

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

*Renata Faria de Oliveira*

**SHOULDERFORCE: UM EXERGAME PARA REABILITAÇÃO  
FÍSICA APLICANDO A INTERATIVIDADE DO KINECT  
COMO BIOFEEDBACK VISUAL**

Alfenas, 07 de dezembro de 2015.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**SHOULDERFORCE: UM EXERGAME PARA REABILITAÇÃO  
FÍSICA APLICANDO A INTERATIVIDADE DO KINECT  
COMO BIOFEEDBACK VISUAL**

*Renata Faria de Oliveira*

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em  
Ciência da Computação da Universidade Federal de  
Alfenas como requisito parcial para obtenção do Título de  
Bacharel em Ciência da Computação.

Prof. Dr. Paulo Alexandre Bressan

Alfenas, 07 de dezembro de 2015.



*Renata Faria de Oliveira*

**SHOULDERFORCE: UM EXERGAME PARA REABILITAÇÃO  
FÍSICA APLICANDO A INTERATIVIDADE DO KINECT  
COMO BIOFEEDBACK VISUAL**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a monografia apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Alfenas.

---

**Profa. Dra. Denise Hollanda Iunes**  
**Universidade Federal de Alfenas**

---

**Prof. Dr. Luiz Eduardo da Silva**  
**Universidade Federal de Alfenas**

---

**Prof. Dr. Leonardo Cesar Carvalho (Coorientador)**  
**Universidade Federal de Alfenas**

---

**Prof. Dr. Paulo Alexandre Bressan (Orientador)**  
**Universidade Federal de Alfenas**

Alfenas, 07 de dezembro de 2015.



[Dedico esse trabalho aos meus pais, irmãos, sobrinhos e avó. As pessoas mais importantes da minha vida, que me incentivam e apoiam todos os dias.]

# AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, por abençoar cada dia dessa caminhada.

Agradeço aos meus pais, por acreditarem e apoiarem meus sonhos e decisões da minha vida. Aos irmãos, sobrinhos e avó, por estarem sempre presentes na minha vida. Estas são as pessoas responsáveis pela base necessária para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos professores Paulo e Leonardo, por toda a colaboração nesse trabalho, ensinamentos e paciência. Aos membros do LTE, pela troca de experiências e amizade.

Agradeço a todos os amigos que fiz nessa jornada e também aos antigos, que sempre estiveram presentes em todas as conquistas e dificuldades.

Por fim, agradeço a todos os membros do curso de Ciência da Computação. Foram anos de companheirismo e conhecimentos transmitidos que levarei para toda vida.



## RESUMO

A pesquisa a seguir se propôs a desenvolver um ambiente gráfico interativo com *biofeedback* visual, onde, com a ajuda do sensor de movimentos Kinect, o paciente pratica exercícios fisioterápicos estimulantes para que uma melhor postura seja alcançada. Esses ambientes gráficos estão ganhando cada vez mais espaço na reabilitação de pacientes com alguma alteração em seus movimentos. Isso ocorre devido à facilidade e estímulo através da prática de *games* que auxiliam em determinados tratamentos, já que o paciente praticamente esquece que está em uma sessão de tratamento e passa a se divertir e interagir com o jogo. Esses jogos são conhecidos como *exergames*. O ambiente desenvolvido para o jogo tende a estimular a curiosidade do paciente, desafiando e promovendo os movimentos propostos de maneira que o mesmo não se sinta entediado ao realizar a fisioterapia. Também, como forma de recompensa, uma pontuação é apresentada na tela para que o jogador não se sinta desmotivado no decorrer do treinamento. Através dos testes efetuados em pacientes, relatórios foram gerados ao final das sessões, permitindo ao fisioterapeuta avaliar o desempenho individual de cada pessoa.

**Palavras-Chave:** *biofeedback* visual, *exergames*, realidade virtual, sensores de movimento, *games*.



# ABSTRACT

The research then proposes to develop an interactive graphical environment with visual biofeedback, where, with help of the Kinect motion sensor, the patient physical therapy practice stimulants for better posture is achieved. These graphical environments are gaining more and more space in the rehabilitation of patients with some alteration in their movements. This is due to the ease and stimulation through games that help practice in certain treatments, since the patient almost forgets he's in a treatment session and starts to have fun and interact with the game. These games are known as exergames. The environment developed for the game tends to stimulate the curiosity of the patient, challenging and promoting the proposed movement so that he doesn't feel bored when doing physical therapy. Also, as a reward, a score is displayed on the screen so the player does not feel unmotivated during the training. Through the tests performed in patients, reports were generated at the end of sections, allowing the therapist to evaluate the individual performance of each person.

**Keywords:** visual biofeedback, exergames, virtual reality, motion sensors, games.



# LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ATARI PUFFER (JOHNSON, 2008).....	25
FIGURA 2 - PUNCHING DUCKS (DUKES, 2013).....	27
FIGURA 3 - GLUCOBOY (SIEGEL, 2007).....	27
FIGURA 4 - FASES DE CAPTURA DO SENSOR (SOARES, 2012).....	28
FIGURA 5 - PONTOS RECONHECIDOS PELO SENSOR (SOARES, 2012).....	29
FIGURA 6 - WIFIT PLUS BALANCE (NINTENDO, 2015).....	30
FIGURA 7 - CENÁRIO DO JOGO 01 .....	37
FIGURA 8 - CENÁRIO DO JOGO 02 .....	38
FIGURA 9 - ARQUITETURA DO JOGO.....	39
FIGURA 10 - TELA DE CONFIGURAÇÃO DA SESSÃO.....	42
FIGURA 11 - PERSONAGEM DO JOGO.....	43
FIGURA 12 - RECURSOS VISUAIS DO JOGO .....	44
FIGURA 13 - PONTOS UTILIZADOS PARA CÁLCULO DA ANGULAÇÃO DO JOGO .....	46
FIGURA 14 - GRÁFICO GERADO AO FINAL DA EXECUÇÃO .....	47
FIGURA 15 - QUAL A CARACTERÍSTICA DO JOGO VOCÊ ACHOU MAIS INTERESSANTE? .....	48
FIGURA 16 - O QUE VOCÊ MUDARIA NO JOGO? .....	48
FIGURA 17 - VOCÊ ENTENDEU RAPIDAMENTE O FUNCIONAMENTO DO JOGO? .....	49
FIGURA 18 - AVALIE A IMPORTÂNCIA DA EXIBIÇÃO DO TEMPO DECORRIDO DA SESSÃO .....	49
FIGURA 19 - VOCÊ GOSTOU DO ENREDO (TEMA) DO JOGO? .....	50
FIGURA 20 - AVALIE A INFLUÊNCIA MOTIVACIONAL DO SISTEMA NO SEU DESEMPENHO DURANTE A SESSÃO.....	50
FIGURA 21 - VOCÊ RECOMENDARIA O SOFTWARE PARA ALGUÉM? .....	51
FIGURA 22 - AVALIE A SUA DIFICULDADE EM COMPLETAR OS TESTES PROPOSTOS .....	51
FIGURA 23 - AVALIE A IMPORTÂNCIA DA EXIBIÇÃO DAS ANGULAÇÕES DOS BRAÇOS NA TELA .....	52
FIGURA 24 - AVALIE A IMPORTÂNCIA DE VISUALIZAR A PONTUAÇÃO OBTIDA DURANTE A SESSÃO.....	52
FIGURA 25 - QUAL A IMPORTÂNCIA DO RELATÓRIO FINAL CONTEMPLANDO OS MOVIMENTOS DURANTE A SESSÃO?.....	53



# LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -TABELA DE PACIENTES.....	34
------------------------------------	----





# LISTA DE ABREVIACÕES

AVC	Acidente Vascular Cerebral
3D	Terceira Dimensão
USB	Universal Serial Bus
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
ODBC	Open Database Connectivity
CLR	Common Language Runtime
XNA	XNA's Not Acronymed
API	Application Programming Interface



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>21</b>
1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO .....	22
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO .....	22
1.3 OBJETIVOS .....	23
1.3.1 Gerais .....	23
1.3.2 Específicos .....	23
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>24</b>
2.1 Os EXERGAMES .....	24
2.2 BIOFEEDBACK .....	25
2.3 APLICAÇÕES DE EXERGAMES NA ÁREA DA SAÚDE .....	26
2.4 SENSORES DE MOVIMENTOS .....	28
2.5 WII FIT PLUS BALANCE .....	30
2.6 NINTENDO WII X MICROSOFT XBOX: HUMOR, COMPORTAMENTO E QUEIMA CALÓRICA. ....	31
2.7 KINECT PARA AVALIAÇÃO POSTURAL .....	31
2.8 NINTENDO WII: CONTROLADOR REMOTO .....	32
2.9 PLAYSTATION MOVE: CONTROLADOR REMOTO .....	32
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
3.1 SGBD: SISTEMA GERENCIADOR DE BANCO DE DADOS .....	33
3.2 C# .....	34
3.3 XNA .....	35
<b>4 DETALHAMENTO DO SHOULDERFORCE</b> .....	<b>36</b>
4.1 VISÃO GERAL .....	36
4.2 ARQUITETURA .....	39
<b>5 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>40</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	40
5.2 TELA DE CONFIGURAÇÃO DA SESSÃO .....	41
5.3 ENREDO .....	42
5.4 PERSONAGEM E ARTEFATOS DO CENÁRIO .....	43
5.5 PROJETO .....	44
5.6 AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO .....	47
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>55</b>
6.1 TRABALHOS FUTUROS .....	56
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>57</b>
<b>8 APÊNDICES E ANEXOS</b> .....	<b>61</b>
8.1 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO .....	61



# 1

## Introdução

*Este capítulo apresenta alguns detalhes sobre a confecção da monografia, bem como seus objetivos, justificativa e motivação para a realização deste trabalho de conclusão de curso.*

O grande desenvolvimento de processadores cada vez mais rápidos e menores nas últimas décadas favoreceu a disputa entre consoles de jogos disponíveis no mercado, incluindo até mesmo novos dispositivos e formas de interação com os jogos.

Com essa mudança na indústria, os jogadores passaram a ter a opção de interagir com diversos dispositivos remotos, visto que até então a interação se dava por meio de *joysticks*, teclados e *mouses* apenas. Segundo Ferreira (2009), a jogabilidade e a qualidade gráfica das produções foram os conceitos mais favorecidos com essa evolução. Alguns jogos possuem imagens e efeitos tão bons que alguns jogadores chegam a compará-los com a realidade.

No decorrer do tempo, o jogador passou a ter um perfil idealizado como sedentário, já que a ideia era passar horas em frente à televisão, com um controle ou *joystick* a mão de maneira que pudesse controlar o jogo. Com o surgimento dos sensores de movimentos como o Kinect, o Wii Remote e o Playstation Move, esse perfil está mudando, já que agora os comandos para se controlar o jogo se dão pelo movimento corporal do jogador. Com isso, surgiram os *exergames*, como são conhecidos os jogos que necessitam interações físicas dos jogadores com o próprio ambiente do jogo.

Sendo assim, essa classe de jogos passou a ter grande importância na área de reabilitação e tratamento fisioterápico, pois promovem grande movimentação corporal do jogador, percepção de uma realidade diferenciada, estímulo, adesão e incentivo na realização dos exercícios propostos para reabilitação de pacientes com algum problema motor, como observa Sousa, F.H. (2011).

O presente trabalho propõe um ambiente gráfico interativo, divertido e desafiador. Através dos movimentos do jogador, o aplicativo exibe informações e pontuações de forma a auxiliar a postura correta do paciente no exercício, estimulado por tarefas propostas no decorrer do jogo. Com isso, espera-se uma melhora motivacional, física e pessoal dos pacientes submetidos ao tratamento para recuperação do problema observado pelo profissional responsável. |

## 1.1 Justificativa e Motivação

Com o grande crescimento e especialização da indústria de jogos, a área de reabilitação motora ganhou diversas opções de tratamentos interativos e aplicados. Sendo assim, os jogos passam a incentivar movimentos cada vez melhores, de modo que o paciente supere suas limitações a cada sessão.

Através de testes com os usuários, dados são coletados e sumarizados em relatórios gerando gráficos de desempenho dos pacientes. Fisioterapeutas e demais profissionais da área poderão usar esses dados posteriormente para que avaliações sejam feitas e se possa verificar a melhora individual de cada pessoa.

Por meio do ambiente gráfico proposto no trabalho, espera-se que as sessões de fisioterapia se tornem cada vez mais divertidas e menos cansativas, de maneira que os pacientes esqueçam seus limitantes e adquiram hábitos mais saudáveis.

## 1.2 Problematização

Em um estudo feito por Chang (2011), foi estimado que apenas 31% dos pacientes fisioterápicos executam exercícios físicos de forma correta. Isso se dá pelo fato de o equipamento ser desconfortável, desmotivação pessoal ou algum outro fator, por exemplo, o estético.

Nesse contexto, o desafio é desenvolver um ambiente virtual capaz de motivar e influenciar o paciente em seus estímulos motores. Esse ambiente deve

proporcionar novas experiências ao paciente e permitir que o profissional responsável avalie, por meio de relatórios gerados em cada sessão, o desenvolvimento do paciente.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Gerais**

A pesquisa propõe o desenvolvimento de um ambiente gráfico com *biofeedback* visual e interativo, capaz de estimular a percepção e desenvolvimento dos pacientes ao longo das sessões. A captura dos movimentos é dada pelo sensor de movimentos Kinect, capaz de reconhecer e interpretar pontos do corpo humano, possibilitando o cálculo de angulações e tratamento das mesmas no relatório gerado ao final da execução. Sendo assim, o paciente poderá obter uma melhor postura e executar exercícios estimulantes e desafiadores.

### **1.3.2 Específicos**

Os objetivos específicos são:

- Levantamento e modelagem do exercício, desafios e tarefas que proporcionem o melhor aproveitamento, postura e movimentação do paciente para a reabilitação do mesmo;
- Elaboração do enredo do jogo de forma a auxiliar o paciente e tornar as sessões menos cansativas;
- Armazenar as informações de modo a gerar relatórios e gráficos de desempenho individual que auxiliem no diagnóstico do fisioterapeuta responsável;
- Avaliação e testes do ambiente virtual;

# 2

## Revisão Bibliográfica

*Essa seção está organizada da seguinte maneira: no item 2.1, o conceito de exergame é apresentado; no item 2.2 são apresentados exemplos de aplicações dos jogos para a área da saúde; em 2.3, um breve conceito de sensores de movimentos é apresentado e, nos próximos itens deste capítulo, alguns trabalhos relacionados são mostrados.*

O crescimento da indústria de jogos motiva cada vez mais a criação de títulos consideráveis e com nível de realismo incontestável. Desse modo, diversos tipos de acessórios foram lançados, como: luvas eletrônicas, sensores de movimentos, pedais e volantes similares aos encontrados nos automóveis atuais, instrumentos musicais, dentre muitos outros disponíveis no mercado.

Esses dispositivos viabilizaram uma nova categoria de jogos que envolvem a prática de atividades físicas em sessões de fisioterapia, pois se diferem ao *joystick* convencional, onde o jogador permanecia por horas sentado em frente ao *videogame*.

### 2.1 Os Exergames

Os jogos que nasceram a partir da combinação de ambientes virtuais e dos dispositivos acima citados ganharam o nome de *exergames* e também da necessidade de diminuir a quantidade de crianças obesas, já que estudos comprovam que a prática de *videogame* é um dos maiores causadores da obesidade infantil. Esse nome é proveniente da língua inglesa, mais especificamente das palavras *game* e *exercise*: jogo e exercício.

Como explicado por Baracho (2012), os *exergames* são jogos que utilizam os movimentos corporais como forma de controle e interação com o ambiente virtual e podem contribuir não apenas para o aumento do acervo de movimentos do



jogador, mas também para o aumento do gasto calórico e desenvolvimento motor do usuário.

Segundo Johnson (2008), um dos primeiros jogos que é classificado como *exergame* foi o *Atari Puffer*, de 1982. Nele, o jogador interagia com o sistema através de uma bicicleta ergométrica.



Figura 1 - Atari Puffer (JOHNSON, 2008)

## 2.2 Biofeedback

Segundo Greenberg (2002), o *biofeedback* nada mais é do que a coleta de informações sobre o que está acontecendo em seu corpo, em determinado momento, para então ajudá-lo a controlar esta ocorrência.

Desse modo, um aplicativo de *biofeedback* é uma ferramenta utilizada para se ter uma medição sobre alguma parte do corpo em que se tenha interesse. Um exemplo deste tipo de ferramenta é o termômetro, que nos dá de o retorno a temperatura do nosso corpo. De maneira análoga, o ambiente desenvolvido captura os movimentos corporais do usuário, faz o tratamento dessas informações e apresenta informações na tela, de maneira que o usuário saiba o exato posicionamento do seu corpo e membros em relação ao ambiente real em que se encontra.

Ainda de acordo com Greenberg, o *biofeedback* envolve três fases:

- Mensuração do parâmetro fisiológico;

- Conversão desta mensuração para uma forma compreensível;
- Devolução destas informações para a pessoa interessada;

## 2.3 Aplicações de *Exergames* na Área da Saúde

Como dito anteriormente, a preocupação com saúde foi a principal motivadora dos *exergames*. Estes trabalham principalmente na prevenção, tratamento e controle de diversas doenças e na reabilitação de pacientes com algum tipo de deficiência. Um fator que contribui para a boa saúde do paciente é a observação da evolução das sessões de tratamento.

O objetivo de qualquer jogo é a dedicação do usuário por um longo período de tempo a fim de conseguir a meta final: grandes pontuações, avanço para novas fases, dentre outras. No *exergame* o objetivo não é diferente: é necessário que o paciente se dedique ao máximo por diversas sessões e assim, a evolução possa ser percebida pelo profissional responsável.

Um exemplo recente de *exergame* foi o *Punching Ducks*, desenvolvido para a reabilitação de pacientes que sofreram AVC (Acidente Vascular Cerebral). Segundo Teles e Gusmão (2010), uma das sequelas que o AVC pode deixar é a perda ou limitações do sistema motor dos membros superiores. A recuperação de pacientes, nesse caso, se dá através de exercícios físicos com inúmeras repetições. Abaixo a imagem do jogo criado por Dukes (2013), onde o principal objetivo é acertar socos em patos que surgem na tela. O jogo foi desenvolvido utilizando o sensor de movimento Kinect.



**Figura 2 - Punching Ducks (DUKES, 2013)**

Ainda recente, o norte-americano Paul Wessel criou em 2005 um dispositivo compatível com o videogame Game Boy, da Nintendo. O dispositivo, conhecido como *GlucoBoy*, nada mais é que um medidor de glicose onde o jogador que consegue manter uma boa taxa de glicose é recompensado com pontuações extras ao longo das execuções dos jogos do videogame com o qual está conectado.



**Figura 3 - GlucoBoy (SIEGEL, 2007)**

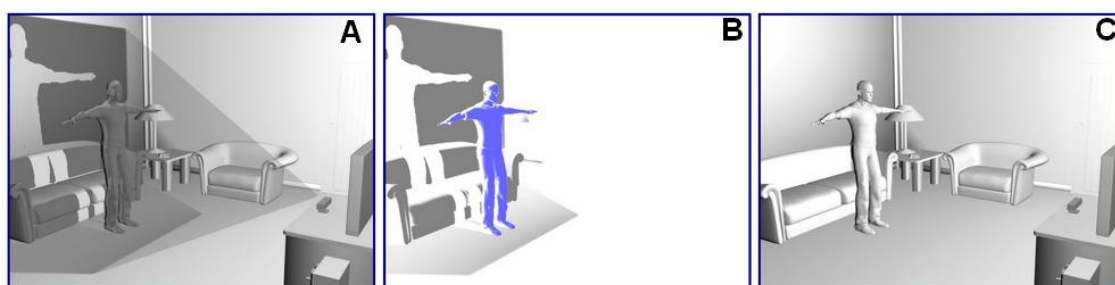
## 2.4 Sensores de Movimentos

A última geração de consoles evoluiu no processamento gráfico, que se aproxima cada vez mais da realidade e também na jogabilidade, pois desde o início os comandos eram dados por meio do *joystick*. Após o surgimento dos sensores de movimentos, a indústria de jogos vem inovando na questão de entretenimento digital e nas demais áreas, que se adaptaram aos novos controladores.

Após o advento do Wii Remote e Wii Fit da Nintendo, que contavam com uma nova experiência de movimento do corpo e equilíbrio, os *exergames* contribuíram como uma nova ferramenta de aprendizagem motora para a área de Fisioterapia e reabilitação e oferecem informações para uma próspera área de atuação (Sousa, 2011).

O Kinect, criado pela Microsoft em 2010, permite controlar e interagir com o console sem a necessidade de o jogador possuir um *joystick* em mãos, por meio de uma interface natural em que utiliza movimentação do corpo. O dispositivo conta com uma câmera RGB e dois sensores de profundidade, permitindo a captura de movimentos tridimensionais dos usuários a sua frente (Chang, 2011).

Na figura 4 percebemos as fases da captura do sensor: temos a projeção e captura do infravermelho (A), o posicionamento frontal ao sensor (B) e a identificação do corpo humano de acordo a interpretação do mapa de profundidade (C):



**Figura 4 - Fases de Captura do Sensor (SOARES, 2012)**

Após o lançamento do Kinect e de perceberem o seu poder de interatividade, a Microsoft lançou o Kinect SDK (*Software Development Kit* - Kit de Desenvolvimento de Software). Por meio do Kinect SDK, por exemplo, é possível

adaptar e programar o dispositivo de forma que o mesmo passe a receber instruções com maior facilidade e, assim, explorar os benefícios do sensor em diversas áreas, dentre elas:

- Captura e processamento do áudio de até dois jogadores simultâneos, removendo ruídos e possibilitando o controle do sensor e do jogo através das vozes;
- Identificação do movimento do esqueleto de até seis pessoas simultâneas;
- Através da câmera de profundidade 3D (Terceira Dimensão) é possível indicar a distância dos objetos presentes no local;

De acordo com a figura 5, a captação e identificação do esqueleto pelo sensor se dá pelas informações de localização e orientação dos pontos destacados.

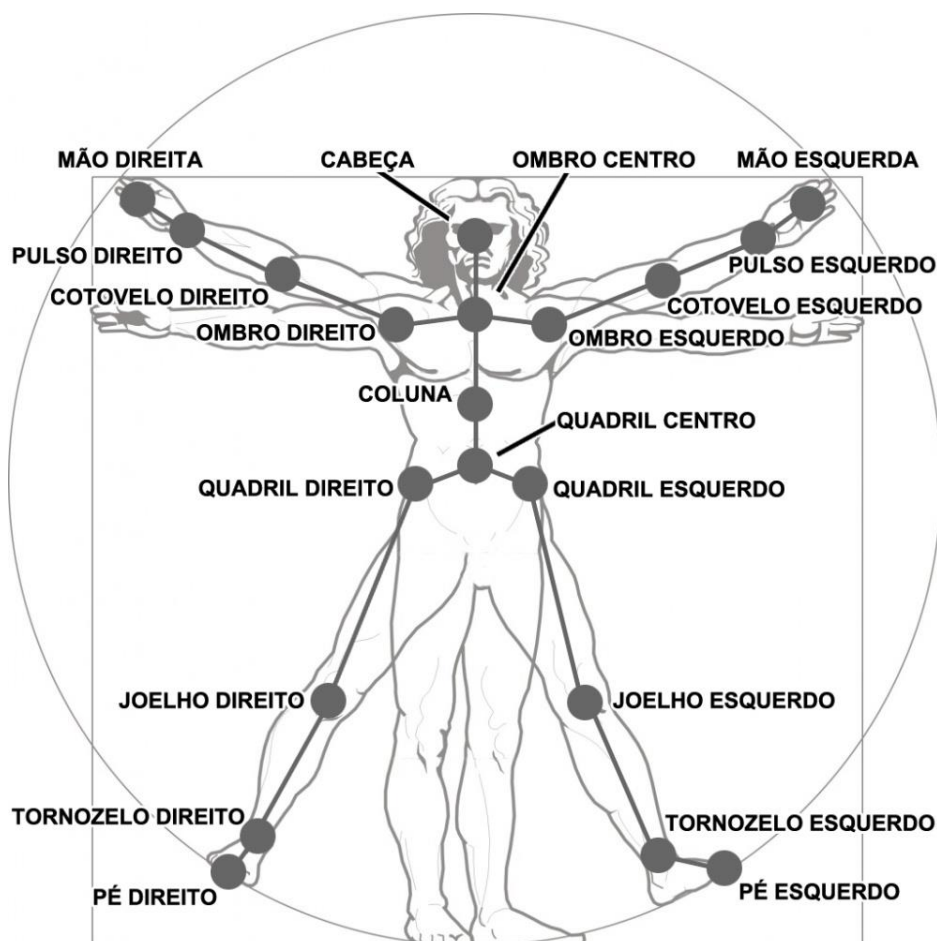


Figura 5 - Pontos Reconhecidos Pelo Sensor (SOARES, 2012)

## 2.5 WiiFit Plus Balance

O WiiFit Plus Balance é outro sensor de movimentos compatível com o Nintendo Wii. Este acessório é como uma balança com sensores de pressão, permitindo aos usuários praticar diversas atividades físicas.

Estudos feitos por Jones Reed mostram resultados promissores para o uso do WiiFit na prevenção de quedas e em testes de equilíbrio, autoconfiança, atenção visual e mobilidade com idosos. Os resultados alcançados indicam que esses testes fornecem informações vantajosas obtidas por meio dos testes, quando estes são realizados de forma que um complemente o outro. Porém, deve-se ter cuidado quando os testes de equilíbrio são realizados de maneira isolada. (Reed-Jones, Dorgo, Hitchings, Bader, 2012).



**Figura 6 - WiiFit Plus Balance (NINTENDO, 2015)**

## **2.6 Nintendo Wii x Microsoft Xbox: humor, comportamento e queima calórica.**

Algumas pesquisas investigaram a ligação entre obesidade infantil com a participação em atividades como assistir televisão ou navegar na internet, por exemplo. Bloom, Hunker, McCombs e Raudenbush (2010) compararam o desempenho, humor e comportamento dessas crianças quando lhes eram oferecidos algum tipo de lanche durante o teste. Cada criança participou de um jogo de boxe no Xbox e também no Wii. Durante a partida, os gastos calóricos e movimentos foram medidos.

O resultado foi que a pressão sanguínea e pulsação é significativamente maior ao se utilizar Wii. A demanda mental, física e auto avaliação também foram maiores no Nintendo. Finalmente, quando um lanche foi oferecido durante a partida, os participantes que estavam competindo no Nintendo Wii comiam uma quantidade relativamente menor que os outros participantes, que competiam pelo Xbox.

## **2.7 Kinect para avaliação postural**

Métodos clinicamente viáveis de se avaliar o controle postural, como equilíbrio cronometrado e testes funcionais, fornecem informações importantes aos médicos e profissionais da área. Porém, eles não são capazes de quantificar com precisão quais são os mecanismos de controle específicos que devem ser levados em conta em um tratamento postural. O estudo, que utilizou o Microsoft Kinect para auxiliar nas medições, avaliou 20 pacientes em três quesitos: (i) andar em frente, (ii) andar para os lados e (iii) andar com uma única perna e com os olhos fechados. Os resultados obtidos mostraram que o Kinect consegue avaliar de maneira satisfatória o controle postural de um paciente e que, com o auxílio de um software adequado, pode se tornar uma grande ferramenta para ajudar em clínicas fisioterápicas (Ross, 2012).

## 2.8 Nintendo Wii: Controlador Remoto

Ching-Hsiang (2011) adotou o *Wii Remote* como um poderoso detector de movimentos. No estudo que ele realizou, dois indivíduos, ambos com múltiplas deficiências, foram avaliados para se saber se seriam capazes de controlar algum estímulo ambiental através de ações dos próprios membros. Os resultados apontaram que os participantes aumentaram significativamente a postura estática de um membro e, assim, conseguiram produzir estímulos de acordo com que os testes eram feitos.

## 2.9 PlayStation Move: Controlador Remoto

Similar ao joystick da Nintendo, o Move é um detector de movimentos compatível com o PlayStation, da Sony. Este controlador, além do console, necessita também da PlayStation Eye Camera para que possa funcionar de maneira correta.

Para Sung (2011), o detector da Sony não possui inovações em relação aos seus concorrentes e não deve se firmar no mercado, visto que não é tão prático quando comparado ao Kinect.



# 3 Materiais e Métodos

## 3.1 SGBD: Sistema Gerenciador de Banco de Dados

Com a evolução tecnológica, os computadores passaram a ter um custo mais acessível, acarretando então um aumento considerável de pessoas que o utilizam para resolver suas tarefas diárias. Considerando que uma das finalidades de um computador é o armazenamento de diversos dados, surge então a necessidade de um gerenciador ágil e eficaz, para que diversos usuários possam ter acesso simultaneamente.

Diante da necessidade na melhoria e facilidade de armazenamento de dados, surge então os SGBD's (Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados), considerados softwares que desempenham esse tipo de tarefa com facilidade e rapidez.

Um SGBD é uma coleção de programas que permite aos usuários criar e manter um banco de dados. É, portanto, um software de propósito geral que facilita os processos de definição, construção, manipulação e compartilhamento de bancos de dados entre usuários e aplicações. (ELMASRI, 2005).

Um SGBD tem como finalidade facilitar a construção e utilização de um banco de dados, proporcionar segurança contra problemas do sistema ou outros eventuais problemas.

Alguns SGBD's utilizados atualmente são: PostgreSQL, MySQL, Oracle, Interbase, Firebird, dentre outros.

**Tabela 1 -Tabela de Pacientes**

Nome do Campo	Tamanho do Campo	Descrição do Campo
id		<i>Campo utilizado para identificar pacientes</i>
nome	256	<i>Campo reservado para o nome dos pacientes</i>
idade	4	<i>Campo reservado para a idade dos pacientes</i>
estadocivil	16	<i>Campo reservado para o estado civil dos pacientes</i>
endereço	256	<i>Campo reservado para o endereço dos pacientes</i>
bairro	128	<i>Campo reservado para o bairro dos pacientes</i>
cidade	128	<i>Campo reservado para a cidade dos pacientes</i>
telefone	32	<i>Campo reservado para o telefone dos pacientes</i>
massa	8	<i>Campo reservado para a massa dos pacientes</i>
altura	8	<i>Campo reservado para a altura dos pacientes</i>
sexo	16	<i>Campo reservado para o sexo dos pacientes</i>
profissaoatual	128	<i>Campo reservado para a profissão dos pacientes</i>
profissaoanterior	128	<i>Campo reservado para a profissão dos pacientes</i>
responsável	128	<i>Campo reservado para o responsável dos pacientes</i>
cpf	16	<i>Campo reservado para número de CPF dos pacientes</i>
nascimento	16	<i>Campo reservado para a data de nascimento dos pacientes</i>

## 3.2 C#

C#, desenvolvida pela Microsoft, é uma linguagem de programação interpretada, orientada a objetos, de simples entendimento e altamente escalável. A sua sintaxe, baseada na linguagem C++ e Object Pascal, é compilada pela máquina virtual CLR.

Esta linguagem faz parte do conjunto de ferramentas disponibilizadas pela plataforma .NET, também de propriedade da Microsoft, e pode ser utilizada em diversas plataformas, por exemplo, computador pessoal ou *smartphones*.

## 3.3 XNA

O XNA, lançada em 2006, é uma plataforma utilizada em desenvolvimento de jogos para computadores que utilizam o Windows, consoles XBOX ou Windows Phones.

Essa plataforma funciona como uma conexão entre a API do DirectX e o desenvolvedor, disponibilizando diversas funcionalidades, facilitando o tratamento de efeitos e geometrias em geral.

Utilizando XNA é possível, por exemplo, utilizar imagens, sons, texturas, etc sem se preocupar com o tratamentos desses arquivos de mídia.. A linguagem para desenvolvimento padrão escolhida pela Microsoft para trabalhar em conjunto com o XNA foi o C#.

Atualmente, o XNA se encontra na versão 4.0 e pode ser baixado gratuitamente no site da Microsoft.

# 4 Detalhamento do ShoulderForce

O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um *exergame* que estimula os membros superiores do paciente, de fácil compreensão e manuseio. Dessa maneira, o objetivo é alcançar níveis ou alturas de maneira com que o paciente respeite angulações pré-determinadas pelo profissional responsável, servindo também como fonte de diversão ao obter pontuações a cada jogada – ou sessão.

O jogo, chamado de ShoulderForce, consiste em um ambiente virtual no qual o paciente visualiza seu personagem – ou avatar, e algumas características, que serão mostradas a frente e visam estimular a motivação no aplicativo.

## 4.1 Visão Geral

O ShoulderForce foi criado considerando que existem pessoas que não gostam de competições e também àquelas que são extremamente competitivas.

Ele é um *exergame* para prática de exercícios com os membros superiores, buscando sempre a evolução do paciente de maneira a superar seus recordes a cada sessão. O *software* dispõe de algumas configurações que devem ser selecionadas antes que a sessão inicie.

Os seguintes elementos visuais são apresentados durante a sessão:

- Exibição das angulações: informam a angulação do membro escolhido, seja ele o braço direito, esquerdo ou ambos.
- Exibição do tempo decorrido: informa o tempo total da sessão bem como o tempo decorrido até o momento.

- Cenário: o ambiente foi composto de um campo aberto e alguns elementos, exemplo: castelos, torres e árvores. Há 2 opções de cenário.
- Personagem: exibe uma representação virtual do paciente posicionado ao centro do cenário. O avatar escolhido foi um guerreiro medieval.
- Exibição das Pontuações: é exibido a somatória da pontuação obtida até o dado momento.

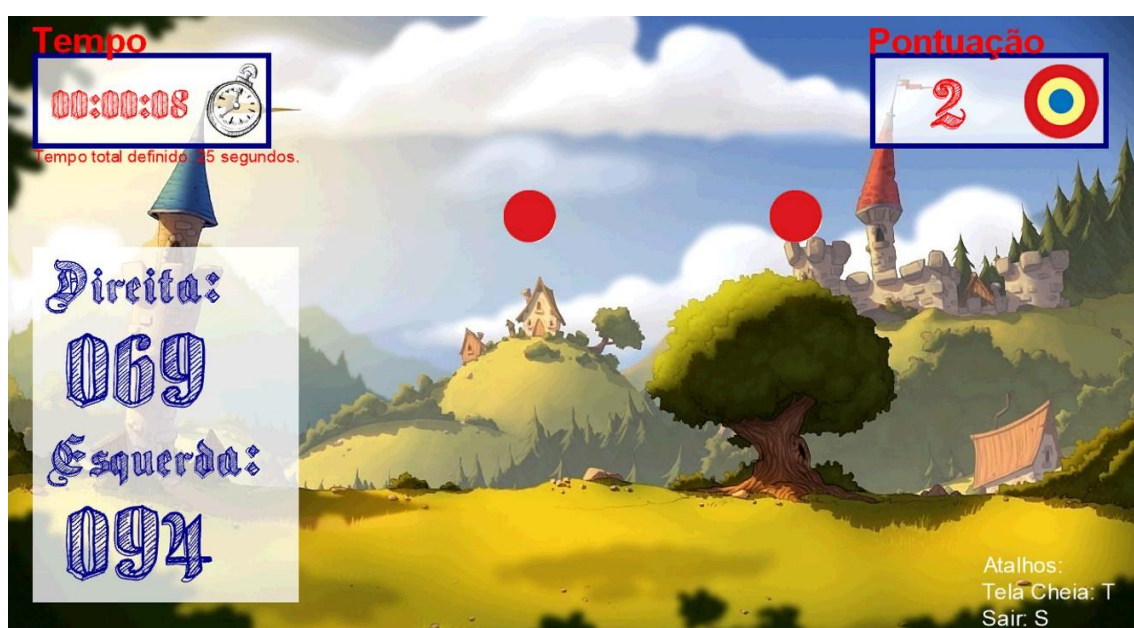


Figura 7 - Cenário do Jogo 01



Figura 8 - Cenário do Jogo 02

A visualização do personagem em terceira pessoa possibilita ao paciente ter a real noção do posicionamento do seu corpo, bem como a movimentação dos membros inferiores e superiores, de maneira a estimular também a correção postural.

O jogo conta com uma interface de fácil entendimento e manuseio, permitindo que qualquer pessoa a utilize sem maiores complicações.

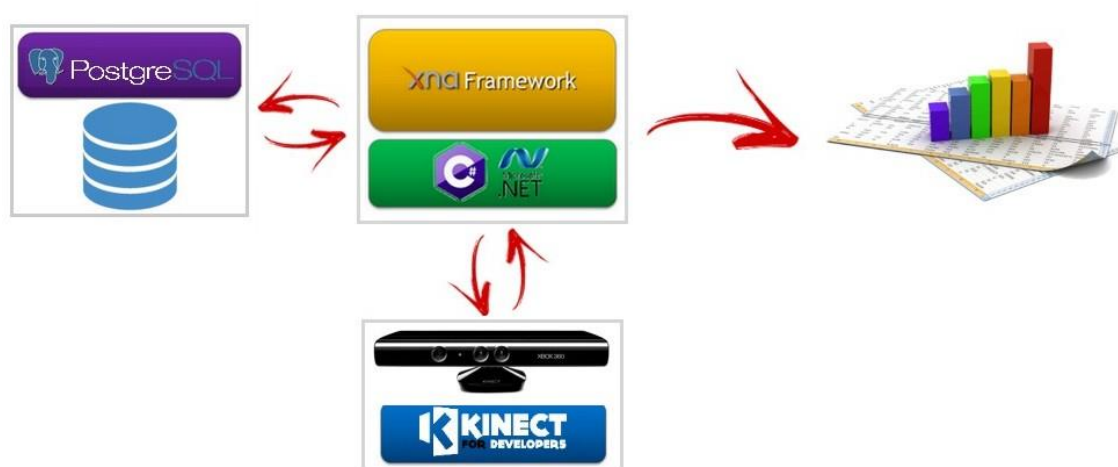
Outro diferencial do aplicativo em relação aos exergames similares é a possibilidade de selecionar diferentes angulações para o movimento. São três opções: quarenta e cinco, noventa e cento e vinte graus. Desse modo, o profissional poderá avaliar tanto um paciente com extrema dificuldade de movimentação como um outro, com estado avançado de recuperação.

As configurações da sessão são pré-selecionáveis: o fisioterapeuta pode escolher qual o membro que será avaliado, duração da sessão, angulação máxima e se será necessário exibir os alvos no ambiente, para que o paciente possa alcançá-los e assim, marcar pontos. Essa pré-configuração permite ao profissional a adequação do sistema para seus pacientes e, assim, um melhor aproveitamento do software.

## 4.2 Arquitetura

A arquitetura do ShoulderForce permite a captura dos movimentos dos membros através do sensor Kinect. O processamento dos dados, por sua vez, é feito através da ferramenta Kinect SDK.

Com base nesses dados, uma análise é realizada em tempo real e, caso seja necessário, informações visuais são apresentadas na tela de forma a motivar o paciente, como por exemplo: alvos, pontuação, angulações, dentre outras.



**Figura 9 – Arquitetura do Jogo**

Em paralelo é feita a comunicação da aplicação com a base de dados, utilizada para armazenar o cadastro de pacientes e também com a biblioteca do Kinect, reconhecendo e interpretando cada movimento realizado pelo paciente. Através desses dados coletados durante a execução é possível manter um registro de todas as sessões realizadas pelo paciente, gerando relatórios com gráficos para que o fisioterapeuta ou profissional responsável possa avaliar a evolução do usuário.

# 5

## Desenvolvimento

*Este capítulo detalha a implementação do jogo ShoulderForce descrito no capítulo anterior.*

### 5.1 Considerações Iniciais

Um bom jogo deve apresentar, entre diversas outras características, os seguintes artefatos: simulações consistentes, ambientes de fácil compreensão, chances justas de vitória, participação ativa do jogador, sensação de imersão (Rouse, 2000). Logo, desenvolver um jogo não é uma tarefa tão simples e envolve requisitos que ultrapassam o ciclo normal de confecção de um sistema, tais como: engenharia de software, analisando os reais requisitos e motivações para o jogo; análise, projeto e implementação dos requisitos levantados anteriormente; testes capazes de avaliarem a usabilidade e jogabilidade, dentre vários outros passos para se atingir o objetivo real do jogo.

A identificação de métodos eficazes e motivacionais é um fator importante para o incentivo e boa prática na realização de exercícios em portadores de deficiência ou pessoas em processo de reabilitação física (Chang, Y.J., et al, 2011). Sendo assim, a confecção de jogos se divide em duas etapas: a definição das ferramentas e dispositivos que serão capazes de fazer a interação jogador-jogo e o conteúdo interativo, composto pelo enredo, animações, imagens e sons que tornam o *software* mais amigável para o jogador.

A implementação do jogo proposto nesse trabalho é detalhada ao longo das próximas seções.

Os componentes de hardware necessários para o correto funcionamento do ShoulderForce são:



- Sensor de movimento Kinect, bem como seu adaptador USB (Universal Serial Bus) para computador;
- Computador ou notebook com pelo menos uma entrada para dispositivos USB;
- Televisor ou monitor ligado ao computador;

## 5.2 Tela de Configuração da Sessão

Inicialmente, a tela da figura 10 é apresentada ao executar o *exergame* é a tela de configuração da sessão. Nela, o fisioterapeuta (ou profissional responsável) irá escolher ou cadastrar um novo paciente para iniciar uma nova sessão.

Além de adicionar e exibir pacientes, como dito anteriormente, é possível também atualizar os dados dos mesmos.

Nesta tela é possível personalizar as seguintes opções:

Duração da Sessão: existem cinco opções, dentre elas: vinte, quarenta, sessenta, noventa e cento e vinte segundos de duração;

Ângulo Máximo: é possível escolher qual a angulação máxima o sistema interpretará durante a sessão: quarenta e cinco, noventa ou cento e vinte graus; mais um diferencial do ShoulderForce ao compará-lo aos *exergames* similares.

Movimento: Além de ambos os membros superiores, o usuário pode escolher capturar movimentos de apenas um dos membros.

Background: nada mais é do que o plano de fundo em que o jogo se passará. Neste aplicativo temos a opção de dois ambientes.

Exibição de dados na tela durante a execução: é possível escolher se serão apresentados os ângulos atingidos pelos membros superiores, os alvos, a pontuação, o personagem e também, se será emitido um som ao acertar os alvos.

É importante ressaltar que não é possível iniciar a sessão caso o paciente não tenha sido selecionado e/ou os dados da sessão não forem indicados previamente.

Assim que toda a sessão for configurada, é possível começar o jogo clicando em “Iniciar”.

The screenshot shows a software window titled 'Pacientes'. It is divided into two main sections: 'Dados do Paciente' and 'Dados da Sessão'. Below these sections are control buttons and a data table.

**Dados do Paciente:**

- Nome: Renata Faria de Oliveira
- Idade: 24
- Telefone: 318890000
- Estado Civil: [dropdown]
- Nascimento: 06/01/1991
- Sexo: [dropdown]
- Altura: 1,62
- Massa: 1,22
- Profissão Atual: Analista de Sistemas
- CPF: 09779614000
- Profissão Anterior: Estudante
- Endereço: Rua Alagoas
- Cidade: Belo Horizonte
- Responsável: [dropdown]
- Bairro: Savassi

**Dados da Sessão:**

- Duração:  20 Segundos,  40 Segundos,  60 Segundos,  90 Segundos,  120 Segundos
- Ângulo Máximo:  45 graus,  90 graus,  120 graus
- Exibir Avatar:  Sim,  Não
- Movimento:  Mão Esquerda,  Mão Direita,  Ambas,  Não
- Background:  Castelos,  Vilarejo
- Exibir Ângulos:  Sim,  Não
- Música:  Sim,  Não
- Alvo:  Sim,  Não
- Pontuação:  Sim,  Não

Buttons: Inserir, Atualizar, Deletar, Iniciar, Sair

CPF	Nome	Idade	Data de Nascimento	Massa	Altura	Sexo	Estado Civil	Endereço	Bairro	Cidade	Tel
09779614000	Renata Faria de ...	24	06/01/1991	1,22	1,62			Rua Alagoas	Savassi	Belo Horizonte	311

Figura 10 - Tela de Configuração da Sessão

## 5.3 Enredo

Os jogos que possuem enredo, também conhecidos como jogos imaginativos, estão cada vez mais fortes no mercado de jogos. Isso acontece pelo fato de o jogador querer e poder interagir cada vez mais através da tecnologia avançada disponível atualmente, permitindo a interação direta, no caso da utilização dos sensores de movimentos. Os jogadores também passaram a valorizar jogos com continuações e, sem um enredo forte o suficiente, isso não seria possível.

O ShoulderForce é um jogo focado em reabilitação física de membros superiores e, por isso, seu enredo foi pensado de maneira a deixar o paciente incentivado a praticar exercícios de maneira divertida a bater seus recordes. Nele, o personagem é um guerreiro e tem como objetivo alcançar os alvos e, assim,

computar pontos e bater recordes. É possível ainda computar pontos com ambos os braços ou somente um por vez, escolher a duração das sessões e outras características que serão expostas nas próximas seções.

## 5.4 Personagem e Artefatos do Cenário

Nessa etapa se fez necessária a criação dos recursos visuais e sonoros que fazem parte do enredo proposto. Esses recursos são: o personagem 3D, os sons, as texturas e imagens, dentre outros. A figura a seguir mostra o avatar escolhido para o ShoulderForce.



**Figura 11 – Personagem do Jogo**

O avatar escolhido é disponibilizado pela ferramenta Kinect SDK, distribuída gratuitamente pela Microsoft a fim de incentivar o desenvolvimento na plataforma. Nessa ferramenta, diversos exemplos básicos podem ser utilizados a nível de aprendizado, desenvolvimentos e testes em geral.

De acordo com a figura abaixo, temos:

- 1: Exibição da duração total da sessão e do tempo atual;
- 2: Angulações das mãos do paciente;
- 3: Espaço reservado para exibição das pontuações adquiridas ao longo da sessão;
- 4: Personagem;
- 5: As bolinhas vermelhas (alvos) foram disponibilizadas para auxiliar o paciente a atingir os ângulos determinados.



Figura 12 – Recursos Visuais do Jogo

## 5.5 Projeto

De acordo com a arquitetura anteriormente mostrada na figura 9, as informações dos movimentos são capturadas pelo Kinect e são submetidas a inúmeros processos de interpretação até que a imagem seja desenhada na tela, de acordo com as seguintes etapas:

- O sensor de movimentos faz uma leitura inicial de profundidade do paciente posicionado a sua frente;

- Os dados são captados e enviados para o computador no qual o Kinect está conectado;
- Na camada seguinte, os dados coletados ficam disponíveis para consulta através da ferramenta SDK;
- A aplicação, por sua vez, executa as atividades que são definidas via código de acordo com os dados recebidos do sensor.

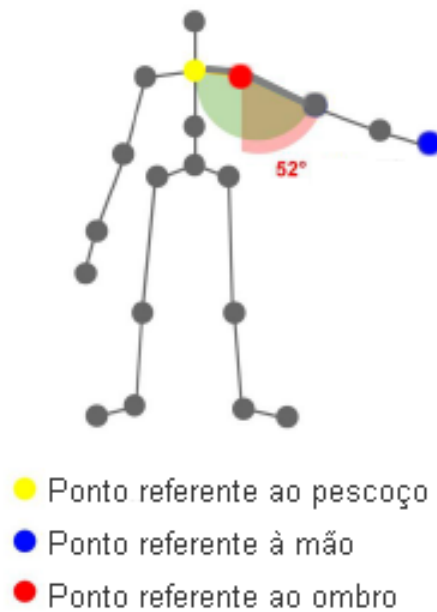
A estrutura padrão para desenvolvimento na linguagem XNA se dá basicamente em 4 seções:

- Declaração e atribuições de variáveis.
- Desenho e Atualização.
- Manipulação dos dados.
- Reposicionamento dos artefatos para a próxima renderização.

Inicialmente, as configurações da câmera foram acertadas para que fosse um jogo de terceira pessoa.

Logo após, todas as variáveis são inicializadas, texturas, sons e demais artefatos utilizados durante a execução. Também é nesse momento em que o software verifica a conexão com o sensor. Depois disso, o próximo passo é interpretar os pontos (Figura 13) do esqueleto para que os tratamentos dos movimentos possam ser tratados.

A partir disso, temos todos os pontos do esqueleto armazenados em uma variável e, assim, podemos efetuar os cálculos das angulações e demais tratamentos.



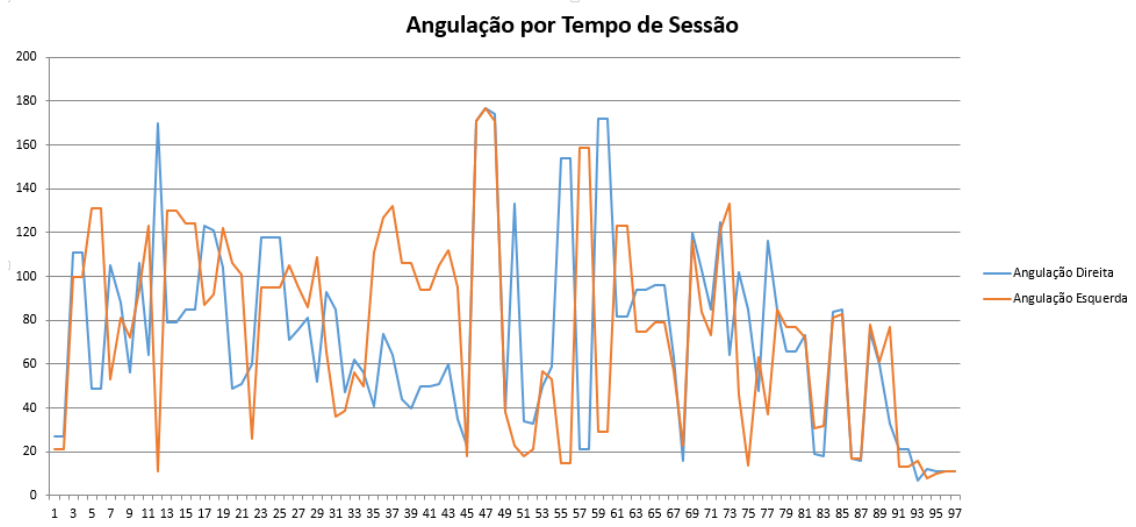
**Figura 13 – Pontos Utilizados para Cálculo da Angulação do Jogo**

A todo momento é verificado se houve colisão da mão do avatar com o alvo exibido na tela: se houve essa colisão, o sistema entende que o avatar atingiu o alvo e soma um ponto, já que os alvos foram disponibilizados de acordo com angulações previamente escolhidas.

Uma classe foi criada exclusivamente para conexão, consultas e demais tratamentos referentes a base de dados. Para isso, a biblioteca ODBC foi adicionada ao projeto e uma *string* de conexão foi criada.

Para que ao final da execução o relatório fosse gerado no formato de *Excel* (Software de propriedade da Microsoft, incluso no pacote Office), uma API (*Application Programming Interface*) de nome *Excel* foi inclusa no projeto.

Por fim, as informações das sessões podem ser analisadas através do relatório gerado ao final de cada execução. Neste relatório estão armazenadas todas as angulações dos membros superiores captadas a cada segundo do jogo, a pontuação final, nome do paciente e tempo total da sessão. A partir dessas informações, um gráfico é gerado a fim de facilitar a análise do profissional responsável pela sessão.



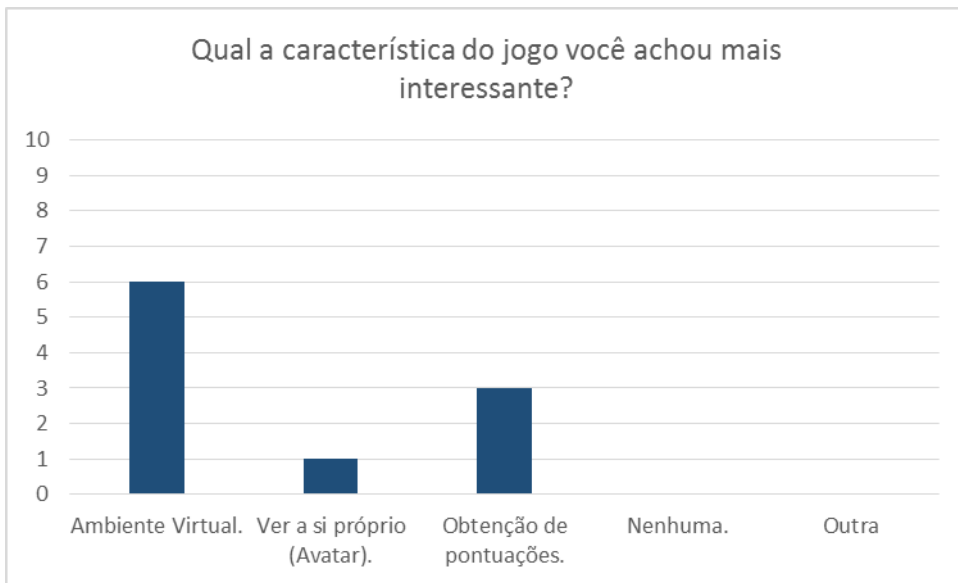
**Figura 14 - Gráfico Gerado ao Final da Execução**

## 5.6 Avaliação da Aplicação

Abaixo são apresentados os gráficos dos resultados individuais dos questionamentos propostos em um questionário de avaliação. Esse questionário foi preenchido por 10 usuários após a utilização do aplicativo. Estes usuários compreendiam, principalmente, alunos e professores do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas.

Estes testes nos ajudaram a validar o aplicativo em relação a usabilidade e, também, a coletar sugestões para trabalhos futuros.

Entenda 1 como totalmente insatisfeito e 5 para totalmente satisfeito.

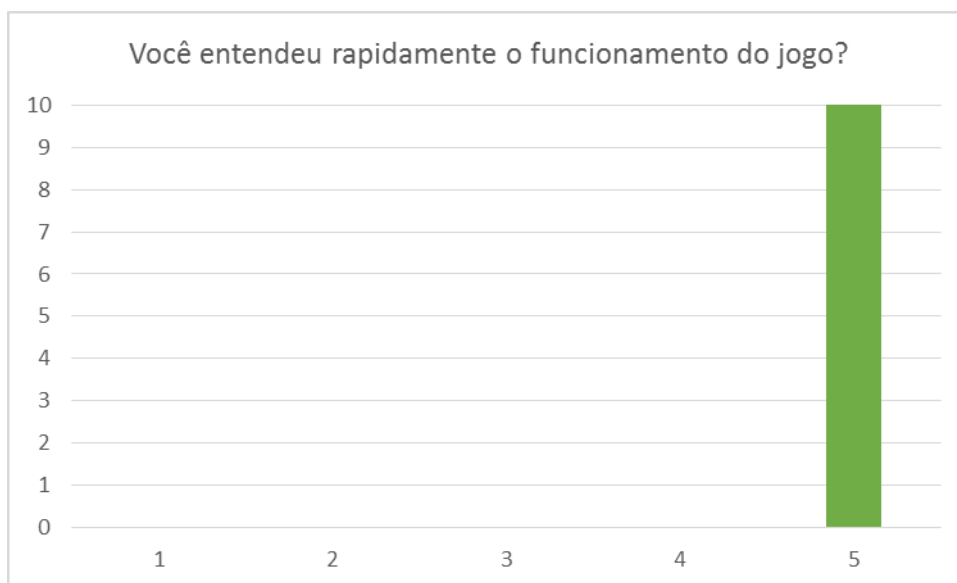


**Figura 15 - Qual a característica do jogo você achou mais interessante?**

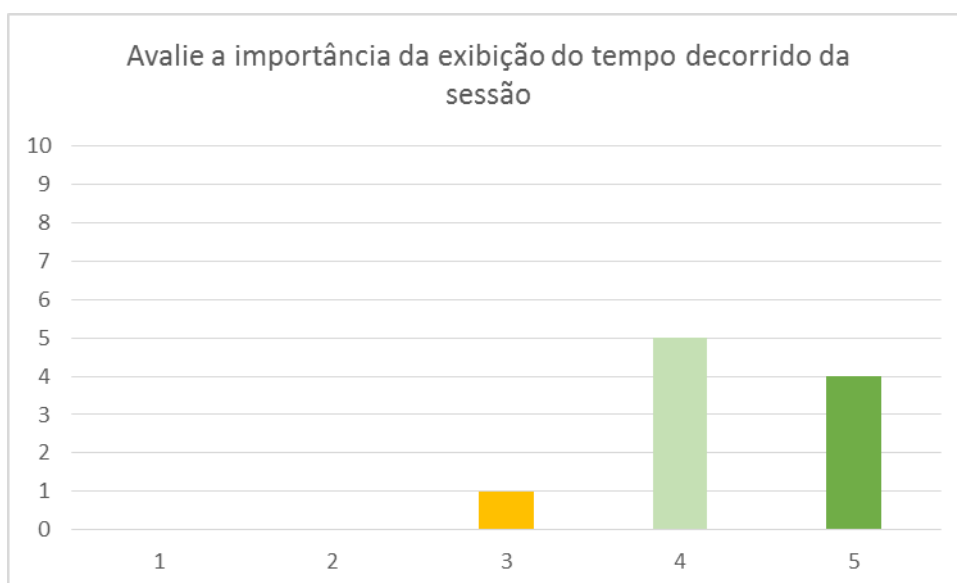


**Figura 16 - O que você mudaria no jogo?**





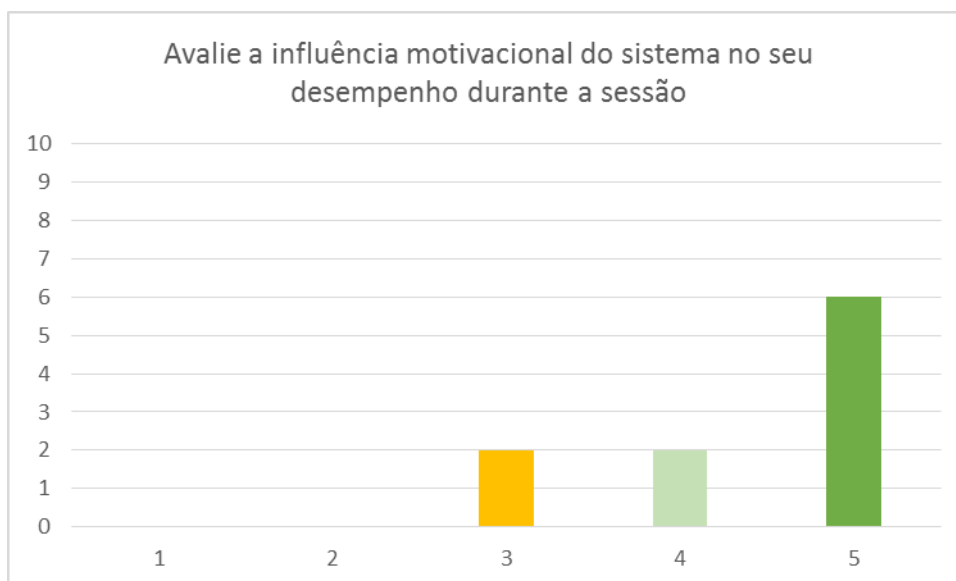
**Figura 17 - Você entendeu rapidamente o funcionamento do jogo?**



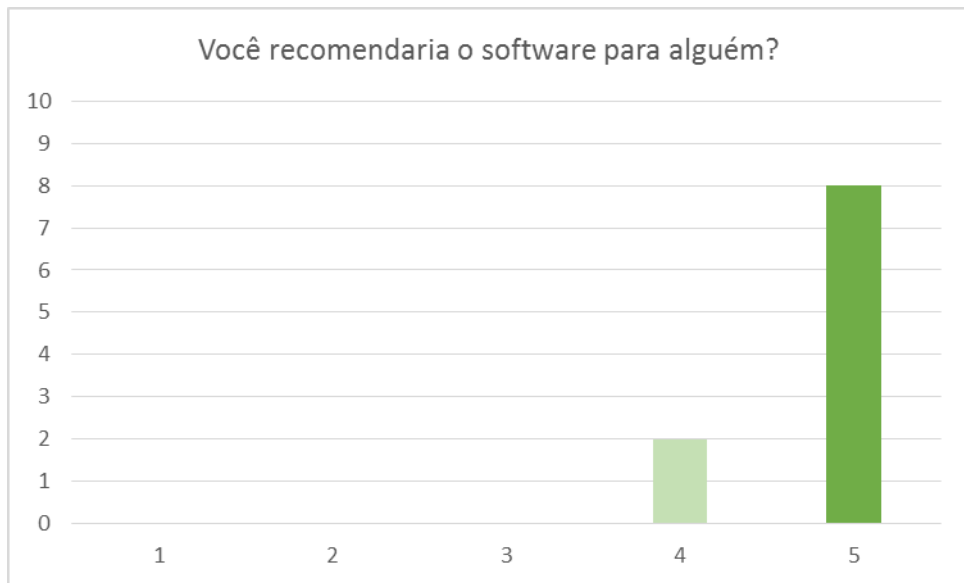
**Figura 18 - Avalie a importância da exibição do tempo decorrido da sessão**



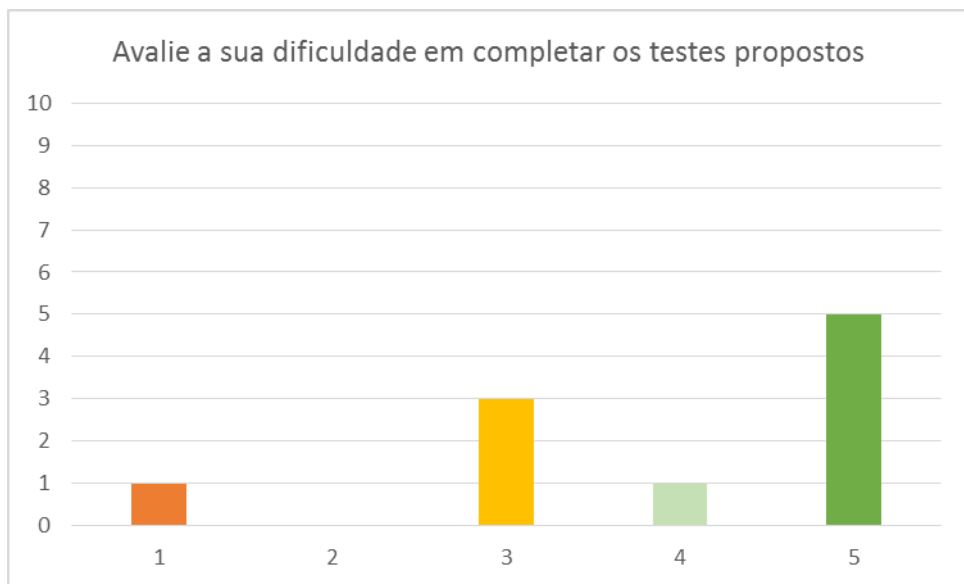
**Figura 19 - Você gostou do enredo (tema) do jogo?**



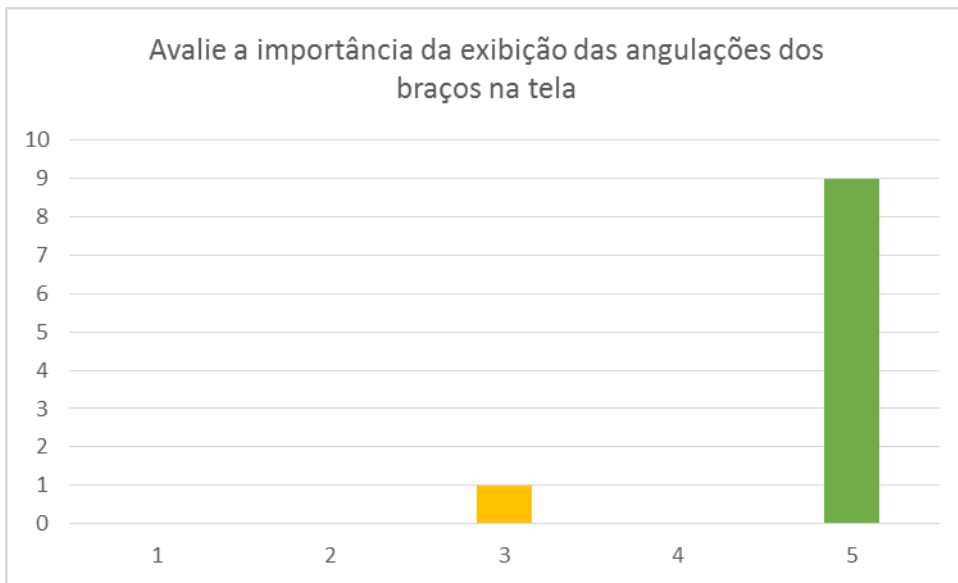
**Figura 20 - Avalie a influência motivacional do sistema no seu desempenho durante a sessão**



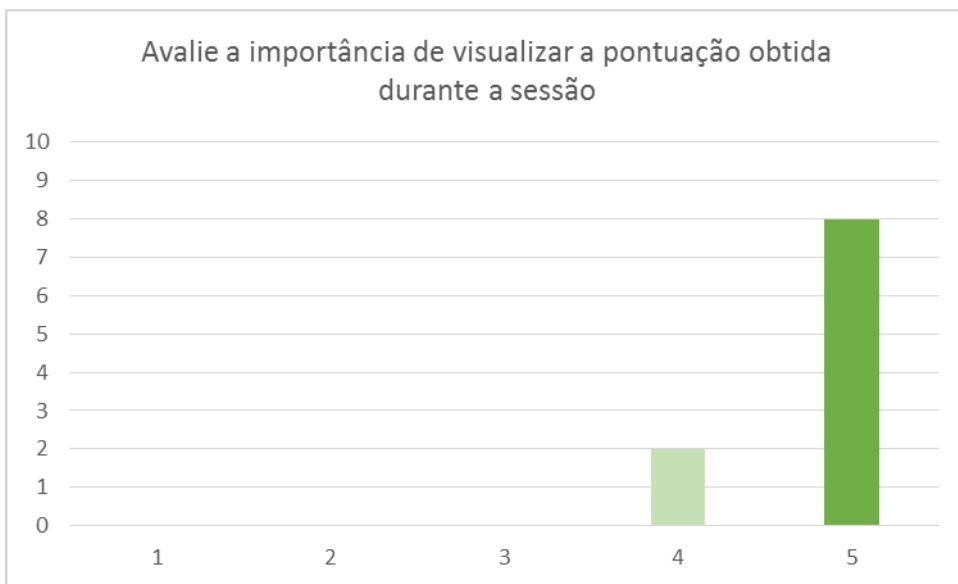
**Figura 21 - Você recomendaria o software para alguém?**



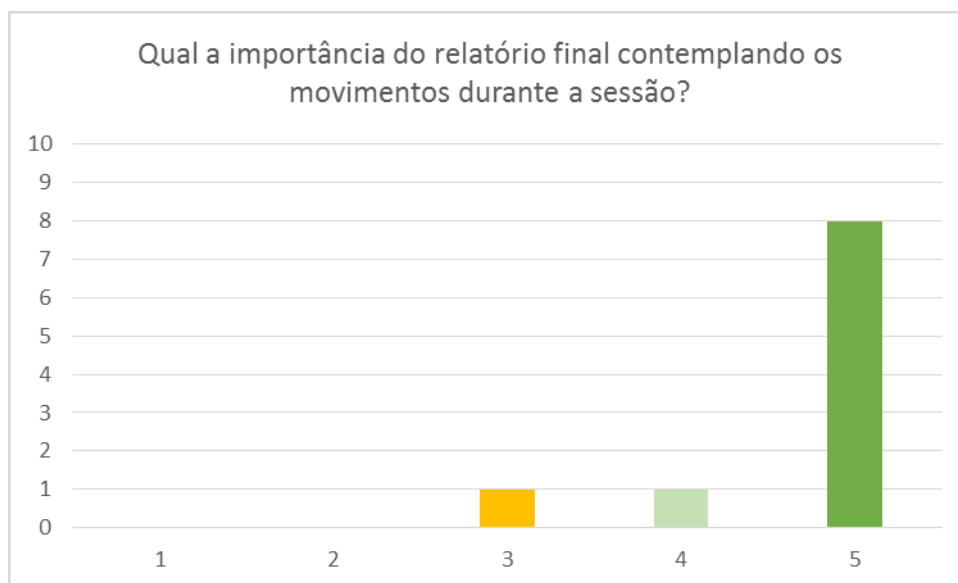
**Figura 22 - Avalie a sua dificuldade em completar os testes propostos**



**Figura 23 - Avalie a importância da exibição das angulações dos braços na tela**



**Figura 24 - Avalie a importância de visualizar a pontuação obtida durante a sessão**



**Figura 25 - Qual a importância do relatório final contemplando os movimentos durante a sessão?**

De maneira geral, percebemos que o resultado obtido pela percepção dos usuários está acima da média, o que nos dá uma boa impressão do aplicativo.

Em contrapartida, os usuários deixaram observações para que possamos aprimorar o aplicativo e o mesmo seja cada vez mais útil para futuras avaliações dos fisioterapeutas. Essas sugestões compreendem principalmente o uso de comandos de voz e um melhor ajuste da sensibilidade do Kinect em relação ao paciente e ambiente externo.



# 6

## Conclusão

As diversas motivações para a criação de *exergames* foram descritas no capítulo 1 e, como objetivo maior, a redução da taxa de obesidade devido ao sedentarismo em grupos de adolescentes e crianças. A adaptação a atividades físicas poderia somar diversos benefícios para a vida dos usuários, porém, o nível de aceitação dessa rotina ainda é baixo.

Sendo assim, os jogos aliados a exercícios físicos podem se tornar cada vez mais populares, como visto no capítulo 2, já que nesses jogos o intuito é que o jogador se divirta enquanto pratica exercícios. A partir da leitura dos trabalhos aqui relacionados e também de conhecimento de trabalhos feitos anteriormente no laboratório da Universidade Federal de Alfenas, surgiu a proposta do ShoulderForce.

Já no capítulo 3 e 4, as características do software proposto foram detalhadas, configurações disponíveis para as sessões e, respectivamente, a suas implementações. No capítulo 4 também foram apresentados os resultados obtidos nos testes efetuados.

Analisando a usabilidade do sistema, constatamos que os resultados dos testes aplicados apontaram que 60% dos usuários acharam muito importante o uso de um ambiente virtual no tratamento, já que o mesmo foi desenvolvido de maneira a ser também um jogo, estimulando a percepção dos usuários. Outros 30% ressaltaram também a importância da obtenção das pontuações durante o jogo e, nesse contexto, 80% julgaram de extrema importância visualizar essa pontuação na tela do aplicativo. Ainda sobre os dados exibidos durante a execução, 90% dos usuários julgaram necessário a exibição das angulações para que facilite a obtenção dos pontos e análise dos profissionais responsáveis. Ao final da sessão, um relatório é gerado e 80% dos usuários o avaliaram como importante para análise dos dados do paciente. Todos os usuários avaliados tiveram facilidade em entender o funcionamento do jogo e a maioria deles recomendaria o aplicativo para outras pessoas.

Os resultados obtidos nos deram a certeza de que estamos no caminho certo e que o aplicativo será de grande ajuda na avaliação e acompanhamento dos pacientes.

## 6.1 Trabalhos Futuros

A fim de aumentar o tempo de utilização do ShoulderForce em sessões de fisioterapia, podem ser implementadas novas funcionalidades e novos movimentos, como por exemplo, a captação de outros movimentos dos braços em outras posições. Dessa forma, um número maior de pacientes poderia utilizar o software, visto que ele iria contemplar mais deficiências motoras.

É possível explorar o movimento já desenvolvido, implementando os alvos com distâncias variáveis, de acordo com a altura do usuário. É possível também capturar] um maior número de informações do esqueleto, aperfeiçoando assim os relatórios gerados.

Uma sugestão que surgiu durante os testes foi a inclusão de comandos de voz, o que amplia o público utilizador, facilita e estimula ainda mais os pacientes durante as sessões fisioterápicas.



# 7 Referências Bibliográficas

Chang, Y.J., Chen, S.F., Huang, J.D. *A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities*. Research in Developmental Disabilities – Elsevier Science Ltd., New York, Nov/Dec 2011, Vol.32 No.6.

Sousa, F.H. Uma revisão bibliográfica sobre a utilização do Nintendo Wii como instrumento terapêutico e seus fatores de risco, Revista Espaço Acadêmico. Maringá, Agosto 2011, Vol.11 No.123.

Dukes, P. Punching Ducks for post-stroke neurorehabilitation: System design and initial exploratory feasibility study. IEEE Symposium on. 2013.

Ferreira, E. *Paradigmas do jogar: Interação, corpo e imersão nos videogames*, VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment. Rio de Janeiro, Outubro 2009.

Ching-Hsiang Shih Man-Ling Chang, Z. M. A three-dimensional object orientation detector assisting people with developmental disabilities to control their environmental stimulation through simple occupational activities with a Nintendo Wii Remote Controller. *Elsevier, Research in Developmental Disabilities*, 2011, 6.

Ching-Hsiang Shih, M.-L. C. A wireless object location detector enabling people with developmental disabilities to control environmental stimulation through simple occupational activities with Nintendo Wii Balance Boards. *Elsevier, Research in Developmental Disabilities*, 2012, 7.

Ching-Hsiang Shih Jui-Chi Yeh, C.-T. S. M.-L. C. Assisting children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder actively reduces limb hyperactive behavior with a

Nintendo Wii Remote Controller through controlling environmental stimulation. *Elsevier, Research in Developmental Disabilities*, 2011, 7.

Ching-Hsiang Shih Ling-Che Chen, C.-T. S. Assisting people with disabilities to actively improve their collaborative physical activities with Nintendo Wii Balance Boards by controlling environmental stimulation. *Elsevier, Research in Developmental Disabilities*, 2011, 6.

Avril, M. C. J. Danells, E. I. G. M. W. E. M. Between-limb synchronization for control of standing balance in individuals with stroke. *Elsevier, Clinical Biomechanics*, 2010, 6.

Greenberg, J. S. *Administração do Estresse*. Manole, 2002, 6.

Ching-Hsiang Shih Chiao-ChenChung, C.-T. L.-C. Enabling people with developmental disabilities to actively follow simple instructions and perform designated physical activities according to simple instructions with Nintendo Wii Balance Boards by controlling environmental stimulation. *Elsevier, Research in Developmental Disabilities*, 2011, 5.

Scarle, S. Implications of the Turing completeness of reaction-diffusion models, informed by GPGPU simulations on an Xbox 360: Cardiac arrhythmias, re-entry and the Halting problem. *Elsevier, Computational Biology and Chemistry*, 2009, 8.

K.S. Birak P. Terry, S. H. The effect of alcohol-paired contextual cues on responses to a novel alcoholic drink. *School of Psychology, University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom.*, 2010, 1.

J. Bloom R. Hunker, K. M. B. R. T. W. Nintendo Wii vs. Microsoft Xbox: Differential effects on mood, physiology, snacking behavior, and caloric burn. *Wheeling Jesuit University, Wheeling, USA*, 2010, 1.

G.D. Blonde Y. Treesukosol, E. J. A. S. The greater superficial petrosal nerve is unnecessary for normal responsiveness to sucrose by rats in a brief-access test, regardless of trial length. *Department of Psychology & Program in Neuroscience, Florida State University, Tallahassee, USA*, 2010, 1.

C. Blouet Y.H. JO, S. G. Mediobasal hypothalamic leucine metabolism inhibits food intake and leucine activates POMC and LepR neurons. *Albert Einstein College of Medicine, Bronx, USA*, 2010, 1.

Ross A. Clark Yong-Hao Pua, K. F. C. R. K. E. W. L. D. A. L. B. Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control. *Elsevier, Gait & Posture*, 2012, 6.

Carleen H. Games for Health: The Latest Tool In The Medical Care Arsenal. *Health Affairs*, 2009. Disponível em: <http://content.healthaffairs.org/content/28/5/w842.full.pdf>. Acesso em: 23/06/2015.

Rebecca J. Reed-Jones Sandor Dorgo, M. K. H. J. O. B. WiiFit Plus balance test scores for the assessment of balance and mobility in older adults. *Elsevier, Gait & Posture*, 2012, 4.

Soares, J. V., Santos, L. C. C., Bressan, P. A. Physioplay: Um exergame para reabilitação física aplicando a interatividade do Kinect como biofeedback visual. 2012.

Johnson, J. A. From Atari Joyboard to Wii Fit: 25 years of exergaming. 2008.

Elmasri, Ramez, Navathe, Shamkant B. Sistema de Banco de Dados. *Pearson Education do Brasil*. 2005.

Rouse III, R. Game Design: Teory & Practice. *Wordware Publishing Inc*. 2010.

Teles, M. S., Gusmão, C. Avaliação funcional de pacientes com Acidente Vascular Cerebral utilizando o protocolo de *Fugl-Meyer*. 2010.

PostGreSQL Brasil. Disponível em: <http://www.postgresql.org.br>. Acesso em: 16/06/2015.

PostGreSQL. Disponível em: <http://www.postgresql.org>. Acesso em: 17/06/2015.

Nintendo. Disponível em: <https://www.nintendo.pt/Jogos/Wii/Wii-Fit-Plus-283905.html>. Acesso em 15/06/2015.

Siegel, J Scott. GlucoBoy turns diabetes blood-testing into a game. Disponível em: <http://www.engadget.com/2007/12/06/glucoboy-turns-diabetes-blood-testing-into-a-game/>. Acesso em: 15/06/2015.

Baracho, A. F. O., Gripp, F. J., Lima, M. R. Os exergames e a educação física escolar. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. 2012, vol. 34.

Sung, K. Recent Videogame Console Technologies. *Entertainment Computing*. 2011.

# 8 Apêndices e Anexos

## 8.1 Questionário de Avaliação

Nome: \_\_\_\_\_

Autorizo que os dados obtidos neste questionário sejam utilizados para a publicação de artigos e textos científicos ou qualquer publicação referente ao aplicativo ShoulderForce.

---

Assinatura

Ações a serem executadas:

TESTE I:

1. Abra o Software;
2. Selecione um paciente já cadastrado e inicie uma sessão com as seguintes configurações:
  - a. Duração: 5 minutos;
  - b. Ângulo máximo: 45 graus;
  - c. Movimento: Mão Direita;
  - d. Exibir Alvo? Não.

TESTE II:

1. Abra o Software;
2. Cadastre um novo paciente;
3. Inicie uma sessão (a partir do novo paciente) com as seguintes configurações:
  - a. Duração: 5 minutos;
  - b. Ângulo máximo: 120 graus;
  - c. Movimento: Ambas as mãos;
  - d. Exibir Alvo? Sim.

e. Tente obter uma pontuação maior que 50.

### TESTE III:

Após executar os testes I e II, abra a pasta de relatórios localizada em: “Relatorios\_TCC” e analise os relatórios gerados anteriormente.

Após testar o aplicativo, responda as seguintes questões:

1. Qual a característica do jogo você achou mais interessante?

( ) Ambiente Virtual.

( ) Ver a si próprio (Avatar).

( ) Obtenção de pontuações.

( ) Nenhuma.

( ) Outra: \_\_\_\_\_

2. O que você mudaria no jogo?

( ) Cenário.

( ) Personagem (Avatar).

( ) Obtenção de pontuações.

( ) Mensagens Exibidas.

( ) Nada.

( ) Outra: \_\_\_\_\_

Assuma 1 para totalmente **insatisfeito** e 5 para totalmente **satisfeito**.

3. Você entendeu rapidamente o funcionamento do jogo?

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

4. Avalie a importância da exibição do tempo decorrido da sessão:

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5

5. Você gostou do enredo (tema) do jogo?

(     ) 1    (     ) 2    (     ) 3    (     ) 4    (     ) 5

6. Avalie a influência motivacional do sistema no seu desempenho durante a sessão:

(     ) 1    (     ) 2    (     ) 3    (     ) 4    (     ) 5

7. Você recomendaria o software para alguém?

(     ) 1    (     ) 2    (     ) 3    (     ) 4    (     ) 5

8. Avalie a sua dificuldade em completar os testes propostos:

(     ) 1    (     ) 2    (     ) 3    (     ) 4    (     ) 5

9. Avalie a importância da exibição das angulações dos braços na tela:

(     ) 1    (     ) 2    (     ) 3    (     ) 4    (     ) 5

10. Avalie a importância de visualizar a pontuação obtida durante a sessão:

(     ) 1    (     ) 2    (     ) 3    (     ) 4    (     ) 5

11. Qual a importância do relatório final contemplando os movimentos durante a sessão?

(     ) 1    (     ) 2    (     ) 3    (     ) 4    (     ) 5

12. Há alguma sugestão? Ajude-nos a melhorar:

---

---

---

Obrigada por nos ajudar! 😊