



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

SÉRGIO FERNANDES FREIRE FILHO

**USO DE JOGOS SÉRIOS PARA AUXILIAR NA REABILITAÇÃO
MOTORA DE PACIENTES COM ESPONDILITE ANQUILOSANTE**

**QUIXADÁ
2015**

SÉRGIO FERNANDES FREIRE FILHO

**USO DE JOGOS SÉRIOS PARA AUXILIAR NA REABILITAÇÃO
MOTORA DE PACIENTES COM ESPONDILITE ANQUILOSANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia de Software da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel.

Área de concentração: computação

Orientadora Prof^ª. Dr^ª. Paulyne Matthews Jucá

**QUIXADÁ
2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Campus de Quixadá

F934u Freire Filho, Sérgio Fernandes
Uso de jogos sérios para auxiliar na reabilitação motora de pacientes com espondilite anquilosante / Sérgio Fernandes Freire Filho. – 2015.
33 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Bacharelado em Engenharia de Software, Quixadá, 2015.
Orientação: Profa. Dra. Paulyne Matthews Jucá
Área de concentração: Computação

1. Jogos eletrônicos 2. Medicina de reabilitação – inovações tecnológicas 3. Espondilite anquilosante I. Título.

CDD 794.8

SÉRGIO FERNANDES FREIRE FILHO

**USO DE JOGOS SÉRIOS PARA AUXILIAR NA REABILITAÇÃO MOTORA DE
PACIENTES COM ESPONDILITE ANQUILOSANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia de Software da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel.

Área de concentração: computação

Aprovado em: _____ / junho / 2015.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Paulyne Matthews Jucá (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dr Arthur de Castro Callado
Universidade Federal do Ceará-UFC

Prof. Dr. Rubens Fernandes Nunes
Universidade Federal do Ceará-UFC

Inteiramente aos meus pais...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Sergio e Sula, que se esforçaram para fazer o possível e o impossível para isto acontecer e sem eles nada disso seria possível.

Agradeço ao meu amor, Juliana, por todo o apoio e paciência desses longos anos.

Agradeço a minha orientadora, Paulyne, que acreditou que eu seria capaz de realizar este trabalho e o tornou possível.

Agradeço aos meus irmãos, Adail, Lucas, Jonas, Amaro, Brendo, Ygor e Baiano que foram quem dividiram, por todo esse tempo, moradia comigo e tornaram meus dias muito mais interessantes e felizes.

Agradeço aos meus amigos de turma, Thiago, Christyan, Gylherme, Jhon, Laisa, Rafa, João, Erick, Mário, Jefferson, Cleiton, Léuson, Romário, Laércio, Lucas Brito, Eduardo, Thiago Levi, Edgar, Paulo e Samuel que fizeram dessa, a melhor turma da história.

E agradeço aos grandes amigos de Quixadá, Hinessa, Natália, Richas, Gui, Marcelo, Jessica, Jamila, Matheus, Darlan, Isaac, Karinne e Uill por fazerem dessa jornada a mais incrível da minha vida.

"Essa parte da minha vida... Essa pequena
parte da minha vida, se chama felicidade."
(À Procura da Felicidade)

RESUMO

Apesar de melhorar a qualidade de vida dos pacientes, o processo de fisioterapia pode ser considerado tedioso e cansativo. Baseado nisso, os jogos sérios apresentam uma proposta de aumentar o comprometimento da reabilitação motora para uma melhor recuperação do paciente, tornando a fisioterapia um processo divertido. Este trabalho apresenta uma proposta de jogo sério para auxiliar no tratamento de pacientes com Espondilite Anquilosante, procurando manter essa relação de diversão e comprometimento a fim de obter o sucesso durante o tratamento. Para construir o jogo, foi utilizado o dispositivo de reconhecimento de movimentos Kinect, que simula ambientes reais, com o objetivo de tornar ainda mais real a experiência dos pacientes durante seus tratamentos. A avaliação do jogo desenvolvido no trabalho foi realizada em paciente real. Os resultados encontrados demonstram que o uso desse tipo de jogo em tratamentos tem boa aceitação por paciente e profissionais de saúde.

Palavras chaves: Jogos sérios. Reabilitação motora. Espondilite anquilosante.

ABSTRACT

Despite improving the quality of life of patients, the process of physical therapy may be considered tedious and tiresome. Based on this, the serious games present a proposal to increase the commitment of motor rehabilitation for a better recovery of the patient, making the physical therapy a fun process. This paper proposes a serious game to assist in the treatment of patients with Ankylosing Spondylitis, trying to maintain this relationship of fun and commitment in order to get success during treatment. The device of movements recognition called Kinect simulates real environments, was used to develop the game in order to make the patients experience an even more real during their treatment. The evaluation of the game developed in this work was applied in real life patients. The results shows that using this type of game on treatments is well accepted by patients and health professionals.

Keywords: Serious game. Motor rehabilitation. Ankylosing spondylitis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Segmentos dos Jogos Sérios.....	15
Figura 2: Estágios da Espondilite Anquilosante.....	16
Figura 3: Movimentos Recomendados a Pacientes de Espondilite Anquilosante.....	17
Figura 4: Nintendo Wii.....	18
Figura 5: Playstation Move.....	18
Figura 6: Kinect e seus Componentes.....	19
Figura 7: De Cara na Parede.....	20
Figura 8: Primeira Tela do Jogo.....	20
Figura 9: Segunda Tela do Jogo.....	21
Figura 10: Terceira Tela do Jogo.....	21
Figura 11: Movimentos Seleccionados.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 TRABALHOS RELACIONADOS.....	13
2.1 Reabilitação Motora Baseada em Jogos.....	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 Jogos Sérios.....	14
3.1.1 Jogos para Saúde.....	15
3.2 Espondilite Anquilosante e seus Tratamentos.....	15
3.2.1 Reabilitação Motora para Espondilite Anquilosante.....	16
3.3 Dispositivos de Reconhecimento de Movimento.....	17
4 PROPOSTA DO TRABALHO.....	20
5 PROCEDIMENTOS.....	22
5.1 Identificar as reais necessidades de pacientes para um melhor resultado na sua reabilitação motora.....	22
5.2 Desenvolver o Jogo.....	22
5.3 Aplicar o jogo em pacientes reais e apresentar a proposta para profissionais da saúde	22
5.4 Avaliar os resultados obtidos com a aplicação do jogo.....	22
6 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS.....	24
7 TRABALHOS FUTUROS.....	27
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS.....	29
APÊNDICES.....	31
APÊNDICE A – Questionário aplicado ao paciente.....	31
APÊNDICE B – Questionário aplicado ao profissional da área da saúde.....	32

1 INTRODUÇÃO

Segundo McGonigal (2011), os jogos possuem 4 características que independem de seu tipo, complexidade e tecnologia. São elas: objetivos, regras, sistema de *feedback* e participação voluntária. Os objetivos de um jogo são os propósitos que os jogadores devem buscar alcançar. Para atingir esses objetivos, os jogadores devem possuir algumas limitações (regras) no jogo que estimulam a criatividade e o planejamento estratégico. O sistema de *feedback* anuncia ao jogador que ele está indo no caminho certo e permite ter a noção de que o objetivo é atingível, motivando o jogador a continuar avançando. E por fim a participação voluntária é o conhecimento e a aceitação do jogador aos objetivos, regras e sistema de *feedback*.

Os jogos estão normalmente associados aos conceitos de diversão e entretenimento, mas eles também podem ser desenvolvidos e aplicados para auxiliar na resolução de problemas. Os chamados *jogos sérios* se apropriam no caráter lúdico e do engajamento que os jogos promovem para auxiliar no treinamento de pessoas, na simulação de ambientes reais ou ainda no tratamento de pacientes que precisam de reabilitação motora, por exemplo.

Jogos Sérios são jogos que além de se voltarem para o entretenimento, intencionalmente transmitem algum conhecimento ao jogador simulando práticas, a fim de propiciar melhorias em decisões críticas de pessoas e treinamento profissional (MACHADO et al., 2011). Uma característica importante dos *Jogos Sérios* é a possibilidade de participação de diversas áreas de conhecimento, a fim de atingir um determinado objetivo em comum (MORAIS et al., 2011). Devido a esta multidisciplinaridade, o desenvolvimento desse tipo de aplicação (jogos) deve ser acompanhado por profissionais de cada uma das ciências interligadas ao projeto.

Com o crescimento tecnológico, os jogos ganharam numerosas e divergentes aplicações. Dentre elas se pode destacar, dentre as mais populares, os jogos de interação com ambientes virtuais (NOGUEIRA; GÓES, 2013). E este ambiente é um espelho do ambiente físico e real em que nos encontramos, e as ações realizadas no ambiente real influenciam no mundo virtual. Denominam-se estes de jogos virtuais. A inclusão da realidade virtual nos dispositivos sensoriais, é feita através da captura de movimentos sem a necessidade de um *joystick* (SANTOS; CARVALHO; BRESSAN, 2012).

Com base no avanço tecnológico e no crescente uso dos jogos virtuais como estratégia de promover o engajamento, clínicas de fisioterapia passaram a utilizar estes jogos para estimular a reabilitação de pacientes que necessitam do tratamento. O processo de reabilitação dos pacientes tende a ser desestimulante por conter exercícios que, em sua maioria, são repetitivos e tediosos, findando por tornar o tratamento falho (BALISTA, 2013). A repetição correta dos exercícios é imprescindível para a recuperação do paciente, além da continuidade do processo de recuperação (PINTO; MEJIA, 2010). Os jogos podem ajudar tanto no estímulo para a execução dos exercícios, diminuindo o caráter repetitivo e enfadonho, quanto para a verificação da correta execução dos movimentos.

A aquisição dos jogos virtuais aplicados para reabilitação motora está ligada ao baixo custo (SILVA et al., 2012). Segundo Vanderlinde (2010), existe a alta motivação que os jogos voltados para reabilitação geram no tratamento, pois os jogos possuem desafios e objetivos motivadores que levam ao paciente a não percepção da execução do tratamento.

Os jogos para reabilitação geralmente utilizam da interface natural, que possibilita uma baixa curva de aprendizado, facilitando o entendimento dos movimentos pelo paciente com a execução antecipada do fisioterapeuta e permitindo um fácil acompanhamento do profissional da área.

Esse trabalho realizou a avaliação de um jogo que pode auxiliar na aplicação de atividades de reabilitação motora em pacientes portadores de Espondilite Anquilosante, que de acordo com SBR (2012) é “um tipo de inflamação que afeta os tecidos conjuntivos, caracterizando-se pela inflamação das articulações da coluna e das grandes articulações, como quadris, ombros e outras regiões”.

Este trabalho está dividido nas seguintes seções: Trabalhos Relacionados, Fundamentação Teórica, Procedimentos, Proposta do Trabalho, Desenvolvimento, Resultados, Discussão e Considerações Finais.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção apresenta os trabalhos que serviram de base para a construção deste trabalho. São apresentados trabalhos que utilizaram jogos para auxiliar no processo de reabilitação motora.

2.1 Reabilitação Motora Baseada em Jogos

Junior et al. (2013) apresentam um *Jogo Sério* voltado para tratamento de pacientes com enfermidades em membros superiores, e os mesmos devem possuir capacidade cognitiva para a compreensão das atividades. Inicialmente foram definidos exercícios para membros superiores, e também foram mapeadas todas as partes do corpo humano, permitindo a adaptação do jogo para membros inferiores. No mesmo caminho, Balista (2013) apresenta uma aplicação que contém 3 *Jogos Sérios* direcionados à reabilitação motora de pacientes. Cada jogo desenvolvido tratará uma lesão corporal ou cerebral diferente. Balista (2013) tem ainda como objetivo criar um *framework* que facilite o desenvolvimento de futuros jogos terapêuticos.

Sousa (2011) realizou uma revisão bibliográfica sobre a utilização do dispositivo Nintendo Wii como instrumento terapêutico e seus fatores de risco. E chegou-se a conclusão que tratamentos com ambientes virtuais aumentam o nível de motivação dos pacientes. Já Bôas et al. (2013) apresentam um estudo para avaliar o uso da terapia virtual em habilidades motoras em crianças hemiparéticas. No estudo, foi utilizado o sensor de movimentos Nintendo Wii como instrumento para realização do procedimento. Após o teste realizado e os resultados avaliados, concluiu-se que a terapia virtual melhorou as habilidades dos membros superiores das crianças.

Assim como os trabalhos apresentados, este trabalho apresenta um jogo específico para pacientes que necessitam de processo de reabilitação motora. Contudo, este trabalho teve como finalidade avaliar um jogo desenvolvido em pacientes com Espondilite Anquilosante, síndrome que não foi usada nos trabalhos citados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, serão apresentados os conceitos chaves utilizados neste trabalho. A primeira seção apresenta os principais conceitos relacionados aos *Jogos Sérios* e apresenta uma de suas abordagens, os jogos para saúde. A seção seguinte define a doença Espondilite Anquilosante e apresenta a reabilitação motora como um de seus tratamentos. Por último serão apresentados os conceitos dos dispositivos de reconhecimento de movimentos, assim como os principais dispositivos atualmente em mercado.

3.1 Jogos Sérios

Jogos Sérios, diferente dos demais tipos de jogos, caracterizam-se por tentar conduzir algum ensinamento aos jogadores, seja para aprendizado, treinamentos, formação profissional ou tratamentos (DE MORAES et al., 2010).

Araújo (2012) afirma que, *Jogos Sérios* podem ser categorizados por seus principais princípios, são eles:

- Customização: É a adaptação do jogo a diferentes públicos, já que os *Jogos Sérios* devem ensinar a jogadores com culturas, gostos e maneiras de jogar diferentes.
- Consolidação: É a fixação do conteúdo ensinado, utilizando novos contextos.
- Informação sob demanda: As informações devem ser repassadas aos poucos para o jogador, no momento correto, concebendo assim, ensinamentos relevantes.
- Ferramentas inteligentes: O jogador deve conseguir utilizar os recursos da aplicação no momento certo e de maneira consciente.

Vários segmentos podem ser usados em *Jogos Sérios*, como podemos observar na Figura 1. É perceptível no segmento de jogos para a saúde algumas abordagens que as aplicações podem seguir.

Das diversas áreas dos *Jogos Sérios* destacamos a da saúde, que foi a abordagem do jogo que foi desenvolvido neste trabalho. E podem ser aplicadas alguns domínios de conhecimento, sendo eles: treinamento médico, educação a saúde, terapia psicológica, reabilitação motora, entre outras. Dentre tais abordagens, a utilizada neste trabalho foi a de reabilitação motora.

Figura 1: Segmentos dos Jogos Sérios



Fonte: Editado pelo Autor.

3.1.1 Jogos para Saúde

De acordo com Machado, Moraes e Nunes (2009).

Um dos setores que tem se beneficiado dos *serious games* é o da Medicina. As dificuldades encontradas na obtenção de materiais de laboratório, validação de produtos e treinamento de pessoal tornam tais jogos um importante aliado do ensino na área médica, podendo beneficiar tanto alunos quanto profissionais.

O desenvolvimento de um jogo para a área da saúde deve ser acompanhado por um profissional da área para que o produto tenha validade e possa ser extensamente aproveitado por usuários finais. Tal combinação contribui com resultados satisfatórios de treinamento, educação e informação, pois estas ferramentas estimulam o processo de reabilitação dos pacientes. Outros fatores podem ser levados em consideração para ampliação destas aplicações, são elas: aquisição de materiais e capacitação de pessoas.

O jogo para saúde desenvolvido ao final do projeto transfere conhecimento médico para a reabilitação motora de portadores de Espondilite Anquilosante, ensinando-as como reproduzir corretamente os movimentos necessários para a sua recuperação.

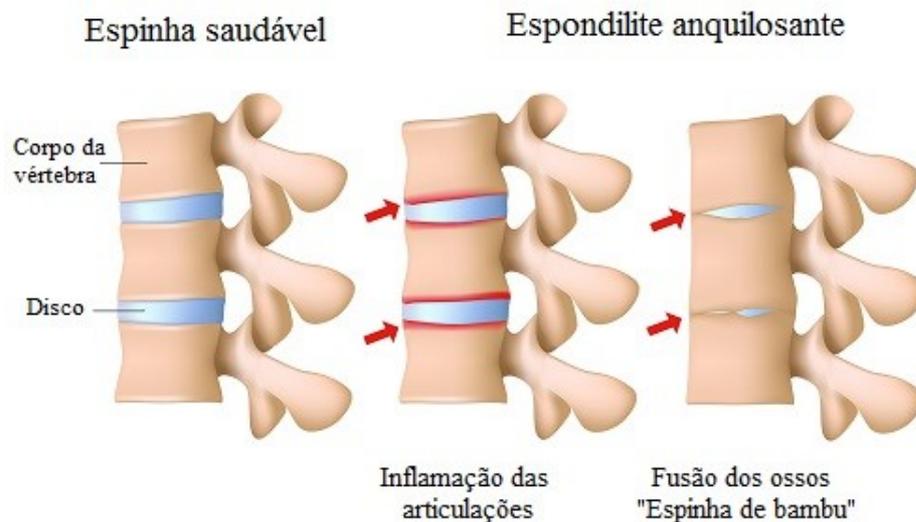
3.2 Espondilite Anquilosante e seus Tratamentos

A Espondilite Anquilosante é uma doença crônica, mas possui tratamentos que ajudam os pacientes a ter uma melhor qualidade de vida (TORRES; CICONELLI, 2006).

Segundo SBR (2012), “A espondilite anquilosante é um tipo de inflamação que afeta os tecidos conjuntivos, caracterizando-se pela inflamação das articulações da coluna e das grandes articulações, como quadris, ombros e outras regiões.”

Um de seus tratamentos é a fisioterapia, que deve ser supervisionada de forma sistemática em todos os estágios da doença, pois os benefícios da reabilitação só são notados em períodos de tratamento (SAMPAIO-BARROS et al., 2007). Na Figura 2, pode-se observar como ficam as articulações da coluna com o avanço da doença.

Figura 2: Estágios da Espondilite Anquilosante



Fonte: Pilates Varginha (2008).

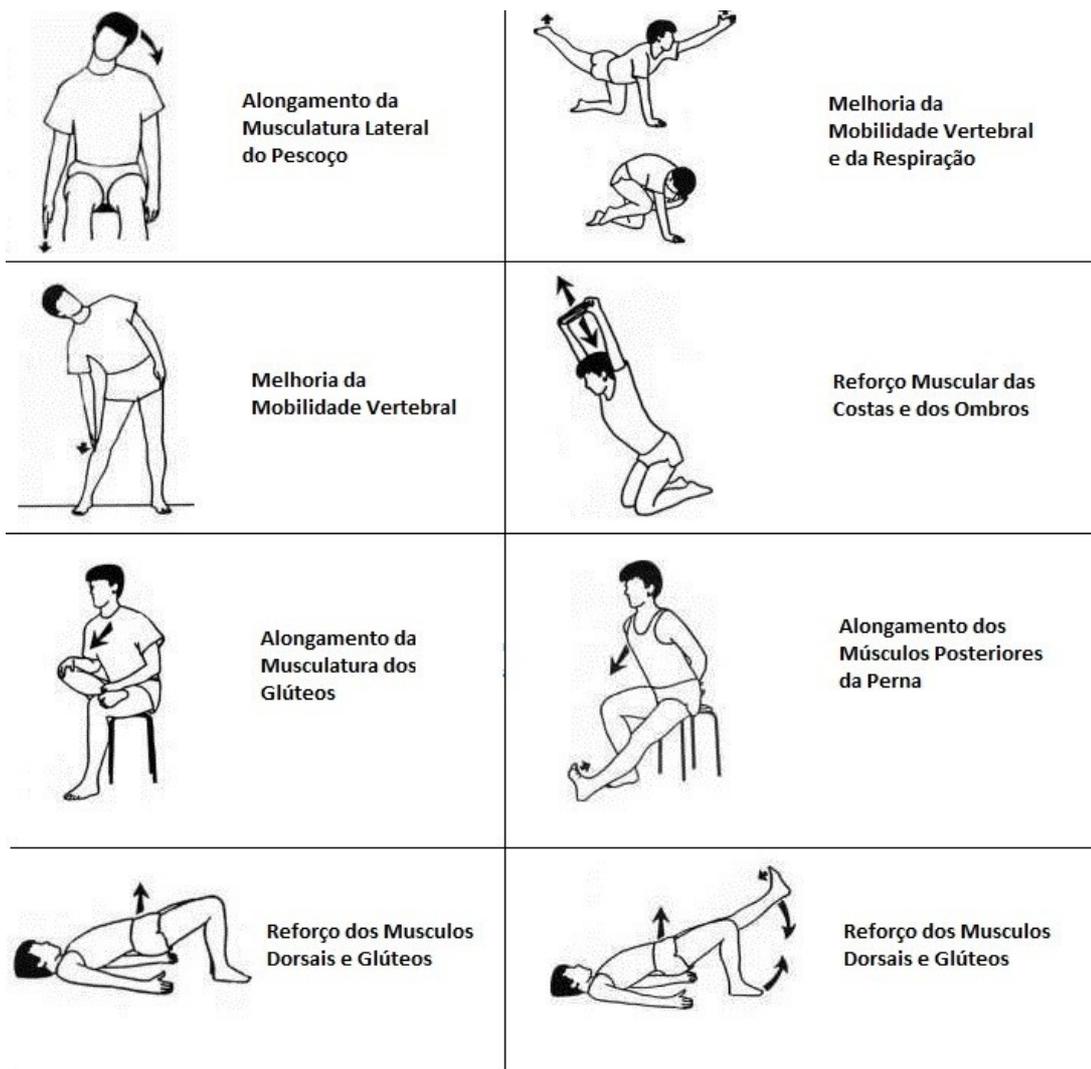
3.2.1 Reabilitação Motora para Espondilite Anquilosante

Reabilitação motora é uma técnica que visa a recuperação de movimentos que até então o paciente era impossibilitado de realizá-los. A quantidade de tempo do tratamento decorre da gravidade da lesão, no caso das mais graves é requerido um maior compromisso e motivação para o sucesso do mesmo. A incompletude é um fator que gera a não recuperação total do paciente, que terá que retornar ao processo de reabilitação brevemente. Outro fator determinante para o paciente não completar seu tratamento acontece quando o mesmo tem uma melhora significativa antes do término do tratamento, então o paciente tende a abandoná-lo. No processo de reabilitação motora, a recuperação do paciente é o que determina o sucesso ou fracasso do tratamento, uma vez que esse é o objetivo principal.

Portadores de Espondilite Anquilosante poderão ser beneficiados com o jogo desenvolvido durante este projeto, ao realizar seu processo de reabilitação de forma lúdica, levando-os a executar seu tratamento corretamente.

O uso de jogos que auxiliam na reabilitação de pacientes pode ser relevante para o sucesso do tratamento, pois tem o objetivo de aumentar a assiduidade dos pacientes, uma vez que geralmente tratamentos não são completados, por desmotivação ou desestímulos criados pelo entediante processo de reabilitação (SILVA et al., 2012). Os movimentos recomendados pelo site Artrite com Manias¹ podem ser vistos na Figura 3. A imagem contém os movimentos de alongamento e reforço muscular acompanhado dos músculos e/ou vértebras que são exercitados.

Figura 3: Movimentos Recomendados a Pacientes de Espondilite Anquilosante.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

3.3 Dispositivos de Reconhecimento de Movimento

Os dispositivos de reconhecimento de movimentos tem um papel fundamental no jogos que utilizam da realidade virtual. Estes dispositivos são capazes de reproduzir as ações

¹ www.espondiliteanquilosante.wordpress.com/fisioterapia/.

realizadas no mundo real em um ambiente virtual, realizado através da captura dos movimentos executados pelo jogador (DE MEDEIROS et al., 2013).

Belmiro, Preto e Vinicius (2011) apresentam três dos dispositivos mais populares atualmente no mercado. O Nintendo Wii da Nintendo, Playstation Move da Sony e o Kinect da Microsoft.

- Nintendo Wii: Possui um dispositivo de entrada que se conecta com o console através de um sinal infravermelho, como pode ser observado na Figura 4 (PERANI; BRESSAN, 2007). O jogador deve então segurar este controle e movimentá-lo a fim de realizar as ações no jogo.

Figura 4: Nintendo Wii



Fonte: Nintendo (2006)

- Playstation Move: Moreira, Kirner e Kirner aponta que o Playstation Move se baseia na captura de luz através de uma câmera a ser posicionada em cima do console e uma esfera luminosa na ponta do controle no qual o jogador segurará, como apresentado na Figura 5. O Playstation Move deve ser utilizado junto com o console Playstation 3.

Figura 5: Playstation Move

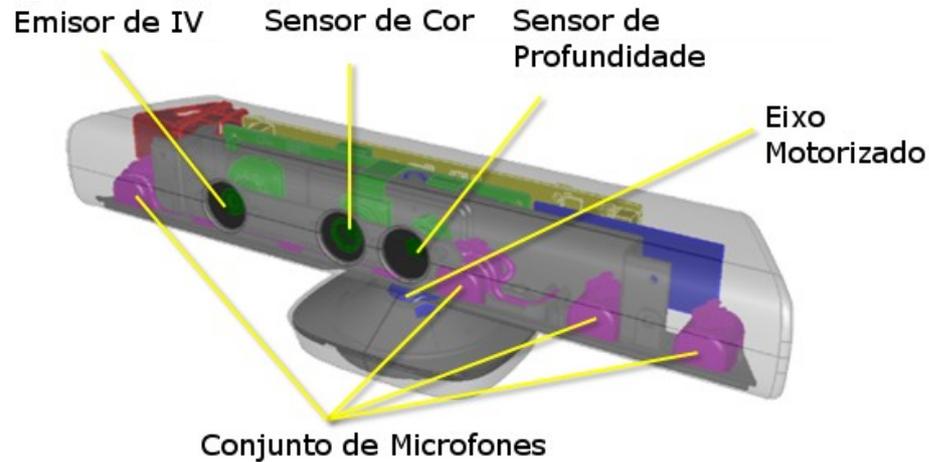


Fonte: Playstation (2010)

- Kinect: Este dispositivo é o único dos apresentados que não utiliza de um controle para a captação dos movimentos do jogador. Ele é capaz de reproduzir movimentos do corpo todo (DE MEDEIROS et al., 2013). O Kinect faz uso de duas câmeras, uma para captura de imagens e a segunda funciona como sensor de profundidade. Além

disso, possui uma câmera RGB para detecção de cores do cenário e quatro microfones que permitem gravar o áudio, encontrar a localização e direção da fonte sonora (MICROSOFT, 2013). A Figura 6 mostra onde os componentes do dispositivo ficam localizados.

Figura 6: Kinect e seus Componentes



Fonte: Microsoft (2013).

Neste trabalho, o sensor Kinect foi utilizado para o desenvolvimento do jogo. A escolha se deu devido a não necessidade de um controle (dispositivo físico) para executar as ações do jogo. Outro fator determinante tem relação com a proposta do jogo, pois para realizar os movimentos de reabilitação será necessário um mapeamento de quase todo o corpo humano e o Kinect nos dá essa possibilidade.

4 PROPOSTA DO TRABALHO

A proposta deste trabalho é apresentar um jogo desenvolvido para auxiliar na reabilitação de pacientes com Espondilite Anquilosante.

O jogo desenvolvido foi baseado em um jogo de um programa televisivo, como pode ser visto na Figura 7, onde um muro com um recorte de um movimento se desloca em direção ao jogador que deve fazer o movimento correto para conseguir atravessar o muro.

Figura 7: De Cara na Parede



Fonte: Hole in the Wall (2008).

Algumas adaptações foram feitas para melhorar a jogabilidade do jogo, são elas:

- O muro não se desloca sempre, e sim somente se o jogador estiver na posição correta, assim é possível coletar e forçar o tempo correto em que o jogador deve ficar na posição.
- O sistema de pontuação é feito baseado no tempo e não se o jogador consegue ou não atravessar o muro.

O jogo possui basicamente 3 telas. A primeira é o menu, onde o jogador verifica qual movimento deverá fazer, assim como o seu nome e o tempo em que deverá atravessar o muro com sua respectiva pontuação, como na Figura 8.

Figura 8: Primeira Tela do Jogo



Fonte: Elaborada pelo Autor.

A segunda tela é a interação principal do jogo, onde o jogador deverá realizar o movimento apresentado na tela de menu. O jogador fica posicionado de frente para a parede e, ao executar o movimento, a parede anda em sua direção até que o jogador consiga atravessar. Além disso um cronômetro é disparado para a contagem do tempo total de início da fase até a parede atravessar por completo o personagem. Como pode ser observado na Figura 9.

Figura 9: Segunda Tela do Jogo



Fonte: Elaborada pelo autor.

A terceira tela apresenta o resultado da fase jogada. Mostra a pontuação do jogador, assim como o tempo que conseguiu terminar a fase. Além de permitir o jogador passar para a próxima fase ou tentar novamente. A terceira tela pode ser observada na Figura 10.

Figura 10: Terceira Tela do Jogo



Fonte: Elaborada pelo autor.

5 PROCEDIMENTOS

Nesta seção, serão apresentados os passos de execução realizados neste trabalho.

5.1 Identificar as reais necessidades de pacientes para um melhor resultado na sua reabilitação motora

Foi realizada uma pesquisa na internet para identificar os movimentos necessários para a reabilitação de pacientes com Espondilite Anquilosante, com o conhecimento da necessidade de avaliar os movimentos encontrados com um profissional da área da saúde.

5.2 Desenvolver o Jogo

Essa fase envolvia as atividades de definição e programação do jogo.

No início do desenvolvimento do jogo, foram utilizadas as seguintes ferramentas: Visual Studio Express 2013 como ambiente de desenvolvimento, mas no decorrer do desenvolvimento, o ambiente de desenvolvimento foi substituído pela engine Unity 5, ferramenta utilizada para o desenvolvimento de jogos.

A substituição foi acatada devido à facilidade que a Unity oferece para desenvolver interações de jogos e o conhecimento que o autor já tinha da ferramenta.

Durante todo o desenvolvimento foi utilizada a linguagem de programação C# e o kit de desenvolvimento Kinect SDK. E os testes aconteceram no dispositivo de reconhecimento Kinect for Windows.

5.3 Aplicar o jogo em pacientes reais e apresentar a proposta para profissionais da saúde

Essa fase envolveu a apresentação do jogo proposto para um profissional de saúde que pode avaliar o jogo e aplicá-lo em seu paciente para permitir a validação da ideia.

O jogo foi aplicado em um paciente que realizava tratamento para coluna em uma clínica de fisioterapia. Além do acompanhamento do profissional de fisioterapia responsável pelo tratamento do paciente.

5.4 Avaliar os resultados obtidos com a aplicação do jogo

Após a aplicação do jogo pediu-se para o paciente e o fisioterapeuta responderem um questionário de avaliação qualitativo do uso do jogo para o processo de reabilitação motora, que podem ser encontrados no Apêndice A e Apêndice B.

A proposta junto com o jogo também foram apresentados a um profissional de educação física com experiência em tratamento ortopédico, a fim de avaliar com uma segunda visão de um profissional da área.

6 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Durante a fase de identificação das necessidades dos pacientes foram encontrados diversos movimentos que poderiam ser utilizados no jogo, mas devido a limitação do dispositivo de reconhecimento utilizado para o desenvolvimento do trabalho apenas 3 foram utilizadas no jogo.

As limitações do Kinect encontradas e que motivaram a exclusão de alguns movimentos foram:

- Movimentos em que o paciente precisa ficar de lado: O Kinect não consegue realizar corretamente o mapeamento quando o jogador fica de lado e acaba perdendo alguns pontos mapeados e atrapalhando na execução.
- Movimentos em que o paciente precisa estar deitado: O mesmo ocorre quando um movimento necessita que o paciente se deite.
- Movimentos em que alguma parte do corpo sobrepõe outra: Quando em algum movimento, uma junta mapeada do Kinect sobrepõe outra elas acabam se perdendo e o mapeamento fica confuso, fazendo assim, com que o mapeamento do movimento fique impossibilitado.

Os movimentos selecionados de acordo com a melhor adaptação ao jogo e respeitando as limitações do Kinect podem ser vistas na Figura 11, e foram validados com um fisioterapeuta (ver 5.3) como movimentos corretos e que podem ser utilizados em um processo de reabilitação motora.

Figura 11: Movimentos Selecionados



Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir dos movimentos selecionados para serem utilizados no jogo foi desenvolvida uma API de movimentos utilizando o Visual Studio. O dispositivo Kinect nos permite obter as posições nos eixos x, y e z, que representam os eixos horizontal, vertical e de profundidade respectivamente, das 20 juntas que são mapeadas pelo dispositivo.

Primeiramente as juntas foram mapeadas de acordo com as suas posições em relação a outras juntas. Por exemplo, na figura acima, no primeiro movimento, a junta da cabeça foi comparada com a junta central dos ombros, verificando sua posição no eixo x, permitindo assim saber se a cabeça encontra-se inclinada o suficiente para que o movimento se torne correto. Além disso foram feitas algumas compensações, como os ombros, direito e esquerdo, se encontrarem no mesmo eixo x, evitando assim a deslocação de algum ombro para cima ou para baixo e não permitindo a execução correta do movimento.

Para cada movimento foi mapeada a execução para o lado direito e esquerdo, totalizando assim 6 movimentos mapeados para ser utilizado no jogo.

A partir da API desenvolvida foi feita a integração com a Unity. Na Unity, foi utilizado um *asset*² que já possui a integração do Kinect com a ferramenta e algumas classes implementadas de mapeamento dos movimentos, permitindo assim somente integrar a API de poses desenvolvida com a API já inclusa no *asset* utilizado. No *asset*, também já veio implementado um personagem mapeado através do Kinect, permitindo assim um melhor *feedback* para o jogador de como está o seu corpo mapeado pelo dispositivo.

Para aplicar o jogo em pacientes reais foi necessário ir a uma clínica de fisioterapia na cidade de Quixadá. Foram visitadas duas clínicas, a primeira não foi possível realizar a aplicação do jogo, pois no momento da visita se encontrava fechada.

Já na segunda, no momento da visita se encontrava apenas um fisioterapeuta e dos seus pacientes apenas um estava realizando tratamento para a coluna, local de lesão que o jogo aborda com os movimentos selecionados.

Após uma apresentação do trabalho para o fisioterapeuta, ele aceitou fazer a avaliação com seu paciente. A aplicação foi feita com o paciente e a inspeção do fisioterapeuta.

O paciente jogou o jogo por completo e conseguiu realizar todos os movimentos. Em nenhum momento, o paciente mostrou resistência para realizar a aplicação e seu desenvolvimento durante o jogo foi aumentando. Na primeira e na segunda fase o paciente conseguiu apenas uma estrela na pontuação e foi melhorando a medida que ia jogando, até a última fase onde conseguiu a pontuação máxima.

Durante o a aplicação o fisioterapeuta participou ativamente do jogo, dando dicas à paciente e mostrando como deveria executar corretamente o movimento, além de incentivar a paciente durante o jogo.

A avaliação foi feita a partir das respostas do paciente e do fisioterapeuta no questionário aplicado.

² <https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/7747>. Asset utilizado para o desenvolvimento do jogo.

O perfil do paciente apresentou um paciente experiente com fisioterapias e que já havia parado seu tratamento anteriormente. O paciente respondeu bem positivamente sobre o uso de jogos durante o tratamento, citando, por exemplo, que o uso de jogos durante a fisioterapia, deixaria o processo menos tedioso e o tempo passaria mais rápido durante a sessão. O paciente afirmou também que não sentiu dificuldades para aprender e executar o jogo. E que o jogo realmente fez com que melhorasse sua postura já que não permitiu a execução errônea dos movimentos.

O fisioterapeuta mencionou que já tinha ouvido falar do uso de jogos para reabilitação em um congresso que participou, onde se usava o Nintendo Wii para auxiliar na recuperação de tenistas lesionados. Afirmou ainda que o uso de jogos melhoraria o desempenho dos pacientes durante as sessões, mas que deveriam ser mais aprofundados e específicos para cada paciente.

Durante a apresentação ao educador físico foram levantados inúmeros questionamentos e indicações. No início, foi mencionado o risco que pacientes de Espondilite Anquilosante possuem com exercícios de alongamento estáticos, ou seja, ficar em uma certa posição durante um determinado tempo, pois as articulações tendem-se a se fundirem com os ossos. O educador físico entretanto, sugeriu que para realizar um tratamento ainda melhor, os exercícios deveriam ser de séries de repetições, pois assim apresentariam uma melhoria na mobilidade das articulações.

Foi questionado sobre a possibilidade de personalizar os exercícios para cada tipo de doença, pois dois pacientes com a mesma enfermidade podem apresentar a necessidade de exercícios diferentes, devido a fatores como flacidez, tamanho de membros e músculos com diferente rigidez. E por último foi perguntado sobre um banco de movimentos para ser utilizado em futuros projetos e abranger diferentes doenças, então lhe foi mostrado a API de poses desenvolvida no começo do processo de desenvolvimento do jogo.

Infelizmente, não foi possível realizar a aplicação com mais pacientes, e isso prejudicou a avaliação. Mas com o resultado do questionário aplicado podemos observar que o jogo foi bem aceito pelo paciente e pelo fisioterapeuta. E que o jogo pode ser um real aliado durante esse complexo processo que é o da reabilitação motora.

7 TRABALHOS FUTUROS

A API de poses desenvolvida durante o trabalho é uma grande contribuição para futuros trabalhos na área, podendo ser altamente expandida e adaptada para outros grupos de pacientes, mais específicos ou não. Abrangendo um número maior de lesões e exercícios.

Neste trabalho foram mapeadas somente poses, e para sua expansão é importante que se tenha o mapeamento de movimentos, que são um conjunto sequencial de poses, permitindo assim um número maior de exercícios que podem ser utilizados no jogo.

A criação de um ambiente virtual pode ser de suma importância para o futuro, pois com um ambiente virtual mais próximo da realidade possível, consegue-se manter o jogador ainda mais atento e concentrado no jogo, alcançando um melhor resultado durante suas sessões de fisioterapia.

Uma melhoria identificada é a possibilidade de personalizar o jogo de acordo com cada paciente, já que para cada lesão, dois pacientes podem necessitar diferentes exercícios. Então com uma análise melhor do profissional que acompanha o tratamento do paciente ele poderá aplicar exercícios corretos e retirar aqueles que não se aplicam ao paciente, obtendo assim um melhor tratamento com melhores resultados.

Este é um trabalho que ainda pode ser difundido e melhorado, bastando para isso dedicação e estudo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho visou avaliar o auxílio de um *jogo sério* durante um tratamento de reabilitação motora utilizando um dispositivo que pode ser encontrado facilmente no mercado, evitando a ocorrência de fatores que acabam levando pacientes a não completarem seus tratamentos, como sessões tediosas.

Podemos observar com os resultados que é possível auxiliar a aplicação de um complexo tratamento de fisioterapia com a ajuda de um jogo, pois ele permite uma melhor interação, entretenimento e um maior envolvimento do paciente durante sua reabilitação.

Apesar da dificuldade que se tem quando se trata de uma pesquisa de campo, o resultado foi considerado satisfatório, pois, mesmo não podendo ser generalizado, ele fomenta o conhecimento necessário para a construção e a aplicação de reabilitação motora baseada em jogos na cidade de Quixadá.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. H.; STEIN, M.; ROMÃO, J. J. S. Jogo e serious games: conceito e bons princípios para análise do jogo SpaceCross, da Volkswagen. *XI SBGames*, Brasília, 2012.
- BALISTA, V. G. PhysioJoy: Sistema de Realidade Virtual para Avaliação e Reabilitação de Deficit de Motor. *XII SBGames*, São Paulo, 2013.
- BELMIRO W.O.; PRETO W.; VINICIUS M. A Utilização do Exergame na Área da Saúde. *Faculdade de Educação Física de Sorocaba*, Sorocaba 2011.
- BÔAS, A. V.; FERNANDES, W. L. M.; SILVA, A. M.; SILVA, A. T. Efeito da Terapia Virtual na Reabilitação Motora do Membro Superior de Crianças Hemiparéticas. *Revista Neurociências*, v. 4, n. 21, p. 556-562, 2013.
- DE MEDEIROS, C. G.; RAMALHO, L. N.; HARDI, R. N. C.; SILVA, P. T. C. Os Benefícios da Inclusão da Realidade Virtual no Tratamento Fisioterapêutico de um Paciente com Traumatismo Raquimedular (trm): Um Estudo de Caso. *Caderno de Ciências Biológicas e da Saúde*, n. 1, 2013.
- DE MORAES, A. M.; MACHADO, L. S.; VALENÇA, A. M. G. Serious Games na Odontologia: Aplicações, Características e Possibilidades. *XII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*, Porto de Galinhas, 2010.
- JUNIOR, V. D. S.; MONTEIRO, C. B. M.; NAKAMURA, R.; YOJO, L. S.; ARAÚJO, L. V.; NUNES, F. L. S. MoVer: Serious Game aplicado à reabilitação motora usando sensor de movimento Kinect. *XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira da Computação*, Maceió, 2013.
- MACHADO, L. S.; MORAES, R. M.; NUNES, F. L. S. Serious games para saúde e treinamento imersivo. *Abordagens Práticas de Realidade Virtual e Aumentada*, v.1, p. 31-60, 2009.
- MACHADO, L. S.; MORAES, R. M.; NUNES, F. L. S.; COSTA, R. M. E. M. Serious Game Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.
- MCGONIGAL, J. Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world. The Penguin Press, Nova Iorque, 2011.
- MORAIS, A. M.; MACHADO, L. S.; VALENÇA, A. M. G. Planejamento de um *Serious game* Voltado para Saúde Bucal em Bebês. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, v. 18, n. 1, p. 158-175, 2011.
- MOREIRA, H. D. F.; KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Desenvolvimento de Quiosque para Interação em Aplicações de Realidade Virtual Utilizando Dispositivos de Interação Natural. *LX Workshop de Realidade Virtual e Aumentada*, Paranavaí, 2012.
- NOGUEIRA, R. L.; GÓES L. F. W. Proposta e Implementação de uma Ferramenta Para a Criação de Apresentações Interativas Utilizando o Dispositivo Kinect. *VII Workshop de Integração Universidade-Empresa do Setor de Informática*, Belo Horizonte, 2013.s

- PERANI, L.; BRESSAN, R. T. Wii will rock you: Nintendo Wii e as relações entre interatividade e corpo nos videogames. *Anais do VI Simpósio Brasileiro de Jogos para Computador e Entretenimento Digital-SBGames*, São Leopoldo, 2007.
- PINTO, A.; MEIJA, D. P. Eficácia dos exercícios para controle neuromuscular no processo de reabilitação de atletas jovens. 2010.
- SAMPAIO-BARROS, P. D.; AZEVEDO, V. F.; BONFIGLIOLI, R.; CAMPOS, W. R.; CARNEIRO, S. C. S.; CARVALHO, M. A. P.; GONÇALVES, C. R.; HILÁRIO, M. O. E.; KEISERMAN, M. W.; LEITE, N. H.; MALLMANN, K.; MEIRELLES, E. S.; VIEIRA, W. P.; XIMENES, A. C. Consenso Brasileiro de Espondiloartropatias: Espondilite Anquilosante e Artrite Psoriásica Diagnóstico e Tratamento – Primeira Revisão. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 47, n. 4, p. 233-242, 2007.
- SANTOS, J. V. V.; CARVALHO, L. C.; BRESSAN P. A. Physioplay: Um exergame para reabilitação física aplicando a interatividade do Kinect® como biofeedback visual. *IX Workshop de Realidade Virtual e Aumentada*, Paranavaí, 2012.
- SILVA, L. J. S.; FLORES, L. E. V.; D'ORNELLAS, M. C.; POZZER, C. T. Sistema de Reabilitação Fisioterapêutica baseada em Jogos com Interfaces Naturais. *XI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, Brasília, 2012.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE REUMATOLOGIA. Cartilha para Pacientes. *Sociedade Brasileira de Reumatologia*, 2012. 22 p.
- SOUSA, F. H. Uma revisão bibliográfica sobre a utilização do Nintendo® Wii como instrumento terapêutico e seus fatores de risco. *Revista Espaço Acadêmico*, v. 11, n. 123, p. 155-160, 2011.
- TORRES, T. M.; CICONELLI, R. M. Instrumentos de Avaliação em Espondilite Anquilosante. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 46, n. 1, p. 52-59, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário aplicado ao paciente

1 - Você já fez fisioterapia anteriormente?

Sim Não

1.2 - Se sim, por volta de quanto tempo?

Menos de 6 meses Entre 6 meses e 1 ano Mais de 1 ano

Comentário: _____

2 - Durante esse tempo, você parou o tratamento?

Sim Não

2.1 - Se sim, qual o motivo?

Pessoal Tratamento tedioso

Comentário: _____

3 - Na sua opinião, o jogo utilizado ofereceu uma nova perspectiva para o tratamento?

Sim Não

Comentário: _____

4 - O uso do jogo atrapalhou ou beneficiou a sessão?

Sim Não

Comentário: _____

5 - Qual a maior dificuldade encontrada na utilização do jogo?

Comentário: _____

6 - Você acha que o uso de jogos durante a fisioterapia pode estimular o paciente a terminar o tratamento?

Sim Não

Comentário: _____

7 - O jogo pode oferecer uma aceleração no tratamento e maior proveito no tempo da sessão/fisioterapia?

Sim Não

Comentário: _____

8 - Na sua opinião, o jogo pode oferecer uma eficácia nos resultados do tratamento?

Sim Não

Comentário: _____

9 - Você adotaria o uso de jogos durante o seu tratamento?

Sim Não

Comentário: _____

APÊNDICE B – Questionário aplicado ao profissional da área da saúde

1 - Você já tinha conhecimento sobre o uso de jogos durante os tratamentos de fisioterapia?

Sim Não

Comentário: _____

2 - Na sua opinião, o uso de jogos pode ajudar os pacientes durante o tratamento, deixando-o mais eficaz?

Sim Não

Comentário: _____

3 - Na sua opinião, o jogo pode oferecer uma eficácia nos resultados do tratamento?

Sim Não

Comentário: _____

4 - Você adotaria o uso de jogos durante os tratamentos?

Sim Não

Comentário: _____
