

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL
PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E PROCESSOS INDUSTRIAIS

Evandro Rodrigues

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE BASEADO EM CAPTURA
DE MOVIMENTOS NÃO-INTRUSIVA COMO RECURSO DE INTERATIVIDADE E
MONITORAMENTO NO PROCESSO DE RESTABELECIMENTO DO
EQUILÍBRIO CORPORAL NA ÁREA DE FISIOTERAPIA**

Santa Cruz do Sul, janeiro de 2014.

UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL
PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS E PROCESSOS INDUSTRIAIS

Evandro Rodrigues

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE BASEADO EM CAPTURA
DE MOVIMENTOS NÃO-INTRUSIVA COMO RECURSO DE INTERATIVIDADE E
MONITORAMENTO NO PROCESSO DE RESTABELECIMENTO DO
EQUILÍBRIO CORPORAL NA ÁREA DE FISIOTERAPIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais – Mestrado – da Universidade de Santa Cruz do Sul, Área de Concentração em Monitoramento, Simulação e Otimização de Processos e Sistemas, para a obtenção do Título de Mestre em Sistemas e Processos Industriais.

Orientador: Prof. Dr. Rolf Fredi Molz

Co-Orientador: Prof. Dr. Leonel Pablo Tedesco

Santa Cruz do Sul, janeiro de 2014.

Evandro Rodrigues

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE BASEADO EM CAPTURA DE MOVIMENTOS NÃO-INTRUSIVA COMO RECURSO DE INTERATIVIDADE E MONITORAMENTO NO PROCESSO DE RESTABELECIMENTO DO EQUILÍBRIO CORPORAL NA ÁREA DE FISIOTERAPIA

Esta Dissertação foi submetida ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais – Mestrado, Área de Concentração em Monitoramento, Simulação e Otimização de Processos e Sistemas, Universidade de Santa Cruz do Sul, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Sistemas e Processos Industriais.



Prof. Dr. Rolf Fredi Molz
Orientador



Prof. Dr. Leonel Pablo Tedesco
Coorientador



Prof. Dr. Adilson Ben da Costa
Examinador - UNISC



Prof. Dr. Rodrigo da Silva Guerra
Examinador - UFSM

“Há pessoas que se apegam a sua opinião não porque seja verdadeira, mas porque é sua.”

Agostinho.

“Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro de gigantes.”

Isaac Newton.

“Não se deve julgar o mérito de um homem pelas suas qualidades eminentes, mas pelo uso que faz delas.”

La Rochefoucauld.

AGRADECIMENTO

Ao meu orientador, Rolf, pela parceria no desenvolvimento deste projeto e pelo incentivo em continuar os estudos após concluir a graduação.

Agradeço também à equipe FisioUNISC pelo suporte ao projeto, bem como aos voluntários que colaboraram com os testes do projeto.

Ao meu amor, Aline, por ter estado ao meu lado durante esta e muitas outras caminhadas, e por toda a compreensão quando precisei ficar estudando e me dedicando ao projeto.

Aos meus pais, por toda a educação e por mostrarem a mim valores como caráter, humildade, paciência e compreensão.

E, é claro, agradeço sempre ao meu bom Deus, base de tudo em minha vida.

RESUMO

Durante o processo de recuperação da funcionalidade física de indivíduos a área de Fisioterapia utiliza de artefatos tradicionais, como, por exemplo, bola e plataforma elástica, a fim de estimular o envolvimento e engajamento destas pessoas durante as sessões. Assim como as demais áreas sociais e de negócios, essa também pode ser contemplada pelos avanços da tecnologia, beneficiando tanto os profissionais da área quanto os usuários dos serviços por ela prestados. Diversas clínicas de fisioterapia utilizam de jogos comerciais, como o Nintendo Wii, por exemplo, como elemento de apoio no processo de recuperação dos indivíduos. Porém, pelo fato de estes jogos serem desenvolvidos para um público generalizado, muitas vezes estes recursos podem não ser adequados e utilizados por pessoas que não possuem, em seu devido estágio de recuperação da função física, mobilidade suficiente para interagir. Esta dissertação tem como objetivo desenvolver e aplicar um sistema computacional na área de Fisioterapia, avaliando a sua utilização na terapia de indivíduos em processo de recuperação do equilíbrio corporal, como um novo meio de interatividade para o paciente e uma nova ferramenta para análise e armazenamento de dados estatísticos para os profissionais da área. Os objetivos definidos para o projeto foram alcançados através de testes realizados tanto com pacientes da clínica de Fisioterapia quanto com voluntários da equipe de suporte ao projeto. O sistema mostrou-se flexível com relação às possibilidades de parametrização por parte do fisioterapeuta, ajustando-o de acordo com as características próprias de cada usuário. Além disto, os resultados alcançados pela avaliação automática de movimentos baseada na versão reduzida da Escala de Berg e a visualização dos dados estatísticos pelos profissionais foram satisfatórios quanto aos objetivos propostos pelo projeto.

Palavras-chave: ***exergame***, **equilíbrio corporal**, **Escala de Berg**, **Kinect**.

ABSTRACT

In the process of physical function recovery the Physical Therapy area uses traditional artifacts, like balls and elastic platform, in order to encourage the involvement and engagement of the people during the sessions. Like other social and business areas this may also be covered by advances in technology, benefiting both professionals and users of the services it provides. Several physical therapy clinics use commercial videogames, such as the Nintendo Wii, as an aid in the recovery process of individuals. However, due to the fact that these games are designed for a general users, these resources often may not be adequate when used by people who are recovery physical function, with a minimum mobility to interact. This project aims to develop and implement a computer system in the field of physical therapy, evaluating their use in the therapy of individuals who are recovering the body balance as a new means of interactivity for the patient and a new tool for analysis and storage of statistical data for the professionals. The goals set for the project have been achieved by testing patients from the physiotherapy clinic as well as volunteers from the support project team. The system proved to be flexible with respect to the possibilities of parameterization by the physiotherapist, adjusting it according to specific characteristics of each user. Moreover, the results achieved by the automatic evaluation of movements based on the reduced version of the Berg Scale and the visualization of statistical data by the professionals was satisfactory regarding the objectives proposed by the project.

Keywords: exergame, body balance, Berg Scale, Kinect.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Microsoft Kinect.....	13
Figura 2 - Uso do Kinect na visualização de imagens cirúrgicas.....	13
Figura 3 - Aspectos inter-relacionados da função física.....	22
Figura 4 - Tábua proprioceptiva redonda.	26
Figura 5 - Controlador do dispositivo Nintendo Wii.....	27
Figura 6 - Controlador do sistema PS Move	28
Figura 7 - Cenário para utilização de dispositivo Kinect	29
Figura 8 - Componentes que integram o Kinect.....	29
Figura 9 - Funcionamento do infra-vermelho	30
Figura 10 - Fluxo de captura de dados de profundidade do Kinect.....	31
Figura 11 - Disposição dos microfones no Kinect	32
Figura 12 - <i>Skeleton Tracking</i>	34
Figura 13 - Trabalhos publicados de acordo com área de aplicação	36
Figura 14 - Exemplos de jogos comerciais aplicados na Fisioterapia.....	40
Figura 15 - Game desenvolvido (à esquerda) e estrutura do OptiTrack (à direita).	41
Figura 16 - Usuário reproduz movimento conforme modelo	42
Figura 17 - Jogo aplicado na recuperação de movimentos de ombro	42
Figura 18 - Reflexion Health	43
Figura 19 - Jogos para o Google Glass.....	43
Figura 20 - Metodologia do projeto.....	45
Figura 21 - Implementação da identificação de jogador e fisioterapeuta.....	50
Figura 22 - Ilustração <i>Exergame 1</i>	51
Figura 23 - Ilustração <i>Exergame 2</i>	52
Figura 24 - Ilustração <i>Exergame 3</i>	53
Figura 25 - Ilustração <i>Exergame 4</i>	53
Figura 26 - Ilustração <i>Exergame 5</i>	54
Figura 27 - Ilustração <i>Exergame 6</i>	55
Figura 28 - Ilustração <i>Exergame 7</i>	55
Figura 29 - Interpretação da etapa 1 da Escala de Berg por <i>software</i>	57
Figura 30 - <i>Log</i> em tempo de execução dos movimentos da Escala de Berg.....	58
Figura 31 - Demarcadores para identificar posicionamento de fisioterapeuta	59

Figura 32 - Fluxo de navegação no sistema	61
Figura 33 - Menu principal do sistema.....	61
Figura 34 - Diagrama ER do banco de dados.....	62
Figura 35 - Diagrama de classes da aplicação.....	63
Figura 36 - Projeção do <i>software</i> no cenário de testes com usuários	65
Figura 37 - Gráfico de desempenho por velocidade Voluntário 1 - <i>Exergame 3</i>	69
Figura 38 - Gráfico de desempenho por pontuação Voluntário 1 - <i>Exergame 3</i>	69
Figura 39 - Gráfico de desempenho por pontuação Voluntário 1 - <i>Exergame 1</i>	70
Figura 40 - Gráfico de desempenho por dificuldade Voluntário 2 - <i>Exergame 3</i>	71
Figura 41 - Gráfico de desempenho por tempo Voluntário 2 - <i>Exergame 3</i>	71
Figura 42 - Interação do voluntário 3 com <i>exergame 3</i>	72
Figura 43 - Gráfico de desempenho por dificuldade Voluntário 3 - <i>Exergame 3</i>	72
Figura 44 - Gráfico de desempenho por pontuação Voluntário 3 - <i>Exergame 3</i>	73
Figura 45 - Interação do voluntário 4 com <i>exergame 1</i>	74
Figura 46 - Gráfico de desempenho por dificuldade Voluntário 4 - <i>Exergame 3</i>	74
Figura 47 - Interatividade do usuário utilizando área útil do cenário definida.....	75
Figura 48 - Gráfico de desempenho por velocidade Voluntário 5 - <i>Exergame 1</i>	75
Figura 49 - Prática do <i>exergame 7</i>	76
Figura 50 - Sobreposição de junções na captura de movimentos pelo Kinect	78
Figura 51 - Execução da Escala de Berg - sequência 3 da etapa 10.....	79
Figura 52 - Movimento executado.....	80
Figura 53 - Diferença de posicionamento e de resultados.....	80
Figura 54 - Comparação da imagem de profundidade entre Kinect (a) e Kinect One (b).....	84
Figura 55 - <i>Exergames</i> que compõem a aplicação	99
Figura 56 - Tela de configuração de jogo.....	100
Figura 57 - Tela de recomendações de segurança antes do início de jogo	101
Figura 58 - Tela de seleção de etapa da Escala de Berg.....	102
Figura 59 – Exemplo de Tela de estatísticas do usuário.....	103
Figura 60 - Tela de cadastro de usuário.....	104
Figura 61 - Definição de área útil do cenário	105
Figura 62 - Opção para seleção de jogador	105
Figura 63 - Tela Portal Fisioterapeuta - Gráficos Exergames	106
Figura 64 - Tela Portal Fisioterapeuta - Gráficos Escala Berg.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perfil dos voluntários dos testes executados na clínica.....	66
Tabela 2 - Questionário inicial	67
Tabela 3 - Questionário final	67
Tabela 4 - Quantidade de movimentos por etapa da Escala de Berg	77

LISTA DE ABREVIATURAS

AVC	<i>Acidente Vascular Cerebral</i>
ONU	<i>Organização Mundial de Saúde</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SUS	<i>Sistema Único de Saúde</i>
VGA	<i>Video Graphics Array</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Capacidade funcional e o papel da Fisioterapia	18
2.2 Exercícios terapêuticos	19
2.3 Equilíbrio corporal.....	23
2.4 Artefatos tradicionais e as novas possibilidades	25
2.5 Novos mecanismos para controle de jogos eletrônicos	27
2.6 Dispositivo Microsoft Kinect	28
2.7 Realidade virtual e os <i>exergames</i>	35
2.8 Aplicação de jogos eletrônicos comerciais na área de Fisioterapia	39
2.9 Estado da arte de sistemas interativos para Fisioterapia.....	40
3 METODOLOGIA.....	44
3.1 Caracterização da pesquisa.....	44
4 SISTEMA PROPOSTO.....	46
5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	64
5.1 Avaliação dos <i>exergames</i> com pacientes.....	64
5.2 Avaliação da implementação da versão reduzida da Escala de Berg em <i>software</i>	76
CONCLUSÃO.....	82
TRABALHOS FUTUROS	83
REFERÊNCIAS	86
ANEXO A	91
ANEXO B	96
ANEXO C	98

INTRODUÇÃO

A era da informação e da revolução tecnológica trouxe possibilidades inimagináveis até poucos anos, permitindo que novos conceitos sejam criados e aplicados nas mais diversas áreas sociais. Uma destas áreas é a de sistemas de telemonitoramento, onde novos consoles de *games* fazem uso de dispositivos de baixo custo para detectar os movimentos dos jogadores para o controle de jogos, como o Nintendo Wii e o Microsoft Kinect (MA e BURGSTEINER, 2011). A Figura 1 abaixo ilustra o dispositivo Kinect.



Figura 1 - Microsoft Kinect.
Fonte: Microsoft, 2012.

Um dos exemplos de inovações proporcionadas pelo Kinect é demonstrado pela própria fabricante do produto, no site promocional (MICROSOFT, 2012). Seu uso é útil em procedimentos cirúrgicos, onde o médico tem a necessidade de manipulação e visualização de imagens adquiridas durante a cirurgia. Neste caso, o Kinect colabora com a diminuição da probabilidade de infecções que possam surgir devido ao manuseio do mouse e do teclado pelo cirurgião na visualização destas imagens. Através deste dispositivo, o cirurgião pode navegar entre as imagens simplesmente através do movimento das suas mãos. A Figura 2 ilustra a situação.



Figura 2 - Uso do Kinect na visualização de imagens cirúrgicas.
Fonte: Microsoft, 2012.

Além da área da Medicina, a tecnologia pode auxiliar também na área de Fisioterapia. Para Jones, Muller e Morris (2010) a tecnologia pode oferecer solução para as necessidades e os recursos requeridos nas etapas de fisioterapia e recuperação de pacientes, através dos avanços nos campos de robótica, e realidade aumentada e virtual, por exemplo, aumentando desta forma a eficiência, a eficácia e disponibilidade dos serviços fornecidos.

Apesar da existência de determinados sistemas para reabilitação física, estes ainda são muito caros e difíceis de configurar, além de serem intrusivos quanto ao ambiente de tratamento, visto a necessidade da colocação de sensores pelo corpo do paciente (HSIEH *et al.*, 2012).

Neste trabalho é proposto o desenvolvimento, aplicação e avaliação de um sistema computacional que utilize técnicas de computação gráfica e que possa ser utilizado como recurso adicional aos procedimentos terapêuticos para restabelecimento do equilíbrio corporal na área de Fisioterapia, tanto como alternativa para interatividade quanto para mecanismo de avaliação do usuário.

1.1 Motivação

Os métodos empregados tradicionalmente na área de Fisioterapia tendem a fazer com que os pacientes não se sintam motivados ou estimulados na execução dos exercícios, com maior probabilidade de ocorrência quando estes exercícios são aplicados em uma seqüência extensa, ou repetitiva, e utilizando sempre os mesmos recursos de interação (CHANG *et al.*, 2012). Além disto, tem-se a dificuldade de acesso a recursos tecnológicos para a área (tanto do ponto de vista financeiro quanto operacional), que possam servir como ferramenta de interação e aquisição automática de dados dos exercícios executados pelos pacientes, de forma com que os profissionais da área possam dispor de uma base de conhecimento para histórico e para consultas futuras.

Com base nestes problemas, tem-se a possibilidade do emprego de tópicos da computação, como computação gráfica, realidade virtual e captura de movimentos, no desenvolvimento de uma aplicação que possa servir como um componente de apoio para

inovação e análise aos procedimentos terapêuticos atualmente adotados na área de fisioterapia.

Por parte dos pacientes, o presente projeto pode dispor de uma nova forma de interatividade no processo de recuperação de equilíbrio corporal. Neste sentido, em um processo de recuperação a longo prazo, que exige uma frequência maior de repetição de determinados exercícios, pode-se utilizar diferentes objetos, imagens e sons virtuais projetados nos mini-jogos de interação, fazendo com que o paciente se sinta engajado na prática dos exercícios, sem a existência de uma dada monotonia, ou percepção de que os exercícios devem ser executados somente porque são necessários para a recuperação da sua funcionalidade.

Já para os fisioterapeutas, este projeto pode oferecer uma forma auxiliar e inovadora no processo de avaliação da recuperação destes pacientes. A execução dos mini-jogos geram dados que são armazenados em um banco de dados estatísticos, e desta forma estes profissionais dispõem de um módulo de acompanhamento dos exercícios executados pelo usuário, utilizando de recursos como gráficos, tabelas e relatórios. Além dos dados dos exercícios, o *software* proposto também oferece mecanismo para avaliação automática do equilíbrio do usuário, utilizando a versão reduzida da Escala de Berg executada pelo computador, sendo que os dados desta avaliação também são armazenados no banco de dados.

1.2 Objetivo Geral

O objetivo principal do projeto é desenvolver e aplicar um sistema computacional baseado em computação gráfica e na captura de movimentos através do dispositivo Kinect, que possa ser empregado na execução de exercícios interativos e na avaliação automática de movimentos de indivíduos em processo de recuperação do equilíbrio corporal, bem como oferecer aos profissionais da área de Fisioterapia uma plataforma para visualização dos dados estatísticos capturados durante a utilização do *software*.

1.2.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do projeto são os seguintes:

- Desenvolver um módulo com mini-jogos no sistema proposto o qual, utilizando o dispositivo Kinect juntamente com técnicas de computação gráfica, possibilite maior interatividade nos procedimentos terapêuticos para pessoas em recuperação do equilíbrio corporal;
- Desenvolver um módulo na aplicação que seja baseada na versão reduzida da Escala de Berg e que possibilite a interpretação dos movimentos executados pelo jogador e a pontuação automática do movimento executado;
- Desenvolver um módulo na aplicação para visualização e análise dos dados estatísticos dos pacientes, adquiridos e armazenados durante o processo de execução dos exercícios e da versão reduzida da Escala de Berg;
- Aplicar e validar o projeto juntamente com a área de Fisioterapia da Universidade de Santa Cruz do Sul.

1.3 Contribuições

Este projeto possui semelhança com os abordados na literatura, pois utiliza o Kinect para inovar nos processos da área de Fisioterapia. A diferença deste projeto é que este não insere o usuário em um cenário totalmente tridimensional, como a maioria dos trabalhos abordados na literatura faz. O presente projeto permite ao indivíduo realizar a sua visualização na aplicação, atuando assim como um recurso de *feedback*, ao mesmo tempo em que insere objetos bidimensionais e específicos na cena para possibilitar interação do usuário com a tecnologia.

Além disto, a diferença deste projeto é que o mesmo estuda a implementação da versão reduzida da Escala de Berg em *software*, avaliando a pontuação automática pelo computador através da análise dos movimentos executados pelo usuário do sistema.

Por fim, o projeto busca oferecer uma plataforma completa aos profissionais da área, abrangendo interatividade, monitoramento e análise e armazenamento dos dados capturados durante a utilização do sistema.

1.4 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado do seguinte modo. No Capítulo 2 faz-se apresentação da revisão bibliográfica referente às áreas relacionadas ao projeto. No capítulo 3 é descrita a metodologia utilizada para alcançar o objetivo do trabalho. No capítulo 4 aborda-se sobre o sistema proposto. No capítulo 5 são abordados os resultados obtidos através da validação do projeto. Por fim, apresenta-se a conclusão e os trabalhos futuros para o presente projeto.

REFERÊNCIAS

ABRAMCZUK, B.; VILLELA, E. *A luta contra o AVC no Brasil*. ComCiência n. 109, 2009.

BISPO JUNIOR, J. *Fisioterapia e saúde coletiva: desafios e novas responsabilidades profissionais*. Ciência e saúde coletiva vol.15 supl.1, 2010.

CALIN, A.; CANTEA, A.; DASCALU, A.; MIHAIU, C.; SUCIU, D. *Mira - Upper Limb Rehabilitation System Using Microsoft Kinect*. Studia Univ. Babes-Bolyai, Informatica, Volume LVI, Number 4, 2011.

CAMPOS, G. Sistema para fisioterapia baseado na plataforma Kinect. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/67745>>. Acesso em: 05 set 2013.

CHANG, C.; LANGE, B.; ZHANG, M.; KOENIG, S.; REQUEJO, P.; SOMBOON, N.; SAWCHUK, A.; RIZZO, A. *Towards Pervasive Physical Rehabilitation Using Microsoft Kinect*. International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, San Diego, California, 2012.

CHOU, C.; CHIEN, C.; HSUEH, I.; SHEU, C.; WANG, C.; HSIEH, C. *Developing a short form of the Berg Balance Scale for People with Stroke*. Physical Therapy Volume 86 Number 2, 2006.

CLARK, R.; PUA, Y.; FORTIN, K.; RITCHIE, C.; WEBSTER, K.; DENEHY, L.; BRYANT, A. *Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control*. Gait & Posture 36. 2012

COSTA, J.; AVELAR, B.; SAFONS, M.; GONÇALVES, C.; PEREIRA, M. *Efeitos do circuito de equilíbrio sobre o equilíbrio funcional e a possibilidade de quedas em idosas*. Motricidade 2012. vol. 8, n. S2.

DELIBERATO, P. *Exercícios Terapêuticos Guia Teórico para Estudantes e Profissionais*. São Paulo: Editora Manole. 2007.

DUARTE, M.; FREITAS, S. *Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio*. Revista Brasileira de Fisioterapia, São Carlos, v. 14, n. 3. 2010.

FOX, J.; ARENA, D.; BAILENSEN, J.N. *Virtual Reality A Survival Guide for the Social Scientist*. Journal of Media Psychology 2009; Vol. 21.

GARDINER, M. *Manual de terapia por exercícios*. São Paulo: Santos Ed. 1983.

HSIEH, C; CHUNG, H; WU, Y; CHANG, L. *Physical rehabilitation assistant system based on Kinect*. Proceedings of 2012 National Symposium on System Science and Engineering, 2012.

IBGE. *Síntese de Indicadores Sociais 2012*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/indicadoresminimos/sinte_seindicais2012/default.shtm>. Acesso em: 23 set 2012.

ISTOÉ. *Saúde gastou 200 milhões com acidentes de trânsito em 2011*. Disponível em: <http://www.istoe.com.br/reportagens/237551_SAUDE+GASTOU+R+200+MILHOES+COM+ACIDENTES+DE+TRANSITO+EM+2011>. Acesso em: 23 set 2012.

ISP. *Tábua Proprioceptiva Redonda*. Disponível em: <<http://ecommerce.institutosaopaulo.com.br/isp/loja/Tabuas.Propriocepcao.Pilates/Tabua-Proprioceptiva-Redonda-isp/00129A;jsessionid=b262f8ff7b7b60149b1450e4cd9e>>. Acesso em: 23 set 2012.

JANA, A. *Kinect for Windows SDK Programming Guide*. Birmingham: Packt Publishing Ltd. 2012.

JOGI, P.; SPAULDING, S.; ZECEVIC, A.; OVEREND, T.; KRAMER, J. *Comparison of the Reduced Versions of the Berg Balance Scale and the WOMAC Following Hip or Knee Arthroplasty*. Physiotherapy Canada, Volume 63, Number 1, 2011.

JONES, M.; MULLER, J.; MORRIS, J. *Advanced Technologies in Stroke Rehabilitation and Recovery*. Journal Topics on Stroke Rehabilitation. Vol 17, N. 15. Birmingham, EUA. 2010.

JOYSTIQ. *Google Glass now has games.* Disponível em: <<http://www.joystiq.com/2014/02/02/google-glass-now-has-games/>>. Acesso em: 12 fev 2014.

KISNER, C.; COLBY, L. *Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas 5ª Edição.* Editora Manole. São Paulo, 2009.

LABELLE, K. *Evaluate of Kinect Joint Tracking for Clinical and In-Home Stroke Rehabilitation Tools.* Indiana, 2011.

LANGE, B.; FLYNN, S.; CHANG, C.; RIZZO, A. *Development of an interactive game-based rehabilitation tool for dynamic balance training.* U.S. National Library of Medicine - National Institute of Health, 2010.

LANGE, B.; FLYNN, S.; RIZZO, A. *Initial Usability Assessment of Off-The-Shelf Video Game Consoles For Clinical Game-Based Motor Rehabilitation.* Physical Therapy Reviews, Vol. 14, N. 5. Leeds, Inglaterra. 2009.

LANGE, B.; CHANG, C.; SUMA, E.; NEWMAN, B.; RIZZO, A.; BOLAS, M. *Development and Evaluation of Low Cost Game-Based Balance Rehabilitation Tool Using the Microsoft Kinect Sensor.* 33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS Boston, Massachusetts, 2011.

MA, M; BURGSTEINER, H. *Validating The Use Of Gaming Console Sensores For Telemonitoring Of Physiotherapy Exercises.* Tagungsband der eHealth2011, 2011.

MARIN, J.; LAWRENCE, E.; NAVARRO, K.; SAX, C. *Heuristic Evaluation for Interactive Games within Elderly Users.* eTELEMED 2011 The Third International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine, 2011.

MICROSOFT. *Kinect for Windows Features.* Disponível em: <<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/discover/features.aspx>>. Acesso em: 10 ago 2012.

NINTENDO. *Controls for Wii.* Disponível em: <<http://www.nintendo.com/wii/what-is-wii/#/controls>>. Acesso em: 15 ago 2013.

NUNES, F.; COSTA, R.; MACHADO, L.; MORAES, R. *Realidade Virtual para a Saúde no Brasil: Conceitos, Desafios e Oportunidades*. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica. Vol. 27, N. 4. Uberlândia, Brasil. 2011.

O'SULLIVAN, S.; SCHMITZ, T. *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento*. São Paulo: Editora Manole, 2004.

ONU. *World Population to Exceed 9 Billion By 2050: Developing Countries To Add 2.3 Billion Inhabitants with 1.1 Billion Aged Over 60 and 1.2 Billion of Working Age*. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/pressrelease.pdf>>. Acesso em: 28 ago 2012.

ONU. *Declaração dos Direitos de Pessoas Deficientes*. Disponível em: <<http://www.senac.br/conheca/DClegislacao.pdf>>. Acesso em: 28 ago 2012.

PLAYSTATION. *Informações sobre o produto*. Disponível em: <<http://br.playstation.com/ps3/playstation-move/product-information/>>. Acesso em: 07 jul 2013.

POSTGRESQL. *Sobre o PostgreSQL*. Disponível em: <<http://www.postgresql.org.br/sobre>>. Acesso em: 17 ago 2013.

REFLEXION. *What we do*. Disponível em: <<http://reflexionhealth.com/what-we-do/>>. Acesso em: 07 jul 2013.

SANTOS, Antonio Raimundo dos. *Metodologia Científica: a Construção do Conhecimento*. 4ª Ed, Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

SINCLAIR, J.; HINGSTON, P.; MASEK, M. *Considerations for the Design of Exergames*. Proceedings of the 5th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques in Australia and Southeast Asia, 2007.

SKINNER, J. *Teste e prescrição de exercícios para casos específicos: bases teóricas e aplicações clínicas*. Rio de Janeiro: Editora Revinter. 2007.

TRIPOLI, F.; MOREIRA, S.; OBERG, T.; LIMA, N. *Tarefas orientadas e biofeedback: efeitos na transferência de peso em hemiparéticos*. Revista ACTA Fisiátrica 15(4):220-224.

UNISC. FisioUNISC Clínica de Fisioterapia. Disponível em: <<http://www.unisc.br/portal/pt/comunidade/clinica-de-fisioterapia.html>>. Acesso em: 07 jul 2013.

VGLEAKS. Xbox One (Durango) Next-Generation Kinect Sensor. Disponível em: <<http://www.vgleaks.com/durango-next-generation-kinect-sensor/>>. Acesso em: 07 jul 2013.

WEBB, J.; ASHLEY, J. *Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK*. Nova Iorque: Editora Springer. 2012.