Fonte: Autor.

3.2 TECNOLOGIA UTILIZADA NO DESENVOLVIMENTO

Durante o desenvolvimento do jogo foram testadas diversas tecnologias. Entre as testadas, algumas foram utilizadas para desenvolver o software final. Entre estas estão o Microsoft Kinect®,

sensor de reconhecimento corporal, e o XNA, framework compatível com o Microsoft Visual Studio® para desenvolvimento de jogos para Xbox 360®, Windows® e Windows Phone®.

3.2.1 Microsoft KINECT®

De acordo com Cruz, Lucio e Velho (2012), o Kinect® (Figura 10 e 11) foi lançado no dia 4 de Novembro de 2010 como um acessório para o Xbox 360®. A primeira ideia de desenvolvimento surgiu em 2005, onde o projeto foi anunciado com o nome de Projeto Natal na E3 (*Electronic Entertainment Expo*). O nome natal deriva-se da cidade brasileira Natal, no Rio Grande do Norte, devido ao fato que um dos desenvolvedores é natural da cidade.

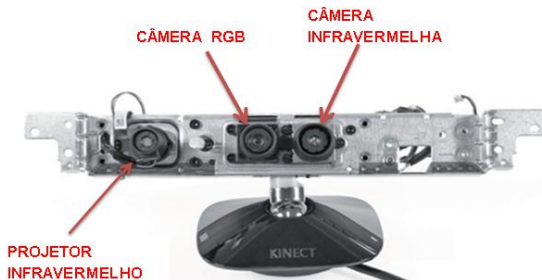
Figura 10 – Sensor de movimento Kinect®.



Fonte: Zhang (2012).

Em Junho de 2011, a Microsoft realizou o lançamento de um SDK (*System Development Kit*) para o Windows®, permitindo que desenvolvedores independentes pudessem realizar programas para Windows® utilizando a tecnologia de reconhecimento do Kinect®. Muitos desenvolvedores puderam levar o Kinect para além dos fins comerciais, permitindo a utilização do mesmo na interação com outras tarefas, como por exemplo, ajudar crianças com autismo e mesmo auxiliar médicos em salas de cirurgia (ZHANG, 2012).

Figura 11 – Sensor de movimento Kinect® (visão interna).



Fonte: Adaptado de Zhang (2012)

O Microsoft Kinect ® consiste de um projetor e uma câmera infravermelha, utilizada para triangular pontos no espaço. Assim, ele funciona como uma câmera de profundidade. Possui também uma câmera RGB (*Red, Green and Blue*), utilizada para reconhecer o conteúdo de imagens e texturas tridimensionais. O Kinect® disponibiliza três saídas: imagem infravermelha, imagem RGB e uma imagem de profundidade invertida (SMIZEK, JANCOSK & PADJLA, 2011; ZHANG, 2012). Elas são capazes de capturar uma imagem colorida e qualquer pixel de profundidade no ambiente. Esses dispositivos são complementares e permitem que o usuário realize operações mais difíceis do que quando se está utilizando apenas câmeras de imagens comuns (CRUZ, LUCIO, VELHO, 2011).

O sensor do Kinect® é capaz de capturar dados até 640x480 pixels em 30Hz. Com os dados de profundidade, é possível obter um esqueleto que se posta a frente do sensor. E com o esqueleto, é possível capturar os gestos do usuário e os apresentar em um monitor, ou televisão. Zhang (2012) afirma que através do Kinect® o computador consegue capturar o ambiente e o jogador de forma única, permitindo a realização de algumas tarefas antes difíceis de maneira muito mais simples.

O Kinect® ainda vem acompanhado de um conjunto de microfones, sendo este composto por quatro cápsulas de microfone, operando cada um com um canal de processamento de 16-bit de áudio, em uma média de 16 kHz (CRUZ, LUCIO, VELHO, 2011). Graças a isso, o Kinect® tem a capacidade de reconhecer o usuário quando através da voz (ZHANG, 2012). Utilizando esta ferramenta, programadores tem utilizado o sensor para criar novas experiências.

Através de todos os elementos existentes no Kinect® é possível que haja a captura em movimento de um corpo tridimensional, reconhecimento facial e reconhecimento de voz (ZHANG, 2012).

O reconhecimento do esqueleto de um ser humano no Kinect se faz através de uma série de articulações (*joints*), que representam partes do corpo humano como cabeça, pescoço, ombros e braços. Cada *joint* é representada por sua coordenada em duas ou três dimensões.

3.2.2 Microsoft XNA

O XNA é um tipo de extensão para a API do Microsoft DirectX®, API esta responsável por prover um conjunto de funcionalidades voltadas ao desenvolvimento de aplicações gráficas. O XNA é uma escolha para quem está começando a explorar a programação gráfica, possuindo um conjunto intermediário de bibliotecas que facilitam a programação (BIRCHALL; GATZIDS, 2011).

O XNA foi anunciado em 2004 e em 2006 a mesma foi lançada. Rapidamente, após seu lançamento, se tornou uma boa ferramenta para desenvolvedores de games, visto que pode ser utilizada para várias plataformas e é gratuitamente disponibilizada (BIRCHALL; GATZIDS, 2011).

Antes do XNA, algumas APIs mais complexas, OpenGL e Microsoft DirectX®, tinham que ser utilizadas para desenvolvimento de jogos. Essas exigiam um conhecimento considerável sobre hardware. O XNA simplificou essa característica das APIs anteriores e trouxe métodos prontos que permitem a integração de objetos 3D, texturas e áudio. Além disso, métodos simplificados foram criados dentro do jogo, como o *Update* e o *Draw*, permitindo, respectivamente, que o jogador possa atualizar o jogo a cada *Gametime* (tempo de jogo) e mostrá-lo na tela. Adicionalmente, uma classe pertencente ao XNA chamada *Application Model*, permitiu a abstração de hardware para uma Unidade de Processamento Gráfico (UPG) (BIRCHALL; GATZIDS, 2011).

De acordo com Mihail et al. (2013), o XNA é uma coleção de ferramentas desenvolvidas pela Microsoft® para facilitar a criação de jogos, através de métodos pré-desenvolvidos comumente utilizados por desenvolvedores de jogos. Como exemplo disso podem ser citadas a rica capacidade de processamento de conteúdo, o provimento de classes matemáticas, e a facilidade de utilizar a API para a manipulação de áudio e música.

O XNA é considerada uma boa ferramenta para iniciantes, visto que oferece uma tela limpa para a programação dos jogos sem a complexidade de como algumas outras plataformas de desenvolvimento, como a UDK® e Unity3D®. Entretanto, essas plataformas precisam de licenciamento, o que não ocorre com a XNA.

3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a avaliação do jogo foram convidados 5 usuários conforme apresentado na Tabela 1. O conjunto é formado por pessoas com idade entre 21 e 40 anos, que não realizam atividade física regularmente e utilizam computador para trabalho ou lazer por várias horas durante o dia. Nenhum dos usuários apresenta problemas relevantes quanto a condicionamento físico ou distúrbios motores. Ao final das 5 sessões, foi solicitado a cada usuário que comentasse a experiência visando subsidiar as análises.

Tabela 1: Dados dos usuários participantes.

Idade	Estado Civil	Profissão	Realiza atividade física	Horas no computador / dia
21	Solteiro	Estudante	Não	5
40	Casado	Professor	Não	10
29	Casado	Programador	Não	8
22	Solteiro	Pintor	Não	2
23	Solteiro	Analista de conversão de dados	Não	10

Fonte: Autor.

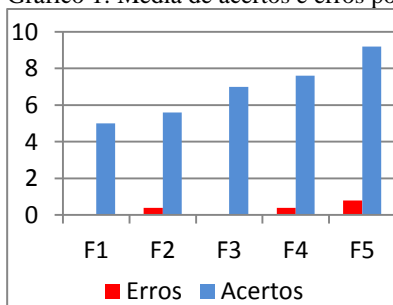
Ao todo foram realizadas 5 sessões por usuário, em dias alternados. Em cada sessão o jogador precisava realizar as cinco fases, em sequência (conforme apresentado na Figura 8).

Neste sentido, tentou-se observar o comportamento desses usuários junto ao jogo visando promover indícios sobre a dificuldade de execução das fases considerando número de erros e acertos, bem como possíveis evoluções no tempo de execução ao longo das sessões.

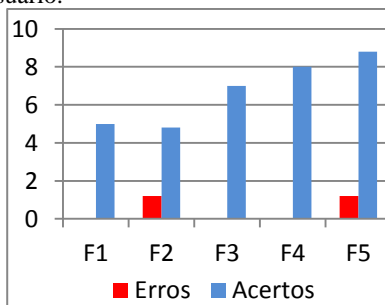
O conjunto de gráficos abaixo (Gráfico 1a, Gráfico 1b, Gráfico 1c, Gráfico 1d e Gráfico 1e) apresenta a média de acertos e erros de cada usuário considerando todas as sessões. Pode-se observar que de modo geral os acertos são mais frequentes visto que o jogo possui uma mecânica simples, mas que, em princípio, depende de atenção a ser

realizado. O usuário 5, representado pelo Gráfico 1e, apresenta o maior número médio de erros principalmente nas fases finais. Essas fases possuem mais objetos de interação e mais próximos uns dos outros. Requer, portanto, mais atenção e precisão na movimentação das mãos para evitar selecionar erroneamente determinado objeto. Em entrevista com o Usuário 5 foi relatado que o mesmo possui algum grau de dificuldade em relação a coordenação motora.

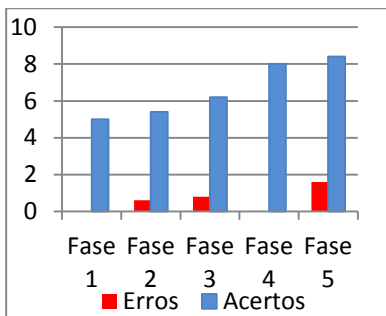
Gráfico 1: Média de acertos e erros por usuário.



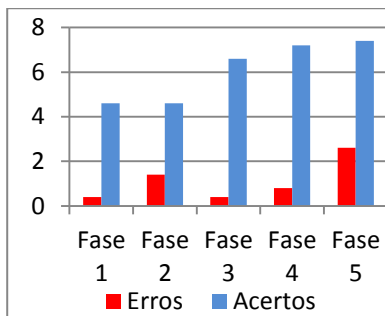
(a) Usuário 1



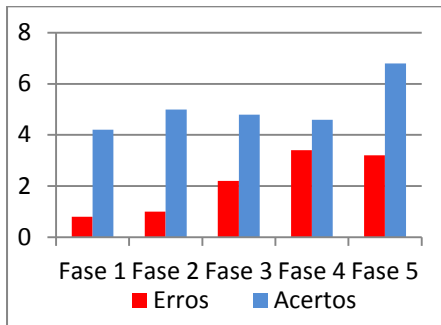
(b) Usuário 2



(c) Usuário 3



(d) Usuário 4

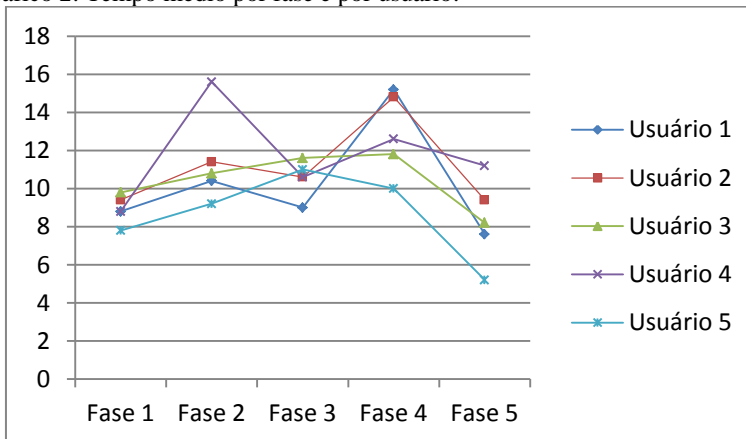


(e) Usuário 5

Fonte: Autor.

O Gráfico 2 apresenta o tempo médio por fase de cada um dos usuários do estudo. Pode-se verificar que existe uma tendência no aumento do tempo médio de execução de cada fase com exceção da última fase, em que o tempo decresce. Isto pode ser explicado pela disposição dos objetos na tela, pois os objetos identificados pelo código 8, 9 e 10 estão em sequência inversa facilitando a rápida seleção dos mesmos.

Gráfico 2: Tempo médio por fase e por usuário.



Fonte: Autor.

Devido ao aumento no número e a disposição de cada objeto em cada fase era esperado que os tempos aumentassem mesmo com a

melhora no desempenho de cada usuário nas várias sessões. A análise dos resultados possibilita duas conclusões.

A primeira conclusão se refere ao grau de dificuldade de cada fase. Para tal, o incremento de um objeto em cada nova fase teve o intuito de promover o aumento da dificuldade. O mesmo vale para a disposição dos objetos que foi definida de maneira aleatória.

Apesar do número de objetos de cada fase aumentar, a disposição dos mesmos interfere na rapidez e precisão com que o usuário consegue executar o objetivo do jogo. Deste modo, a quantidade de elementos que o usuário deve selecionar não necessariamente conduz a um maior grau de dificuldade. O incremento de somente um objeto em cada fase permite afirmar isso, visto que, se o incremento de objetos fosse maior, por exemplo, mais 2 objetos na fase 2, mas o tempo 4 objetos na fase 3, e assim por diante, o tempo teria um comportamento mais linear.

Nas entrevistas mencionou-se que dependendo da disposição dos elementos na interface em cada fase levava-se mais tempo para localizar e selecionar os objetos na sequência correta. Isto ocorre principalmente nas fases 2 e 4, pois o objeto inicial de referência (objeto 1) possui uma mudança de posição mais sensível. Alguns usuários tiveram uma maior dificuldade em localizar o objeto inicial. Neste sentido, a disposição possui um impacto importante na execução, como pode ser observado para os Usuários 1, 2 e 4 em que na fase 2 aumentam o tempo médio de execução em relação a fase 1 e, em seguida, na fase 3 possuem um tempo menor.

A segunda conclusão refere-se a relação entre o número de erros e o tempo de execução. Isso acontece uma vez que a medida que as fases evoluem os objetos de seleção ficam mais próximos e a tentativa de selecionar determinado objeto pode promover a seleção do objeto errado, mas que está próximo. Neste caso, o usuário também irá selecionar o objeto correto logo em seguida. Sendo assim, existe uma tendência de que quanto mais erros, mais rápida será a conclusão da fase.

De modo resumido, pode-se afirmar que existe uma tendência na evolução do tempo durante a execução de cada fase, mas isto pode sofrer interferência em virtude dos erros cometidos por determinado usuário.

Por fim, os usuários que participaram do jogo consideraram a experiência válida, interessante e apropriada para ser aplicada em um contexto de reabilitação ou condicionamento físico. Sugestões foram realizadas, principalmente voltadas a configurabilidade e adaptabilidade do jogo, que serão discutidas nas considerações finais do trabalho.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desse trabalho consistiu na proposição de um jogo com foco na reabilitação terapêutica com possibilidade de aplicação na reabilitação e/ou no condicionamento físico.

Visando cumprir o objetivo geral inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica apresentando uma revisão inicial sobre jogos eletrônicos, considerando o contexto histórico e as tecnologias mais atuais. Também foi discutida a finalidade dos jogos eletrônicos ressaltando que além do entretenimento o mesmo vem sendo aplicado em diversas áreas. A partir desse cenário foi apresentado o conceito de *Serious Game*, ou seja, a utilização da tecnologia de jogos buscando benefícios além do entretenimento. Áreas como educação, treinamento e saúde vêm se utilizando deste conceito.

Após a revisão iniciou-se o desenvolvimento do protótipo de jogo utilizando a tecnologia de captura de movimentos através do sensor Kinect® da Microsoft®. Composto por 5 fases possui uma jogabilidade simples, em que o usuário precisa selecionar com o movimento dos membros superiores determinados objetos numerados sequencialmente, mas dispersos na tela de maneira aleatória. O conjunto de fases caracteriza uma sessão em que é computada a quantidade de objetos selecionados de maneira correta ou incorreta.

Para promover suporte ao jogo proposto foi desenvolvido um modelo de dados capaz de armazenar as informações provenientes das interações do jogador com o jogo. Entre essas informações constam a data de cada sessão, a quantidade de acertos e erros, bem como, a hora de início e de fim de determinada sessão.

De modo a avaliar o protótipo de jogos o mesmo foi aplicado em um estudo de caso. Para o estudo foram convidados 5 (cinco) pessoas com idade entre 21 e 40 anos que não realizam atividade física frequente. Cada usuário participou de 5 (cinco) sessões em dias alternados.

As informações na base de dados permitiram análises iniciais do comportamento dos usuários perante o jogo. Ainda que os usuários não apresentem problemas relacionados a alguma disfunção motora e/ou cognitiva grave, o estudo inicial permitiu avaliar o protótipo e verificar a sua consistência e potencial.

Entre os resultados é possível observar dois pontos principais. O primeiro se refere ao aumento da quantidade de erros a medida que as fases evoluem. Essa tendência somente não é observada na última fase

devido a disposição dos objetos, que tem a sua seleção facilitada a partir de determinados objetos. O outro ponto importante a ser mencionado diz respeito ao tempo que, assim como a quantidade de erros, possui uma tendência de incremento a medida que se avança nas fases. Entretanto, nota-se que 2 (dois) usuário tiveram mais dificuldades em algumas fases. Durante as entrevistas constatou-se que a modificação do posicionamento do objeto de referência (identificado pelo número 1) entre as fases promove certa dificuldade momentânea de localização, impactando assim no tempo da fase.

De maneira geral, o desenvolvimento e aplicação do jogo em um grupo de estudo permitiu concluir que os objetivos foram atingidos e que a utilização desta ferramenta pode conduzir a utilização da mesma em diversas áreas, com destaque, para as áreas da saúde, educação e treinamento.

Durante o desenvolvimento do projeto outras possibilidades foram vislumbradas tanto de novos jogos quanto da tecnologia a ser empregada. No que se refere aos jogos identificou-se áreas com potencial de aplicabilidade, por exemplo, na avaliação do desempenho da dupla tarefa cognitivo-motora, ou seja, tarefas que envolvam mais de uma tarefa ao mesmo tempo, por exemplo, falar ao telefone enquanto caminha. Pessoas com Doença de Parkinson apresentam dificuldade na realização de atividades que envolvam a função cognitiva e a motora ao mesmo tempo.

No que se refere a avaliação e diagnóstico do grau de comprometimento da capacidade de execução de tais atividades existem testes padronizados, tais como, o *Trail Making Test* (TMT), consistindo em traçar retas em uma folha de papel com caneta ou lápis, conectando uma sequência de números ou de números e letras alternados. Sendo assim, a tecnologia de sensor de movimento pode substituir o uso do papel e de caneta/lápis por comandos executados a partir do(s) movimento(s) da(s) mão(s). Num contexto mais amplo, a aplicação de jogos desta natureza e o consequente armazenamento dos parâmetros e sinais observados durante as sessões podem conduzir a estudos clínicos mais precisos.

Considerando a tecnologia, novos dispositivos têm surgido, por exemplo, o LeapMotion® e o Myo®. Por meio do LeapMotion® é possível capturar o movimento das mãos e dos dedos durante a interação com o computador. O outro produto chamado Myo®, da empresa Canadense ThalmicLabs®. Este dispositivo disponibiliza a tecnologia EMG (*electromyography*) capaz de detectar a ativação muscular de braços e pernas em tempo real e enviar as informações coletadas para

determinado computador. Estes produtos possuem baixo custo e representarão um elemento importante em aplicações computacionais que procuram explorar interfaces interativas levando em consideração o movimento e a atividade muscular nas mais variadas áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

AMORIM, R. Reabilitação. **Nascer e Crescer [online]**. 2010, vol.19, n.3, pp. 189-191. ISSN 0872-0754.

ARANHA, G. **O processo de consolidação dos jogos eletrônicos como instrumento de comunicação e de construção de conhecimento. 2004.** Ciências & Cognição; Ano 01, Vol 03, pp. 21-62.

pp. 21-62. Disponível em: <www.cienciasecognicao.org>
Acesso em: 25 janeiro 2007

BARTOLOMÉ, N. A.; ZORRILLA, Amaia Mendez; ZAPIRAIN, Begoña García. Can game-based therapies be trusted? Is game-based education effective? A systematic review of the Serious Games for health and education. **Proceedings of the 16th Computer Games (CGAMES)**, 2011, Louisville, KY: IEEE, 2011. p. 275 - 282. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=6000353>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

BATISTA, M. de L. S. et al. UM ESTUDO SOBRE A HISTÓRIA DOS JOGOS ELETRÔNICOS. **Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery**, Juiz de Fora, Mg, v. 1, n. 3, p.1-24, 1Jul. 2007.

BERTRAND, J. et al. Serious Games for Training, Rehabilitation and Workforce Development. **IEEE Virtual Reality 2013**, Orlando, Fl, v. 20, n. 16, p.195-196, 16 -20 mar. 2013

BIRCHALL, J.; GATZIDIS, C.. Elemental: An insight into the development and evaluation of a secondary education chemistry game using XNA. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GAMES AND VIRTUAL WORLDS FOR SERIOUS APPLICATIONS, 3., 2011, [s.i]. **Etc..** [s.i]: Ieee, 2011. p. 32 - 39.

BURKE, J. W. et al. Serious Games for Upper Limb Rehabilitation Following Stroke. In: **1st CONFERENCE IN GAMES AND VIRTUAL WORLDS FOR SERIOUS APPLICATIONS Proceedings**,., 2009, Coventry, Uk. . IEEE, 2009. p. 103 - 110.

CABREIRA, L. G.. **Jogos eletrônicos sob o olhar de mediadores do conhecimento: A virtualização do brincar na perspectiva dos**

professores de 3ª e 4ª séries do ensino fundamental I de uma escola confessional de maringá/PR. 2006. 223 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Departamento de Departamento de Educação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, 2006. Disponível em: <http://www.uel.br/pos/mestrededu/images/stories/downloads/dissertacoes/2006/2006_-_CABREIRA_Luciana_Grandini.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2014.

CLUA, E., BITTENCOURT, J. Desenvolvimento de Jogos 3D: Concepção, Design e Programação. **Anais da XXIV Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**, pp. 1313-1356, São Leopoldo, Brazil, Julho de 2005.

CORRÊA, A. G. D. et al. GENVIRTUAL: UM JOGO MUSICAL PARA REABILITAÇÃO DE INDIVÍDUOS COM NECESSIDADES ESPECIAIS. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, São Paulo, v. 1, n. 16, p.9-17, jan. 2008. Quadrimestral. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/18/14>>. Acesso em: 13 dez. 2013.

COFFITO; **Definição de Fisioterapia. 2013.** Disponível em: <http://www.coffito.org.br/conteudo/con_view.asp?secao=27>. Acessado da data de 09 de dezembro de 2013.

CRUZ, L.; LUCIO, D.; VELHO, L., "Kinect and RGBD Images: Challenges and Applications," **Graphics, Patterns and Images Tutorials (SIBGRAPI-T), 2012 25th SIBGRAPI Conference on**, vol., no., pp.36,49, 22-25 Aug. 2012.

FLACH, G. et al.; Revisiting Atari 2600 on an FPGA. In: **SOUTHERN CONFERENCE ON PROGRAMMABLE LOGIC (SPL)**, 13., 2012, Bento Gonçalves. Ieee, 2012. p. 1 - 6. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6211805&queryText;=Atari>>. Acesso em: 06 fev. 2014.

FUCHSLOCHER, A.; NIESENHAUS, Jörg; KRÄMER, Nicole. Serious Games for health: An empirical study of the game "Balance" for teenagers with diabetes melitus. **Entertainment Computing**, Duisburg, Germany, v. 1, n. 2, p.97-101, jan. 2011.

GÖBEL, S.; et al. Serious Games for Health: Personalized Exergames. ACM Multimedia 2010 proceedings, p. 1663 – 1666, out 2010. ISBN: 978-1-60558-933-6.

GONÇALVES, D. A.; FERREIRA, Marcelo Gitirana Gomes. Fighting dragons or saving a princess: what is a game?. **XI SBGames**. Brasília - Df, p. 1-10. 02 nov. 2012. Disponível em: http://sbgames.org/sbgames2012/proceedings/papers/artedesign/AD_Full23.pdf. Acesso em: 01/04/2014.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: a study of the play-element in culture**, Beacon Press, Boston, 1955.

ICHEG. **Some Key Moments in the History of Video Games**. 2011. Disponível em: <www.icheg.org/node/1398/attachment>. Acesso em: 28 fev. 2014.

JANARTHANAN, V.; Serious Video Games: Games for Education and Health. Information Technology: **New Generations (ITNG), 2012 Ninth International Conference on**, vol., no., pp.875,878, 16-18 April 2012

JULL, J.,: "The Game, the Player, the World: Looking for a Heart of Gameness". In **Level Up: Digital Games Research Conference Proceedings**, edited by Marinka Copier and Joost Raessens, 30-45. Utrecht: Utrecht University, 2003.

LANGE, B.S;. et al. The potential of virtual reality and gaming to assist successful aging with disability. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America 2010**, 21:339-356.

LAVER, K. et al. Is the Nintendo Wii Fit really acceptable to older people?: a discrete choice experiment. **Bmc Geriatrics**, Adelaide, Australia, v. 11, n. 64, p.1-6, 20 out. 2011.

LIN, Jia-kuan et al. Augmented Reality Serious Game Framework for Rehabilitation with Personal Health Records. In: **IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON E-HEALTH NETWORKING, APPLICATIONS AND SERVICES, 13.**, 2011, Columbia, Mo, Usa. Columbia: Ieee, 2011. p. 197 – 200

MACHADO, L. dos S.; MORAES, Ronei Marcos de; NUNES, Fatima de Lourdes dos Santos and COSTA, Rosa Maria Esteves Moreira da. Serious games baseados em realidade virtual para

educação médica. **Revista brasileira de educação médica**. 2011, vol.35, n.2, pp. 254-262. ISSN 0100-5502.

MEJIA-DOWNS, A. et al. A Preliminary Exploration of the effects of a 6-week Interactive Video Dance exercise program in an adult population. **Cardiopulmonary Pshysical Therapy Journal**. Indianapolis, In, p. 5-11. dez. 2011.

MENDONÇA, K. M. P. P.; GUERRA, R.O. Desenvolvimento e validação de um instrumento de medida da satisfação do paciente com a fisioterapia. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.11, n.5, p.369-376, 2007.

MICHAEL, D.; CHEN, S. **Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform**. [s.i]: Course Technology Ptr, 2006. 205 p. Disponível em: <<http://my.safaribooksonline.com/1592006221>>. Acesso em: 13 maio 2014.

MICROSOFT. **Características do Xbox One**. Disponível em: <http://www.xbox.com/pt-br/xbox-one/get-the-facts>. Acessado na data de 31 de março de 2014.

MIHAIL, R. P. et al. Teaching Graphics for Games using Microsoft XNA. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER GAMES, 18.**, 2013, Louisville, Ky. Louisville, Ky: Ieee, 2013. p. 36 - 40.

MONTERO, E. F. de S.;ZANCHET, D. J.. Realidade virtual e a medicina. **Acta Cirúrgica Brasileira**. 2003, vol.18, n.5, pp. 489-490. ISSN 1678-2674.

NYITRAY, K. J.. William Alfred Higinbotham: Scientist, Activist, and Computer Game Pioneer. **Ieee Annals Of The History Of Computing**, Stony Brook, v. 33, n. 2, p.96-101, nov. 2011.

OLIVEIRA, D. M. de et al. Desenvolvimento e aprimoramento de um sistema computacional- Ikapp- de suporte a reabilitação motora. **Motriz**, Rio Claro, v. 2, n. 19, p.346-357, abr. 2013.

OMS. **WHO definition of Health**. 2013. Disponível em: <<http://www.who.int/about/definition/en/print.html>>. Acesso em: 05 dez. 2013.

PERELMAN, M.; PING Ji; WEIFENG, Chen. Traffic and security analysis on Sony Playstation 3, **Intelligence and Security**

Informatics, 2009. ISI '09. IEEE International Conference on , vol., no., pp.272,275, 8-11 Junho 2009.

Rego, P.; Moreira, P.M.; Reis, L.P., "Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy," **5th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2010**, vol., no., p.1,6, 16-19 jun. 2010.

SAPOSNIK, G. et al. Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle. **Stroke: Journal of the American heart association**. Dallas, Texas, p. 1476-1484. jul. 2012. Disponível em: <<http://stroke.ahajournals.org/content/41/7/1477>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

SATO, A. K. O. et al. Definição e estrutura do ambiente competitivo de um jogo: um estudo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GAMES, 10., 2011, Salvador, Ba.**Proceedings...** . Salvador, Ba: Sbc, 2011. p. 1 - 10.

SAWYER, B. From Cells to Cell Processors: The Integration of Health and Video Games, **Computer Graphics and Applications**, IEEE, v. 28, n. 6, p. 83-85, Nov.-Dec. 2008, doi: 10.1109/MCG.2008.114

SMITH, S. T. et al. **Electronic Games for Aged Care and Rehabilitation**. In: HEALTHCOM, 11, 2009, Sidney, Australia: Ieee, 2009. v. 1, p. 42 - 47.

SMIZEK, J.; JANCOSSEK, M.; PAJDLA, T., "3D with Kinect," **Computer Vision Workshops (ICCV Workshops), 2011 IEEE International Conference on**, vol., no., pp.1154,1160, 6-13 Nov. 2011
doi: 10.1109/ICCVW.2011.6130380

SONY COMPUTER ENTERTAINMENT. **Especificações do Playstation 4**. Disponível em: <http://us.playstation.com/ps4/features/techspecs/>. Acessado na data de: 31/03/2014.

SOUZA, M. V. O., ROCHA, V. M. **Um estudo sobre o desenvolvimento de jogos eletrônicos**. Unipê, João Pessoa. Dezembro/2005. 123 páginas.

TURKLE, S.. **La vida en la pantalla: la construcción de la identidad en la era de Internet**. Barcelona: Editorial Paidós, 1997. 414 p.

WATTANASOONTORN, V. et al. Serious games for health. **Entertainment Computing**, Girona, Spain, v. 4, n. 4, p.231-247, dez. 2013.

WATTERS, C. et al.; Extending the Use of Games in Health Care.: **HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES PROCEEDINGS**, 39th., 2006, Hawaii, USA.. IEEE, 2006. p. 1 - 8.

ZHANG, Z. Microsoft Kinect Sensor and its effect. **Computer Society**, Missouri, v. 19, n. 2, p.4-10, dez. 2012.

ZYDA, M. From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. **Ieee Computer**, [s.i], v. 38, n. 9, p.25-32, set. 2005.