

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

CAIO LEÃO DE ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA *SENSONET* BASEADO NO
SENSOR *KINECT* PARA AVALIAR A CAPACIDADE FUNCIONAL EM
IDOSOS**

CURITIBA

2018

CAIO LEÃO DE ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA *SENSONET* BASEADO NO
SENSOR *KINECT* PARA AVALIAR A CAPACIDADE FUNCIONAL EM
IDOSOS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC2), do Curso de Bacharelado em Educação Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Elto Legnani

CURITIBA

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba
Departamento Acadêmico de Educação Física
Curso de Bacharelado em Educação Física



TERMO DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA *SENSONET* BASEADO NO SENSOR *KINECT* PARA AVALIAR A CAPACIDADE FUNCIONAL EM IDOSOS

Por

CAIO LEÃO DE ANDRADE

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 26 de Junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharelado em Educação Física. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **aprovado**.

Prof. Dr. Elto Legnani
Orientador

Porfa. Dra. Cintia de Lourdes Nahas Rodacki
Membro titular

Tiago Andrade
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Provavelmente os parágrafos não serão suficientes para representar meu eterno agradecimento todos que ajudaram na elaboração deste trabalho.

Agradeço imensamente à Deus, por ter me concedido saúde, força e disposição para fazer a faculdade e o trabalho de final de curso. Sem ele, nada disso seria possível. Também sou grato ao senhor por ter dado saúde aos meus familiares e tranquilizado o meu espírito nos momentos mais difíceis da minha trajetória acadêmica até então.

Agradeço aos meus pais Romulo de Andrade e Carina Nogueira, que me deram apoio e incentivo nas horas difíceis. Sou grato também a todos os meus colegas que não me deixaram ser vencido pelo cansaço. Obrigado Brenda Lima que me estimulou durante todo e compreendeu minha ausência pelo tempo dedicado aos estudos. Meus agradecimentos aos irmãos, sobrinhos, tios e avós, que de alguma forma também contribuíram para que o sonho da faculdade se tornasse realidade.

Agradeço à universidade UTFPR-Curitiba, por me proporcionar um ambiente criativo e amigável para os estudos. Sou grato à cada membro do corpo docente, à direção e a administração dessa instituição de ensino.

Agradeço a todos os professores, especialmente ao Profº Elto Legnani, que me deu todo o suporte com suas correções e incentivos. Ao pessoal do Grupo de pesquisa GEPAFETEC.

E não menos importante a todos os meus colegas de trabalho que me estiveram comigo desde o primeiro dia da faculdade, meu muito obrigado.

DE ANDRADE, CAIO LEÃO. **DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA *SENSONET* BASEADO NO SENSOR *KINECT* PARA AVALIAR A CAPACIDADE FUNCIONAL EM IDOSOS** f. Monografia de Graduação (Bacharelado em Educação Física) – Departamento Acadêmico de Educação Física. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

RESUMO

A prescrição do nível de atividade física em idosos é determinante para conservação e controle dos efeitos do envelhecimento. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar a aplicabilidade do aplicativo *Sensonet* para avaliar a o sentar e levantar em idosos baseado no protocolo de testes de Rikli e Jones (1999). O software *Sensonet* controla o sensor Kinect que capta coordenadas do esqueleto humano e envia em forma de dados para o computador, possibilitando a análise do movimento sentar e levantar. Para avaliar a aplicabilidade da aplicação foi realizado o teste sentar e levantar em 4 indivíduos idosos os quais foram avaliados por um avaliador realizando as contagens visuais e simultaneamente o programa *Sensonet* realizou as avaliações. Os dados obtidos pelo avaliador visual e aplicação foram comparados. A aplicação obteve os mesmos resultados que a avaliação tradicional.

Palavras-chave: terceira idade, capacidade funcional, Kinect.

DE ANDARDE, CAIO LEÃO. **DEVELOPMENT OF THE SENSONET SYSTEM BASED ON THE KINECT SENSOR TO EVALUATE FUNCTIONAL CAPACITY IN ELDERLY** If. Undergraduate's monography (Bachelor Course in Physical Education) – Academic Department of Physical Education, Federal University of Technology – Paraná. Curitiba, 2018.

ABSTRACT

The prescription of the level of physical activity in the elderly is determinant for the conservation and control of the effects of aging. The objective of this work was to develop and evaluate the applicability of the Sensonet application to evaluate sitting and raising in the elderly based on the test protocol of Rikli and Jones (1999). Sensonet software controls the Kinect sensor that captures coordinates of the human skeleton and sends data to the computer, making it possible to analyze the sit and lift movement. In order to evaluate the applicability of the application, the sit and stand test was performed in 4 elderly individuals who were evaluated by an evaluator performing the visual counts and simultaneously the Sensonet program carried out the evaluations. The data obtained by the visual evaluator and application were compared. The application obtained the same results as the traditional evaluation.

Keywords: elderly, functional capacity, Kinect.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 JUSTIFICATIVA	7
1.2 PROBLEMA.....	8
1.3 OBJETIVO GERAL	8
1.3.1 Objetivos específicos	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 CAPACIDADE FUNCIONAL DOS IDOSOS	9
2.1.1 Teste sentar e levantar	9
2.2 ESTUDOS REALIZADOS COM O SENSOR KINECT NA ÁREA DO ESPORTE E SAÚDE.....	10
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	12
3.1 TIPO DE ESTUDO	12
3.2 O ARTEFATO.....	12
3.2.1 O Hardware	13
3.2.2 Pontos de Rastreamento	14
3.2.3 Aplicação do teste	15
3.2.4 Funcionamento do software.....	16
4 RESULTADO	17
5 DISCUSSÃO	22
6 CONCLUSÃO.....	23
7 REFERÊNCIAS.....	24
APÊNDICES.....	26

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) até 2025 o Brasil será o sexto maior país do mundo em número de idosos (OMS, 2005). O crescimento da população da terceira idade é um dos maiores triunfos da humanidade.

O constante avanço social e tecnológico proporcionaram uma maior expectativa de vida para a humanidade. No entanto, o envelhecimento diminui a capacidade funcional de realizar tarefas funcionais agravado quando associados ainda a fatores socioeconômicos (OMS, 2005; ROSA, 2003). A decadência da capacidade motora por exemplo é uma das principais causadoras do sedentarismo, que tende a acompanhar o envelhecimento. Segundo dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade do Sistema Único de Saúde (SIM-SUS) 60% dos casos de mortes em idosos são gerados por doenças cardiovasculares, doenças as quais são causados por insuficiência de atividade física. (LOYOLA FILHO, 2004).

A necessidade de desenvolver projetos nesta área é primordial para melhorar a qualidade de vida dos idosos. A utilização de protocolos de avaliação do nível físico são determinantes na prevenção dos fatores que causam maior parte da mortalidade em idosos. O Protocolo dos Testes de Aptidão Física Funcional da Bateria de Testes de Rikli e Jones (1999) é um dos instrumentos mais utilizados para quantificar a aptidão funcional em idosos. Este protocolo possui uma bateria de testes que permitem avaliar que são a força dos membros superiores (teste da flexão do antebraço) e inferiores (teste levantar e sentar na cadeira), a flexibilidade de membros inferiores (teste sentar e alcançar na cadeira) e membros superiores (teste alcançar atrás das costas), a resistência aeróbia (teste andar 6 minutos), a velocidade, a agilidade e equilíbrio dinâmico (teste sentado, caminhar 2,44 m e voltar a sentar), o índice de massa corporal (IMC) e ainda o circunferência da cintura. Por meio destes testes é possível quantificar o nível de aptidão física em um indivíduo da terceira idade possibilitando melhores prescrições de atividades física. Entretanto os resultados obtidos são subjetivos por conta de ser um teste avaliado visualmente.

Atualmente a tecnologia tem avançado em todas as áreas do conhecimento, inclusive na Educação Física e é um dos meios de se melhorar a qualidade de vida dos idosos. Aplicações de realidade virtual estão sendo utilizadas para reabilitação de acidentes

cardiovasculares, utilizando a tecnologia na área da reabilitação destes acidentes (POMPEU et al, 2014).

Existem alguns softwares e hardwares que possibilitam a análise do movimento. O sensor *Kinect* é uma aplicação que está diretamente relacionada ao movimento, sendo utilizado na área da saúde como uma alternativa mais acessível em relação a aparelhos mais sofisticados de análise do movimento (MOBINI et. al, 2014). A prescrição de “Mal de Parkinson” por exemplo pode ser diagnosticada através de testes motores analisados por estereofotogramétrica pelo sensor VICON 8 câmeras (GALNA et al, 2014). Segundo Galna et. al (2014), o sensor Kinect se comportou de forma muito similar ao VICON em situações de coordenação motora grossa. Em estudos de validade e reprodutibilidade do Kinect comparado ao sistema VICON 8 câmeras (padrão ouro) o aparelho se comportou de forma muito similar e quando comparada ao seu custo benefício se torna uma opção muito interessante para desenvolvimento de novos estudos (BONNEÈRE et. al, 2013; YEUNG et. al, 2014).

O desenvolvimento inicial da aplicação *Sensonet* foi publicado nos anais do XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica 2016 e está na seção “apêndices”.

Portanto o presente estudo é desenvolver e avaliar aplicabilidade do sistema automatizado denominado de *Sensonet*, utilizando o sensor *Kinect*, para avaliar o sentar e levantar em idosos .

1.1 JUSTIFICATIVA

A tecnologia contribui a criação de protocolos mais avançados de avaliação do nível físico e são determinantes na avaliação da capacidade funcional de idosos, que podem auxiliar na elaboração de estratégias eficientes na promoção da saúde nesse grupo de sujeitos. O projeto foi escolhido devido a identificação da necessidade e a vontade de aprimorar os atuais protocolos de avaliação de aptidão física dos idosos. Os resultados desta pesquisa facilitarão o trabalho de todos os profissionais envolvidos na aplicação do protocolo de avaliação da aptidão física nos idosos. A aplicação automatiza o protocolo e fornece dados de velocidade e variação angular dos segmentos tornozelo, joelho e quadril além de proporcionar conforto ao avaliado por não necessitar de acoplagem de sensores pode ser aplicado por qualquer profissional da área.

1.2 PROBLEMA

Quais são funcionalidades do aplicativo *Sensonet* na avaliação do sentar e levantar para idosos?

1.3 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e avaliar a aplicabilidade do sistema automatizado denominado de *Sensonet*, baseado no sensor *Kinect*, para avaliar o sentar e levantar em idosos.

1.3.1 Objetivos específicos

- Aprimorar a avaliação sentar e levantar utilizando dados obtidos do *Sensonet*.
- Identificar os gestos e movimentos corporais: sentar e levantar.
- Aprimorar interatividade com o aplicador através de uma interface intuitiva.
- Captar as coordenadas “X, Y e Z” de cada articulação do corpo.
- Captar a variação angular do joelho esquerdo e direito.
- Armazenar as informações em um banco de dados relacional.
- Comparar os resultados obtidos pela avaliação visual do protocolo sentar e levantar versus os obtidos pelo *Sensonet*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CAPACIDADE FUNCIONAL DOS IDOSOS

A capacidade funcional em idosos pode ser definida pela independência para realizar suas tarefas diárias de forma independente (FIEDLER e PERES, 2008). A incapacidade funcional é a perda de autonomia para realizar as mesmas tarefas diárias. (ALVES, LEITE e MACHADO, 2008)

2.1.1 Teste sentar e levantar

O teste de sentar e levantar representa o principal indicador de capacidade funcional dos idosos, isto porque, trata-se de um teste que movimenta os principais músculos, envolvendo grandes massas musculares, que são responsáveis pela capacidade de locomoção e autonomia dos idosos.

O objetivo principal deste teste é avaliar a força e resistência dos membros inferiores (número de execuções em 30 segundos sem a utilização dos membros superiores). O teste inicia-se com o participante sentado no meio da cadeira, com as costas eretas e os pés afastados à largura dos ombros e totalmente apoiados no solo. Um dos pés deve estar ligeiramente avançado em relação ao outro para ajudar a manter o equilíbrio. Os membros superiores estão cruzados ao nível dos pulsos e contra o peito. Ao sinal de “partida” o participante levanta até ficar na posição vertical e regressa à posição inicial (sentado). O participante é encorajado a completar o máximo de repetições num intervalo de tempo de 30 segundos. O avaliador conta as elevações corretas enquanto controla o desempenho do participante para assegurar o maior rigor. Chamadas de atenção verbais e ou gestuais poderão utilizadas para corrigir o desempenho deficiente.

2.2 ESTUDOS REALIZADOS COM O SENSOR *KINECT* NA ÁREA DO ESPORTE E SAÚDE

Com objetivo de avaliar a validade e reprodutibilidade de sensor *Kinect*, BONNECHÈRE et. al, (2013) realizou um estudo utilizando o sensor *Kinect* e comparando-o com estereogrametria, que é considerado padrão ouro. No estudo participaram 48 indivíduos, os quais executaram abdução do ombro, flexão do cotovelo, abdução e flexão do joelho e movimentos de quadril, o mesmo protocolo foi repetido uma semana mais tarde para avaliar a reprodutibilidade. De acordo com os autores os resultados obtidos em relação a reprodutibilidade pelo sensor *Kinect* comparados ao padrão ouro de estereofotogrametria foram estatisticamente iguais. No entanto, em relação a análise dos movimentos houve diferenças estatísticas. Para os movimentos de abdução ombro houve excelente concordância entre os dois sensores, mas na abdução do quadril e flexão do joelho não houve concordância estatística. Para os autores, as diferenças das análises entre o sensor *Kinect* e o padrão ouro são, muitas vezes, ocorridas pelo plano em que são executados os movimentos. O *Kinect* utiliza uma câmera frontal sensor utilizado como padrão ouro foi o Vicon Motion que por sua vez possui captação do movimento em 360° devido ao seu conjunto de câmeras associadas.

O estudo realizado por LEE et. al, (2015) tinha como objetivo de utilizar o *Kinect* para medir amplitude do movimento do ombro em pacientes com capsulite adesiva do ombro (CA). Foram submetidos aos testes 15 indivíduos saudáveis e 12 indivíduos com capsulite adesiva do ombro. Ambos os indivíduos foram medidos pelo goniômetro executado a flexão, abdução e rotação externa do ombro e logo em seguida avaliados pelo sensor *Kinect*. Os autores concluíram que as medições da amplitude do movimento do ombro usando *Kinect* mostram excelente concordância com as adquiridas pelo goniômetro. Os resultados indicam que o *Kinect* pode ser usado como alternativa ao goniômetro para medir a amplitude angular do ombro e diagnosticar a capsulite adesiva.

GALNA et. al, (2014) realizou um estudo no qual avaliou a precisão do *Kinect* para medir movimentos clinicamente relevantes para a prescrição de pessoas com doença de Parkinson (DP). Foram utilizados dois grupos para o experimento, 9 pessoas com DP e 10 indivíduos normais como grupo controle. Ambos os grupos foram submetidos à testes de movimentos finos e movimentos grossos avaliados simultaneamente pelo sensor *Kinect* e pelo sistema tridimensional VICON Motion (padrão-ouro) para estabelecer a precisão do

Kinect. Os resultados avaliados pelo sensor *Kinect* para os movimentos clinicamente utilizados para prescrever a DP tais quais fechar as mãos, dedo tocando o pé, agilidade com perna, se levantar da cadeira e pronação da mão. Os resultados obtidos do *Kinect* dos testes de movimentos grossos foram satisfatórios quando comparados ao VICON. Contudo, as medições de movimentos finos não foram estatisticamente relevantes. Portanto o estudo concluiu que o sensor *Kinect* se comportou satisfatoriamente para análises de tempo de execução para movimentos classificados do tipo grossos sendo uma alternativa de baixo custo para prescrição de DP.

Segundo YEUNG et. al, (2014) o *Kinect* apresenta resultados estatisticamente próximos ao VICON Motion para captação da oscilação do centro de massa do corpo (CMTC). LEE et. al, (2015) e Yeung et. al (2014) discutem sobre a limitação do hardware em relação a precisão para movimentos com variações menores, pois, o aparelho apresentou resultados com baixa correlação com os obtidos do padrão-ouro. Contudo, essa limitação não compromete para sua utilização em escalas clínicas para reabilitação (YEUNG et. al, 2014). O sensor possui boa reprodutibilidade nos dados, podendo ser utilizado como uma ferramenta de análise do progresso do movimento de pacientes com paralisia de membros superiores após acidente cardiovascular. (MOBINI et. al, 2014)

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 TIPO DE ESTUDO

Os passos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do *Sensonet* foram baseados no método *Design Science Research* (DSR). Segundo LACERDA et. al (2013) o DSR consiste em uma forma metodológica para criação de um artefato que traz soluções à um problema. O DSR é composto pela construção e avaliação. A construção é o processo de confecção de artefatos para um propósito específico, enquanto a avaliação é a verificação do desempenho dos artefatos como solução desejada (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR; 2015).

3.2 O ARTEFATO

O aplicativo proposto denominado *Sensonet* é um software desenvolvido em linguagem “C Sharp” (C#), criado a partir de um ambiente de programação Visual Studio (CARDOSO, 2013). O *Sensonet* tem a capacidade de contar o movimento sentar e levantar, isto é, quando o avaliado realizar uma repetição cíclica sentar e levantar o software realiza uma contagem. O aplicativo interage com o aplicador através de uma plataforma de cadastro do indivíduo, mapeamento das articulações em três coordenadas “x, y e z” e armazena toda variação angular do joelho direito e esquerdo. Os dados captados são salvos em um banco de dados do tipo relacional, sendo possível acessar as informações posteriormente e exporta-las para Microsoft Excel.

As funcionalidades da aplicação estão descritas abaixo no QUADRO 1.

QUADRO 1 – FUNCIONALIDADES DO *SENSONET*

Funcionalidades do <i>Sensonet</i>	
Cadastro do avaliado.	Possui uma interface de cadastro com nome, idade, endereço e observações.
Contagem do sentar e levantar.	O programa conta quantas vezes o avaliado sentou e levantou.
Calculo do ângulo gerado pelo segmento quadril, joelho e tornozelo	Em tempo real a aplicação mostra o ângulo do joelho direito e esquerdo.
Indicadores de pontos anatômicos, tempo e coordenadas de cada ponto durante a realização do teste de sentar e levantar.	O programa cria uma tabela com os pontos as coordenadas dos pontos anatômicos captados pelo <i>Kinect</i> .
Indicadores da quantidade de repetições, tempo e conjuntos de repetições durante a realização do teste sentar e levantar.	O programa cria uma tabela com a quantidade de repetições correlacionado com o tempo de cada execução do sentar e levantar.
Armazenamento dos dados em um banco de dados relacional.	Todos os dados obtidos na aplicação do teste sentar e levantar são salvos em um banco de dados relacional.

FONTE: O AUTOR (2008)

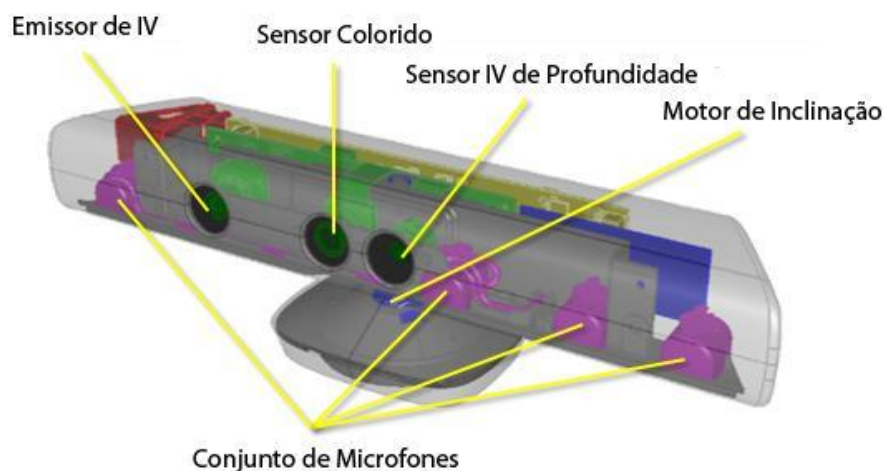
3.2.1 O Hardware

O sensor *Kinect* é um *hardware* desenvolvido pela empresa *Microsoft* em meados de 2011, inicialmente projetado para trazer novas experiências de “jogabilidade” no *vídeo Game* – Console *XBOX 360* (CARDOSO, 2013). Contudo, a empresa notou outras aplicações do Sensor *Kinect*, uma vez que, ele realiza leitura corporal e proporciona ao computador análise dos gestos humanos e por este motivo a empresa liberou a biblioteca de aplicação do *hardware* – e também um *Kit* de desenvolvimento de programas que interajam com o *hardware*, os chamados *Kinect Developer Toolkit* e o *Kinect SDK (Standard Development Kit)* (CARDOSO, 2013).

Atualmente existem 3 tipos de *Kinect*'s: *Kinect*, *Kinect for Windows*, *Kinect for XBOX 360* a principal diferença entre estes três tipos são as conexões físicas e algumas diferenças na câmera e microfones.

O *Kinect* é composto pelos seguintes itens (FIGURA 1) – a) Emissor de Infravermelho: responsável por emitir raios de luzes infravermelhos; b) Sensor infravermelho de profundidade: responsável por capturar os raios de luzes infravermelhos que foram refletidos de volta após emissão, possibilita calcular a distância entre o sensor e os objetos ao redor; c) Sensor colorido: responsável pela captura de imagens coloridas por meio de uma câmera RGB; d) Conjunto de microfones: responsável pela captura de som, sendo composto por quatro microfones; e) Motor de inclinação: responsável pelo ajuste do ângulo de inclinação do sensor.

FIGURA 1 – ELEMENTOS QUE COMPÕES O APARELHO MICROSFOT *KINECT*

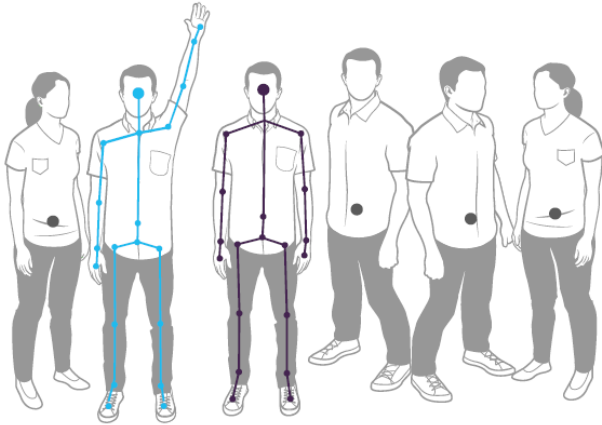


FONTE: CARDOSO (2013)

3.2.2 Pontos de Rastreamento

O sensor *Kinect* consegue rastrear até 6 pessoas ao mesmo tempo. Sendo que 4 pessoas são definidas como indivíduos “*position only*” e outros 2 são chamados de indivíduos “*tracked’s*”. Além disto o *Kinect* consegue mapear 20 articulações dos indivíduos “*tracked’s*” como mostra a figura 2 a seguir. Na aplicação apenas um indivíduo “*tracked*” será rastreado (mão levantada na figura 2).

FIGURA 2 – INDIVÍDUOS RASTREADOS PELO SENSOR *KINECT*.



FONTE: CARDOSO (2013)

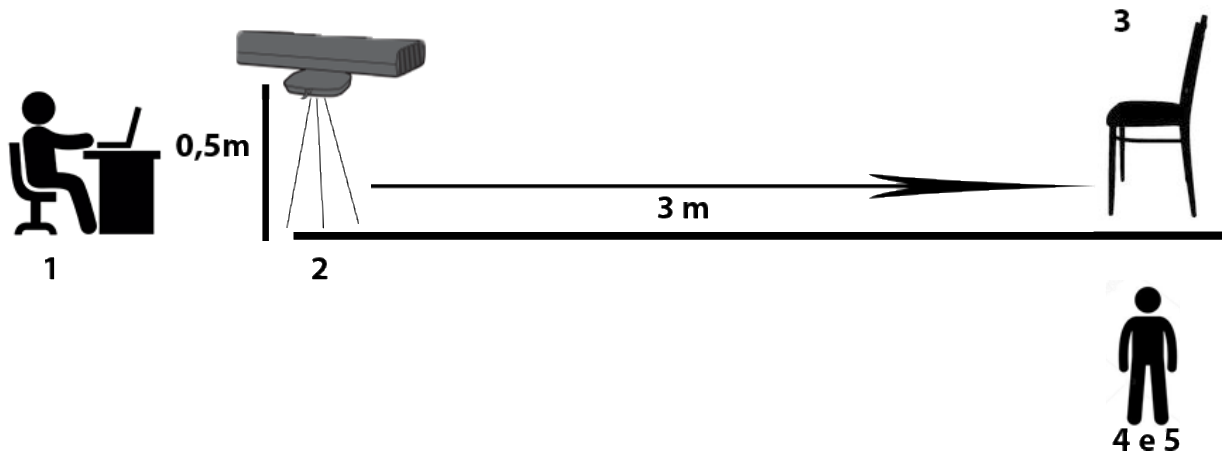
3.2.3 Aplicação do teste

O avaliado deve sentar-se em uma cadeira de aproximadamente 0,43 metros de altura a 3 metros de distância do sensor. O *Kinect* deve estar em uma altura aproximadamente 0,5 metros (FIGURA 3).

Os elementos descritos acima estão demonstrados na FIGURA 3 sendo o computador com a aplicação (1), sensor *Kinect* (2), cadeira (3), o avaliador visual com cronômetro (4 e 5)

A vestimenta e calçados devem ser apropriados para atividade física. O teste inicia-se quando o avaliador executar o comando de voz. As mãos devem estar fechadas e ao lado do corpo. A avaliação é realizada automaticamente pelo programa sem a necessidade de prévia ativação. Ao mesmo tempo será feita contagem visual para cruzar com os resultados da aplicação.

FIGURA 3 – POSICIONAMENTO DOS ELEMENTOS PARA UTILIZAÇÃO DO *SENSONET*.



FONTE: O AUTOR (2018)

3.2.4 Funcionamento do software

Os dados captados via porta USB do hardware Kinect são enviados para memória do computador e possibilita a análise do movimento. O programa se baseia em comparações entre as articulações, portanto, para contagem do sentar e levantar foram utilizadas como referências, as articulações do joelho e quadril (região do acetábulo) e comparadas em um ciclo de dois momentos: em pé e sentado.

Caso o movimento realizado seja verdadeiro, ou seja, realizado de forma completa, as análises ocorridas em um ciclo “sentado em pé, sentado” um sistema de contagem automático é acionado e os dados são contabilizados automaticamente. Juntamente com os dados armazenados em uma tabela separada, o programa salva o tempo em que foi realizado a contagem correlacionando a quantidade de vezes que o indivíduo sentou e levantou mais a variável tempo.

Através de uma análise cinemática a aplicação trabalha com uma velocidade de captação de imagem em 30 quadros por segundo. As coordenadas dos pontos do joelho, quadril e tornozelo direito e esquerdo são captados em 3 dimensões (3D). Por meio das coordenadas “X, Y, Z” dos pontos do joelho, quadril e tornozelo o software calcula o ângulo gerado pelo posicionamento espacial das coordenadas.

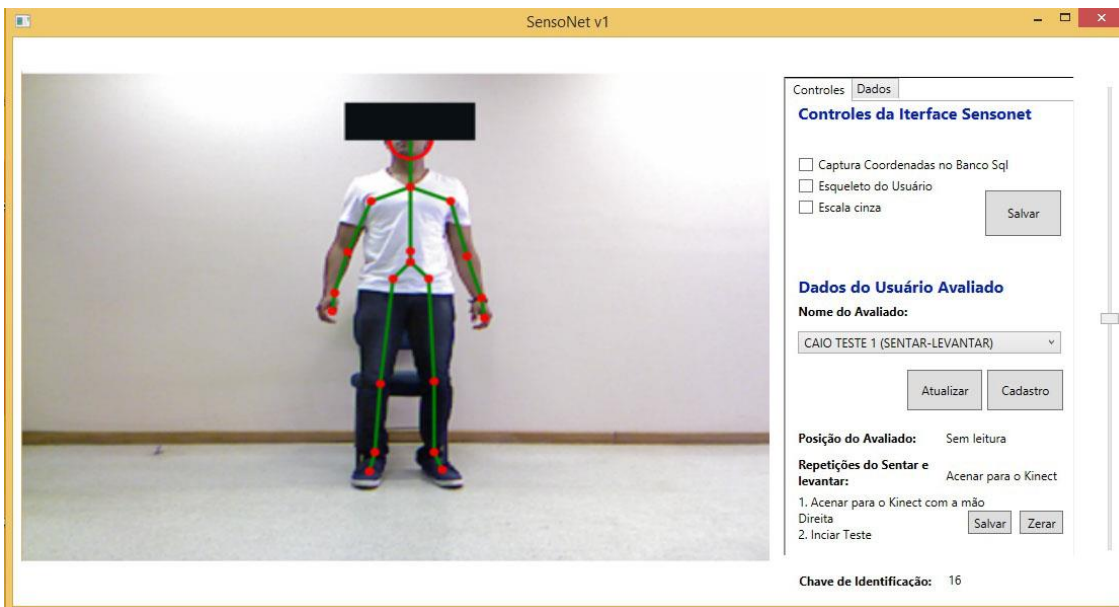
4 RESULTADO

O *Sensonet* será apresentando o passo-a-passo para a utilização do software que analisará o teste sentar e levantar. Com o sensor conectado ao computador o aplicativo *Sensonet* é iniciado (FIGURA 4), de acordo com a sequência descrita abaixo. O primeiro passo é clicar no botão “cadastro” (FIGURA 4) a segunda tela é aberta (FIGURA 5).

Na sequência, o avaliador deve introduzir as informações de identificação do avaliado para posteriormente acessá-las (FIGURA 5). O avaliado é posicionado em frente ao sensor, a numa distância de 3 metros. O sistema identifica, automaticamente, os pontos anatômicos do avaliado e sobrepõem ao corpo do indivíduo uma imagem com os pontos de rastreamento (FIGURA 4).

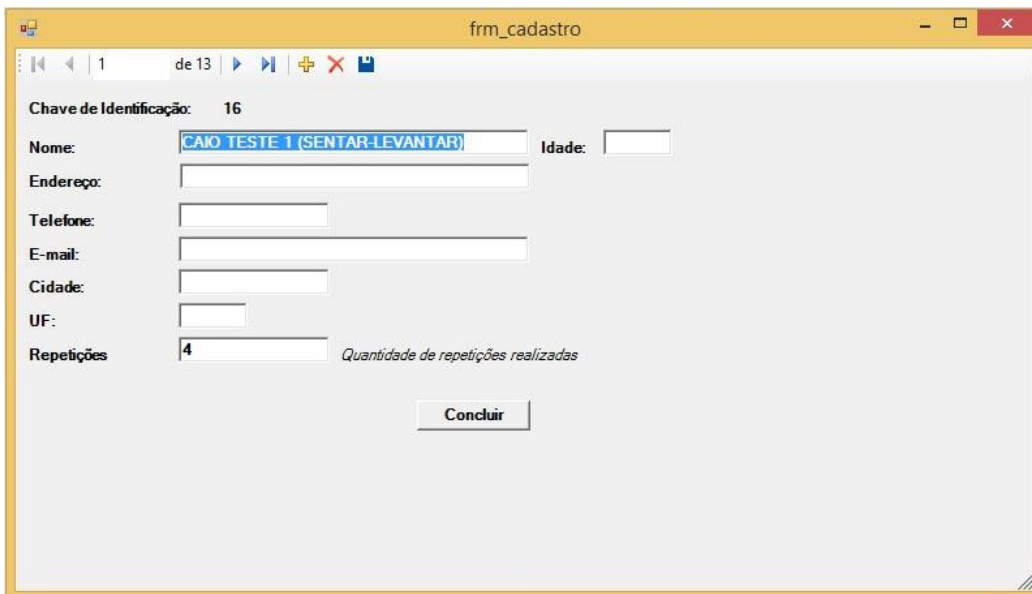
Na execução do teste o avaliador poderá solicitar que o avaliado comece a realizar os movimentos de sentar e levantar. Após a realização do teste o avaliador pode visualizar na linha inferior a quantidade de vezes que o indivíduo sentou e levantou, devendo clicar no botão “Salvar” para que todos os dados sejam armazenados.

FIGURA 4 - INTERFACE SENSONET



FONTE: O AUTOR (2018)

FIGURA 5 - TELA DE CADASTRO DO AVALIADO



The image shows a software window titled 'frm_cadastro'. At the top, there is a navigation bar with icons for back, forward, and search, and a page indicator '1 de 13'. Below this, the form contains the following fields:

- Chave de Identificação: 16
- Nome: CAIO TESTE 1 (SENTAR-LEVANTAR) (highlighted in blue)
- Idade: [empty text box]
- Endereço: [empty text box]
- Telefone: [empty text box]
- E-mail: [empty text box]
- Cidade: [empty text box]
- UF: [empty text box]
- Repetições: 4 (with a small text label 'Quantidade de repetições realizadas' to its right)

At the bottom center of the form is a button labeled 'Concluir'.

FONTE: O AUTOR (2018)

O *Sensonet* possui capacidade de armazenamento das informações coletadas em um banco de dados relacional e podem ser exportados para uma planilha Excel para análise dos dados. Abaixo estão apresentados os dados de um teste realizado durante 30 segundos do protocolo sentar e levantar. A tabela 1 apresenta os indicadores relativos aos pontos anatômicos, tempo e coordenadas de cada ponto anatômico durante a realização do teste sentar e levantar. A tabela 2 apresenta a quantidade de repetições, tempo para cada repetição e o número de repetições que o avaliado realizou durante o protocolo de sentar e levantar. O gráfico 1 é a variação angular (graus) do ângulo formado pelos pontos do quadril direito, joelho direito e calcanhar direito pela quantidade de quadros captados durante o teste. O gráfico 2 é a variação da velocidade angular do joelho direito em radianos por segundo. Ambos os gráficos apresentam, no eixo "x" dados sobre frequência de captação de 30 quadros por segundo (30 Hz).

TABELA 1 - INDICADORES DE PONTOS ANATÔMICOS, TEMPO E COORDENADAS DE CADA PONTO DURANTE A REALIZAÇÃO DO TESTE DE SENTAR E LEVANTAR.

Nome do Ponto	Frame	Tempo (segundos)	id_avaliao	X	Y	Z
Quadril direito	14471	45.407	27	0.04	-0.05	1.97
Joelho direito	14471	45.410	27	0.10	-0.44	2.22
Tornozelo direito	14471	45.423	27	0.13	-0.82	2.50
Quadril direito	14472	45.427	27	0.04	-0.05	1.97
Joelho direito	14472	45.427	27	0.09	-0.43	2.21
Tornozelo direito	14472	45.430	27	0.13	-0.81	2.49
Quadril direito	14473	45.430	27	0.04	-0.05	1.97
Joelho direito	14473	45.433	27	0.10	-0.45	2.23
Tornozelo direito	14473	45.433	27	0.13	-0.83	2.51

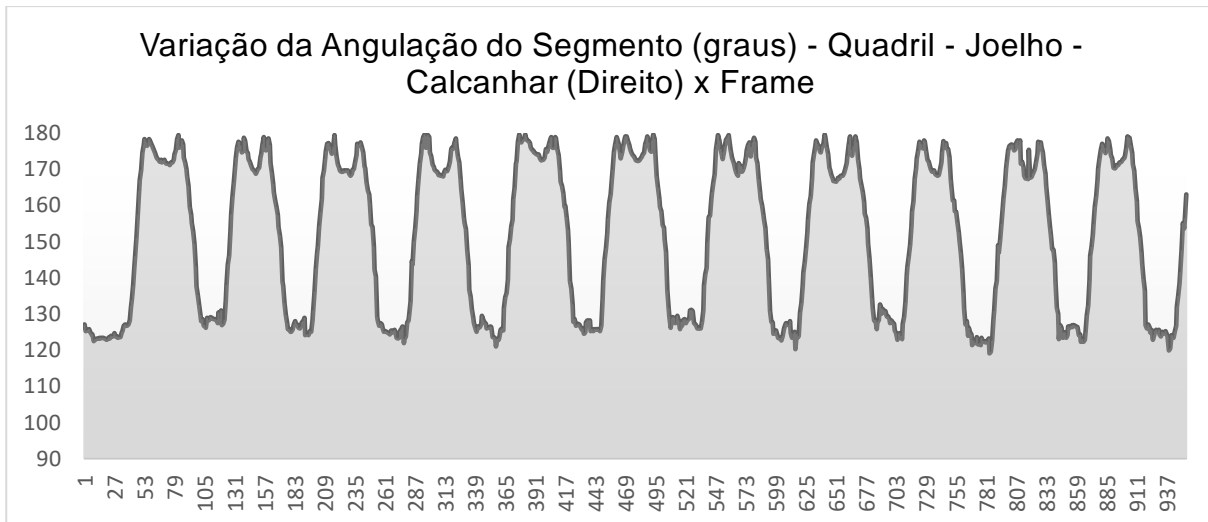
FONTE: O AUTOR (2018)

TABELA 2 - INDICADORES DA QUANTIDADE DE REPETIÇÕES, TEMPO E CONJUNTOS DE REPETIÇÕES DURANTE A REALIZAÇÃO DO TESTE SENTAR E LEVANTAR.

id_avaliao	Sentou(Repetição)	Tempo (segundos)	Tempo Acumulado
28	1	37:46,0	0
28	2	37:48,8	2,8
28	3	37:51,5	5,5
28	4	37:54,1	8,1
28	5	37:57,1	11,1
28	6	37:59,9	13,9
28	7	38:02,7	16,7
28	8	38:05,7	19,7
28	9	38:08,4	22,4
28	10	38:11,1	25,1
28	11	38:13,6	27,6

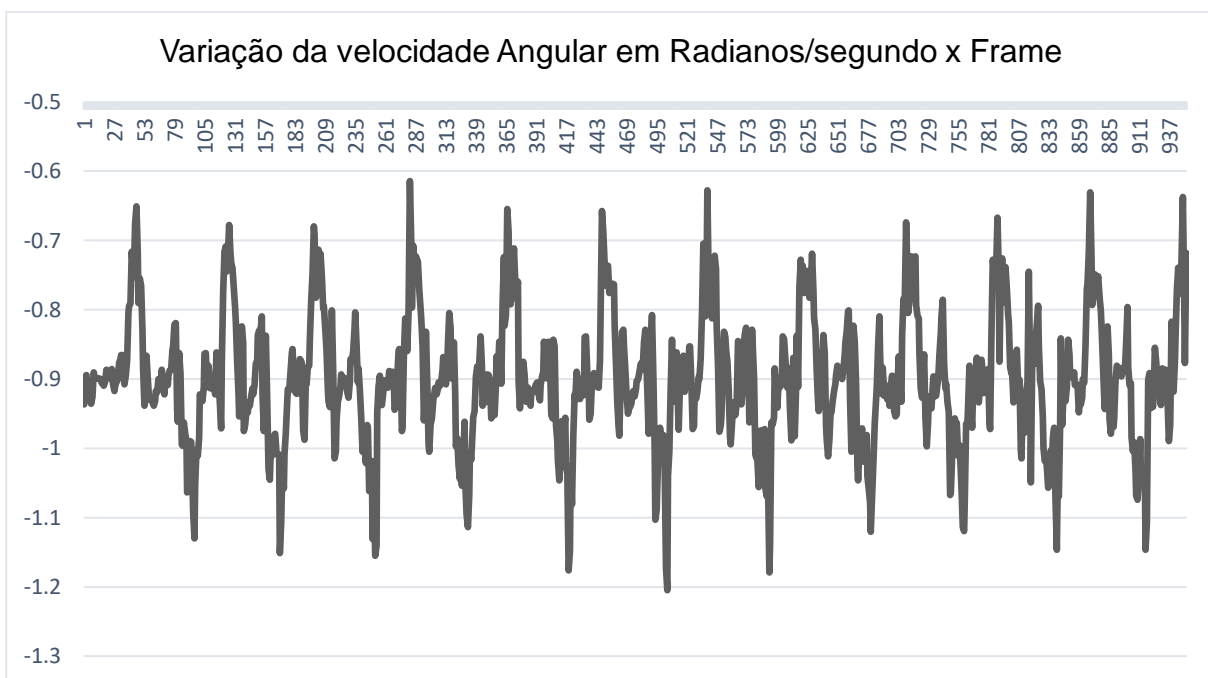
FONTE: O AUTOR (2018)

GRÁFICO 1 - VARIAÇÃO ANGULAR DO ÂNGULO FORMADO PELO SEGMENTO QUADRIL DIREITO, JOELHO DIREITO E CALCANHAR DIREITO.



FONTE: O AUTOR (2018)

GRÁFICO 2 - VARIAÇÃO DA VELOCIDADE ANGULAR EM RADIANOS POR SEGUNDO X FRAME



FONTE: O AUTOR (2018)

Com os dados obtidos pelo *Sensonet* podemos observar que o programa quantifica as repetições do avaliado conforme o protocolo de realização do teste. Outrossim, a velocidade em que realizou cada repetição e a variação angular do segmento envolvido são plotados nos gráficos 1 e 2. Assim o protocolo de avaliação da aptidão física em idosos se tornou automatizada e quantificada em dados no banco do *Sensonet*.

A tabela 3 apresenta as características antropométricas, o sexo e a idade da amostra de sujeitos utilizada na comparação das repetições executadas no teste de sentar e levantar da cadeira realizada contra o número de repetições contabilizadas pelo equipamento *Sensonet*, nesse caso, não se observou diferença alguma.

TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS ANTOPOMÉTRICAS, SEXO, IDADE, IMC E REPETIÇÕES DO TESTE SENTAR E LEVANTAR.

AVALIADO	SEXO	IDADE	PESO	ESTATURA	IMC	REPETIÇÕES KINECT	REPETIÇÕES OBSERVAÇÃO	DIF
1	HOMEM	71	95	1,71	32,53	10	10	0
2	HOMEM	64	84	1,72	28,47	11	11	0
MÉDIA HOMENS		67,5	89,5	1,71	30,5	10,5	10,5	0
3	MULHER	63	78	1,56	32,09	9	9	0
4	MULHER	68	65	1,58	26,10	10	10	0
MÉDIA MULHERES		65,5	72	1,57	29,09	9,5	9,5	0,0
MÉDIA GERAL		66,5	80,75	1,64	29,79	10	10	0,0

FONTE: O AUTOR (2018)

5 DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que o *Sensonet* automatizou o protocolo sentar e levantar, não houve diferença entre o avaliador através da contagem visual e o aplicativo. O sistema é de fácil aplicabilidade pelo pesquisador, podendo ser utilizado em diferentes ambientes. Também permite conforto ao avaliado, por não necessitar de acoplagem de sensores e vestimentas especiais.

Outro aspecto que pode ser destacado, está relacionado a capacidade do equipamento *Sensonet* em realizar a avaliação do número de repetições de maneira idêntica ao protocolo original, isso ficou evidente na comparação dos dados obtidos com a amostra de idosos.

Podemos destacar que os dados de posição obtidos pelo programa possibilitarão a realização de estudos mais detalhados do movimento, pois, é possível correlacionar a variável tempo com a quantidade de repetições, variações angulares dos joelhos podendo ser avaliado pontos de fadiga, aceleração e velocidade angular do teste sentar e levantar.

Observou-se algumas limitações do sensor *Microsoft Kinect* na captação de movimentos com velocidade elevada (chute de um pênalti) devido ao sistema de câmeras de 30Hz (captação de 30 quadros por segundo). Outra limitação é a sobreposição dos pontos anatômicos captados pelo sensor em determinados movimentos. O agachamento, por exemplo ocorre a sobreposição do ponto do joelho em relação ao quadril (região do acetábulo).

Entretanto, as limitações não comprometem o uso do *Microsoft Kinect* como uma ferramenta clínica (YEUNG et. al, 2014; LEE et. al, 2015) ou na área da biomecânica (GALNA et. al, 2014), podendo ser utilizado em outros protocolos de avaliação

6 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do *Sensonet* foi possível automatizar o protocolo do teste sentar levantar. A eliminação de um avaliador visual possibilita a realização do teste com maior confiabilidade no protocolo. Além do mais, a aplicação oferece mais conforto tanto para o aplicador quanto para o avaliado, pois, não necessita um ambiente controlado, acoplagem de sensores e calibração prévia do sensor. Da mesma forma os resultados obtidos no estudo piloto com os idosos, não se observou diferença entre a contagem visual e a automatizada permitindo concluir que o *Sensonet* cumpriu com a avaliação do sentar e levantar.

Para estudos futuros, a aplicação se tornou capaz medir a velocidade angulares das articulações do esqueleto humano. O *Sensonet* pode ser abordado como uma ferramenta de análise biomecânica do movimento.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, R.V. et al. **Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica.** Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v.10, n.1, jan/fev. 2004.

ALVES, L.C., LEITE, I.C., MACHADO, C.J. **Conceituando e mensurando a incapacidade funcional da população idosa: uma revisão de literatura.** *Cienc Saude Colet* 2008; 13(4):1199-1207.

BONNECHÉ, B. et al. **Validity and reliability of the Kinect within functional assessment activities: Comparison with standard stereophotogrammetry,** *Gait & Posture*, 39, 2014, 593–598.

CARDOSO, Gabriel Schade. **Microsoft Kinect Crie aplicações interativas com Microsoft Kinect.** São Paulo: CASA DO CÓDIGO, 2013.

CLARK RA, PUA Y-H, FORTIN K, Ritchie C, Webster KE, Denehy L, et al. **Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control.** *Gait Posture* 2012;36:372–7.

DRESCH, A., LACERDA, D. P., ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia.** Porto Alegre: Bookman, 2015.

FIEDLER MM, PERES KG. **Capacidade funcional e fatores associados em idosos do sul do Brasil: um estudo de base populacional.** *Cad Saude Publica* 2008; 24(2):409-415.

GALNA, B. et al. **Accuracy of the Microsoft Kinect sensor for measuring movement in people with Parkinson's disease,** *Gait & Posture* 39, 2014, 1062–1068.

JONES, C.J., Rikli, R.E., Beam W. (1999). **A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults.** *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 70 (2), pp. 113-119.

LOYOLA, Antônio Ignácio de et al. **Causes of public hospital admissions among older adults in Brazil's Unified Health System.** *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 13, n. 4, dez. 2004.

LACERDA, Daniel Pacheco et al. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção**. Gest. Prod., São Carlos , v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LEE, SH. et al. **Measurement of Shoulder Range of Motion in Patients with Adhesive Capsulitis Using a Kinect**, PLoS ONE 10(6), 2015 e0129398. doi:10.1371/journal.pone.0129398.

MOBINI, A. et al. **Test–retest reliability of Kinect’s measurements for the evaluation of upper body recovery of stroke patients**. Mobini *et al. BioMed Eng OnLine* (2015) 14:75 DOI 10.1186/s12938-015-0070-0.

OMS. **ENVELHECIMENTO ATIVO: UMA POLÍTICA DE SAÚDE**, Organização Pan-Americana da Saúde – Opas – OMS, 2005.

POMPEU, J.B. et al. **Os efeitos da realidade virtual na reabilitação do acidente vascular encefálico: Uma revisão sistemática**. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2014, vol. 10, n. 4, pp. 111-122.

ROSA, T.C, Benício, M.H., Latorreb, M.H., Ramosc, L.R. (2003). **Fatores determinantes da capacidade funcional entre idosos**. Rev Saúde Pública 2003;37(1):40-8.

YEUNG, L. F. et al. **Evaluation of the microsoft kinect as a clinical assessment tool of body sway**. Gait Posture. 2012 Feb;35(2):328-33. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.10.004. Epub 2011 Nov 4.

APÊNDICES

Desenvolvimento do Aplicativo Sensonet para Avaliar a Capacidade Funcional de Sentar e Levantar em Idosos

Andrade C.***, Andrade T.A.*, Legnani E.**

*Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, Brasil

**Departamento de Educação Física (DAEFI) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, Brasil

***Grupo de pesquisa em Atividade Física, Esporte – Tecnologia UTFPR do Departamento de Educação Física (DAEFI) da UTFPR, Curitiba, Brasil

e-mail: caioland@msn.com

Resumo: A avaliação de variáveis neuromotoras é de suma importância na prescrição e controle do exercício físico em idosos. O objetivo deste artigo foi apresentar o desenvolvimento do aplicativo chamado “Sensonet” para avaliar a capacidade funcional em idosos através do protocolo de teste sentar e levantar. O software “Sensonet” controla o sensor *Kinect* que faz captação das coordenadas do esqueleto humano e envia em forma de dados para o computador, possibilitando a análise dos movimentos dos idosos. O programa pretende realizar a avaliação do teste de sentar e levantar de forma automatizada, permitindo que o teste de “sentar e levantar” seja aplicado em qualquer ambiente, eliminando a subjetividade da avaliação humana e oferecendo resultados mais precisos para o pesquisador.

Palavras-chave: terceira idade, capacidade funcional, *Kinect*.

Abstract: The evaluation of neuromotor variables is very important in prescribing and controlling physical exercise in the elderly. The objective of this paper was to present the development of the application called "Sensonet" to evaluate the functional capacity of older people through the test protocol sitting and standing. The software Sensonet makes captures of the coordinates of the human skeleton and sends it to a computer, allowing the analysis of movements of the elderly. The program aims to realize the evaluation test sitting and standing of the automated manner, allowing the test to be applied in any environment eliminating the subjectivity of human evaluation and providing more accurate results for the researcher.

Keywords: *elderly, functional capacity, Kinect.*

Introdução

Segundo dados da OMS até 2025 o Brasil será o sexto maior país do mundo em número de idosos. O crescimento da população da terceira idade é o um dos maiores da humanidade, os constantes avanços sociais e tecnológicos proporcionam mais expectativa de vida para a humanidade [1]. O envelhecimento diminui a capacidade funcional de realizar tarefas funcionais, agravado quando associados a fatores socioeconômicos [2]. Dentre elas o declínio da capacidade motora é uma das principais causadoras do sedentarismo, que

tende a acompanhar o envelhecimento. O sedentarismo atualmente é o principal fator que degrada o sistema circulatório em idosos. Segundo dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade do Sistema Único de Saúde (SIM-SUS) 60% dos casos de mortes em idosos são gerados por doenças cardiovasculares (DCV) [3].

A necessidade de desenvolvimento de projetos nesta área é primordial para melhorar a qualidade de vida dos idosos. Protocolos de avaliação das capacidades físicas são importantes na promoção da prática de atividades físicas em idosos. O Protocolo dos Testes de Aptidão Física Funcional da Bateria de Testes de Rikli e Jones [4] é um dos instrumentos mais utilizados para quantificar a aptidão funcional em idosos. Esse protocolo possui uma bateria de testes que permitem avaliar alguns dos atributos neuromusculares e fisiológicos que são: a força dos membros superiores (teste da flexão do antebraço) e inferiores (teste levantar e sentar na cadeira), a flexibilidade de membros inferiores (teste sentar e alcançar na cadeira) e membros superiores (teste alcançar atrás das costas), a resistência aeróbia (teste andar 6 minutos), a velocidade, a agilidade e equilíbrio dinâmico (teste sentado, caminhar 2,44 m e voltar a sentar), o índice de massa corporal (IMC) e ainda o perímetro da cintura. Por meio destes testes é possível avaliar o nível de aptidão física, possibilitando melhor controle na prescrição de atividades físicas para indivíduo da terceira idade

Atualmente a tecnologia tem avançado em todas as áreas do conhecimento, inclusive na Educação Física, sendo um meio interessante para proporcionar uma melhora na qualidade de vida de idosos. Existem alguns software e hardwares que possibilitam a análise do movimento. Nesse sentido, o sensor Kinect é uma aplicação que esta diretamente relacionada ao movimento e vem sendo utilizado na área da saúde como uma alternativa mais acessível para substituição de aparelhos de análise do movimento mais onerosos. Um bom exemplo disso pode ser o diagnóstico do “Mal de Parkinson” por meio de testes motores analisados por estereofotogramétrica pelo sensor VICON 8 câmeras [6]. O sensor Kinect se comportou de forma muito similar ao VICON em situações de coordenação motora grossa [6]. Em estudos de validade e reprodutibilidade o Kinect se apresentou de forma muito similar ao sistema “Stander” VICON 8 câmeras (padrão ouro), o que confere uma maior relação custo benefício do Kinect em relação ao VICON 8, ser tornando numa opção muito interessante para desenvolvimento de novos estudos [7].

Portanto o objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento do aplicativo “Sensonet” para avaliar a capacidade funcional no sentar e levantar em idosos proposto pelo protocolo de Rikli e Jones [4].

Materiais e métodos

O sensor Kinect é um *hardware* desenvolvido pela empresa *Microsoft* em meados de 2011, inicialmente projetado para trazer novas experiências de “jogabilidade” no *vídeo Game* – Console *XBOX 360* [8]. Contudo, outras aplicações do Sensor *Kinect* são possíveis, uma vez que ele realiza leitura corporal e proporciona ao computador análise dos gestos humanos. Com a intenção de promover o desenvolvimento desse produto disponibilizada uma biblioteca de aplicação do *hardware* – e também um *Kit* de desenvolvimento de aplicações os chamados *Kinect Developer Toolkit 1.8* e o *Kinect SDK 1.8 (Standard Development Kit)* disponível em [9,10]. O *Kinect* é composto por 1 câmera RGB, 1 câmera infravermelho, conjuntos de microfones e um motor de angulação, tudo controlado por um computador conectado via porta *Universal Serial Bus (USB)*.

O aplicativo proposto denominado *Sensonet* é um software desenvolvido em linguagem “C Sharp” (C#), criado a partir de um ambiente de programação *Visual Studio* [11], com a finalidade de controlar o sensor *Kinect* e analisar o movimento sentar e levantar. O

aplicativo interage com o aplicador através de uma plataforma de cadastro do indivíduo, faz contagem em tempo real do movimento e mapeamento das articulações em três coordenadas “x, y e z”.

Todos os dados são salvos em um banco de dados do tipo SQL, sendo possível acessar as informações posteriormente para possíveis “refinamentos” do programa.

O avaliado deve sentar-se em uma cadeira de aproximadamente 0,43 metros de altura, 3 metros de distancia do sensor. O teste inicia-se quando o avaliador executa o comando de voz e aciona o cronômetro. A avaliação é realizada automaticamente pelo programa sem a necessidade de prévia ativação.

Para análise do movimento o programa se baseia em comparações entre as articulações, portanto, para contagem do sentar e levantar foram utilizadas como referência, as articulações do joelho e quadril (região do acetábulo) sendo comparadas em um ciclo de dois momentos: em pé e sentado. Caso o movimento realizado seja verdadeiro, ou seja, realizado de forma completa, as análises ocorridas em um ciclo “sentado em pé, sentado” um sistema de contagem automático é acionado e os dados são contabilizados automaticamente. Juntamente com os dados armazenados em uma tabela separada o programa salva o tempo em que foi realizado a contagem correlacionando a quantidade de vezes que o individuo sentou e levantou mais a variável tempo.

Resultados

Baseando-se em um estudo de caso de um indivíduo fictício, apresenta-se o passo-a-passo para a utilização do software que analisará o teste sentar e levantar. Com o sensor conectado ao computador o aplicativo Sensonet é iniciado (tela da figura 1), de acordo com a sequência descrita abaixo

Passo 1. Após clicar no botão “cadastro” (Figura 1) a segunda tela é aberta (Figura 2).

Passo 2. O avaliador, na tela de “cadastro” (Figura 2), deve introduzir as informações de identificação do avaliado para posteriormente acessa-las.

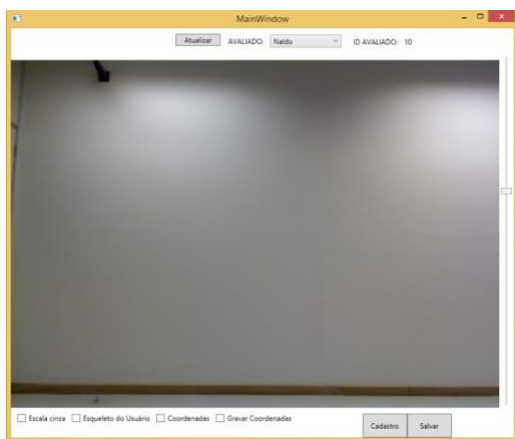


Figura 1: Tela principal visão do sensor.

Figura 2: Tela de cadastro.

Passo 3. Avaliado com “nome Teste” é posicionado em frente ao sensor, numa distância de 3 metros. Automaticamente o sistema identifica os pontos anatômicos do avaliado e sobrepõem ao corpo do individuo uma imagem com os pontos de rastreamento (Figura 4). Neste momento o avaliador poderá ajustar o sensor na angulação vertical na barra de nível ao lado direito da aplicação.

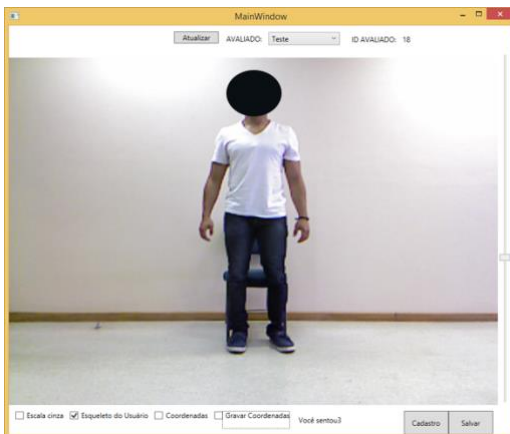


Figura 3: Posicionamento em frente ao sensor

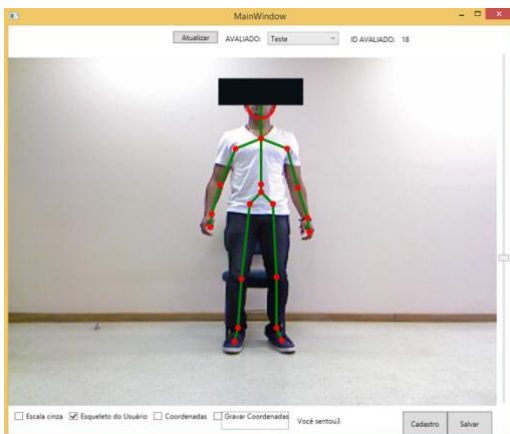


Figura 4: Marcas nos pontos de rastreamento

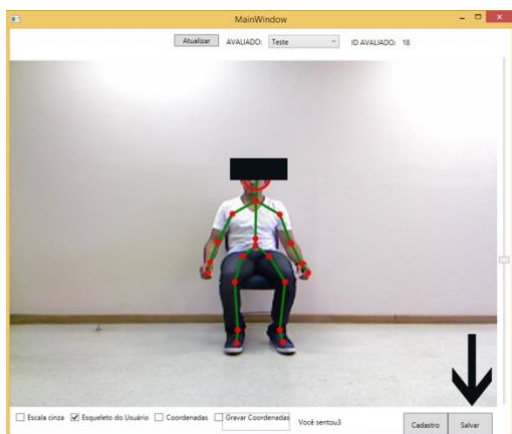


Figura 5: Botão Salvar

Passo 4. O avaliador a partir deste momento poderá solicitar que o avaliado comece a realizar os movimentos de sentar e levantar (Figuras 4 e 5). Após a realização do teste o avaliador pode visualizar na linha inferior a quantidade de vezes que o individuo sentou e levantou, devendo clicar no botão “Salvar” para que todas as coordenadas “x, y e z” dos pontos rastreadas sejam armazenadas no banco de dados de forma cronológica (Figura 5).

Discussão

O *Sensonet* é um sistema de avaliação do movimento humano e será desenvolvido para aplicações na área da saúde e esporte, e que poderá fornecer dados de posição anatômica em tempo real em três dimensões (3D), uma vez que é barato, portátil e simples de configurar [12] quando comparado a sistemas padrão-ouro como o VICON. Estudos com objetivo de verificar a precisão do sensor Kinect mostram-se muito positivos pois o aparelho possibilita mais precisão nos resultados. O aparelho quando comparado sua avaliação em indivíduos com Capsulite adesiva no ombro (CA) medidas através do goniômetro e comparadas a medição do sensor apresentou grau satisfatório na utilização do sensor Kinect [13]. Estudos comparando a avaliação do Kinect com testes visuais para prescrição do mal de Parkinson apresentou resultados satisfatórios quando exposto em movimentos motores grossos [6]. Testes de validade e reprodutibilidade com o sensor foram realizados comparando-o com aparelhos “padrão-ouro” de avaliação de estereofotogrametria (VICON-8) também mostrou resultados satisfatórios correlacionados ao custo-benefício [7].

O *Sensonet* será um sistema de fácil aplicabilidade pelo pesquisador, podendo ser utilizado para pesquisas de intervenção em grupos que necessitam testes de aptidão física “sentar e levantar” de Rikli e Jones [4].

Igualmente, o *hardware* e o *software* *Sensonet* possibilitarão a realização de estudos mais detalhados do movimento humano. Os dados coletados poderão ser exportados na forma de três coordenadas “x, y e z” para possíveis refinamentos e tratamento dos mesmos. Outrossim, o programa possibilita cruzamento da variável tempo com a quantidade de repetições que o avaliado executou, podendo ser avaliados pontos de fadiga e aceleração do teste “sentar e levantar”.

O *Sensonet* permitirá conforto ao avaliado, por não necessitar de acoplamento de sensores e vestimentas especiais. Além disso, a interface é de fácil programação, leitura e interpretação dos resultados.

Conclusão

Diante do exposto é possível concluir que o desenvolvimento do Sensonet é um projeto viável, e poderá ser útil na avaliação e interpretação do teste a sentar e levantar em idosos proposto pelo protocolo de Rikli e Jones [4], além do que, o sistema Sensonet, pretende diminuir a subjetividade do avaliador podendo conferir maior precisão aos resultados obtidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), também ao Departamento de Educação Física da UTFPR por disponibilizar o espaço e materiais necessários para desenvolvimento do projeto.

Referências

- [1] OMS. Envelhecimento ativo: Uma Política de Saúde, Organização Pan-Americana de Saúde – Opas – OMS, v. 1, p. 3 – 41, 2005; .
- [2] Rosa, T.C, Benício, M.H., Latorre, M.H., Ramos, L.R. (2003). Fatores determinantes da capacidade funcional entre idosos. *Rev Saúde Pública* 2003;37(1):40-8.
- [3] Loyola Filho, Antônio Ignácio de et al. Causes of public hospital admissions among older adults in Brazil's Unified Health System. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 13, n. 4, dez. 2004.
- [4] Jones, C.J., Rikli, R.E., Beam W. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 70 (2), pp. 113-119.
- [5] Pompeu, J.B. et al. Os efeitos da realidade virtual na reabilitação do acidente vascular encefálico: Uma revisão sistemática. *Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo*, 2014, vol. 10, n. 4, pp. 111-122.
- [6] Galna, B. et al. Accuracy of the Microsoft Kinect sensor for measuring movement in people with Parkinson's disease, *Gait & Posture* 39, 2014, 1062–1068.
- [7] Bonnechère, B. et al. Validity and reliability of the Kinect within functional assessment activities: Comparison with standard stereophotogrammetry, *Gait & Posture*, 39, 2014, 593–598
- [8] Cardoso, Gabriel Schade. *Microsoft Kinect Crie aplicações interativas com Microsoft Kinect*. São Paulo: Casa do Código, p.4 – 6, 2013,
- [9] Página de Download Microsoft SDK v1.8. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40278>. Acesso em 05 de abril de 2015.
- [10] Página de Download Microsoft Kinect for Windows Developer Toolkit v1.8 Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=40276> Acesso em 05 de abril de 2015.
- [11] Página de Download Visual Studio 2015. Disponível em: <https://www.visualstudio.com> Acesso em 05 de abril de 2015.
- [12] Clark RA, Pua Y-H, Fortin K, Ritchie C, Webster KE, Denehy L, et al. Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control. *Gait Posture* 2012;36:372–7.
- [13] Lee, SH. et al. Measurement of Shoulder Range of Motion in Patients with Adhesive Capsulitis Using a Kinect, *PLoS ONE* 10(6): e0129398. doi:10.1371/journal.pone.0129398

