

# Leap Motion: Possibilidade de uso para Fisioterapia Remota

Trabalho de Conclusão do Curso de  
Tecnologia em Sistemas para Internet

**Eduarda da Silva Pereira de Souza**

**Orientador(a): Marcelo Augusto Rauh Schmitt**

**Co-orientador(a): Rodrigo Prestes Machado**

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)  
Campus Porto Alegre  
Av Cel Vicente, 281, Porto Alegre – RS – Brasil

`eduarda.spsouza@gmail.com,marcelo.schmitt@poa.ifrs.edu.br`

`rodrigo.prestes@poa.ifrs.edu.br`

**Resumo.** *Cada vez mais, as tecnologias de informação e comunicação são utilizadas na sociedade contemporânea. O contato entre profissionais de saúde e pacientes pode beneficiar-se desse contexto, ainda mais naquelas atividades que demandam uma frequência regular. Tal é o caso na recuperação fisioterápica. Este artigo apresenta uma proposta de solução para que profissionais de saúde possam monitorar remotamente pacientes necessitados de sessões fisioterápicas explorando assim vantagens espacial e temporal. Definiu-se um modelo de aplicação e realizou-se uma validação inicial com a sua implementação. A utilização do dispositivo Leap Motion Controller apresentou-se como uma opção viável tanto do ponto de vista econômico como da portabilidade.*

## 1. Introdução

Acredita-se que as tecnologias digitais de percepção de movimento tenham o potencial de contribuir para que pacientes possam, sob a orientação correta de profissionais de saúde, recuperar-se de lesões que demandem exercícios fisioterápicos. O presente trabalho tem como objetivo principal definir e implementar um modelo computacional preliminar que permita aos profissionais de saúde acompanharem remotamente sessões fisioterápicas dos pacientes explorando assim vantagens temporal e espacial. O objetivo específico do trabalho é estudar e desenvolver um aplicativo web por meio da biblioteca LeapJS juntamente com o HTML (*HyperText Markup Language*) e o CSS (*Cascading Style Sheets*) para a criação de uma interface que faça a interação com o paciente, assim auxiliando profissionais da área fisioterápica.

É possível lançar mão de jogos com o objetivo de auxiliar pacientes na reabilitação de lesões, correção de postura, equilíbrio e melhoria na locomoção através de movimentos específicos e repetitivos [Islabão and Filho 2011]. Tais jogos têm como base, via de regra, consoles de *videogames*. Um desses consoles é o Nintendo Wii<sup>1</sup>, que utiliza um controle baseado na captura de movimentos. O Wii também disponibiliza acessórios, como por exemplo, o Balance Board Wii<sup>2</sup>, que é composto por sensores de pressão responsáveis

---

<sup>1</sup><http://www.nintendo.com/wiiu>.

<sup>2</sup><https://goo.gl/WnB8hy>.

por perceber a movimentação e a inclinação do indivíduo sobre uma plataforma. Com o Balance Board Wii é possível jogar o Wii Fit <sup>3</sup> que possui 60 exercícios grupados em quatro categorias: yôga, treinamento muscular, aeróbico, exercícios de equilíbrio e postura. Outro console existente é o XBox da Microsoft <sup>4</sup>, que possui o sensor de movimento Kinect <sup>5</sup>. Esse sensor, pode mapear a informação visual de uma pessoa e criar um modelo tridimensional correspondente aos movimentos reais de um jogador. O Xbox também disponibiliza jogos que estipulam movimentos de dança, movimentos esportivos, exercícios aeróbicos e exercícios de fortalecimento muscular.

Grande parte dos jogos e aplicações que estimulam a prática de exercícios físicos necessita de um *videogame* para poder ser utilizado. Porém, ao se considerar a utilização desta tecnologia para a realização eventual de exercícios fisioterápicos, a alternativa de aquisição de um console não se apresenta viável, tendo em vista o custo destes equipamentos. Por tal razão, optou-se pela utilização de equipamento denominado Leap Motion Controller (LMC), que é um dispositivo de captura de movimento gestual desenvolvido para computadores pessoais <sup>6</sup>. Dentre os diferenciais do LMC destacam-se: (1) conexão com computadores equipados com Windows ou Mac OS X; (2) capacidade de monitorar os dez dedos das mãos, recurso não presente nos sensores que equipam os vídeo games atuais; (3) possibilidade de desenvolvimento de aplicativos voltados para Web por meio da biblioteca JavaScript LeapJS <sup>7</sup>.

O Leap Motion, juntamente com a LeapJS, possibilita o desenvolvimento de aplicativos voltados para web. Como exemplo, poder-se-ia considerar uma fratura de punho. Esse tipo de fratura, compromete dois ossos que fazem parte do antebraço, o rádio e a ulna. Os movimentos de rotação medial e lateral do antebraço são possíveis a pronação e a supinação ou seja a capacidade de girar a palma da mão para baixo ou para cima. Outro movimento necessário para o tratamento são os desvios ulnar e radial, ou seja, a capacidade de inclinar a mão em direção a ulna ou em direção ao rádio [Cunha 2007]. Um programa associado ao Leap Motion poderia ser capaz de capturar os movimentos aqui descritos e auxiliar o paciente a realizar sua fisioterapia.

O software desenvolvido e apresentado neste artigo não abordou nenhum caso específico de fisioterapia uma vez que isso exigiria a interação com profissionais da área da saúde e também constituiria todo um novo contexto ético. A implementação realiza, isto sim, o teste do modelo conceitual que permitirá aos fisioterapeutas ou médicos construir com programadores novos exercícios e indicarem-nos aos pacientes.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta trabalhos relacionados; a seção 3 apresenta o modelo computacional desenvolvido; a seção 4 apresenta o aplicativo desenvolvido; seção 5 apresenta trabalhos futuros e finalmente na seção 6 são disponibilizadas as considerações finais.

---

<sup>3</sup><https://goo.gl/sdnwFE>.

<sup>4</sup><http://www.xbox.com/pt-br/>.

<sup>5</sup><http://goo.gl/tXgqvY>.

<sup>6</sup><https://www.leapmotion.com/product/desktop>.

<sup>7</sup><https://goo.gl/ujGhsn>.

## 2. Trabalhos Relacionados

Nesta seção, são apresentados alguns trabalhos relacionados com o uso de consoles para jogos com a intenção de favorecer a reabilitação de patologias utilizando.

### 2.1. Nintendo Wii

[Islabão and Filho 2011] apresentam estudo sobre a Wiireabilitação no tratamento de pacientes com paralisia cerebral diplégica. Neste caso, o tratamento lúdico com crianças tem sido um importante aliado dos profissionais para a obtenção de resultados satisfatórios.

O Nintendo Wii [Nintendo 2014] é um console de *videogame*, lançado em 2006 no Japão, que tem como característica importante a interatividade através do movimento corporal. Os movimentos são captados e transmitidos pelo controle, promovendo uma sincronia dos movimentos dos jogadores, transmitindo para o *software*. O instrumento possui as seguintes especificações técnicas 44 milímetros de largura, 157 milímetros de altura e 215,4 milímetros de profundidade em sua posição vertical, pesando 1,2kg de peso conforme a (Figura 1).



Figura 1. Nintendo Wii

Um dos acessórios do Nintendo Wii é o Balance Board conforme a (Figura 2) consiste em uma plataforma dotada de quatro sensores de pressão, que são capazes de perceber a movimentação e a inclinação do indivíduo. A Plataforma possui as seguintes dimensões: 52,7 centímetros de largura, 8,13centímetros de altura e 34,9 centímetros de profundidade, pesa 4,57kg e suporta um individuo com peso menor ou igual a 150kg. [Manual 2008]



Figura 2. Balance Board Wii

## 2.2. Kinect

[Valdir D. S. Junior and Nunes 2013] apresentam um estudo sobre a reabilitação motora usando sensor de movimento Kinect. O jogo simula movimentos fisioterápicos por meio de desafios para realização de tarefas virtuais com uso do corpo humano. Trata-se de um *serious games*. Tal nomenclatura é utilizada para identificar jogos que abordam aspectos que transcendem o objetivo de entretenimento. Tais jogos utilizam as técnicas da indústria de jogos para tornar as experiências dos usuários, principalmente em relação ao aprendizado, mais atraentes e lúdicas. Qualquer jogo considerado sério tem um planejamento pedagógico que gera as diretrizes para o desenvolvimento, define a abordagem técnica e o roteiro do jogo.

### 2.2.1. Interação Gestual

O sensor de movimentos Kinect é um periférico do console Xbox 360 que contém diversos recursos permitindo que os jogadores sejam os controladores do jogo e que se sintam como se estivessem presentes em um cenário.

Seus desenvolvedores obtiveram grandes quantidades de dados capturando movimentos de pessoas em cenários da vida real. Ao processar todos esses dados utilizando um algoritmo de aprendizado, o Kinect pode mapear a informação visual que coleta em modelos tridimensionais representando pessoas de todos os tipos variando idade, altura, gênero, formato do corpo. A inteligência armazenada no sistema Kinect é suficiente para analisar o que ele captura e alinha essa informação com a coleção de estruturas de esqueletos para armazenar e interpretar os movimentos do jogador.[Guerra 2013]

O Kinect (Figura 3) contém três partes vitais que funcionam para detectar o movimento do jogador criando a imagem física na tela: uma vídeo câmera VGA em cores RGB, um sensor de profundidade e um microfone multivetorial [Xbox 2014]. A câmera detecta os componentes de cor vermelha, verde e azul possui resolução de 640 por 480 pixels e uma taxa de captura de 30 quadros por segundo. O sensor de profundidade contém um sensor monocromático e um projetor infravermelho que auxilia na criação de uma imagem tridimensional do conteúdo capturado pelo sensores e possui um sistema de quatro microfones individuais que são capazes de isolar a voz do jogador de outros ruídos registros no ambiente.



Figura 3. Kinect

### 2.2.2. Jogos

[Rodrigues and Molz 2014] apresentam o desenvolvimento e a aplicação de um sistema de mini-jogos interativos utilizando um dispositivo de captura de movimentos o Kinect, cujo o sistema possa ser utilizado como recurso interativo aos procedimentos terapêuticos para restabelecimento do equilíbrio corporal na área de Fisioterapia. O objetivo definido do sistema foi torná-lo flexível quanto à parametrização dos minijogos, bem como acessível quanto ao perfil de jogadores que podem utilizá-lo. Além disto, buscou-se considerar a importância de o jogador poder se visualizar durante a interação com os mini-jogos, proporcionando a observação dos seus movimentos.

[Carvalho and Araújo 2010] apresenta o desenvolvimento de um sistema embarcado que, conectado a um aparelho de televisão comum, inova o processo de reabilitação fisioterápica proporcionando ao paciente valores lúdicos encontrados em jogos de *video-game* e, ao fisioterapeuta, a coleta de dados mais frequente possível sobre as atividades realizadas. A ideia central é que uma câmera digital captura os movimentos do paciente para que assim possa controlar um personagem em um jogo visualizado em uma televisão através dos movimentos corporais presentes na sua rotina de exercícios fisioterápicos.

[Weintraub et al. 2011] apresenta um aplicativo criado no Adobe Flash CS3 com a linguagem Extensible Markup Language (XML) para a organização das perguntas múltipla escolha. O jogo é composto por quatro salas de atendimento sobre avaliação neurológica, respiratória, musculoesquelética e em terapia intensiva. Há, em cada sala, um caso clínico, seguido de questões múltipla escolha e, por fim, uma questão especial, contendo vídeos ou imagens. Ao responder as questões de forma equivocada, o participante é direcionado a uma sala de estudos com a literatura relacionada ao tema e alguns artigos sugeridos.

[Balista 2013] busca investigar as possibilidades de utilização de jogos na área de saúde e fomentar a criação de *serious games* específicos e adequados para essa área, que possam ser usados não apenas como tratamentos de reabilitação que proporcionam maior aderência dos pacientes, mas como ferramentas de avaliação da evolução dos pacientes no tratamento com gameterapia. Na sequência, o trabalho apresenta o PhysioJoy, um sistema de realidade virtual composto de *serious games* projetados para avaliação e reabilitação de déficit motor e neurológico em pacientes de fisioterapia usando o Kinect.

[Costa 2014] direcionado para crianças com dificuldades de integração bilateral motora, com idades compreendidas entre os cinco e nove anos, este projeto tem como base um jogo 3D para as plataformas Windows, Mac OS X e Linux, controlado com os movimentos dos membros superiores através do dispositivo Leap Motion. Através do controle de um avião, a criança descobre várias ilhas e desbloqueia componentes do mesmo, alcançando os diversos bônus e *checkpoints* ao longo de cada percurso. Ao terapeuta são apresentados gráficos com dados obtidos pelo dispositivo adequando o momento lúdico da criança.

[Lipp et al. 2014] apresenta uma proposta de uso para o dispositivo de NUI (*Natural User Interface*) o Leap Motion. Foram desenvolvidos quatro objetos de aprendizagem na área de matemática como prova de conceito. Os resultados da avaliação realizada apontam que os protótipos desenvolvidos possuem grande potencial para ensinar diferen-

tes conteúdos de matemática de forma divertida, motivadora e engajante.

### 3. Modelo Computacional

O Diagrama de Caso de Uso apresentado na (Figura 4) mostra as principais funcionalidades do Aplicativo Web e a interação dessas funcionalidades com os usuários no sistema. Há três papéis: administrador, profissional de saúde e paciente. O paciente só tem acesso aos exercícios passados pelo profissional de saúde. O profissional de saúde escolhe o exercício que deseja prescrever e determina a frequência e a quantidade corretas, controla a assiduidade do paciente em relação às sessões de fisioterapia prescritas.

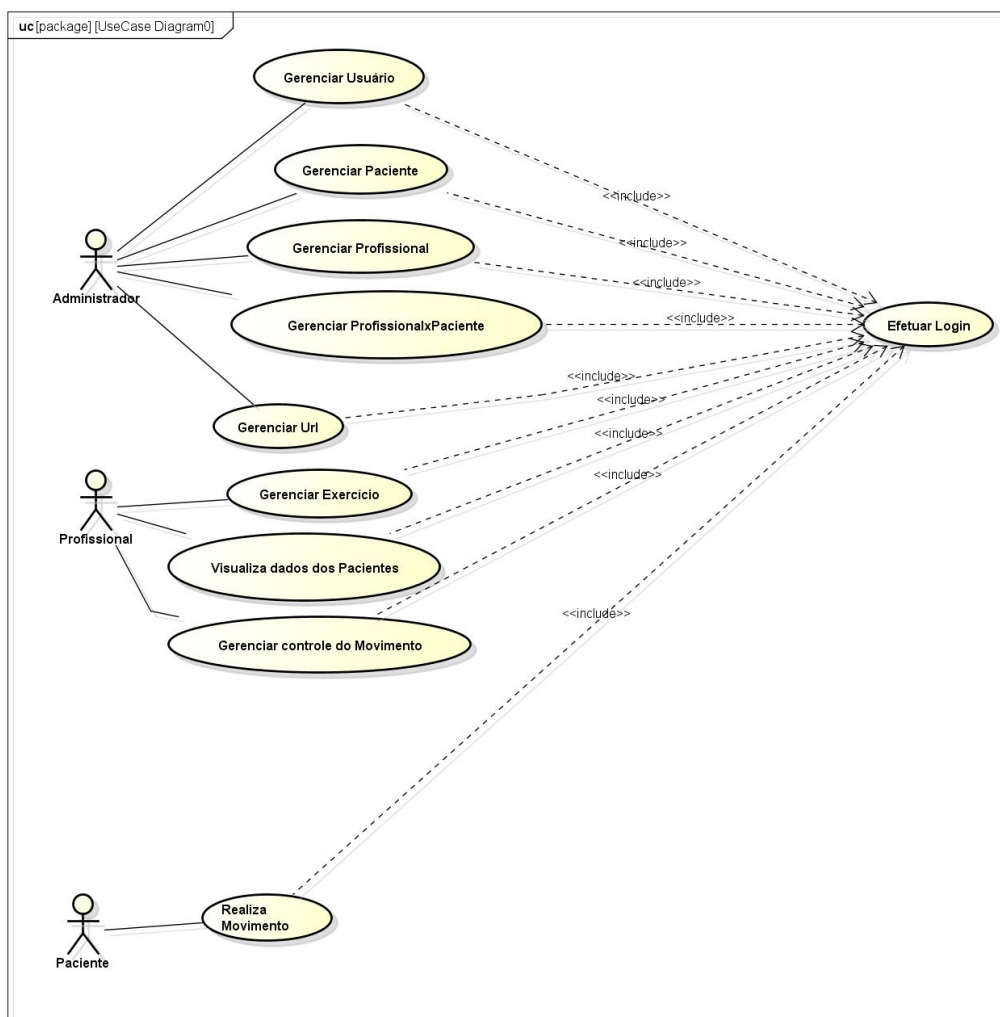
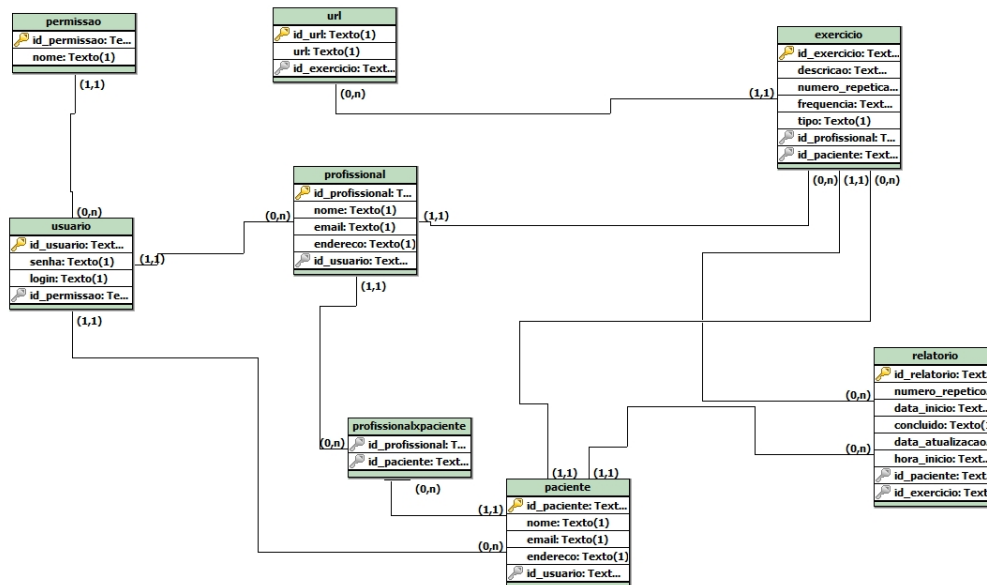


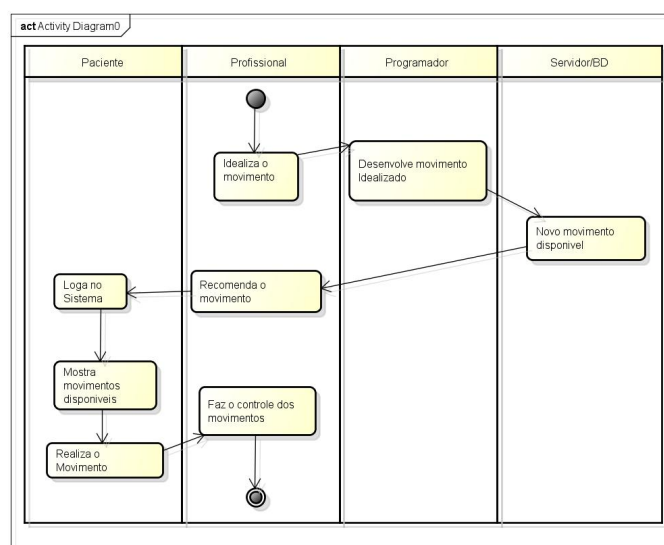
Figura 4. Diagrama de Caso de Uso

O Modelo Entidade Relacionamento descreve as tabelas envolvidas e seus atributos e como relacionam entre si (Figura 5).



**Figura 5. Modelo ER**

O Diagrama de Atividade apresentado na (Figura 6) descreve a implementação de um novo movimento no Aplicativo Web e segue os seguintes passos (1) profissional idealiza o movimento, (2) programador desenvolve o movimento idealizado, (3) novo movimento fica disponível no servidor através de uma página e o mesmo é cadastrado no Aplicativo Web, (4) profissional recomenda movimento, (5) paciente loga no sistema, (6) paciente visualiza os movimentos disponíveis, (7) paciente realiza o movimento, (8) profissional controla movimento realizado pelo paciente.



**Figura 6. Fluxo para um novo movimento**

## 4. Aplicativo Desenvolvido

Na implementação do Aplicativo Web foram usadas tecnologias específicas para processamento das páginas Web. Essas tecnologias serão brevemente explicadas.

**HTML**(*HyperText Markup Language*) é a marcação de texto responsável pelo comportamento do documento dentro da aplicação.

**JavaScript** é uma linguagem de programação dinâmica que permite criar pequenos programas embutidos no próprio código de uma página HTML.

**Jquery** é uma biblioteca JavaScript muito utilizado na manipulação de elementos HTML, CSS, efeitos e animações.

**Ajax**(*Asynchronous Javascript and XML*) é o uso metodológico de tecnologias como Javascript e XML, providas por navegadores, para tornar páginas Web mais interativas para o usuário, utilizando solicitações assíncronas. A questão do assincronismo, significa que o documento pode buscar informações complementares e alterar o seu conteúdo.

**PHP**(*Hypertext Preprocessor*) é uma linguagem de script open source muito utilizado para o desenvolvimento web e pode ser embutida dentro do HTML.

**CSS**(*Cascading Style Sheets*) é uma linguagem de folhas de estilo utilizada para definir cores, fontes e tamanhos na apresentação de documentos escritos em uma linguagem de marcação como HTML ou XML.

### 4.1. Arquitetura do Leap Motion

O hardware do dispositivo LMC (*Leap Motion Controller*) consiste de duas câmeras e três LEDs (*Light Emitting Diode*) infravermelhos. Graças às câmeras o dispositivo tem um grande espaço de interação formando uma pirâmide invertida.

#### 4.1.1. Sistemas de Coordenadas

O LMC faz o mapeamento das coordenadas x, y e z fornecendo dados em milímetros (*mm*). Como mostra na imagem o centro de referência entre os pontos x, y e z é o próprio LMC.

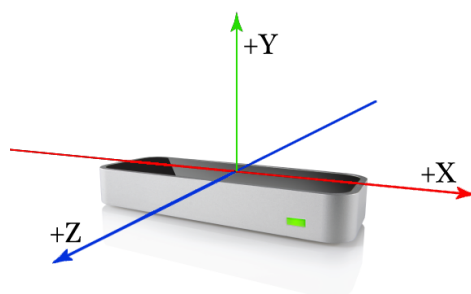


Figura 7. Coordenadas



#### 4.1.2. WebSocket interface

O LMC executa um servidor WebSocket no domínio localhost na porta 6437. O WebSocket fornece dados de acompanhamento sob o formato de JSON (*JavaScript Object Notation*). A biblioteca LeapJS escrita em JavaScript consome e apresenta esses dados de controle.

#### 4.1.3. Bibliotecas JavaScript

**Three** torna mais simples WebGL, ou seja fornece uma interface de programação em 3D. Alguns componentes serão brevemente explicados.

1. **CylinderGeometry** - Classe para gerar geometrias de cilindros.
2. **ArrowHelper** - Classe para gerar setas.

**LeapJS** recebe mensagens via JSON e valida com inúmeras propriedades. Algumas dessas propriedades serão brevemente explicadas.

1. **Frame** - Classe que representa um conjunto de dados rastreado da mão e dos dedos detectados em um único frame.
2. **Hand** - Classe que contém dados do rastreamento da mão.
3. **Finger**- Classe que representa o dedo registrado.
4. **Bone**- Classe que representa o osso do dedo registrado.

**LeapJS Widgets** ajuda na manipulação dos elementos gráficos em 2D e 3D e depende das bibliotecas THREE.js e LeapJS.

#### 4.1.4. Movimento

Foram implementados dois movimentos para validação do modelo. Não se pretende afirmar que tais movimentos são ou não adequados. Desejou-se, apenas, aprender a detectar movimentos e verificar se o modelo proposto aceitaria diferentes opções de exercícios. Para detectar os movimentos de pronação e supinação, ou seja, a capacidade de girar a palma da mão para baixo ou para cima, e de desvio ulnar e radial, ou seja, a capacidade de inclinar a mão na direção da ulna ou na direção do rádio, utilizou-se a propriedade **hand.direction**. A (Figura 8) mostra que, a partir da obtenção dos valores da direção da mão, alguns elementos das bibliotecas Three e LeapJS Widgets sofrem mudanças.

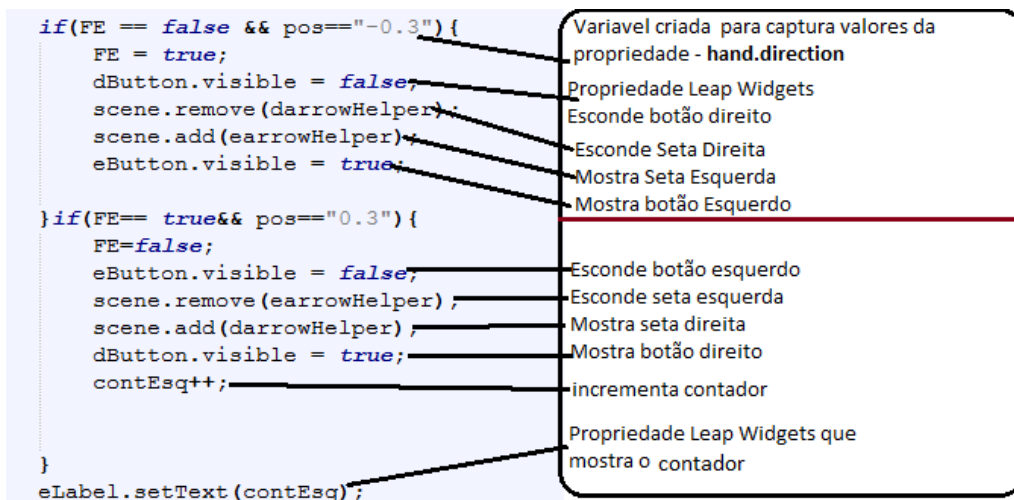


Figura 8. Programação da Interface do Movimento

## 4.2. Interfaces

Para fazer a projeção de mão, dedos e antebraço foram utilizadas em conjunto propriedades das bibliotecas LeapJS e THREE.js (Figura 9).

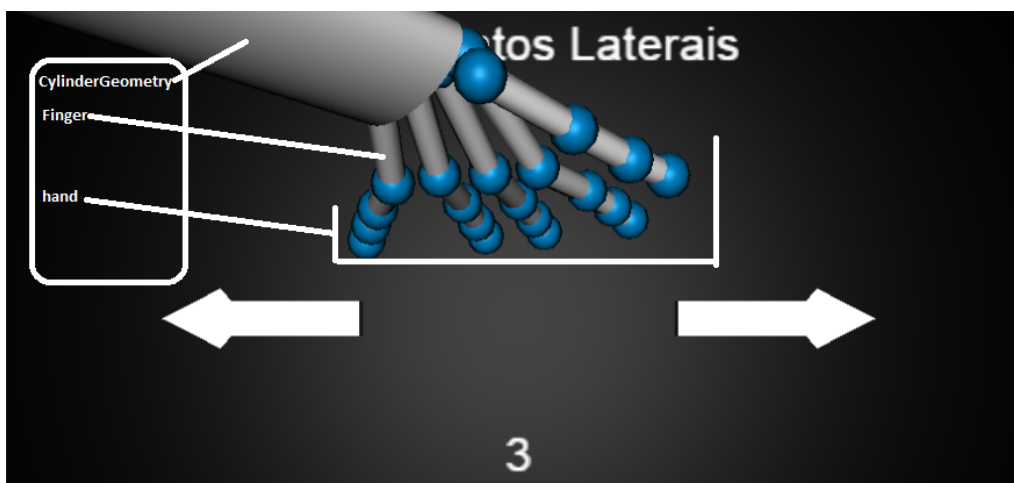
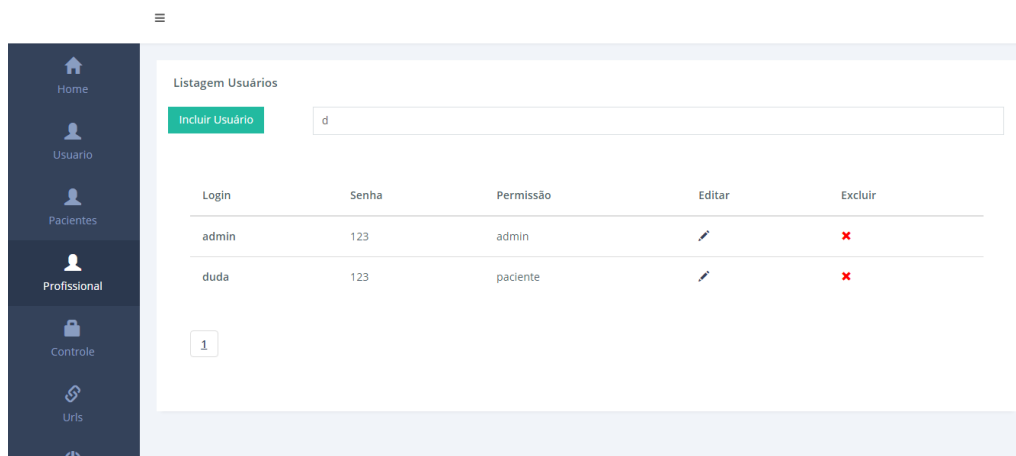


Figura 9. Projeção Mãos, Dedos e Antebraço

Nas interfaces de gerenciamento encontra-se disponível para o usuário a inserção de novos elementos, edição, exclusão, pesquisa e uma listagem de elementos já inclusos, como representado na (Figura 10).



**Figura 10. Interface Gerenciamento**

## 5. Trabalhos Futuros

O dispositivo LMC usa câmeras e os LEDs infravermelhos para que as imagens sejam geradas diretamente das câmeras haverá a necessidade de utilizar a seguinte função **Controller.images ()** ou **Frame.images ()** essas funções oferecem uma listagem de imagens sendo possível fazer uma vídeo montagem com as imagens recuperadas.

A inclusão de um chat para melhor interação entre profissional de saúde e o paciente. A utilização de um gráfico para que o profissional de saúde possa acompanhar a evolução de seus pacientes. O Leap Motion VR Beta, ou seja o dispositivo é utilizado como óculos oferece a possibilidade de utilizar a realidade aumentada, ou seja a inserção de objetos virtuais em um ambiente real.

## 6. Considerações Finais

Observamos a importância da utilização de consoles como Nintendo Wii e o Microsoft Xbox em clínicas fisioterápicas para a recuperação de traumas. Mas diferentemente de outros consoles, o Leap Motion tem a capacidade de mapear os dez dedos das mãos e os ossos que se estendem do punho até o cotovelo. Além disso, não apresenta as dificuldades inerentes a um console, isto é, custo e portabilidade. Constatou-se que é possível o desenvolvimento de aplicativos Web voltados para a reabilitação fisioterápica associados a sistemas de gerência de prescrições. Acredita-se que o modelo proposto é uma alternativa válida para que o paciente seja mantido sob o controle do profissional de saúde e sistemas desse tipo não sejam um risco para o agravamento de lesões.

## Referências

- Balista, V. G. (2013). Physiojoy - sistema de realidade virtual para avaliação e reabilitação de déficit motor. FAESA.
- Carvalho, G. R. and Araújo, C. C. (2010). Dispositivo para diversão e acompanhamento autônomo de pacientes de fisioterapia. Universidade Federal de Pernambuco.
- Costa, P. M. F. (2014). Aplicação para intervenção em terapia ocupacional com o leap motion. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

- Cunha, P. A. (2007). Movimentos. Disponível por www em: <http://goo.gl/WZBFR>.
- Guerra, L. L. I. R. (2013). Interação gestual em jogos educativos utilizando o sensor de movimentos kinect. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Islabão, T. H. and Filho, W. N. R. (2011). Utilização do wiireabilitação no tratamento de pacientes com paralisia cerebral diplégica. Universidade Católica de Pelotas Brasil.
- Lipp, M. K., Mossmann, J. B., and Bez, M. R. (2014). Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para a matemática utilizando o dispositivo de nui leap motion. Universidade Feevale.
- Manual, N. (2008). Balance board wii - manual. Disponível por www em: <https://goo.gl/WnB8hy>.
- Nintendo (2014). História da nintendo. Disponível por www em: <http://goo.gl/WwveZh>.
- Rodrigues, E. and Molz, R. F. (2014). Physio-drh: desenvolvimento de game inclusivo para aplicação na recuperação do equilíbrio corporal. Universidade de Santa Cruz do Sul.
- Valdir D. S. Junior, Carlos B. M. Monteiro, R. N. L. S. Y. L. V. A. and Nunes, F. L. S. (2013). Mover: Serious game aplicado à reabilitação motora usando sensor de movimento kinect. Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo, SP – Brazil.
- Weintraub, M., Hawlitschek, P., and João, S. M. A. (2011). Jogo educacional sobre avaliação em fisioterapia: uma nova abordagem acadêmica. Universidade de São Paulo.
- Xbox (2014). Kinect. Disponível por www em : <http://goo.gl/cIkfZ7>.