

JORGE LUIZ DE CARVALHO MELLO

**PROTÓTIPO DE SENSOR PARA
ANÁLISE DA FRAGILIDADE EM
IDOSOS**

Trabalho Final do Mestrado Profissional,
apresentado à Universidade do Vale do
Sapucaí, para obtenção do título de Mestre
em Ciências Aplicadas à Saúde.

POUSO ALEGRE – MG

2019

JORGE LUIZ DE CARVALHO MELLO

**PROTÓTIPO DE SENSOR PARA
ANÁLISE DA FRAGILIDADE EM
IDOSOS**

Trabalho Final do Mestrado Profissional,
apresentado à Universidade do Vale do
Sapucaí, para obtenção do título de Mestre
em Ciências Aplicadas à Saúde.

ORIENTADORA: Prof^ª. Dr^ª. Diba Maria Sebba Tosta de Souza

COORIENTADORES: Prof^ª. Dr^ª. Daniela Francescato Veiga

Prof. Ms. Vitor Ângelo Carlúcio Galhardo

PARTICIPAÇÃO/UNIFEI: Prof. Dr. Alexandre Carlos Brandão Ramos

Prof. Carlos Minoru Tamaki

POUSO ALEGRE - MG

2019

Mello, Jorge Luiz de Carvalho.

Protótipo de sensor para análise da fragilidade em idosos / Jorge Luiz de Carvalho
Mello. -- Pouso Alegre: UNIVÁS, 2019.
xix, 78f. : il. : tab.

Trabalho Final do Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas à Saúde,
Universidade do Vale do Sapucaí, 2019.

Título em Inglês: Prototype sensor for fragility analysis in the elderly.

Orientadora: Profa. Dra. Diba Maria Sebba Tosta de Souza

Coorientadores: Profa. Dra. Daniela Francescato Veiga

Prof. Ms. Vitor Ângelo Carlúcio Galhardo

1. Avaliação das tecnologias de saúde. 2. Idoso fragilizado. 3. Fenótipo. 4. Protótipo de Prova de Conceito. 5. Equipamento periférico de computador. 6. Equipamentos para diagnóstico. I. Título.

UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ

**MESTRADO PROFISSIONAL EM
CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE**

**COORDENADORA: Profa. Dra. Adriana Rodrigues dos
Anjos Mendonça**

Linha de Atuação Científico-Tecnológica: Padronização de Procedimentos e
Inovações em Lesões Teciduais

DEDICATÓRIA

Dedico este projeto à minha esposa, Kênya Patrícia de Castro Mello e filhos, Ana Luiza de Castro Mello, Luiz Gustavo de Castro Mello e Maria Cecília de Castro Mello, como acaento pelas minhas horas de ausência. Vocês são espectros do que se traduz na força propulsora de meu coração:
o AMOR!

AGRADECIMENTOS

Ao **PROFESSOR DOUTOR JOSÉ DIAS DA SILVA NETO, Pró-Reitor de Extensão da Universidade do Vale do Sapucaí**, por fazer acreditar, pelo despertar do instinto pesquisador ao longo de suas prazerosas aulas, por desvendar “caminhos nunca d’antes navegados” com sua acurada percepção.

À **PROFESSORA DOUTORA ADRIANA RODRIGUES DOS ANJOS MENDONÇA, Coordenadora do Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas à Saúde**, pela maestria na condução dos módulos e aprendizado.

À **PROFESSORA DOUTORA DANIELA FRANCESCATO VEIGA, Coordenadora Adjunta do Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas à Saúde e coorientadora**, pelos apontamentos oportunos e aprendizado constante nas correções e pela maestria na condução dos trabalhos, tornando-nos melhores.

À **PROFESSORA DOUTORA DIBA MARIA SEBBA TOSTA DE SOUZA**, muito mais que **minha orientadora**, a personificação da sabedoria dotada de simplicidade; o porto seguro; aquela que me acolheu como um filho e me deu liberdade para voar: “voaremos alto”! Persistir, esse é o caminho! A senhora fez florescer em meu coração o amor pela pesquisa! A minha eterna gratidão.

Em especial ao **PROFESSOR DOUTOR VITOR ÂNGELO CARLUCIO GALHARDO, coorientador**, meu querido mestre e amigo, grande inspiração e incentivador para que trilhasse os caminhos da Medicina Geriátrica, elemento fundamental na idealização deste projeto.

AOS PROFESSORES ALEXANDRE CARLOS BRANDÃO RAMOS E CARLOS MINORU TAMAKI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ, por abraçarem este sonho conosco e tornarem realidade algo que parecia distante.

À PROFESSORA DOUTORA YARA JULIANO DO MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE, pelo valoroso auxílio no desenho e análise deste estudo.

Aos docentes do **MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE DA UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ**, por nos tornarem pessoas melhores, pela acolhida, por serem o “elemento-chave” nesta troca de conhecimentos. Ser mestre é como um soldado, que dia-a-dia regressa de uma guerra sem fim...

Aos diletos **MEMBROS DA BANCA DE QUALIFICAÇÃO PROFESSORES DR. JOSÉ DIAS DA SILVA NETO, DRA. FIORITA GONZALES LOPES MUNDIM, DRA ANA BEATRIZ ALKIMIN TEIXEIRA LOYOLA**, pelos valorosos apontamentos na reestruturação do texto para a defesa.

Aos diletos **MEMBROS DA BANCA DE DEFESA, PROFESSORAS DRA. TÁBATA RENATA PEREIRA DE BRITO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS, DRA. LEILA BLANES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO, DRA. MARIA JOSÉ AZEVEDO DE BRITO ROCHA DA UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ E DRA. JAQUELINE JÓICE MUNIZ DA UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ**, pela valorosa discussão que engrandeceu e coroou todo o trabalho arduamente concluído.

Aos discentes do **MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE DA UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ**, por tornarem mais amena esta caminhada, pelo aprendizado e apontamentos ao longo das discussões.

AOS MEUS QUERIDOS PAIS, JORGE LUIZ DE MELLO E MARIA DAS GRAÇAS SILVEIRA DE CARVALHO MELLO, por me fazerem acreditar e lutar; por serem espelho! Agradeço com o mais profundo de minha alma, este sentimento de resplendor, esta palavra-tudo: gratidão!

À MINHA ESPOSA KÊNYA PATRÍCIA DE CASTRO MELLO, a meus filhos ANA LUIZA DE CASTRO MELLO, LUIZ GUSTAVO DE CASTRO MELLO e ANA CECÍLIA DE CASTRO MELLO (que ainda está para chegar), amores de minha vida, a razão!

Aos FUNCIONÁRIOS DA INSTITUIÇÃO DE LONGA PERMANÊNCIA PARA IDOSOS, Nossa Senhora Auxiliadora, pela cooperação e parceria neste estudo.

AOS QUERIDOS ALUNOS DA LIGA DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ, pelo apoio e participação no desenvolvimento desse projeto e de suas vertentes.

AO PROFESSOR DR. SEBASTIÃO JUPIAÇARA GUIMARÃES, que acreditou em meu potencial e me inseriu no ambiente acadêmico desta Universidade, minha segunda casa.

AOS IDOSOS, que comigo estiveram ao longo desta caminhada, preenchendo vazios, elevando-me como ser humano.

À QUERIDA LUCILENE MARQUES, BIBLIOTECÁRIA DA UNIVERSIDADE DO VALE DO SAPUCAÍ, pelo extremo cuidado e carinho na revisão deste texto.

Um dia, depois de inúmeros espinhos ao longo do caminho, a vitória!
Ao concretizarmos ainda que parcialmente o projeto, coloco que o objetivo não é mecanizar a
Medicina, mais deixá-la mais prática, mantendo o cerne da verdadeira relação médico-
paciente: o sentimento de humanidade!

Num país assolado por corrupção, onde o descrédito nas instituições, nas pessoas, tornou-se o
propulsor de inúmeros conflitos, este Mestrado renova de certa forma a esperança de que
estamos no caminho certo.

Acreditar, lutar... “É preciso ter coragem”!

A minha gratidão por todos os envolvidos é tão grande que me sinto fortalecido para resistir a
todos os embates e tempestades do caminho profissional e acadêmico.

E, por fim, saudade...

“Saudade — O que será? ... Não sei ... Procurei
em alguns dicionários empoeirados e antigos
e em outros livros que não me deram o significado
desta doce palavra de perfis ambíguos.

Dizem que azuis são as montanhas como ela,
E que nela se obscurecem os amores longíguos,
e um nobre e bom amigo meu (e das estrelas)
Ele a denomina num tremor de tranças e mãos.
E hoje em Eça de Queiroz sem olhar a adivinho,
seu segredo se evade, sua doçura me obceca
como uma borboleta com um corpo estranho e fino
sempre longe — até agora! — das minhas redes silenciosas.

Saudade ... Ei, vizinho, você conhece o significado
desta palavra em branco que, como um peixe evade?

Não ... E me treme na boca seu tremor delicado...

Saudade ...”

Saudade, esse sentimento bom, que hoje deixa marcas indelévels em meu coração!

É preciso olhar para trás e ver que tudo valeu a pena!

E valeu!

A incessante busca de instrumentos para a melhoria da qualidade de vida e funcionalidade do ser

humano traduz-se num dos grandes desafios da Medicina Moderna.

Em Geriatria e Gerontologia, esse desafio é diário e reveste-se na essência deste estudo.

LISTA DE ABREVIATURAS

AVDs	Atividades de Vida Diária
CCL	Comprometimento Cognitivo Leve
°C	Grau Celsius
CP	Circunferência da Panturrilha
DCV	Doenças cardiovasculares
DECS	Descritores em Ciências da Saúde
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
FC	Frequência Cardíaca
HCSL	Hospital das Clínicas Samuel Libânio
IMC	Índice de Massa Corporal
Iot	<i>Internet of things</i>
Kcal	Kilocalorias
Kg	Kilogramas
Mg	Miligramas
M ²	Metros quadrados
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
MPACS	Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas da Saúde
NAEENF	Núcleo de Assistência e Ensino de Enfermagem
PA	Pressão Arterial
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SOF	<i>Study of Osteoporotic Fractures</i>
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UNIVAS	Universidade do Vale do Sapucaí
TC6	Teste de Caminha de 6 minutos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI	Tecnologia de Informação
TUG	<i>Timed up and Go</i>
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
VPA	Variabilidade da Pressão Arterial
WHO	<i>World Health Organization</i>
=	Igual

> Maior
< Menor
% por cento

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de circuito do sensor de análise multifuncional.....	16
Figura 2	Visão anterior do protótipo de sensor multifuncional, com cinco componentes: coletor de dados <i>Esp8266</i> (seta verde); sensor do tipo acelerômetro/giroscópio (seta laranja); sensor do tipo termômetro (seta amarela); sensor de peso (seta rosa); sensor do tipo oxímetro/frequencímetro (seta turquesa), fixados por três faixas de tecido inelástico e interligados por fios.....	17
Figura 3	Visão posterior do protótipo de sensor multifuncional, com visualização de dois dos cinco componentes: sensor do tipo termômetro (seta amarela); sensor do tipo oxímetro/frequencímetro (seta turquesa), fixados por faixas de tecido inelástico e interligados por fios, e fixados por parafusos em 3 faixas de tecido inelástico.....	18
Figura 4	Médias e medianas de aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) entre os quatro idosos testados.....	29
Figura 5	Médias e medianas de aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) entre os quatro idosos testados.....	29
Figura 6	Médias e medianas de aceleração no eixo Z (vertical) entre os quatro idosos testados.....	30
Figura 7	Médias e medianas de giro no eixo X dos quatro idosos testados.....	31
Figura 8	Médias e medianas de giro no eixo Y entre os quatro idosos testados.....	31
Figura 9	Médias e medianas de giro no eixo Z entre os quatro idosos testados.....	32
Figura 10	Médias e medianas de peso equivalente à contração do músculo da coxa.....	33

Figura 11	Demonstrativo da colocação do sensor acoplado ao computador, em perna esquerda do idoso sentado, antes do início da caminhada para fazer o teste.....	75
Figura 12	Demonstrativo da colocação do sensor em perna esquerda do idoso sentado, antes do início da caminhada para fazer o teste.....	75
Figura 13	Demonstrativo do sensor acoplado a um computador, em perna esquerda do idoso em movimento, caminhando e fazendo o teste.....	76
Figura 14	Demonstrativo da colocação do sensor acoplado ao computador, em perna esquerda da idosa sentada, antes do início da caminhada para fazer o teste.....	76
Figura 15	Demonstrativo do sensor acoplado a um computador, em perna esquerda da idosa em posição ortostática para o início da caminhada para fazer o teste.....	77
Figura 16	Demonstrativo do sensor acoplado a um computador, em perna esquerda da idosa em movimento, caminhando com o auxílio de órtese e fazendo o teste.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Médias da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa de acordo com o sexo dos participantes do teste do protótipo do sensor multifuncional	20
Tabela 2	Médias da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa de acordo com as quedas dos idosos participantes do teste do protótipo do sensor multifuncional.....	21
Tabela 3	Médias da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa de acordo com <i>Timed Up and Go</i> (TUG) <i>test</i> dos idosos participantes do teste do protótipo do sensor multifuncional.....	22
Tabela 4	Médias da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa de acordo com Circunferência da Panturrilha dos idosos participantes do teste do protótipo do sensor multifuncional.....	23
Tabela 5	Correlação dos MEEM, Avaliação Autorreferida de Fragilidade com a Aceleração e o giro dos eixos X,Y,Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração do músculo da coxa	24
Tabela 6	Aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do primeiro idoso participante do teste do protótipo do sensor multifuncional.....	25
Tabela 7	Aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do segundo idoso participante do teste do protótipo do sensor multiparamétrico.....	25
Tabela 8	Aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da Aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do terceiro idoso participante do teste do protótipo do sensor multiparamétrico	26

Tabela 9	Aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do quarto idoso participante do teste do protótipo do sensor multiparamétrico	27
Tabela 10	Média, Mediana, Desvio-Padrão e Coeficiente de variação dos valores de frequência cardíaca e oximetria do idoso 1 durante o TC6.....	27
Tabela 11	Média, Mediana, Desvio-Padrão e Coeficiente de variação dos valores de frequência cardíaca e oximetria do idoso 4 durante o TC6.....	28
Tabela 12	Estado civil dos idosos participantes do teste do sensor multifuncional.....	71
Tabela 13	Renda familiar dos idosos participantes do teste do sensor multifuncional.....	72
Tabela 14	Idosos participantes do teste do sensor multifuncional que possui filhos.....	73
Tabela 15	Idosos participantes do teste do sensor multifuncional que possui filhos parentes.....	74

SUMÁRIO

1	CONTEXTO.....	1
2	OBJETIVO.....	7
3	MÉTODOS.....	8
3.1	Tipo do estudo	8
3.2	Considerações éticas.....	8
3.3	Local do estudo.....	8
3.4	Criação do Protótipo do Sensor de Análise Multifuncional.....	9
3.5	Avaliação clínica do Protótipo de Sensor de Análise Multifuncional	9
3.5.1	Casuística.....	9
3.5.2	Critérios de inclusão.....	9
3.5.3	Critérios de não-inclusão.....	10
3.5.4	Critérios de exclusão.....	10
3.6	Testes para avaliar a mobilidade, equilíbrio funcional, monitorar a capacidade submáxima de exercício e funcionalidade	10
3.6.1	Etapa 1: <i>Timed Up and Go (TUG) test</i>	10
3.6.2	Etapa 2: Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6).....	11
3.7	Instrumentos.....	11
3.7.1	Questionário para registros dos dados.....	11
3.7.2	O mini-exame do estado mental (MEEM).....	12
3.7.3	Instrumento de valiação de fragilidade autorreferida.....	12
3.8	Capacitação da equipe.....	12
3.9	Estudo clínico piloto (análise clínica).....	13
3.9.1	Procedimentos para a coleta de dados (análise clínica).....	13
3.10	Testes estatísticos	14
4	PRODUTO/RESULTADOS.....	15
4.1	Produto.....	15
4.1.1	Protótipo do Sensor.....	15
4.1.2	Teste do Protótipo do sensor.....	18
4.2	Resultados.....	19
5	DISCUSSÃO.....	34
5.1	Aplicabilidade.....	40
5.2	Impacto social.....	40
6	CONCLUSÃO.....	42

7	REFERÊNCIAS.....	43
	ANEXOS.....	53
	APÊNDICES.....	65
	NORMAS ADOTADAS.....	78

RESUMO

Contexto: Fragilidade: síndrome que reduz reservas físicas e cognitivas tornando idoso vulnerável a eventos adversos. Sensores inerciais avaliam movimentos no *Timed Up and Go test (TUG test)*. Acelerômetros discriminam escores: frágil, pré-frágil e robusto. **Objetivos:** construir e testar protótipo de sensor para avaliação da fragilidade e correlacioná-lo a instrumentos da avaliação geriátrica, baseados em marcador fenótipo e índice de déficits. **Métodos:** estudo clínico primário, transversal, com aplicação tecnológica. Construção de protótipo: três etapas (idealização, montagem e integração de componentes). Desenvolvimento de *software* para coleta de dados e avaliação da fragilidade. Estudo clínico (modalidade de aplicação de tecnologia). Amostra: 4 idosos de instituição de longa permanência. Inclusão: 60 anos ou mais; ambos os sexos; que aceitaram participar do estudo por assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; mobilidade preservada (*TUG test* e Teste de Caminhada de 6 minutos-TC6), mesmo com órtese e prótese. Exclusão: Desistência da participação. Utilizou-se o protótipo e dados foram analisados. **Resultados:** construiu-se protótipo e *software*. Testes resultaram escores: **1-** Aceleração do eixo x: > idoso 4 (não-frágil), < idoso 1(frágil). **2-** Giro no eixo X: igual para os 4. **3-** Aceleração do eixo Y: < idoso 4 (não-frágil). **4-** Aceleração do eixo Z: > 1 (frágil) e 4 (não-frágil). **5-** Peso na contração da coxa: > idoso 2 (frágil e sarcopênico). **6-** Variabilidade da frequência cardíaca: > idoso 4 (não-frágil). **7-** Variabilidade de oximetria: < 4 (não-frágil). **Conclusão:** protótipo revelou marcadores de fragilidade em idosos. Protocolos e intervenções poderão ser realizados com impacto na funcionalidade e qualidade de vida.

Palavras-chave: Avaliação das Tecnologias de Saúde; Idoso Fragilizado; Fenótipo; Protótipos de Prova de Conceito; Equipamento Periférico de Computador; Equipamentos para Diagnóstico

ABSTRACT

Context: Fragility: a syndrome that reduces physical and cognitive reserves making the elderly vulnerable to adverse events. Inertial sensors evaluate motion in the Timed Up and Go test (TUG test). Accelerometers discriminate scores: fragile, pre-brittle and robust.

Objectives: to construct and test a sensor prototype to evaluate the fragility and to correlate it with instruments of geriatric evaluation, based on marker phenotype and index of deficits.

Methods: primary, interventional, longitudinal, prospective clinical study with technological application. Prototype construction: three stages (idealization, assembly and integration of components). Software development for data collection and evaluation of fragility. Clinical study (technology application mode). Sample: 4 elderly people of long-term institution. Inclusion: 60 years or more; both sexes; who agreed to participate in the study by signing the Term of Free and Informed Consent; preserved mobility (TUG test and 6-minute Walk Test-TC6), even with bracing and prosthesis. Exclusion: Withdrawal of participation. The prototype was used and data were analyzed. **Results:** prototype and software were built. Tests yielded scores: **1-** Axis acceleration: > elderly 4 (robust), < elderly 1 (fragile). **2-** Axis X axis: equal to 4. **3-** Axis acceleration: <old 4 (robust). **4-** Z axis acceleration: > 1 (fragile) and 4 (robust). **5-** Weight on thigh contraction: > elderly 2 (fragile and sarcopenic). **6-** Heart rate variability: > elderly 4 (robust). **7-** Variability of oximetry: <4 (robust). **Conclusion:** prototype revealed fragility markers in the elderly. Protocols and interventions can be carried out with impact on functionality and quality of life.

Keywords: Healthy Technology, Biomedical; Frail Elderly; Phenotype; Proof of Concept Study; Computer Peripherals; Diagnostic Equipment.

1 CONTEXTO

O envelhecimento é um processo contínuo e inerente à condição humana. Compreende todo um conjunto de alterações orgânicas, psíquicas e sociais, de caráter progressivo, que são influenciadas tanto pela genética quanto pelos hábitos e comportamentos que o indivíduo assume ao longo de sua vida. O envelhecimento é marcado pela redução das funções orgânicas e cognitivas, maior predisposição ao desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas e perda de independência na realização das atividades de vida diária (AVDs) (WHO, 2018).

A redução das taxas de mortalidade obtidas a partir dos avanços técnicos científicos e da melhoria das condições de vida e saúde da população, associadas à redução das taxas de fecundidade, modificou o perfil demográfico das populações, sendo crescente a proporção de idosos (MAIA, 2011).

Há muitos anos, o termo “fragilidade” tem sido utilizado para nominar os idosos emagrecidos com dificuldade de se locomover, que teoricamente apresentariam maior susceptibilidade a ferimentos, quedas e desfechos mórbidos. Autores têm associado o termo ao estado de declínio funcional e de vulnerabilidade caracterizado por fraqueza e diminuição da reserva fisiológica (FRIED *et al.*, 2001).

Fragilidade é uma síndrome caracterizada pela redução das reservas físicas e cognitivas e que torna o idoso mais vulnerável a eventos adversos, tais como internações, quedas, perda da independência e morte (McDERMID *et al.*, 2011; SCHOON *et al.*, 2014).

Embora não haja consenso na literatura sobre os critérios de identificação da fragilidade, o modelo criado por Fried e colaboradores está entre os mais utilizados atualmente. Para a autora, a presença de três ou mais critérios classifica o idoso como frágil e a presença de um ou dois classifica os mesmos como pré-frágeis, aqui compreendidos como aqueles que apresentam risco elevado para desenvolver síndrome da fragilidade (FRIED *et al.*, 2001; MELLO *et al.*, 2014; McDERMID *et al.*, 2011).

Os critérios estabelecidos por Fried *et al.* (2001) são perda de peso não intencional de 4,5Kg ou 5% do peso corporal no último ano; fadiga autoreferida, avaliada por meio de questões e da escala de depressão do *Center for Epidemiological Studies*; redução da força de preensão palmar, aferida através de dinamômetro manual, no membro superior dominante; reduzido nível de atividade física, medido pelo dispêndio semanal de energia em kcal e diminuição da velocidade de marcha (FRIED *et al.*, 2001).

O modelo de Fried *et al.* (2001) fundamenta-se na sarcopenia, alterações imunológicas

e neuroendócrinas, centrando-se na dimensão física da fragilidade (FRIED *et al.*, 2001).

Rockwood e colaboradores (2005), desenvolveram modelo de fragilidade multidimensional que contemplava a presença e severidade de doenças, a habilidade de executar as atividades de vida diária, além de sinais e sintomas físicos e neurológicos, provenientes do exame clínico (ROCKWOOD *et al.*, 2005).

Este modelo resultou escala de fragilidade clínica que classificou idosos em sete estratos com variação de idoso robusto a idoso severamente frágil e índice de fragilidade derivado de 70 diferentes déficits clínicos. A soma dos itens diagnosticados foi dividida pelo total de índices avaliados, fornecendo medida de proporção. Valor superior ou igual a 0,25 indica fragilidade e entre 0,09 e 0,25 classificaria idoso como pré-frágil (ROCKWOOD *et al.*, 2005).

Esses modelos são definições aceitas, porém deve-se considerar que sua avaliação é impraticável à beira do leito. A fragilidade definida pelo índice *Study of Osteoporotic Fractures* (SOF) foi identificada pela presença de dois ou mais critérios: perda de peso não intencional maior ou igual a 5%; incapacidade de se levantar de uma cadeira cinco vezes sem usar os braços; exaustão avaliada por fadiga autorrelatada (identificada pela resposta “não” à seguinte pergunta: “Você se sente cheio de energia?”), da Escala de Depressão Geriátrica) (ENSRUD *et al.*, 2009).

Revisão sistemática e metanálise de 29 estudos revelou prevalência de fragilidade na América Latina e Caribe de 7,7 a 42,6% (MATA *et al.*, 2016).

A sarcopenia é desordem muscular esquelética progressiva e generalizada, que está associada a aumento da probabilidade de desfechos adversos: quedas, fraturas, incapacidade física e morte. Na definição de 2018, o *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) usou baixa força muscular como parâmetro primário da sarcopenia; a força muscular é atualmente a medida mais confiável da função muscular. Sarcopenia é classificada: provável- identificada pelo critério baixa força muscular; estabelecida: confirmado se este primeiro critério se soma à presença de baixa quantidade ou qualidade muscular; grave: se aos dois primeiros critérios se adicionar baixo desempenho físico (CRUZ-JETOFT *et al.*, 2019).

A perda de massa muscular é um processo contínuo, que já se instala a partir da quarta década de vida e se acentua após 65 anos de idade. O desenvolvimento e a progressão da sarcopenia estão relacionados a fatores hormonais, nutricionais, metabólicos, imunológicos e a inatividade física (SILVA *et al.*, 2006; MARTINEZ *et al.*, 2014).

A dinapenia decorre de uma combinação da evolução da sarcopenia e de alterações do sistema nervoso central. É a primeira e a mais importante manifestação clínica da Síndrome

de Fragilidade do Idoso (IWAMURA e KANAUCHI, 2017). Apesar da sarcopenia e da dinapenia estarem relacionadas com a idade, elas devem ser estudadas separadamente (SOARES *et al.*, 2016). A dinapenia é o fenômeno preditor mais importante de incapacidade e morte, em relação à perda da massa muscular isoladamente (NEWMAN *et al.*, 2006a).

A circunferência da panturrilha tem sido utilizada como preditor da quantidade (KAWAKAMI *et al.*, 2015) e função muscular (ROLLAND *et al.*, 2003; LANDI *et al.*, 2014).

Metanálise publicada em 2016 mostrou associação positiva entre sarcopenia e déficit cognitivo (CHANG *et al.*, 2016). Componentes da fragilidade e os domínios cognitivos apresentaram-se relacionados. Risco de Comprometimento Cognitivo Leve (CCL), demência e mortalidade foram evidenciados a partir da relação entre fragilidade e alterações cognitivas (BRIGOLA *et al.*, 2015).

A fragilidade está intimamente relacionada à incapacidade funcional e às comorbidades, sendo observada coexistência das mesmas em 21,5% dos idosos. E finalmente, as comorbidades podem contribuir para o desenvolvimento da fragilidade (FRIED *et al.*, 2001).

Verifica-se associação da síndrome da fragilidade com idade avançada, sexo feminino, cor da pele negra, presença de duas ou mais comorbidades, polifarmácia, incapacidade funcional ou cognitiva, além da ocorrência de baixo Índice de Massa Corporal (IMC), obesidade em idosos, sintomas depressivos e auto avaliação ruim de saúde (CASTELL *et al.*, 2013; MELLO *et al.*, 2014).

Essa síndrome está relacionada à progressiva desregulação homeostática como resultante da diminuição da interação multissistêmica (FRIED *et al.*, 2009). As interações complexas de muitos sistemas fisiológicos são influenciadas pelo sistema nervoso autonômico (SNA) que pode ter um papel regulatório de excitabilidade ou inibição (WALSTON *et al.*, 2006). Um dos sistemas fortemente influenciado pelo SNA é o cardiovascular. Este sistema tem recebido grande atenção devido aos altos índices de morbidade e mortalidade associado às doenças cardiovasculares (DCV) (LIPSITZ, 1995; YAZDANYAR e NEWMAN, 2009). Dados epidemiológicos têm mostrado a coexistência entre ambas as condições (AFILALO *et al.*, 2009) e a predição de uma condição em decorrência da presença de outra ao longo do tempo (WOODS *et al.*, 2005; NEWMAN *et al.*, 2006b; McDERMOTH *et al.*, 2007; SINGH *et al.*, 2012).

Deste modo, uma vez que o SNA é responsável por controlar continuamente as oscilações da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) (MALLIANI *et al.*, 1991; PUMPRLA *et al.*, 2002), sua avaliação seria importante para extrair informações relacionadas

ao sistema cardiovascular e aos mecanismos envolvidos na fragilidade. Com a finalidade de avaliar a integridade do SNA, a variabilidade da FC (VFC) e a variabilidade da PA (VPA) têm sido utilizadas. Essas medidas não invasivas são adotadas para avaliar as flutuações espontâneas da FC e da PA (LAITINEN *et al.*, 2004; PIKKUJÄMSÄ *et al.*, 1999; SINGH *et al.*, 2006).

A variabilidade da frequência cardíaca, ou variabilidade do período cardíaco, é uma medida das variações cíclicas dos intervalos batimento a batimento (RR) que reflete a função autonômica cardíaca (AKSELROD *et al.*, 1981).

Tsuiji *et al.* (1994) reportaram associação entre redução da VFC e risco para mortalidade por todas as causas em idosos participantes do *Framingham Heart Study*.

Nos idosos, a VFC tem-se mostrado reduzida (LAKATTA e LEVY, 2003; SINGH *et al.*, 2006; DE MEERSMAN e STEIN, 2007; ZHANGH, 2007). Na fragilidade, a VFC ainda é pouco explorada. Dois estudos realizaram este tipo de análise na população frágil (CHAVES *et al.*, 2008; VARADHAN *et al.*, 2009). No estudo de Chaves e colaboradores (2008), foram avaliadas a fragilidade e a complexidade através da entropia aproximada. Esses autores relataram uma redução na complexidade da VFC nos indivíduos frágeis, sugerindo que uma menor complexidade refletiria a deterioração nas interações dinâmicas entre os sistemas, e poderia marcar a fragilidade (CHAVES *et al.*, 2008).

No estudo de Varadhan e colaboradores (2009), foi utilizada uma análise multivariada baseada em índices lineares e em um índice derivado da análise de componente principal, a qual constatou um comprometimento do controle autonômico cardíaco na fragilidade

Ressalta-se que ambos os estudos, citados anteriormente, utilizaram um *Holter* 24 horas, que apresenta alto custo e menor viabilidade para a prática clínica (CHAVES *et al.*, 2008; VARADHAN *et al.*, 2009).

Doenças pulmonares crônicas, tais como Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) foram associadas com fragilidade no *Cardiovascular Health Study* (FRIED *et al.*, 2001; BANDEEN-ROCHE *et al.*, 2006; THORPE *et al.*, 2009). Inflamação, falta de atividade ou diminuição do desempenho físico e redução no consumo máximo de oxigênio provavelmente contribuem para o seu desenvolvimento (NUSSBAUMER-OCHSNER e RABE, 2011). Reabilitação pulmonar melhora a atividade muscular esquelética e a realização de exercício em pacientes com DPOC (NICI *et al.*, 2006). Também melhora a dispnéia, a fadiga, a função emocional e o controle dos pacientes sobre suas condições médicas (LACASSE *et al.*, 2007)

A velocidade de marcha é uma medida clínica muito usada em gerontologia, devido ao poder preditivo em identificar idosos em risco para quedas, hospitalizações,

institucionalização e outros desfechos indesejáveis. Alteração de marcha e equilíbrio são frequentes em idosos, refletindo um estado geral de saúde do indivíduo, que ao lado da função cognitiva, será determinante para sua autonomia. Boa correlação entre o escore de fragilidade de Fried e velocidade de marcha foi evidenciada, o que torna este teste funcional adequado para monitorar e auxiliar no diagnóstico da síndrome da fragilidade em idosos (SCHOON *et al.*, 2014)

Quando se estuda a sobrevivência de idosos, a velocidade de marcha é um importante preditor de sobrevivência. A capacidade de deambular e sua eficiência dependem do controle sobre os movimentos, da disponibilidade de energia e do adequado funcionamento de diversos sistemas: cardiovascular, respiratório, nervoso e músculo esquelético. Uma velocidade de marcha reduzida pode estar associada tanto à disfunção de órgãos e sistemas, quanto a um gasto energético elevado para deambulação (STUDENSKI *et al.*, 2011).

Fried e colaboradores (2001) mostraram que o “fenótipo de fragilidade” tem associação preditiva estatisticamente significativa com cinco importantes desfechos: morte, primeira hospitalização, primeira queda, incapacidade em AVDs e piora da mobilidade.

A Síndrome de Imobilidade compreende sinais e sintomas decorrentes de redução da atividade do indivíduo e do seu descondicionamento, impossibilitando a mudança postural. Estas alterações vão ter implicações, desde osteometabólicas, até pulmonares e vasculares. Alguns autores propõem critérios para identificá-la: critérios maiores- déficit cognitivo moderado a grave, múltiplas contraturas; critérios menores- sofrimento cutâneo, disfagia, afasia, úlceras de decúbito e incontinência urinária e/ou fecal. Com base nestes critérios, é diagnosticada quando o paciente apresenta os dois critérios maiores e pelo menos dois dos critérios menores (LEDUC, 2013).

A identificação pronta e acurada do estado de fragilidade de uma pessoa pode permitir intervenções efetivas multifatoriais, as quais têm demonstrado melhorar os desfechos de saúde (TINETTI *et al.*, 1994).

O *Timed up and Go* (TUG) *test* (MATHIAS *et al.*, 1986; PODSIADLO e RICHARDSON, 1991) é uma avaliação padrão de mobilidade, o tempo para a realização do mesmo tem sido um forte preditor de fragilidade (SAVVA *et al.*, 2013). É comumente usado para avaliar risco de quedas em idosos (GREENE *et al.*, 2014).

Diante disso, é relevante tratar-se da gerontotecnologia que se dedica ao “desenvolvimento de técnicas e produtos baseados no conhecimento do processo de envelhecimento e ao uso da tecnologia para adaptar os ambientes no qual vivem e trabalham os idosos e seus cuidadores, visando a promoção de independência, inclusão social e aumento de qualidade de vida” (PASQUALOTTI *et al.*, 2017).

Dentre os pontos fundamentais da gerontotecnologia, é possível assinar cinco argumentos corroborados por Maciel *et al.* (2013), que são expostos da seguinte maneira: melhorar as ferramentas tecnológicas para o estudo do processo de envelhecimento; prevenir os efeitos do declínio da força, flexibilidade e resistência associadas à idade; aumentar a realização de novas funções; compensar o declínio das capacidades associado ao envelhecimento e apoiar os cuidadores (MACIEL *et al.*, 2013).

Quanto à investigação do uso de sensores de inércia, para quantificar a avaliação do movimento no TUG *test*, a utilização de acelerômetros durante verificação do equilíbrio, em tarefas para examinar a utilidade dos parâmetros derivados, usando algoritmo para discriminar entre frágil, pré-frágil e robusto. Além disso, o acelerômetro é instrumento de baixo custo e o teste não fica restrito ao ambiente laboratorial (GRENNE *et al.*, 2014). Os padrões da acelerometria são utilizados para identificar a marcha normal e a patológica, com picos de aceleração. É considerada método de análise cinemática do movimento humano (MUNIZ e ANDRADE, 2011).

Em 2014, estudo investigou o uso de sensores inerciais na avaliação automática e quantitativa do estado de fragilidade. Sugeriu que protocolo utilizando o TUG e os referidos dispositivos podiam ser meio rápido e eficaz para a avaliação automática e não especializada da fragilidade (GRENNE *et al.*, 2014).

Avanços na tecnologia dos sensores têm fornecido novo método para mensuração de função (AMINIAN *et al.*, 2002; NAJAFI *et al.*, 2010; NAJAFI, *et al.*, 2011) e atividade física em populações. As aplicações destas plataformas móveis de saúde já foram exploradas para o gerenciamento de condições crônicas, tais como: triagem de tremor em pacientes com doença de Parkinson, detecção de quedas ou inatividade em idosos (WILE *et al.*, 2014; CASILARI e OVIEDO-JIMENEZ, 2015; MORTAZAVI *et al.*, 2015; DEUTSCH e BURGSTEINER, 2016).

De modo a superar as limitações do fenótipo de Fried, sensores vestíveis constituem-se alternativa para avaliação do fenótipo de fragilidade. Estes dispositivos têm os benefícios da objetividade, viabilidade, acessibilidade, portabilidade, reprodutibilidade, confiabilidade e baixo custo, fazendo-se úteis para avaliação de fragilidade em domicílio e na comunidade (NAJAFI *et al.*, 2011; SCHWENK *et al.*, 2015; MOHLER *et al.*, 2016; JOSEPH *et al.*, 2017).

2 OBJETIVO

Construir e testar protótipo de sensor para avaliar fragilidade em idosos, baseada em marcador fenótipo e índice de acúmulo de déficits, assim como correlacionar com instrumentos consagrados em avaliação geriátrica.

3 MÉTODOS

3.1 Tipo do estudo

Estudo clínico primário, transversal, com modalidade de aplicação tecnológica.

3.2 Considerações Éticas

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVAS), Pouso Alegre, MG, com o parecer número 2.016.179 (ANEXO 1). Os preceitos estabelecidos pela Resolução 466/12 do Código de Ética em Pesquisa Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde, que regulariza pesquisas envolvendo seres humanos foram seguidos rigorosamente. Foi respeitada a autonomia, a privacidade e o anonimato dos participantes do estudo, bem como sua livre decisão de participar da pesquisa. A participação no estudo foi iniciada após esclarecimentos, orientações e assinatura do participante ou responsável legal do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1).

Por se tratar da aplicação de instrumentos (ANEXOS 2, 3, 4 e 5) e do protótipo de sensor multifuncional, não existiram riscos à integridade física ou psicológica dos idosos envolvidos, pois não foram realizados procedimentos invasivos ou que expusessem explicitamente os participantes. Deste modo, considerou-se o risco da pesquisa mínimo, e se acaso ocorresse seria devido ao constrangimento, oriundo de alguma pergunta ou colocação do equipamento. No entanto, sempre que o avaliado se sentiu desconfortável, por qualquer que fosse o motivo, ele pôde interromper a entrevista, no momento que julgasse oportuno.

3.3 Local do estudo

A construção do protótipo foi realizada no Laboratório de Matemática e Computação da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), em conjunto com pesquisadores da UNIVAS.

A avaliação clínica foi realizada em Instituição de Longa Permanência (ILPI) - Asilo Nossa Senhora Auxiliadora, do município de Pouso Alegre, onde os pesquisadores estiveram envolvidos na avaliação do sensor multifuncional aplicado nos idosos.

3.4 Criação do Protótipo do Sensor de Análise Multifuncional

A idealização da proposta de construção do protótipo de sensor foi inicialmente analisada por pesquisadores da UNIFEI em conjunto com pesquisadores da UNIVAS. Delinearam-se os passos para o seu desenvolvimento, em três etapas: (1) idealização do projeto do protótipo de sensor multifuncional; (2) montagem; (3) integração de componentes e testes nos idosos, para avaliação dos circuitos integrados.

Desenvolveu-se *software* de coleta dados e realizou-se estudo clínico piloto (modalidade de aplicação de tecnologia) para avaliação da fragilidade e componentes.

Foi construído, o protótipo de equipamento do tipo sensor de alta tecnologia, multifuncional, custo-efetivo, que permitiu, através da combinação de um giroscópio de três eixos, um acelerômetro de três eixos, sensor de peso, termossensor, frequencímetro e oxímetro, a análise da qualidade do movimento, dispêndio de energia (produção de calor), velocidade da marcha, alteração de equilíbrio, variabilidade da frequência cardíaca durante o movimento, qualidade da contração/estimativa de massa muscular do pânticeps, além de variabilidade da saturação de oxigênio durante o esforço. Os dados foram analisados em *software* específico, desenvolvido para coleta dos mesmos.

3.5 Avaliação clínica do Protótipo de Sensor de Análise Multifuncional

3.5.1 Casuística

A seleção dos participantes para realização da avaliação clínica, em idosos institucionalizados, foi por conveniência. Foram convidados a participarem dessa etapa pessoas com 60 anos ou mais, residentes em Instituição de Longa Permanência para Idosos (Asilo Nossa Senhora Auxiliadora) do município de Pouso Alegre - MG.

3.5.2 Critérios de inclusão

Idosos, institucionalizados e classificados como frágeis e não frágeis pela Avaliação de Fragilidade Autorreferida; idade acima de 60 anos; ambos os sexos; com mobilidade preservada para realizar o *TUG*, mesmo com auxílio de órteses e próteses, aqueles que aceitassem participar do estudo, e assinassem o TCLE (idoso ou responsável).

3.5.3 Critérios de não-inclusão

- Idosos portadores de síndrome de imobilidade.
- Idosos com grave comprometimento cognitivo que impedisse o entendimento da orientação para a realização do *TUG*.

3.5.4 Critérios de exclusão

Desistência de continuar o estudo, após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.6 Testes para avaliar a mobilidade, equilíbrio funcional, monitorar a capacidade submáxima de exercício e funcionalidade

Os idosos realizaram as avaliações clínicas em duas etapas:

3.6.1 Etapa 1: *Timed Up and Go (TUG) test*

Tem como objetivo avaliar a mobilidade e o equilíbrio funcional. O teste quantifica em segundos a mobilidade funcional por meio do tempo que o indivíduo realiza a tarefa de levantar de uma cadeira (apoio de aproximadamente 46 cm de altura e braços de 65 cm de altura), caminhar 3 metros, virar, voltar rumo à cadeira e sentar novamente (MATHIAS *et al.*, 1986; PODSIADLO e RICHARDSON, 1991).

Bischoff e colaboradores (2003), consideram que a realização do teste em até 10 segundos é o tempo considerado normal para adultos saudáveis, independentes e sem risco de quedas; valores entre 11-20 segundos é o esperado para idosos com deficiência ou frágeis, com independência parcial e com baixo risco de quedas; acima de 20 segundos sugere que o idoso apresenta déficit importante da mobilidade física e risco de quedas (BISCHOFF *et al.*, 2003).

Os idosos que participaram do presente estudo foram distribuídos em três grupos, de acordo com a pontuação obtida no *TUG* (até 10 segundos, 11-20 segundos e acima de 20 segundos). O teste foi o escolhido para a realização das avaliações clínicas e análise da

fragilidade e seus componentes, dada a sua praticidade e reprodutibilidade, além de ser consagrado na avaliação de mobilidade em idosos.

3.6.2 Etapa 2: Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6)

No teste de caminhada de seis minutos (TC6), a distância percorrida (DTC6) reflete adequadamente a capacidade física dos pacientes para executar tarefas rotineiras (GUYATT *et al.*, 1985). O teste é simples, bem tolerado e reprodutível, requerendo equipamentos de baixo custo. Na literatura, já foi amplamente descrita a importância do TC6 para avaliação do estado funcional de pacientes na comparação dos efeitos de intervenções terapêuticas e na predição de morbidade e mortalidade em diversas doenças cardiopulmonares (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002; RASEKABA *et al.*, 2009; NEDER *et al.*, 2011; MORALES-BLANHIR *et al.*, 2011). O objetivo primário do TC6 é determinar a maior DTC6 em um trajeto plano.

O teste foi realizado em corredor plano amplo, livre de transeuntes, com superfície lisa, no interior da instituição de longa permanência. Os idosos avaliados poderiam interromper o teste diante de exaustão e/ou quaisquer outros motivos que impedissem o prosseguimento do mesmo.

Foi avaliada a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e oximetria de pulso dos idosos durante o TC6 (ANEXO 4).

3.7 Instrumentos

3.7.1 Questionário para registros dos dados

Foi aplicado questionário desenvolvido pelos autores do presente estudo, durante análise clínica, como proposta de protocolo de avaliação multidimensional do idoso para memorização dos resultados da utilização do protótipo. Compunha-se de quatro partes: a primeira sobre os dados sociodemográficos, a segunda para o registro de dados clínicos, a terceira sobre as respostas dos instrumentos e a quarta sobre os resultados dos sensores, como observado no APÊNDICE 2.

3.7.2 O mini-exame do estado mental (MEEM)

O MEEM é constituído de duas partes, uma que abrange orientação, memória e atenção, com pontuação máxima de 21 pontos e, outra que aborda habilidades específicas como nomear e compreender, com pontuação máxima de 9 pontos, totalizando um escore de 30 pontos (FOLSTEIN *et al.*, 1975). Os valores mais altos do escore indicam maior desempenho cognitivo. Aborda questões referentes à memória recente e registro da memória imediata, orientação temporal e espacial, atenção e cálculo e linguagem - afasia, apraxia e habilidade construcional.

A tendência atual é a utilização dos seguintes pontos de corte, dependendo da escolaridade do paciente: analfabetos/ baixa escolaridade- 18 pontos; 8 anos ou mais de escolaridade - 26 pontos (MORAES e MORAES, 2010).

O MEEM foi utilizado para avaliação do estado mental e correlação com elementos componentes do espectro da fragilidade, como evidenciado no ANEXO 2.

3.7.3 Instrumento de avaliação de fragilidade autorreferida

Utilizou-se o instrumento para classificação dos idosos do estudo clínico em não frágeis (nenhum componente identificado); pré-frágil (presença de um ou dois componentes) e frágil (presença de três ou mais componentes), conforme observado no ANEXO 3.

3.8 Capacitação da equipe

Com vistas a manter a padronização e rigor da coleta, a presente proposta se fez por meio de realização de capacitação da equipe que coletou os dados e manipulou as informações dos dados desta pesquisa. Esta capacitação foi realizada após a construção do protótipo, sendo efetivada em reunião na qual teve uma exposição geral sobre a pesquisa, sua aplicabilidade e relevância das informações obtidas, visando uma validação do protótipo. Todos que participaram assinaram o termo de confidencialidade (APÊNDICE 3).

3.9 Estudo clínico piloto

3.9.1. Procedimentos para a coleta de dados (análise clínica)

Uma vez assinados os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos participantes e/ou responsáveis, foi iniciada a aplicação do questionário em todos os participantes, sendo quatro idosos alocados por conveniência, capazes de se comunicarem de forma verbal ou escrita, bem como seus cuidadores ou responsáveis legais. Idosos com incapacidade de comunicação verbal ou escrita, caso houvesse, teriam o questionário preenchido com base na revisão do prontuário ou entrevista do respectivo cuidador.

Realizou-se aplicação do instrumento MEEM: os idosos foram classificados como portadores ou não de déficit cognitivo. Para fins de classificação foram utilizados os cortes de 18 pontos para analfabetos/ baixa escolaridade e 26 pontos para oito anos ou mais de escolaridade.

Aplicou-se em seguida a “Avaliação Autorreferida de Fragilidade em Idosos”. Os idosos responderam e as respostas foram confirmadas pelos cuidadores responsáveis.

Foi realizada avaliação da circunferência da panturrilha, obtida nas posições sentada e em pé, com os pés apoiados em uma superfície plana, para garantir que o peso ficasse distribuído igualmente entre os lados. As medidas foram realizadas com mesma fita métrica inelástica, aplicada ao redor da região que visualmente, apresentava o maior perímetro, sem compressão. Nos casos de alteração unilateral do membro inferior, tais como atrofia ou linfedema, a medida foi realizada no membro sadio (FLEG *et al.*, 2005).

Para os parâmetros velocidade de marcha, dispêndio de energia, alteração de equilíbrio, qualidade da contração/ estimativa da massa muscular do pânticeps os resultados foram obtidos por meio de sensor multifuncional digital acoplado ao pânticeps femoral, com o paciente em movimento, executando o *Timed up and Go (TUG) test* (Primeira etapa), em corredor suficiente para a condução da medida. O idoso foi instruído a caminhar o mais rápido possível sem correr, a fim de se evitarem os efeitos da aceleração e desaceleração, foram adicionados um metro antes e outro após os três metros do teste. Todos os pacientes realizaram o teste três vezes, sendo considerada para registro a tentativa com menor tempo gasto para o percurso. A utilização de bengalas, andadores, muletas ou apoio em corrimão foi permitida para idosos incapazes de deambular sem estes aparatos (MATHIAS *et al.*, 1986; PODSIADLO e RICHARDSON, 1991). Para análise da variabilidade da frequência cardíaca

e da oximetria de pulso foi utilizado o TC6 (Segunda etapa), em corredor plano, nos mesmos moldes da Etapa 1.

3.10 Testes estatísticos

Para correlacionar dados obtidos pelo protótipo com as diferentes variáveis analisadas utilizou-se de medidas de tendência central (média, mediana e desvio-padrão), Coeficiente de Variação e do Coeficiente de Correlação de Spearman (não-paramétrico).

4. PRODUTO/RESULTADOS

4.1 Produto

O protótipo do sensor multifuncional e o *software* foram desenvolvidos, testados e avaliados nos idosos participantes do estudo clínico piloto.

4.1.1 Protótipo do Sensor:

A Figura 1 mostra o diagrama de circuito do protótipo de sensor de análise multifuncional que é composto por:

a. ESP8266, um kit de desenvolvimento que auxilia no desenvolvimento de equipamentos que requerem comunicação *Wi-Fi* e um microcontrolador.

b. Um sensor MPU6050, a Unidade de Medição Inercial, possui um acelerômetro de 3 eixos e um giroscópio de 3 eixos que pode medir o movimento.

c. Um MAX30100 é um dispositivo integrado de oximetria de pulso e sensor de monitoração de frequência cardíaca para medir pulso e O₂. Combina dois LEDs, um foto-detector óptico otimizado e processamento de sinal analógico de baixo ruído para detectar oximetria de pulso e sinais de frequência cardíaca;

d. Um MLX90614 é um sensor infravermelho capaz de medir a temperatura de -70 ° C a 382.2 ° C, com resolução de 17 bits, ou seja, é capaz de medir a variação de temperatura sem entrar em contato com o objeto com uma resolução de 0,0034 ° C;

e. Um HX711, um conversor de 24 bits e módulo amplificador, usado para amplificar o sinal de dispositivos como células de carga, tornando a interconexão entre essas células e o microcontrolador.

f. O protocolo de comunicação I2C, um protocolo usado entre dispositivos : Circuito Inter-integrado.

g. O SPI (Serial Peripheral Interface), uma especificação de interface de comunicação serial síncrona utilizada para comunicação de dados em série realizada com dispositivos periféricos para comunicação rápida em tempo real.

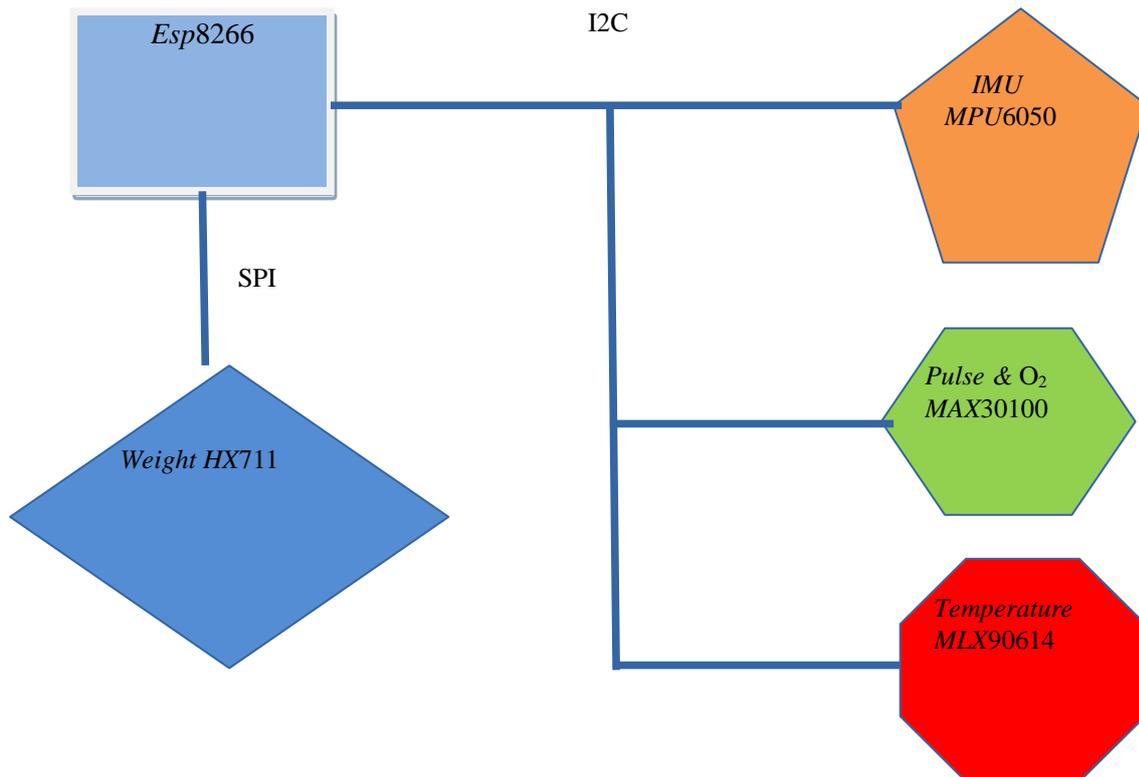


Figura 1. Diagrama de circuito do sensor de análise multifuncional

O protótipo consiste em uma rede integrada, composta por quatro sensores: (1) um sensor de movimento, composto de um acelerômetro de três eixos para coletar dados nos eixos x, y e z com um giroscópio nos três eixos; (2) um oxímetro de pulso e um sensor de frequência cardíaca, que pode ser conectado a qualquer parte do corpo que tenha uma artéria subjacente, mas não necessariamente sobre a artéria; (3) um sensor de carga para medir a quantidade e qualidade de movimento do pentríceps; e (4) um sensor ótico de temperatura do corpo colocado no pentríceps. Todos os componentes foram organizados perto do joelho na região do meio da coxa esquerda (devido à disposição dos componentes do equipamento) para a coleta de dados, de modo que as medidas de movimento na perna ou nos outros membros não sejam necessárias. A rede de sensores integrada está conectada ao coletor de dados *Esp8266*, que transmite os dados coletados para um programa de computador via *Wi-Fi* (Figuras 2 e 3).

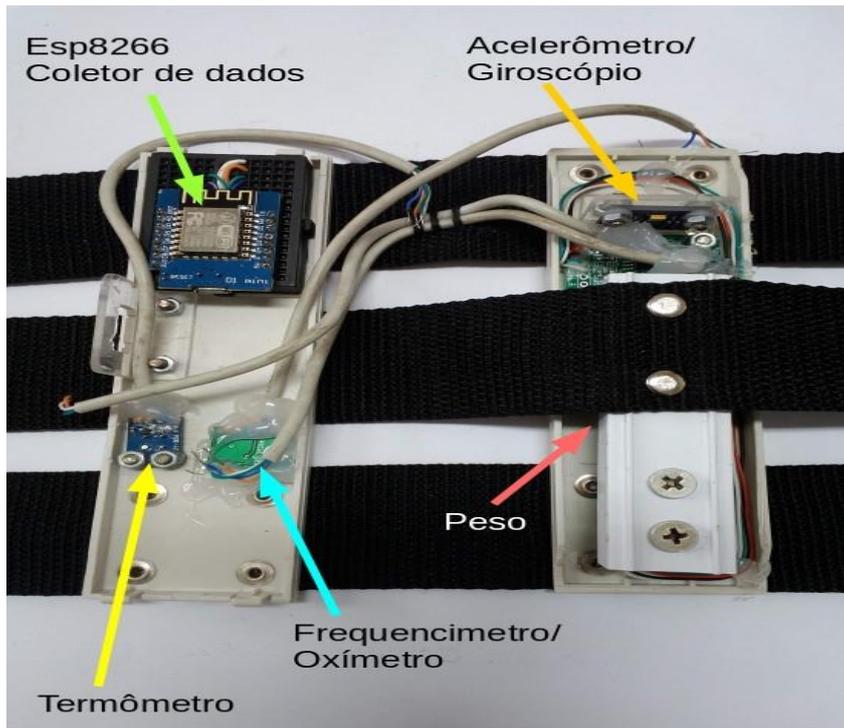


Figura 2- Visão anterior do protótipo de sensor multifuncional, com cinco componentes: coletor de dados *Esp8266* (seta verde); sensor do tipo acelerômetro/giroscópio (seta laranja); sensor do tipo termômetro (seta amarela); sensor de peso (seta rosa); sensor do tipo oxímetro/frequencímetro (seta turquesa), fixados por três faixas de tecido inelástico e interligados por fios

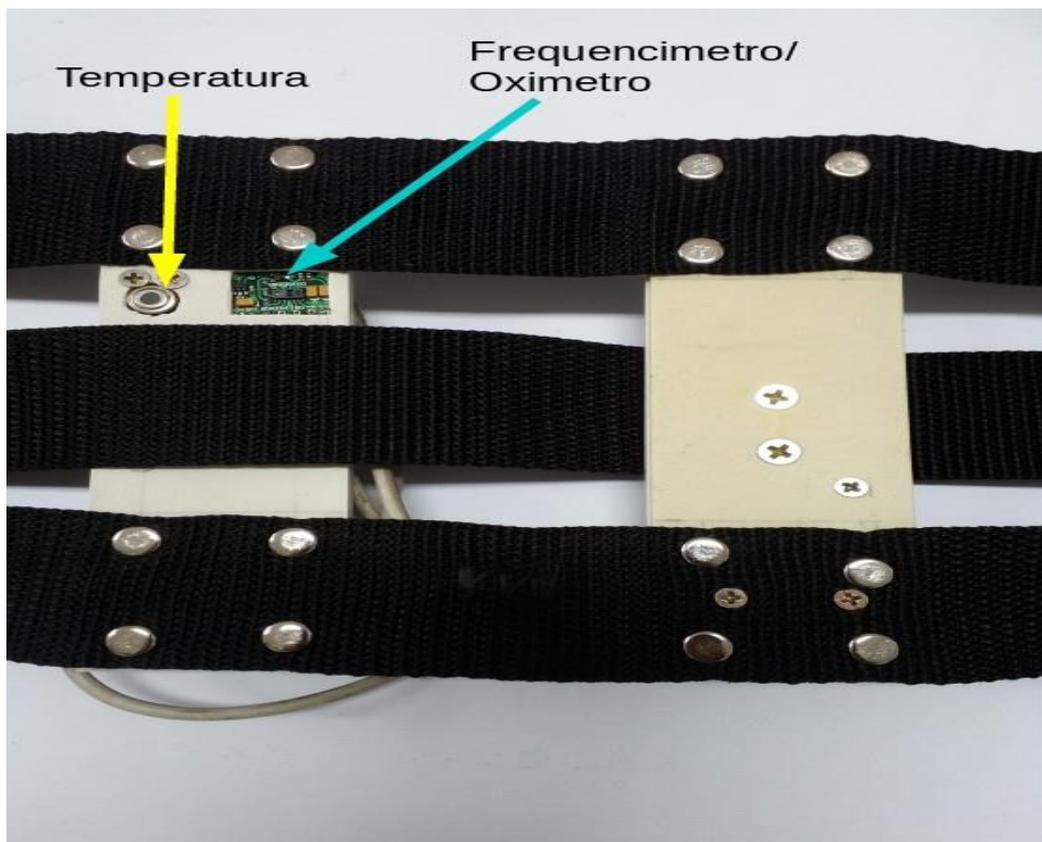


Figura 3- Visão posterior do protótipo de sensor multifuncional, com visualização de dois dos cinco componentes: sensor do tipo termômetro (seta amarela); sensor do tipo oxímetro/frequencímetro (seta turquesa), fixados por faixas de tecido inelástico e interligados por fios, e fixados por parafusos em 3 faixas de tecido inelástico

4.1.2 Teste do Protótipo do Sensor:

Optou-se pela realização do estudo clínico piloto em quatro idosos selecionados por conveniência, cujos dados sócio-demográficos e parâmetros coletados por instrumentos consagrados da avaliação geriátrica são apresentados na tabela 1. O protótipo foi ligado e conectado a um computador para avaliação de todos os sensores acoplados, de modo a verificar a funcionalidade dos elementos de cada um deles. Após a checagem e verificação das condições ideais para início do teste, o equipamento foi fixado sobre a musculatura do tríceps, através de estrutura constituída por três fitas inelásticas com velcro nas extremidades. Cada participante executou o *TUG test* (Etapa 1) e TC6 (Etapa 2) e parâmetros foram extraídos dos sensores em tempo real via *Wi-Fi*. Para real visualização do protótipo e suas funções, durante a Etapa 1 foi realizado um vídeo demonstrativo (APÊNDICE 5). Não houve relato de quaisquer desconfortos resultantes da colocação do equipamento e execução do movimento durante a realização da avaliação clínico piloto.

4.2 Resultados

Para a realização do teste do protótipo do sensor multifuncional foram selecionados quatro idosos que atenderam aos critérios de inclusão. A média de idade dos idosos foi de 74,25 anos, um idoso era do sexo masculino (25%) e três do sexo feminino (75%), quatro (100%) tinham ensino fundamental incompleto e nenhum dos idosos fazia atividade física (100%). O segundo e o quarto idosos eram biótipo longilíneo e os outros dois brevilíneos. Um dos idosos era não-frágil; os demais eram frágeis. O segundo idoso deslocou-se apoiando na parede lateral; o terceiro idoso deslocou-se com dispositivo de auxílio à marcha (bengala). Os outros dois idosos deslocaram-se sem apoio.

A segunda etapa foi realizada apenas pelos idosos 1 e 4. Os idosos 2 e 3 não realizaram o TC6 devido a intercorrências clínicas. O idoso 1 interrompeu o teste com 4 minutos devido artralgia em joelho direito. O idoso 4, que era não-frágil, completou os 6 minutos de caminhada.

As tabelas a seguir apresentam análise descritiva com média e desvio-padrão dos dados do protótipo de sensor multifuncional na primeira etapa, de acordo com as variáveis sociodemográficas e clínicas dos quatro idosos avaliados. Para relacionar estes dados (do protótipo) foi utilizada a média de cada variável resultante do aparelho, por idoso. Os dados resultantes do aparelho (repetições) foram resumidos em um único valor (média) por paciente e variável. Portanto as médias apresentadas nas tabelas deste arquivo são “médias das médias”.

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise do teste do Protótipo do Sensor Multifuncional, de acordo com a aceleração dos eixos e dos giros X, Y e Z, e das temperaturas do ambiente e corporal, e do peso segundo o sexo.

Tabela 1 - Médias da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal, e peso contração da coxa de acordo com o sexo dos participantes do teste do protótipo do sensor multifuncional.

	Masculino			Feminino		
	N	Média	Desvio-Padrão	N	Média	Desvio-Padrão
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) - média	1	31128,9	.	3	27614,8	1587,1
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) - média	1	54446,1	.	3	58350,3	2044,5
Aceleração no eixo Z (Vertical) – média	1	15322,4	.	3	15368,1	869,4
Giro no eixo X – média	1	32856,5	.	3	34432,0	2335,0
Giro no eixo Y – média	1	21526,2	.	3	27438,7	3388,5
Giro no eixo Z – média	1	37046,3	.	3	31798,7	3155,9
Temperatura Ambiente - média	1	32,8	.	3	32,1	,1
Temperatura Corporal - média	1	34,6	.	3	33,2	,3
Peso equivalente à contração do músculo da coxa - média	1	177,1	.	3	150,1	54,3

A Tabela 2 demonstra que um idoso participante do teste do protótipo do sensor multiparamétrico apresentou queda nos últimos 12 meses e as médias de aceleração do eixo X, Y e Z foram 28891,6- 60123,5- 16185,6 respectivamente; do giro do eixo X foi 33058,4, do Y 27000,8 e do Z 31291,6.

Tabela 2 - Médias da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa de acordo com as quedas dos idosos participantes do teste do protótipo do sensor multifuncional.

	Apresentou queda nos últimos 12 meses					
	Sim			Não		
	N	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) – média	1	28891,6	.	3	28360,5	2654,03
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) – média	1	60123,5	.	3	56457,8	2203,9
Aceleração no eixo Z (Vertical) – média	1	16185,6	.	3	15080,3	546,4
Giro no eixo X – média	1	33058,4	.	3	34364,7	2396,5
Giro no eixo Y – média	1	27000,8	.	3	25613,8	4885,7
Giro no eixo Z – média	1	31291,6	.	3	33716,9	4252,1
Temperatura Ambiente – média	1	32,0	.	3	32,4	0,4
Temperatura Corporal – média	1	33,4	.	3	33,6	0,9
Peso equivalente à contração do músculo da coxa – média	1	187,8	.	3	146,5	50,8

A Tabela 3 demonstra as médias da aceleração e giro nos eixos X, Y e Z, temperatura ambiente e temperatura corporal, peso da contração da coxa, durante a realização do *TUG test*. Um idoso participante do teste do protótipo do sensor multiparamétrico apresentou resultado do *TUG test* até 10 segundos.

Tabela 3 - Médias da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa de acordo com *Timed Up and Go* (TUG) *test* dos idosos participantes do teste do protótipo do sensor multifuncional.

	Resultados do Time Up Go (TUG) test								
	Até 10s			11-20s			Mais que 20s		
	n	Média	Desvio - Padrão	N	Média	Desvio - Padrão	n	Média	Desvio - Padrão
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) - média	1	28114,9	.	1	25837,9	.	2	30010,3	1581,9
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) - média	1	56113,8	.	1	58813,6	.	2	57284,8	4014,5
Aceleração no eixo Z (Vertical) – média	1	15463,9	.	1	14454,7	.	2	15754,0	610,3
Giro no eixo X - média	1	33109,5	.	1	37128,1	.	2	32957,4	142,8
Giro no eixo Y - média	1	31024,	.	1	24290,4	.	2	24263,4	3871,2
Giro no eixo Z - média	1	2896,9	.	1	35177,5	.	2	34169,0	4069,1
Temperatura Ambiente - média	1	32,3	.	1	32,0	.	2	32,4	0,6
Temperatura Corporal - média	1	33,3	.	1	32,7	.	2	34,0	0,8
Peso equivalente à contração do músculo da coxa - média	1	87,8	.	1	174,8	.	2	182,4	7,5

A Tabela 4 demonstra as médias da aceleração e giro nos eixos X, Y e Z, temperatura ambiente e temperatura corporal, peso da contração da coxa, de acordo com CP dos idosos participantes do teste do protótipo do sensor multifuncional.

Tabela 4 - Médias da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa de acordo com Circunferência da Panturrilha dos idosos participantes do teste do protótipo do sensor multifuncional.

	Circunferência da Panturrilha					
	< 31 cm			> 31 cm		
	N	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) – média	1	31128,9	.	3	27614,8	1587,1
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) – média	1	54446,1	.	3	58350,3	2044,5
Aceleração no eixo Z (Vertical) – média	1	15322,4	.	3	15368,1	869,4
Giro no eixo X – média	1	32856,5	.	3	34432,0	2335,0
Giro no eixo Y – média	1	21526,1	.	3	27438,7	3388,5
Giro no eixo Z – média	1	37046,3	.	3	31798,7	3155,9
Temperatura Ambiente – média	1	32,8	.	3	32,1	0,1
Temperatura Corporal – média	1	34,6	.	3	33,2	0,3
Peso equivalente à contração do músculo da coxa – média	1	177,0	.	3	150,1	54,3

A Tabela 5 demonstra a correlação de Spearman dos resultados MEEM, da Avaliação Autorreferida de Fragilidade com a aceleração e o giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração do músculo da coxa.

Tabela 5 - Correlação dos MEEM, Avaliação Autorreferida de Fragilidade com a aceleração e o giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração do músculo da coxa.

Spearman's rho	MEEM:	Avaliação Autorreferida de fragilidade	Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) - média	Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) - média	Aceleração no eixo Z (Vertical) - média	Giro no eixo X - média	Giro no eixo Y - média	Giro no eixo Z - média	Temperatura Corporal - média	Peso equivalente à contração do músculo da coxa - média	
	<i>Correlation Coefficient</i>	1,0	-,2	-,8	,8	-,2	,8	,2	-,2	-,8	,0
Resultado do MEEM:	<i>Sig. (2-tailed)</i>	.	,7	,2	,2	,8	,2	,8	,8	,2	1,0
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Resultado do Instrumento de Avaliação Autorreferida de fragilidade:	<i>Correlation Coefficient</i>	-,2	1,0	,7	,1	,2	-,7	-,6	,6	,7	,9
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	,7	.	,2	,8	,7	,2	,3	,3	,2	,0
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

A Tabela 6 demonstra as médias, medianas, desvios-padrão e Coeficiente de Variação da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do primeiro idoso participante do teste do protótipo do sensor multifuncional.

Tabela 6 - Aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do primeiro idoso participante do teste do protótipo do sensor multifuncional.

Idoso 1	n	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variação
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa)	250	25837,9	13484,0	27400,3	36,0	65528,0	106,0
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa)	250	58813,6	59774,0	7456,9	448,0	65028,0	12,6
Aceleração no eixo Z (Vertical)	250	14454,7	16158,0	4498,8	3456,0	22464,0	31,1
Giro no eixo X	250	37128,1	61546,0	30986,1	0,0	65503,0	83,4
Giro no eixo Y	250	24290,4	4609,0	28284,7	27,0	65500,0	116,4
Giro no eixo Z	250	35177,5	55362,5	29470,8	11,0	65535,0	83,7
Temperatura Ambiente	250	32,1	32,1	0,0	32,0	32,1	0,0
Temperatura Corporal	250	32,1	32,1	0,1	32,6	32,9	0,2
Peso equivalente à contração do músculo da coxa	153	174,8	105,7	166,5	0,0	606,4	95,2

A Tabela 7 demonstra as médias, medianas, desvios-padrão e Coeficientes de Variação da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do segundo idoso participante do teste do protótipo do sensor multifuncional.

Idoso 2	n	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variação
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa)	394	31128,9	15112,0	27825,9	28,0	65496,0	89,3
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa)	394	54446,1	61846,0	19852,2	52,0	65524,0	36,4
Aceleração no eixo Z (Vertical)	394	15322,4	17136,0	5209,4	2688,0	32767,0	34,0
Giro no eixo X	394	32856,5	57597,5	31188,8	3,0	65535,0	94,9
Giro no eixo Y	394	21526,1	3922,5	27789,5	14,0	65438,0	129,1
Giro no eixo Z	394	37046,3	58034,5	29185,0	4,0	65490,0	78,7
Temperatura Ambiente	394	32,8	32,8	,0	32,7	32,9	0,0
Temperatura Corporal	394	34,6	34,6	,2	34,0	37,1	0,3
Peso equivalente à contração do músculo da coxa	227	177,0	122,1	170,6	,0	724,3	96,3

A Tabela 8 demonstra as médias, medianas, desvios-padrão e Coeficientes de Variação da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do terceiro idoso participante do teste do protótipo do sensor multiparamétrico.

Tabela 8 - Aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do terceiro idoso participante do teste do protótipo do sensor multiparamétrico.

Idoso 3	n	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Coeficiente de Variação
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa)	279	28891,6	13032,0	29238,8	8,0	65520,0	101,2
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa)	279	60123,5	61052,0	8078,0	340,0	65480,0	13,4
Aceleração no eixo Z (Vertical)	279	16185,6	16868,0	3426,7	6500,0	32028,0	21,1
Giro no eixo X	279	33058,4	60610,0	31355,9	3,0	65480,0	94,8
Giro no eixo Y	279	27000,8	5015,0	29146,9	103,0	65501,0	107,9
Giro no eixo Z	279	31291,6	10594,0	29346,5	20,0	65525,0	93,7
Temperatura Ambiente	279	32,0	32,0	0,0	31,9	32,0	0,0
Temperatura Corporal	279	33,4	33,4	0,0	33,2	33,6	0,2
Peso equivalente à contração do músculo da coxa	38	187,82	175,12	136,423	0,00	375,2	72,6

A Tabela 9 demonstra as médias, medianas, desvios-padrão e Coeficientes de Variação da aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do quarto idoso participante do teste do protótipo do sensor multiparamétrico.

Tabela 9 - Aceleração e giro dos eixos X, Y, Z, temperatura ambiente e corporal e peso da contração da coxa do quarto idoso participante do teste do protótipo do sensor multiparamétrico.

Idoso 4	n	Média	Mediana	Desvio - Padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variação
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa)	128	28114,9	13664,0	27432,9	40,0	65516,0	97,5
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa)	128	56113,8	59956,0	13631,4	448,0	65288,0	24,2
Aceleração no eixo Z (Vertical)	128	15463,9	16656,0	5731,2	520,0	32767,0	37,0
Giro no eixo X	128	33109,5	55336,0	29947,6	142,0	65336,0	90,4
Giro no eixo Y	128	31024,9	11875,0	27788,6	275,0	65418,0	89,5
Giro no eixo Z	128	28926,9	12166,5	27544,2	179,0	65535,0	95,2
Temperatura Ambiente	128	32,3	32,3	0,0	32,3	32,4	0,0
Temperatura Corporal	128	33,3	33,3	0,0	33,1	33,6	0,2
Peso equivalente à contração do músculo da coxa	17	87,8	90,28	37,3	0,0	139,6	42,4

A Tabela 10 demonstra a média, mediana, desvio-padrão e Coeficiente de Variação do primeiro idoso participante do TC6.

Tabela 10 - Média, Mediana, Desvio-Padrão e Coeficiente de variação dos valores de frequência cardíaca e oximetria do idoso 1 durante o TC6.

Paciente 1	n	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variação
Frequência Cardíaca	2486	102,2	106,2	38,2	0,0	198,0	37,4
Oxigenação	2486	94,0	95,0	8,4	0,0	98,0	9,0

A Tabela 11 demonstra a média, mediana, desvio-padrão e Coeficiente de Variação do primeiro idoso participante do TC6.

Tabela 11- Média, Mediana, Desvio-Padrão e Coeficiente de variação dos valores de frequência cardíaca e oximetria do idoso 4 durante o TC6.

Paciente 4	n	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Coeficiente de Variação
Frequência Cardíaca	3673	90,2	71,6	41,7	0,0	222,3	46,2
Oxigenação	3673	90,1	95,0	20,4	0,0	97,0	22,6

A aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) foi maior em termos de média e mediana no paciente 4 e menor no paciente 1 (Figura 4).

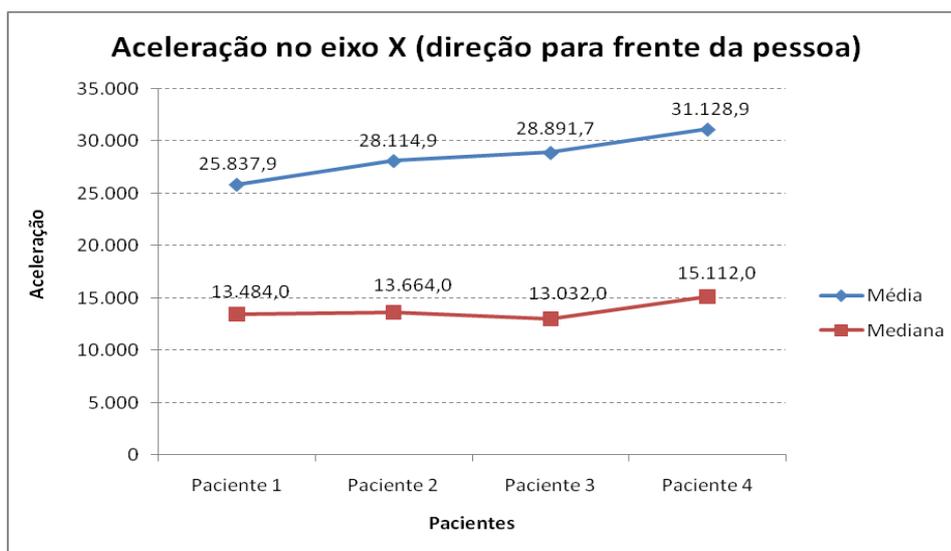


Figura 4 – Médias e medianas de aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) entre os quatro idosos testados

A aceleração no eixo Y apresentou a menor média e maior mediana no quarto idoso (Figura 5).

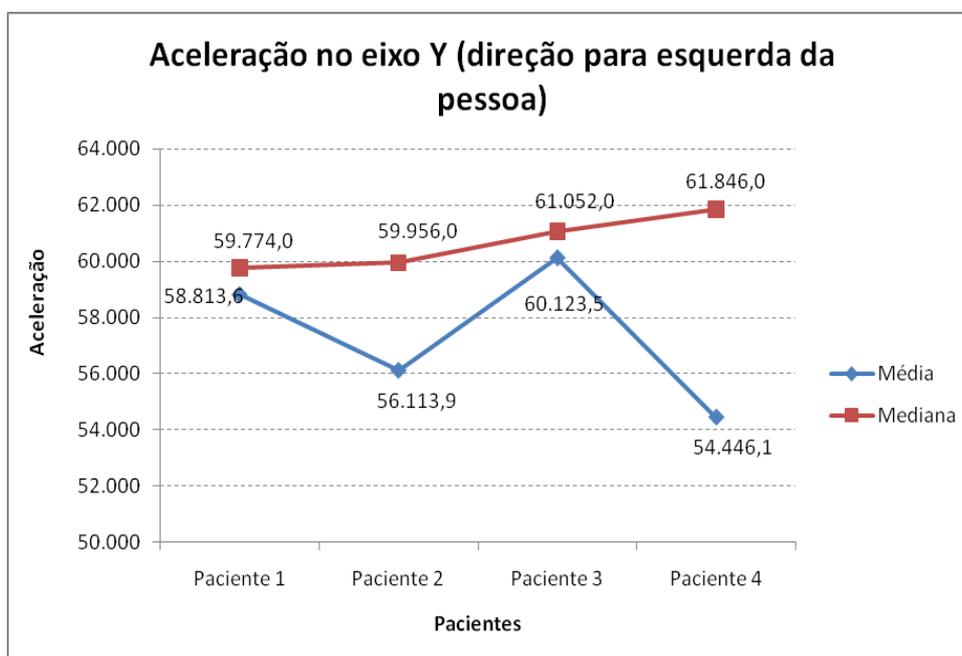


Figura 5 – Médias e medianas de aceleração no eixo Y (direção para frente da pessoa) entre os quatro idosos testados

No que tange à aceleração no eixo Z (vertical), o terceiro idoso apresentou média maior que os demais, enquanto que a mediana foi maior no quarto idoso (Figura 6).

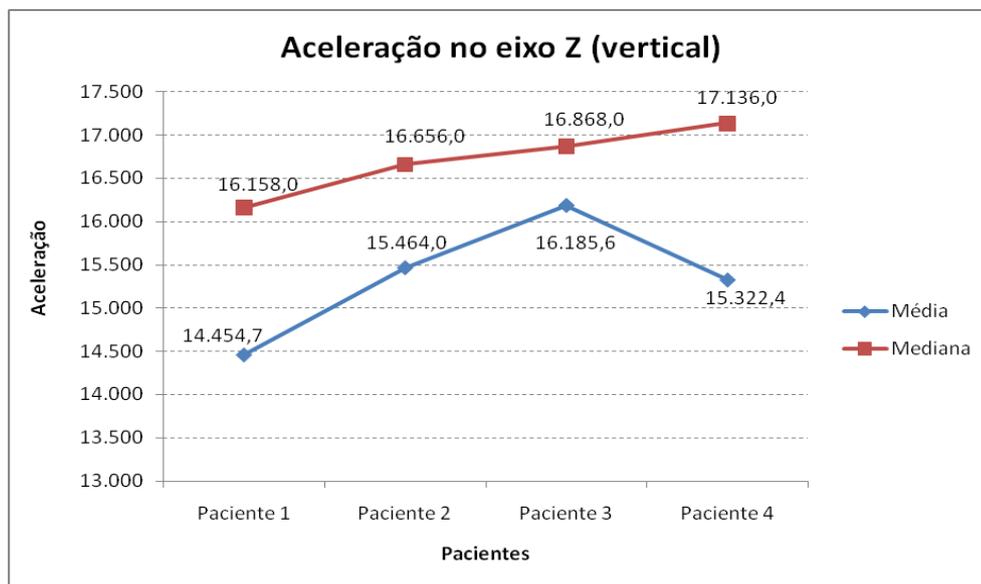


Figura 6 – Médias e medianas de aceleração no eixo Z (vertical) entre os quatro idosos testados

O giro no eixo X realizou comparação de modo homogêneo entre os 4 idosos (Figura 7).

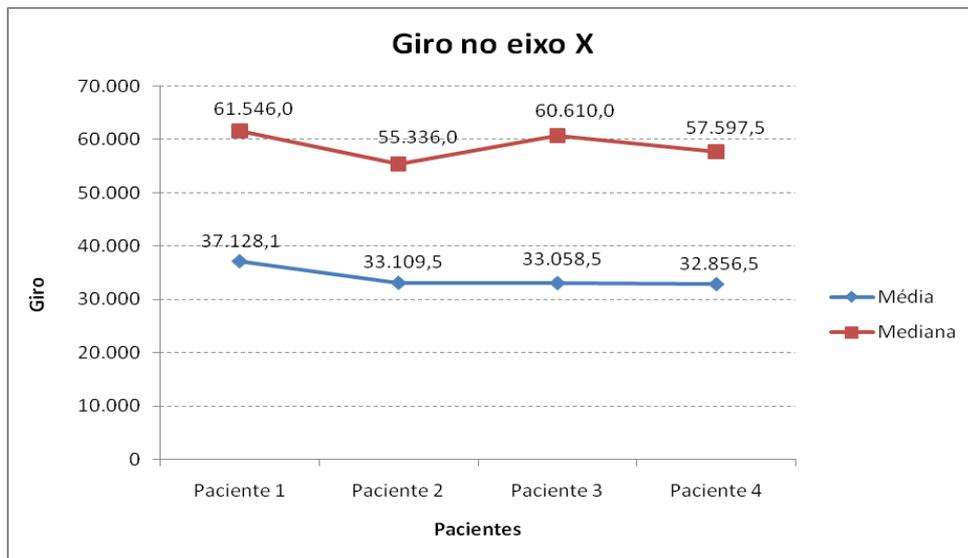


Figura 7- Médias e medianas de giro no eixo X dos quatro idosos testados

A Figura 8 demonstra que o giro no eixo Y (direção esquerda da pessoa) no quarto idoso evidencia menor média e mediana.

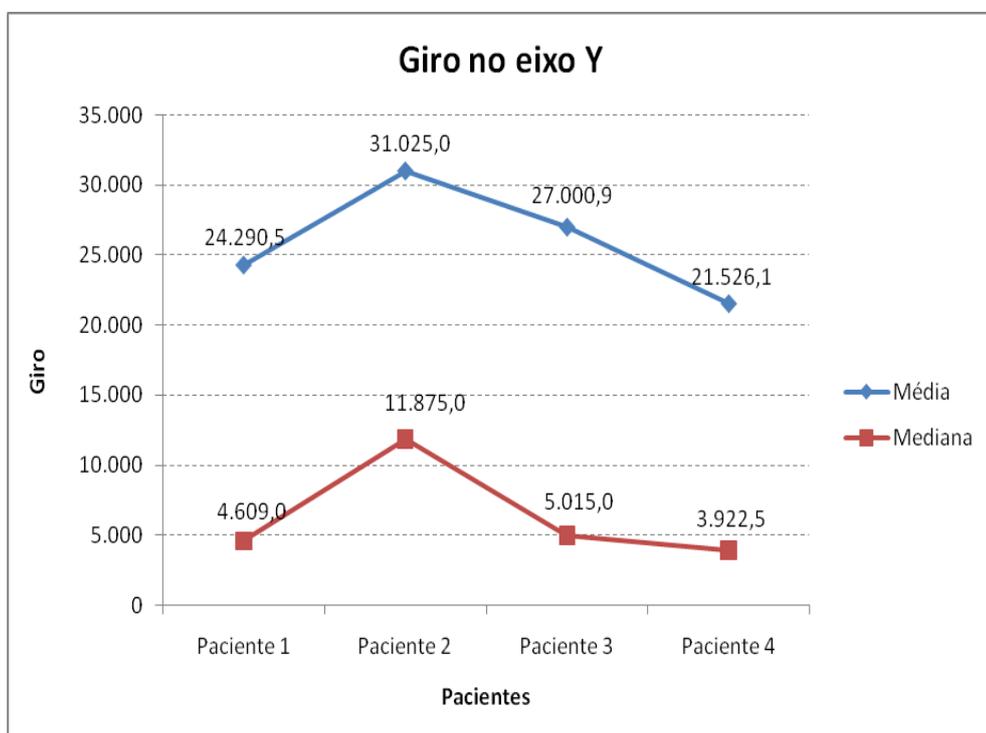


Figura 8 - Médias e medianas de giro no eixo Y entre os quatro idosos testados

A Figura 9 apresenta o giro no eixo Z, demonstrando que o primeiro e o quarto idoso apresentaram maiores medianas

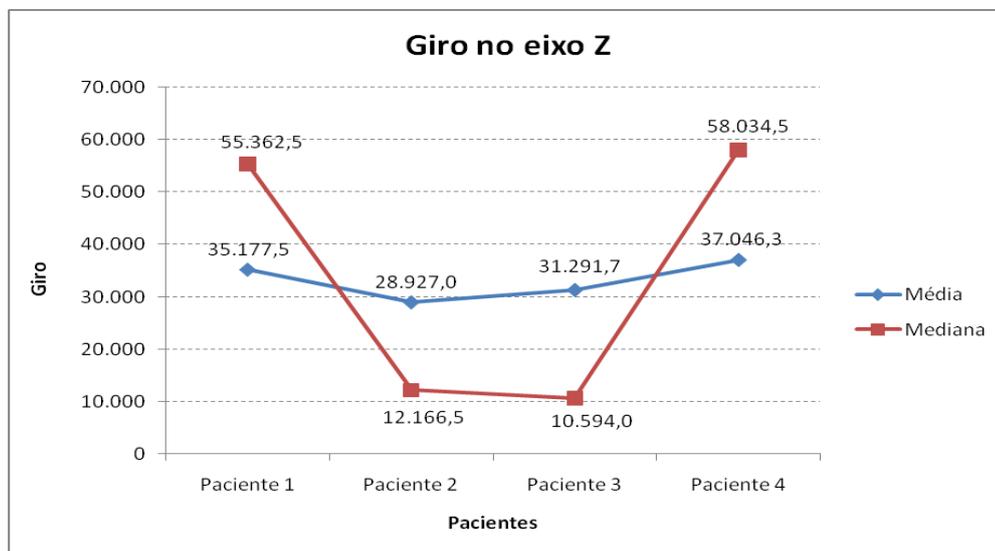


Figura 9 - Médias e medianas de giro no eixo Z entre os quatro idosos testados.

O peso equivalente à contração da musculatura da coxa apresentou a menor mediana no paciente 4 (Figura 10).

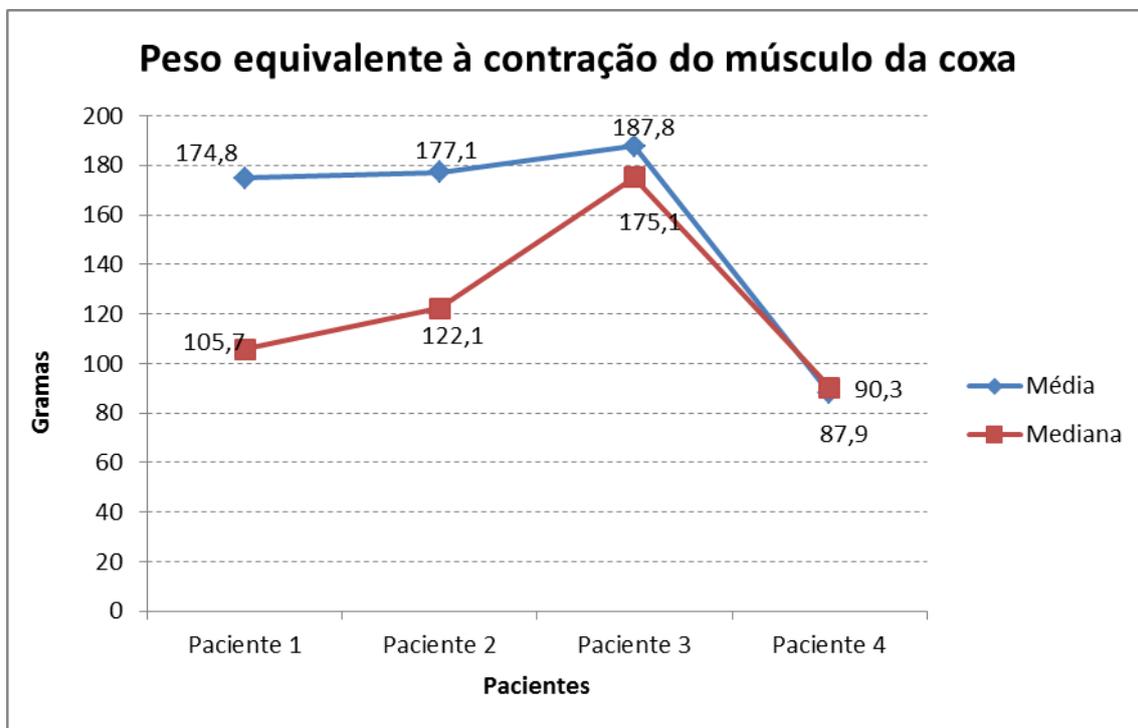


Figura 10 – Peso equivalente à contração do músculo da coxa.

5 DISCUSSÃO

Acelerômetros são dispositivos eletrônicos sofisticados que medem a aceleração produzida pelo movimento do corpo (SCHWENK *et al.*, 2015). A aceleração é definida como a mudança na velocidade ao longo do tempo, determinado por INNES e STRAKER (1999) e é diretamente proporcional à rede de forças externa envolvida (EVENSON *et al.*, 2008).

Os acelerômetros usam um ou vários sensores de movimento para detectar acelerações em diferentes segmentos do corpo (CHEN e BASSETT, 2005).

O sensor usado por muitos instrumentos consiste em um elemento piezelétrico e uma massa sísmica dentro de um caso. Os acelerômetros triaxiais, por sua vez, são capazes de medir a aceleração em cada um dos três planos ortogonais, fornecendo informações para cada plano separadamente, bem como de forma combinada de todos os planos (VANHELST *et al.*, 2011).

A tecnologia da informação (TI) é definida como “o uso de computadores e equipamentos de telecomunicações (com sua microeletrônica associada) para enviar, receber, armazenar e manipular dados” (DAINTITH, 2009). Tecnologia de sensor significa o uso de sensores para medir ou controlar mudanças de sistemas biológicos ou técnicos (MORGENSTERN e KRAFT, 2014).

Sensores inerciais neste campo são usados para medir a aceleração translacional e rotacional do corpo de um ser humano. Parâmetros específicos baseados em sensores, como picos de velocidade, tempo de passada ou comprimento da passada derivada de testes baseados no desempenho, incluindo transição de marcha ou sentar-levantar, fornecem informações relevantes sobre parâmetros clínicos que podem permitir o rastreamento ou até mesmo o diagnóstico de fragilidade (GREENE *et al.*, 2014; SCHWENK *et al.*, 2015).

O comportamento individual e o desempenho, incluindo o raio de mobilidade, velocidade da marcha, variabilidade de marcha e força muscular das extremidades superior e inferior podem ser medidos pela tecnologia de sensores (THEOU *et al.*, 2012; REGTERSCHOT *et al.*, 2016).

Ritmos de vida e atividades de vida diárias específicas podem ser detectados por padrões funcionais e de atividade, por exemplo, com a ajuda de sensores de ambiente (ALEXANDER *et al.*, 2016; RANASINGHE *et al.*, 2014).

A tecnologia de sensores também pode ser uma forma de economia de recursos para registrar o movimento de um indivíduo no dia a dia, especialmente durante períodos de risco

específicos, como após alta hospitalar. Este contexto permite detecção precoce do desenvolvimento de fragilidade e adequa as intervenções personalizadas com base em um perfil de risco derivado de sensor (DASENBROCK *et al.*, 2016).

O teste convencional do *TUG* foi avaliado com sensores de acelerômetro e giroscópio por Greene *et al.* (2014). Com os dados do sensor, os participantes foram classificados como frágeis ou robustos com precisão média de 75,2% estratificada por sexo, em comparação com 71,8% usando apenas o tempo de teste do *TUG*. Os autores concluíram que avaliação simples da fragilidade envolvendo teste de mobilidade bem conhecido, como o *TUG test* e sensores inerciais, pode ser rápida, eficaz e conduzida por não especialistas. Esses resultados sugerem que parâmetros específicos da marcha além da velocidade são afetados pela fragilidade.

Schwenk *et al.* (2015), encontraram uma diminuição na atividade de caminhada e aumento da porcentagem de estar sentado, comparando idosos pré-frágeis e robustos. Mohler *et al.* (2015), observaram que episódios de caminhada mais longos, avaliados por sensor inercial, podem ser preditores sensíveis de quedas prospectivas em idosos frágeis. Hollewand *et al.* (2016) realizaram estudo observacional com 18 idosos frágeis para validar o sistema *DynaPort* baseado em acelerômetro desenvolvido para detectar atividade física. Sensibilidade e especificidade para locomoção foram 83,3% e 100%, respectivamente. A sensibilidade foi suficiente para as posições: sentado (94,4%), deitado (100%) e em pé (93,3%) (HOLLEWAND *et al.*, 2016).

De acordo com revisão McCullagh *et al.* (2016), os sensores de movimento mediram precisamente o tempo em posição de pacientes idosos mais frágeis hospitalizados, através de 24 estudos de validação (MCCULLAGH *et al.*, 2016). Boxer *et al.* (2008), avaliaram idosos com insuficiência cardíaca com maior risco de fragilidade, avaliou-se a distância percorrida pelo paciente no TC6. Os autores observaram que os idosos frágeis tiveram um desempenho inferior comparado aos pacientes não frágeis, indicando a utilidade do TC6 na detecção de fragilidade em indivíduos na transição para a fragilidade (BOXER *et al.*, 2008). No entanto, variáveis cardiovasculares relacionadas ao processo de fragilidade não foram avaliadas durante o teste ou monitoradas durante o período de recuperação dos pacientes.

Neste estudo, construiu-se dispositivo que fornece dados sobre variáveis cardiovasculares, incluindo a variabilidade da frequência cardíaca e a oximetria de pulso, utilizando testes simples, como o teste do *TUG* e o *TC6M*.

Doenças pulmonares crônicas, como a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), estavam associadas à fragilidade no *Cardiovascular Health Study* (MITTAL, *et al.*, 2015;

THORPE *et al.*, 2009).

Inflamação, falta de atividade ou diminuição do desempenho físico e redução no consumo máximo de oxigênio, contribuem para o desenvolvimento da síndrome da fragilidade (NUSSBAUMER-OCHSNER e RABE, 2011; NICI *et al.*, 2006).

A reabilitação respiratória na DPOC melhora dispneia, fadiga, função emocional e o controle dos pacientes sobre suas condições médicas (LACASSE *et al.*, 2007).

A aplicação dessas plataformas de saúde móvel tem sido explorada no gerenciamento de condições crônicas, incluindo triagem de tremor em pacientes com doença de Parkinson, detecção de quedas ou inatividade suspeita em pessoas idosas (WILE *et al.*, 2014; MORTAZAVI *et al.*, 2015).

Dispositivo contendo giroscópio e não acelerômetro poderia facilitar sua operação por usuários inexperientes. Ao contrário das ferramentas baseadas em acelerômetro, cuja saída do sensor é altamente dependente da localização do mesmo e do seu método de fixação, o giroscópio é menos dependente da conexão do sensor, pois mede a velocidade de rotação que por teoria permanece inalterada ao longo de um segmento rígido e tem menos ruído que a aceleração (MOHLER *et al.*, 2015).

No presente estudo, protótipo de dispositivo sensor foi criado, combinando giroscópio de três eixos, acelerômetro de três eixos e sensor de frequência cardíaca para avaliar a qualidade do movimento, como velocidade da marcha e mudanças no equilíbrio, frequência cardíaca, variabilidade durante o movimento, contração do músculo pânticeps e gasto de energia (nível de mobilidade e capacidade de realizar atividades da vida diária). O aumento da temperatura devido à produção de calor muscular foi utilizado como uma estimativa indireta do gasto de energia durante os testes. Mais estudos serão realizados para verificar a possível correlação do aumento da temperatura e do gasto energético.

Recentemente, foi apresentado projeto de estudo sobre a construção de sensor multiparamétrico, que pode ser utilizado em conjunto com outros instrumentos geriátricos validados na avaliação de fragilidade e sarcopenia, resultando otimamente em novos tratamentos para prevenir o impacto negativo destas condições no envelhecimento saudável (MELLO *et al.*, 2018).

No presente estudo observou-se que o idoso caidor apresentou as maiores médias de aceleração nos eixos Y e Z, de giro no eixo Y e maior média de peso equivalente à contração da musculatura do pânticeps. As maiores médias de aceleração e giro nos respectivos eixos revelam maior tendência à oscilações para a esquerda bem como no eixo vertical, o que traduz

maior instabilidade postural e risco potencial de quedas. Ressalta-se ainda que a maior média equivalente ao peso para deslocamento de células na musculatura do pectíneo, traduz, numa análise abrangente, maior tendência à dinapenia e portanto menor qualidade da contração muscular, marcador precoce de fragilidade.

Enaltece-se ainda nos dados expostos pelo estudo, uma correlação negativa forte entre os dados do MEEM e aceleração no eixo X, giro no eixo X e temperatura corporal pela Correlação de Spearman. Quando se estuda a sobrevivência de idosos, a velocidade de marcha é importante preditora de sobrevivência. A capacidade de deambular e sua eficiência dependem do controle sobre os movimentos, da disponibilidade de energia e do adequado funcionamento de diversos sistemas: cardiovascular, respiratório, nervoso e músculo esquelético. Uma velocidade de marcha reduzida pode estar associada tanto à disfunção de órgãos e sistemas, quanto a um gasto energético elevado para deambulação (STUDENSKI *et al.*, 2011). Através dos dados avaliados pelo protótipo de sensor multiparamétrico, infere-se que quanto melhor o desempenho cognitivo, menor a temperatura corporal durante a aceleração e conseqüentemente, maior a velocidade da marcha e menor gasto energético, corroborando com os dados da literatura.

Observou-se também uma correlação muito fraca entre o MEEM e o peso equivalente à contração da musculatura da coxa. Entretanto, metanálise publicada em 2016 mostrou uma associação positiva entre sarcopenia e déficit cognitivo (CHANG *et al.*, 2016).

O resultado do Instrumento de Avaliação de Fragilidade Autorreferida apresentou correlação positiva forte com o peso da contração da musculatura da coxa. A maior carga para contração da musculatura da coxa foi observada no paciente 2, o qual era frágil e sarcopênico. Infere-se que quanto maior a carga para deslocamento de células, maior a dinapenia e sarcopenia, e em espectro mais amplo, o idoso é mais frágil. A dinapenia é o fenômeno preditor mais importante de incapacidade e morte, em relação à perda da massa muscular isoladamente (NEWMAN *et al.*, 2006a). A circunferência da panturrilha tem sido utilizada como preditor da quantidade (KAWAKAMI *et al.*, 2015) e função muscular (ROLLAND *et al.*, 2003; LANDI, *et al.*, 2014). O paciente 2 apresentou circunferência da panturrilha inferior a 31 cm, denotando sarcopenia. A maior carga para deslocamento de células revelado pelo protótipo pode significar menor massa muscular.

Ressalta-se sobre o produto deste estudo que a avaliação de múltiplas variáveis utilizando um único dispositivo permitiu a aquisição sincronizada de dados, contribuindo para a análise. A aquisição sincronizada de dados durante o teste (ou monitoramento) foi obtida

utilizando sistema integrado de rede de sensores para avaliar diferentes parâmetros não apenas ao longo do tempo, mas no mesmo momento. Os dados coletados pelos múltiplos sensores foram transmitidos simultaneamente por um microcontrolador para computador via *Wi-Fi*, para que pudessem ser facilmente analisados e comparados a fim de buscar correlações entre as diferentes variáveis.

Avanços recentes em tecnologias vestíveis, saúde móvel, telecomunicações, e a *Internet of things* (IoT) abriu novas oportunidades para o desenho de uma ferramenta prática e automatizada, para facilitar a triagem clínica da fragilidade em vários cenários diferentes. Em particular, a ampla disponibilidade de plataformas móveis de saúde, como *smartphone* e *smartwatch*, que incluem sensores inerciais (por exemplo, acelerômetros, giroscópios, etc.) e processadores poderosos, com facilidade para compartilhar informações digitais ou trocar dados com registros eletrônicos de saúde, abre novos horizontes no desenvolvimento de aplicações de saúde digital, para fornecer aos clínicos, dados fenotípicos objetivos individualizados sobre a função e a saúde geral (LACASSE *et al.*, 2007).

A aplicação dessas plataformas de saúde móvel tem sido explorada no gerenciamento de condições crônicas, incluindo triagem de tremor em pacientes com doença de Parkinson, detecção de quedas ou inatividade suspeita em pessoas idosas (WILE *et al.*, 2014; MORTAZAVI *et al.*, 2015).

Lee *et al.* (2018) propuseram um algoritmo automatizado aprimorado para identificar fragilidade usando um único sensor usado no pulso, um medidor de fragilidade (FM). Diferentes fenótipos FM (31 características), incluindo a velocidade de rotação do cotovelo, diminuição da velocidade de rotação do cotovelo por 20s, amplitude de movimento, entre outros, foram obtidos.

Dentre os testes que envolvem a realização de exercício físico, o TC6 é um teste de campo muito utilizado para avaliar e monitorar a capacidade submáxima de exercício e envolve uma atividade funcional. Esse teste pode ser aplicado para avaliar o indivíduo saudável, ou prever o grau de morbidade e mortalidade de indivíduos com alterações dos sistemas cardiovascular e respiratório, de acordo com a distância percorrida nos seis minutos (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 2002; BUTLAND *et al.*, 1982).

Boxer *et al.* (2008), avaliaram idosos frágeis e em risco de fragilização durante o TC6, entretanto apenas a distância percorrida foi analisada e relacionada com a síndrome da fragilidade. De acordo com os resultados obtidos no estudo, os autores observaram que os idosos frágeis tiveram um desempenho inferior aos outros grupos no TC6, apontando sua

utilidade na identificação de indivíduos frágeis ou em risco de fragilização. No entanto, ressalta-se que não foram avaliadas variáveis cardiovasculares associadas ao processo de fragilização durante o teste nem em seu período de recuperação. Enaltece-se, portanto, a necessidade de equipamento que pudesse trazer dados sobre variáveis cardiovasculares, como VFC e oximetria de pulso, utilizando testes simples, como o TC6 e o TUG (LEE *et al.*, 2018). O presente estudo demonstrou ser possível esta possibilidade, através da medida da variabilidade da frequência cardíaca e oximetria de pulso (dessaturação) durante o esforço.

O presente estudo incluiu dados referentes aos sensores de oximetria e frequência cardíaca, durante realização do TC6. O idoso 4 (não-frágil) apresentou maior VFC cardíaca comparado ao idoso 1 (frágil), corroborando com dados da literatura (CHAVES *et al.*, 2008; VARADHAN *et al.*, 2009). A correlação dessas variáveis durante a caminhada é imprescindível na determinação dos aspectos cardiopulmonares da fragilidade.

A aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) foi maior em termos de média e mediana no idoso 4 e menor no idoso 1, denotou-se marcha cautelosa neste e marcha atípica naquele.

A aceleração no eixo Y apresentou a menor média e maior mediana no idoso 4. Esses dados refletiram menor tendência a oscilações da marcha (desequilíbrio) e maior comprimento da passada, considerando o biotipo da paciente longilíneo.

O giro no eixo Y apresentou menor média e mediana no idoso 4 e a maior média e mediana no idoso 2. Este era sarcopênico (CP < 31 cm) e frágil, pelo Instrumento de Avaliação de Fragilidade Autorreferida. A maior média e mediana refletem maior tendência a desequilíbrio e queda. Por outro lado, o idoso 4, que era robusto e não-sarcopênico, apresentou o melhor desempenho na variável.

Os idosos 2 e 3 apresentaram as menores médias e medianas em relação ao giro no eixo Z. O idoso 2 deslocou com apoio na parede lateral, enquanto o idoso 3 o fez com auxílio de bengala. Idosos em uso de apoio e/ou dispositivos de auxílio à marcha podem ter o giro no eixo Z reduzido e potencial risco de quedas.

Os resultados do estudo clínico piloto permitirão definição de estudo clínico com n maior. Os dados provenientes do acelerômetro e giroscópio são valores brutos, com representatividade limitada e necessitarão serem melhores trabalhados quando da criação do *software* de análise dos dados do protótipo para correlação mais fidedigna com os elementos constituintes do espectro da fragilidade.

Razjouyan *et al.* (2018) compararam atividades físicas mensuráveis, através de

sensor do tipo acelerômetro pendente e diferentes estágios de fragilidade. O sensor utilizado era equipamento pendente (*PAMSysTM*, *BIOSENSICS LLC*, *Watertown, MA, EUA*), colocado sobre o esterno. Trata-se de equipamento e *software* já disponíveis no mercado. Este estudo utilizou e discriminou parâmetros mais sensíveis e independentes a partir de um único sensor pendente: padrão de atividade física, comportamento da atividade e do sono, discriminando categorias de fragilidade em idosos da comunidade.

Desconhece-se, até o momento, equipamento que disponha de todas as funções avaliadas pelo protótipo em questão, ainda que em separado, num único dispositivo.

Estudos prospectivos com maior número de pacientes são necessários para estabelecer uma possível correlação entre os múltiplos parâmetros avaliados, bem como certificar as inferências encontradas.

Algoritmos serão desenvolvidos para análise combinada de dados para melhorar o diagnóstico da fragilidade.

5.1 Aplicabilidade

Este dispositivo tem o benefício de objetividade e portabilidade, tornando-o útil para avaliar a fragilidade em idosos em diferentes contextos. Além dos idosos, outras populações com doenças que resultam em comprometimento funcional e vulnerabilidade caracterizada por fraqueza e diminuição da reserva fisiológica também podem ser avaliadas com o uso deste dispositivo. As perspectivas de aplicabilidade do equipamento envolvem avaliação da fragilidade em idosos, como ferramenta de triagem e estabelecimento de plano de intervenção; avaliação de rendimento físico em atletas e crianças; avaliação de pacientes portadores de doenças neurodegenerativas (diagnóstico funcional) e acompanhamento de condicionamento físico em pacientes portadores de doenças cardiopulmonares.

5.2 Impacto social

O protótipo de sensor desenvolvido tem perspectivas tanto comerciais, através de possível licenciamento para produção, como também de aplicação em saúde pública na rede de atenção primária à saúde, com a criação de protocolos de atendimento à população idosa mais exequível (além das perspectivas de aplicabilidade a outras populações também

vulneráveis) e direcionar aqueles em processo de fragilização ou com fragilidade estabelecida para o futuro Centro de Estudos em Fragilidade, projeto ainda maior, com envolvimento multiprofissional, de modo a atuar nos potenciais desfechos adversos resultantes desta grande síndrome geriátrica, com possível reversão dos processos de doenças e a melhoria da funcionalidade e qualidade de vida.

6 CONCLUSÃO

O protótipo multifuncional e de alta tecnologia foi construído e testado em idosos institucionalizados. Os sensores do tipo acelerômetro, giroscópio, de temperatura e de peso, constituintes do protótipo, correlacionam-se com instrumentos consagrados da avaliação geriátrica e conseguem revelar marcadores de fragilidade clínica em idosos, bem como atentar para possíveis desfechos adversos resultantes dos achados como instabilidade postural e risco de quedas. A variabilidade da frequência cardíaca e oximetria de pulso apresentaram valores aceitáveis de normalidade comprovando a eficácia do sensor para a captação destes parâmetros.

7 REFERÊNCIAS

- Afilalo J, Karunanathan S, Eisenberg MJ, Alexander KP, Bergman H. Role of frailty in patients with cardiovascular disease. *Am J Cardiol.* 2009;103(11):1616–21. doi: 10.1016/j.amjcard.2009.01.375.
- Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Barger AC, Cohen RJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science.* 1981;213(4504):220-2. doi: 10.1126/science.6166045.
- Alexander GL, Rantz M, Skubic M, Koopman RJ, Phillips LJ, Guevara RD, Miller SJ. Evolution of an early illness warning system to monitor frail elders in independent living. *J Healthc Eng.* 2016;2(2):337-63. doi: <http://dx.doi.org/10.1260/2040-2295.2.3.337>.
- American Thoracic Society. Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111-7. doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.
- Aminian K, Najafi B, Bula C, Leyvraz PF, Robert P. Spatio-temporal parameters of gait measured by an ambulatory system using miniature gyroscopes. *J Biomech.* 2002;35(5):689-99. doi: [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(02\)00008-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(02)00008-8).
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166(1): 111-7.
- Bandeem-Roche K, Xue Q, Ferrucci L, Walston J, Guralnik JM, Chaves P, Zeger SL, Fried LP. Phenotype of frailty: characterization in the women's health and aging studies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(3):262-6. doi: <https://doi.org/10.1093/gerona/61.3.262>.
- Bischoff HA, Stähelin HB, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, von Dechend M, Akos R, Conzelmann M, Dick W, Theiler R. Identifying a cut-off point for normal mobility: A comparison of the timed 'up and go' test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age Ageing.* 2003;32(3):315-20. doi: 10.1093/ageing/32.3.315.
- Boxer RS, Wang Z, Walsh SJ, Hager D, Kenny AM. The utility of the 6-minute walk test as a measure of frailty in older adults with heart failure. *Am J Geriatr Cardiol.* 2008;17(1):7-12. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1076-7460.2007.06457.x>.

Brigola AG, Rossetti ES, Santos BR, Neri AL, Zazzetta MS, Inouye K, Pavarini SCI. Relationship between cognition and frailty in elderly: a systematic review. *Dement Neuropsychol*. 2015;9(2):110-9. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-57642015DN92000005>.

Butland RJA, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six- and 12 minutes walking tests in respiratory disease. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1982;284(6329):1607-8. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.284.6329.1607>.

Casilari E, Oviedo-Jimenez MA. Automatic fall detection system based on the combined use of a smartphone and a smartwatch. *PloS One*. 2015;10(11):e0140929. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140929>.

Castell MV, Sánchez M, Julián R, Queipo R, Martín S, Otero Á. Frailty prevalence and slow walking speed in persons age 65 and older: implications for primary care. *BMC Fam Pract*. 2013;14:86. doi: 10.1186/1471-2296-14-86.

Chang KV, HsuTH, Wu WT, Huang KC, Han DS. Association Between Sarcopenia and Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc*. 2016;17(12):1164.e7-1164.e15. doi: 10.1016/j.jamda.2016.09.013.

Chaves PHM, Varadhan R, Lipsitz LA, Stein PK, Windham BG, Tian J, Fleisher LA, Guralnik JM, Fried LP. Physiological complexity underlying heart rate dynamics and frailty status in community-dwelling older women. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56(9):1698-703. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01858.x.

Chen KY, Bassett DR Jr. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(11Suppl):S490-500. doi: 10.1249/01.mss.0000185571.49104.82.

Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, Cooper C, Landi F, Rolland Y, Sayer AA, Schneider SM, Sieber CC, Topinkova E, Vandewoude M, Visser M, Zamboni M. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31. doi: 10.1093/aging/afy169.

Daintith, J. *A dictionary of physics*. 6th ed. Oxford: Oxford University Press; 2009.

Dasenbrock L, Heinks A, Schwenk M, Bauer JM. Technology-based measurements for screening, monitoring and preventing frailty. *Z Gerontol Geriatr*. 2016;49(7):581-95. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00391-016-1129-7>.

De Meersman RE, Stein PK. Vagal modulation and aging. *Biol Psychol.* 2007;74(2):165-73. 2007. doi: 10.1016/j.biopsycho.2006.04.008

Deutsch M, Burgsteiner H. A smartwatch based assistance system for the elderly performing fall detection, unusual inactivity recognition and medication reminding. *Stud Health Technol Inform.* 2016;223:259-66. doi: 10.3233/978-1-61499-645-3-259.

Ensrud KE, Ewing SK, Cawthon PM, Fink HA, Taylor BC, Cauley JA, Dam TT, Marshall LM, Orwoll ES, Cummings SR; Osteoporotic Fractures in Men Research Group. Comparison of frailty indexes for the prediction of falls, disability, fractures and mortality in older men. *J Am Geriatr Soc.* 2009;57(3):492-8. doi: 10.1111/j.1532-5415.2009.02137.x.

Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, Ondrak KS, McMurray RG. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci.* 2008;26(14):1557-65. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02640410802334196>.

Fleg JL, Morrell CH, Bos AG, Brant LJ, Talbot LA, Wright JG, Lakatta EG. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation.* 2005;112(5):674-82, 2005. doi: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.545459>.

Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-Mental State: practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189-98. doi: [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6).

Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA; Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med.* 2001; 56(3):M146-56. doi: 10.1093/gerona/56.3.M146.

Fried LP, Xue QL, Cappola AR, Ferrucci L, Chaves P, Varadhan R, Guralnik JM, Leng SX, Semba RD, Walston JD, Blaum CS, Bandeen-Roche K Nonlinear multisystem physiological dysregulation associated with frailty in older women: implications for etiology and treatment. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2009;64(10):1049-57. doi: 10.1093/gerona/glp076.

Greene BR, Doheny EP, O'Halloran A, Anne Kenny R. Frailty status can be accurately assessed using inertial sensors and the TUG test. *Age Ageing.* 2014;43(3):406-11. doi: 10.1093/ageing/aft176.

Hollewand AM, Spijkerman AG, Bilo HJ, Kleefstra N, Kamsma Y, Van Hateren KJ. Validity of an accelerometer-based activity monitor system for measuring physical activity in frail elderly. *J Aging Phys Act.* 2016; 24(4):555-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1123/japa.2014-0290>.

Innes E, Straker L. Validity of work-related assessments. *Work*. 1999;13(2):125-52.

Iwamura M, Kanauchi M. A cross-sectional study of the association between dynapenia and higher-level functional capacity in daily living in community-dwelling older adults in Japan. *BMC Geriatr*. 2017;17(1):1. doi: 10.1186/s12877-016-0400-5.

Joseph B, Pandit V, Zangbar B, Kulvatunyou N, Hashmi A, Green DJ, O'Keeffe T, Tang A, Vercruyse G, Fain MJ, Friese RS, Rhee P. Superiority of frailty over age in predicting outcomes among geriatric trauma patients: a prospective analysis. *JAMA Surg*. 2014;149(8):766-72. doi: 10.1001/jamasurg.2014.296.

Kawakami R, Murakami H, Sanada K, Tanaka N, Sawada SS, Tabata I, Higuchi M⁵, Miyachi M. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int*. 2015;15(8):969-76. doi: 10.1111/ggi.12377.

Lacasse Y, Martin S, Lasserson TJ, Goldstein RS. Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. A Cochrane systematic review. *Eura Medicophys*. 2007;43(4):475-85. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)04201-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)04201-8).

Laitinen T, Niskanen L, Geelen G, Länsimies E, Hartikainen J. Age dependency of cardiovascular autonomic responses to head-up tilt in healthy subjects. *J Appl Physiol*. 2004;96(6):2333-40. doi: 10.1152/jappphysiol.00444.2003.

Lakatta EG, Levy D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises. Part II: The aging heart in health: links to heart disease. *Circulation*. 2003;107(2):346-54. doi: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000048893.62841.F7>.

Landi F, Onder G, Russo A, Liperoti R, Tosato M, Martone AM, Capoluongo E, Bernabei R. Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. *Clin Nutr*. 2014;33(3):539-44. doi: 10.1016/j.clnu.2013.07.013.

Leduc MMS. Imobilidade e síndrome da imobilização. In: Freitas, EV, Py L, Caçado FA, Doll J, Gorzoni ML. *Tratado de geriatria e gerontologia*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2013. p.1546-61.

Lee H, Joseph B, Enriquez A, Najafi B. Toward using a smartwatch to monitor frailty in a hospital setting: using a single wrist-wearable sensor to assess frailty in bedbound inpatients. *Gerontology*. 2018;64(4):389-400. doi: 10.1159/000484241.

Lima T, Tonello MGM. Atividade física: um tratamento para pessoas com Alzheimer. *Efdeportes.com*. 2008 Oct;13(125). Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd125/atividade-fisica-um-tratamento-para-pessoas-com-alzheimer.htm>.

Lipsitz LA. Age related changes in the “complexity” of cardiovascular dynamics: a potential marker of vulnerability to disease. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*. 1995.5(1):102-9. doi: <https://doi.org/10.1063/1.166091>.

Maciel P, Pessin G, Istoe, R, Souza C. Envelhecimento bem-sucedido: a reconstrução das crenças de autoeficácia a partir da inclusão digital de idosos. In: II Congresso Internacional Interdisciplinar em Sociais e Humanidades. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2013 Nov.

Maia FOM. Vulnerabilidade e envelhecimento: panorama dos idosos residentes no município de São Paulo: Estudo SABE. [Tese – Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo. Escola de Enfermagem; 2011.

Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*. 1991;84(2):482-92, 1991. doi: 10.1161/01.CIR.84.2.482.

Martinez BP, Camelier FW, Camelier AA. Sarcopenia em idosos: um estudo de revisão. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*. 2014;4(1):62-70. doi: <http://dx.doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v4i1.349>.

Mata FAF, Pereira PPS, Andrade KRC, Figueiredo ACMG, Silva MT, Pereira MG. Prevalence of frailty in Latin America and the Caribbean: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*. 2016;11(8):e0160019. doi: 10.1371/journal.pone.0160019.

Mathias S, Nayak USL, Isaacs B. Balance in elderly patients: the get up and go test. *Arch Phys Med Rehabil*. 1986;67(6):387-9.

McCullagh R, Brady NM, Dillon C, Horgan NF, Timmons S. A review of the accuracy and utility of motion sensors to measure physical activity of frail older hospitalized patients. *J Aging Phys Act*. 2016;24(3):465-75. doi: 10.1123/japa.2014-0190.

McDermid RC, Stelfox HT, Bagshaw SM. Frailty in the critically ill: a novel concept. *Crit Care*. 2011;15(1):301. doi: 10.1186/cc9297.

McDermott CMM, Guralnik JM, Tian L, Ferrucci L, Liu, K., Liao Y, Criqui MH. Baseline functional performance predicts the rate of mobility loss in persons with peripheral arterial disease. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 50(10): 974–82. doi: 10.1016/j.jacc.2007.05.030.

Mello AC, Engstrom EM, Alves LC. Fatores sociodemográficos e de saúde associados à fragilidade em idosos: uma revisão sistemática de literatura. *Cad Saúde Pública*. 2014; 30(6):1-25. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00148213>

Mello JLC, Souza DMT, Tamaki CM, Galhardo VAC, Veiga DF, Ramos ACB. Application of an effective methodology for analysis of fragility and its components in the elderly. In: Latifi S, editor. *Information technology: new generations. Advances in Intelligent Systems and Computing*. New York: Springer; 2018. p.735-9.

Mittal N, Raj R, Islam E, Nugent, K. Pulmonary rehabilitation improves frailty and gait speed in some ambulatory patients with chronic lung diseases. *The Southwest Respiratory and Critical Care Chronicles*. 2015;3(12):2-10. doi: <https://doi.org/10.12746/swrccc2015.0312.151>.

Mohler J, Najafi B, Fain M, Ramos KS. Precision medicine: a wider definition. *J Am Geriatr Soc*. 2015;63(9):1971-2. doi: 10.1111/jgs.13620.

Mohler MJ, Wendel CS, Taylor-Piliae RE, Toosizadeh N, Najafi B. Motor performance and physical activity as predictors of prospective falls in community-dwelling older adults by frailty level: application of wearable technology. *Gerontology*. 2016;62(6):654-64. doi: <http://dx.doi.org/10.1159/000445889>.

Moraes EM, Moraes FL. Incapacidade cognitiva: abordagem diagnóstica e terapêutica das demências no idoso. Belo Horizonte: Folium; 2010.

Morales-Blanhir JE, Palafox Vidal CD, Rosas Romero MJ, García Castro MM, Londoño Villegas A, Zamboni M. Six-minute walk test: a valuable tool for assessing pulmonary impairment. *J Bras Pneumol*. 2011;(1):110-7. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132011000100016>.

Morgenstern U, Kraft M. *Biomedizinische Technik – Faszination, Einführung, Überblick*; De Gruyter: Berlin: Walter de Gruyter GmbH; 2014.

Mortazavi B, Nemat E, Vander WK, Flores-Rodriguez HG, Cai JY, Lucier J, Naeim A, Sarrafzadeh M. Can smartwatches replace smartphones for posture tracking? *Sensors (Basel)*. 2015;15(10):26783-800. doi: 10.3390/s151026783.

Muniz DLB, Andrade MC. *Análise biomecânica das fases da marcha por acelerômetros*. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2011.

Najafi B, Horn D, Marclay S, Crews RT, Wu S, Wrobel JS. Assessing postural control and postural control strategy in diabetes patients using innovative and wearable technology. *J Diabetes Sci Technol*. 2010;4(4):780-91. doi:10.1177/193229681000400403

Najafi B, Khan T, Wrobel J. Laboratory in a box: wearable sensors and its advantages for gait analysis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011;2011:6507-10. doi: 10.1109/IEMBS.2011.6091605.

Neder JA. Six-minute walk test in chronic respiratory disease: easy to perform, not always easy to interpret. *J Bras Pneumol.* 2011; 37(1):1-3. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132011000100001>.

Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Tyllavsky FA, Rubin SM, Harris TB. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006a;61(1):72-7. doi: 10.1093/gerona/61.1.72.

Newman AB, Simonsick EM, Naydeck BL, Boudreau RM, Kritchevsky SB, Nevitt MC, Pahor M, Satterfield S, Brach JS, Studenski SA, Harris TB. Association of long-distance corridor walk performance with mortality, cardiovascular disease, mobility limitation, and disability. *JAMA.* 2006b;295(17):2018-26. doi: 10.1001/jama.295.17.2018

Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, Carone M, Celli B, Engelen M, Fahy B, Garvey C, Goldstein R, Gosselink R, Lareau S, MacIntyre N, Maltais F, Morgan M, O'Donnell D, Prefault C, Reardon J, Rochester C, Schols A, Singh S, Troosters T; ATS/ERS Pulmonary Rehabilitation Writing Committee. American Thoracic Society/ European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173(12):1390-413. doi: 10.1164/rccm.200508-1211ST.

Nussbaumer-Ochsner Y, Rabe KF. Systemic manifestations of COPD. *Chest.* 2011;139(1):165-73. doi: 10.1378/chest.10-1252.

Palloni A, Peláez M. Histórico e natureza do estudo. In: Lebrão ML, Duarte YAO. *O Projeto SABE no Brasil: uma abordagem inicial.* Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; 2003. p.33-44.

Pasqualotti A, Kieling ML, Gil HMPT. Oportunidades e desafios da gerontecnologia em relação à quarta revolução industrial. In: *II Congresso Brasileiro de Gerontecnologia.* Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP; 2017. p.57-60.

Pikkujämsä SM, Mäkikallio TH, Sourander LB, Räihä IJ, Puukka P, Skyttä J, Peng CK, Goldberger AL, Huikuri HV. Cardiac interbeat interval dynamics from childhood to senescence: comparison of conventional and new measures based on fractals and chaos theory. *Circulation.* 1999;100(4):393-9. doi: 10.1161/01.CIR.100.4.393.

Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39(2):142-8. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>.

Pumpkala J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol*. 2002;84(1):1-14. doi: 10.1016/S0167-5273(02)00057-8.

Ranasinghe DC, Shinmoto Torres RL, Hill K, Visvanathan R. Low cost and batteryless sensor-enabled radio frequency identification tag based approaches to identify patient bed entry and exit posture transitions. *Gait Posture*. 2014;39(1):118-23. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.06.009.

Rasekaba T, Lee AL, Naughton MT, Williams TJ, Holland AE. The six-minute walk test: a useful metric for the cardiopulmonary patient. *Intern Med J*. 2009;39(8):495-501.

Razjouyan J, Naik AD, Horstman MJ, Kunik ME, Amirmazaheri M, Zhou H, Sharafkhaneh A, Najaf B. Wearable sensors and the assessment of frailty among vulnerable older adults: An observational cohort study. *Sensors*. 2018;18(5):1336. doi: <https://doi.org/10.3390/s18051336>.

Regterschot GR, Zhang W, Baldus H, Stevens M, Zijlstra W. Accuracy and concurrent validity of a sensor-based analysis of sit-to-stand movements in older adults. *Gait Posture*. 2016;45:198-203. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.02.004.

Rockwood K, Song X, MacKnight C, Bergman H, Hogan D, McDowell I, Mitnitski, A. A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *CMAJ*. 2005;173(5):489–95. doi: 10.1503/cmaj.050051.

Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cournot M, Nourhashémi F, Reynish W, Rivière D, Vellas B, Grandjean H. Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51(8):1120-4. doi: 10.1046/j.1532-5415.2003.51362.x .

Savva GM, Donoghue OA, Horgan F, O’Regan C, Cronin H, Kenny RA. Using timed up-and-go to identify frail members of the older population. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(4):441-6. doi: 10.1093/gerona/gls190.

Schoon Y, Bongers K, Van Kempen J, Melis R, Olde Rikkert M. Gait speed as a test for monitoring frailty in community-dwelling older people has the highest diagnostic value compared to step length and chair rise time. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014;50(6):693-701. Disponível em: <https://www.minervamedica.it/en/getfreepdf/VfzDljM2pmXYbV272kqv7ddo%252BTytQD67UyCx59eiMkOEWW15j6DVit6vtoXjq%252BRMfYNCWSRjBX0J2WAig5kcg%253D%253D/R33Y2014N06A0693.pdf>.

Schwenk M, Mohler J, Wendel C, D'Huyvetter K, Fain M, Taylor-Piliae R, Najafi B. Wearable sensor-based in-home assessment of gait, balance, and physical activity for discrimination of frailty status: baseline results of the Arizona frailty cohort study. *Gerontology*. 2015;61(3):258-67. doi: 10.1159/000369095.

Silva TA, Frisoli A Junior, Pinheiro MM, Szejnfeld VL. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. *Rev Bras Reumatol*. 2006;46(6):391-7. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0482-50042006000600006>.

Singh D, Vinod K, Saxena SC, Deepak KK. Spectral evaluation of aging effects on blood pressure and heart rate variations in healthy subjects. *J Med Eng Technol*. 2006;30(3):145-50. doi: 10.1080/03091900500442855.

Singh S, Bailey KR, Noheria A, Kullo IJ. Frailty across the spectrum of ankle-brachial index. *Angiology*. 2012;63(3):229-36. doi: 10.1177/0003319711413457.

Soares AV, Borges NG, Hounsell MS, Marcelino E, Rossito GM, Sagawa Y Júnior. A serious game developed for physical rehabilitation of frail elderly. *European Research in Telemedicine*. 2016;5(2):45-53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eurtel.2016.05.003>.

Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, Brach J, Chandler J, Cawthon P, Connor EB, Nevitt M, Visser M, Kritchevsky S, Badinelli S, Harris T, Newman AB, Cauley J, Ferrucci L, Guralnik J. Gait speed and survival in older adults. *JAMA*. 2011;305(1):50-8. doi: 10.1001/jama.2010.1923.

Theou O, Jakobi JM, Vandervoort AA, Jones GR. A comparison of physical activity (PA) assessment tools across levels of frailty. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;54(3):e307-14. doi: 10.1016/j.archger.2011.12.005.

Thorpe RJ Jr, Weiss C, Xue QL, Fried L. Transitions among disability levels or death in African American and white older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009;64(6):670-4. doi: 10.1093/gerona/glp010.

Tinetti ME, Baker DI, McAvay G, Claus EB, Garrett P, Gottschalk M, Horwitz RI. A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N Engl J Med.* 1994;331(13):821-7. doi:10.1056/NEJM199409293311301.

Tsuji H, Venditti, FJ, Manders ES, Evans JC, Larson MG, Feldman CL, Levy D. Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort: the Framingham Heart Study. *Circulation.* 1994;90(2):878-83. doi: 10.1161/01.CIR.90.2.878.

Vanhelst J, Béghin L, Turck D, Gottrand F. New validated thresholds for various intensities of physical activity in adolescents using the actigraph accelerometer. *Int J Rehabil Res.* 2011;34(2):175-7. doi: 10.1097/MRR.0b013e328340129e.

Varadhan R, Chaves PH, Lipsitz LA, Stein PK, Tian J, Windham BG, Berger RD, Fried LP. Frailty and impaired cardiac autonomic control: New insights from principal components aggregation of traditional heart rate variability indices. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2009;64(6):682-7. doi: 10.1093/gerona/glp013.

Walston J, Hadley EC, Ferrucci L, Guralnik JM, Newman AB, Studenski SA, Ershler WB, Harris T, Fried LP. Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology: summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. *J Am Geriatr Soc.* 2006;54(6):991-1001. doi: 10.1111/j.1532-5415.2006.00745.x.

Wile DJ, Ranawaya R, Kiss ZH. Smart watch accelerometry for analysis and diagnosis of tremor. *J Neurosci Methods.* 2014;230:1-4. doi: 10.1016/j.jneumeth.2014.04.021.

Woods NF, LaCroix AZ, Gray SL, Aragaki A, Cochrane BB, Brunner RL, Masaki K, Murray A, Newman AB; Women's Health Initiative.. Frailty: emergence and consequences in women aged 65 and older in the Women's Health Initiative Observational Study. *J Am Geriatr Soc.* 2005 Aug;53(8):1321-30. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53405.x.

World Health Organization (WHO). Ageing and health. Fact sheet n°404. February; 2018. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>.

Yazdanyar A, Newman AB. The burden of cardiovascular disease in the elderly: morbidity, mortality, and costs. *Clin Geriatr Med.* 2009;25(4):563-77. doi: 10.1016/j.cger.2009.07.007.

Zhang J. Effect of age and sex on heart rate variability in healthy subjects. *J Manipulative and Physiol Ther.* 2007;30(5):374–9. doi: 10.1016/j.jmpt.2007.04.001.

ANEXOS

Anexo 1: Parecer do Comitê de Ética

FACULDADE DE CIÊNCIAS
MÉDICAS DR. JOSÉ ANTÔNIO
GARCIA COUTINHO -



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SENSOR MULTIFUNCIONAL PARA ANÁLISE DA FRAGILIDADE E SEUS COMPONENTES EM IDOSOS

Pesquisador: Jorge Luiz de Carvalho Mello

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 65917817.0.0000.5102

Instituição Proponente: FUNDAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DO VALE DO SAPUCAI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.026.559

Apresentação do Projeto:

Pesquisas têm investigado o uso de sensores de inércia para quantificar a avaliação do movimento no TUG test, a utilização de acelerômetros durante avaliação do equilíbrio em tarefas para examinar a utilidade dos parâmetros derivados usando um algoritmo para discriminar entre frágil, não-frágil e robusto.

Objetivo da Pesquisa:

Criar um sensor multifuncional para avaliar em idosos a fragilidade, baseada em marcador fenótipo e no índice de acúmulo de déficits.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: não existem riscos a integridade física ou psicológica. Os riscos podem ser oriundos de dúvidas ou constrangimentos decorrentes a colocação do sensor.

Benefícios: Objetividade, portabilidade e baixo custo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de relevância com método claro e impacto social.

Endereço: Avenida Prefeito Tuany Toledo, 470

Bairro: Campus Fátima I

CEP: 37.550-000

UF: MG

Município: POUSO ALEGRE

Telefone: (35)3449-9270

E-mail: pesquisa@univas.edu.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS
MÉDICAS DR. JOSÉ ANTÔNIO
GARCIA COUTINHO -



Continuação do Parecer: 2.026.559

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória estão presentes.

Recomendações:

não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto atende aos dispositivos da resolução 466/2012 e pode ser aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Após o término do estudo encaminhar relatório ao CEP.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_883001.pdf	14/04/2017 19:13:23		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Reenvio_Autorizacao.doc	14/04/2017 19:12:44	Jorge Luiz de Carvalho Mello	Aceito
Outros	RESUMO.doc	20/03/2017 12:29:41	Jorge Luiz de Carvalho Mello	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.doc	20/03/2017 12:29:23	Jorge Luiz de Carvalho Mello	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao.doc	20/03/2017 12:27:51	Jorge Luiz de Carvalho Mello	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Jorge.doc	20/03/2017 12:17:05	Jorge Luiz de Carvalho Mello	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	20/03/2017 11:43:59	Jorge Luiz de Carvalho Mello	Aceito
Folha de Rosto	FR.pdf	20/03/2017 11:43:45	Jorge Luiz de Carvalho Mello	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Avenida Prefeito Tuany Toledo, 470

Bairro: Campus Fátima I

CEP: 37.550-000

UF: MG

Município: POUSO ALEGRE

Telefone: (35)3449-9270

E-mail: pesquisa@univas.edu.br

FACULDADE DE CIÊNCIAS
MÉDICAS DR. JOSÉ ANTÔNIO
GARCIA COUTINHO -



Continuação do Parecer: 2.026.559

POUSO ALEGRE, 21 de Abril de 2017

Assinado por:
Rosa Maria do Nascimento
(Coordenador)

Endereço: Avenida Prefeito Tuany Toledo, 470

Bairro: Campus Fátima I

CEP: 37.550-000

UF: MG

Município: POUSO ALEGRE

Telefone: (35)3449-9270

E-mail: pesquisa@univas.edu.br

Anexo 2: Instrumento de Avaliação Cognitiva: Mini-Exame do Estado mental

Adaptado de Lima e Tonello (2008)

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL		P o n t o s
1. Orientação temporal (0-5): ANO - ESTAÇÃO - MÊS - DIA - DIA DA SEMANA		
2. Orientação espacial (0-5): ESTADO - RUA - CIDADE - LOCAL - ANDAR		
3. Registro (0-3): nomear: PENTE - RUA - CANETA		
4. Cálculo- tirar 7 (0-5): 100-93-86-79-65		
5. Evocação (0-3): três palavras anteriores: PENTE - RUA - CANETA		
6. Linguagem 1 (0-2): nomear um RELÓGIO e uma CANETA		
7. Linguagem 2 (0-1): repetir: NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ		
8. Linguagem 3 (0-3): siga o comando: Pegue o papel com a mão direita, dobre-o ao meio, coloque-o em cima da mesa.		
9. Linguagem 4 (0-1): ler e obedecer: FECHÉ OS OLHOS		
10. Linguagem 5 (0-1): escreva uma frase completa		
11. Linguagem 6 (0-1): copiar o desenho.		
		
TOTAL		

Mini Exame do Estado Mental (MEEM)

Instrumentos de Avaliação Cognitiva, Funcional, Comportamental.

Mini Exame do Estado Mental - MEEM.

O teste.

Como se aplica o MEEM

O paciente deve ser deixado à vontade, e não deve sentir-se julgado. Os eventuais erros cometidos por ele durante a prova não devem ser corrigidos, pois esta correção poderá inibi-lo.

Faça as perguntas referentes à orientação. Pergunte também o nome do local onde estão realizando a entrevista e os itens restantes deste tópico. Coloque um ponto para cada resposta correta e zero para as respostas erradas ou não respondidas.

Pergunta do tipo “posso testar sua memória?”, permite que a entrevista ocorra mais informalmente deixando o paciente tranqüilo. Sequencialmente, peça que o paciente repita as três palavras. Marque um ponto para cada resposta correta, zero para incorreta ou se o paciente foi incapaz de repetir as três palavras.

Para os cálculos, mesmo que o paciente erre uma conta intermediária, considere os resultados corretos. Porém, se ao subtrair 7 do resultado errado, ele der uma resposta correta, só considere a errada. Dê um ponto para cada resposta correta. Caso o paciente não conseguir se sair bem nesta prova, peça a ele que soletre a palavra “mundo” de trás para frente.

Peça ao paciente para ler “FECHE OS OLHOS” e fazer o que está sendo pedido. Se ele executar o comando na ordem escrita, dê um ponto.

Peça ao paciente para escrever uma frase, que deve ser espontânea. Deve ser uma frase completa, não valem palavras soltas ou escrever o nome completo.

Para que a cópia do desenho seja considerada correta, é preciso que sejam feitos os 10 lados e, portanto, 10 ângulos. Também é importante que as figuras apareçam intersectadas.

O QUE SIGNIFICA CADA ITEM ORIENTAÇÃO

Este item avalia:

A memória recente, a atenção e a orientação têmporo-espacial.

MEMÓRIA

Neste item testa-se:

A atenção e a memória imediata (de curto prazo ou primária), que tem duração de, aproximadamente, 30 segundos e capacidade limitada a 10 itens.

ATENÇÃO E CÁLCULO

Neste item se avalia:

A capacidade de cálculo, a atenção e a memória imediata e operacional (pré-requisito necessário para realização de cálculos matemáticos).

RETENÇÃO DE DADOS (EVOCAÇÃO)

Neste item se avalia:

memória recente (secundária), que dura de minutos a semanas ou meses.

LINGUAGEM

Avalia-se:

A fala espontânea, a compreensão oral, a repetição, a nomeação, a leitura e a escrita.

NOMEAÇÃO

Neste item avalia-se:

Capacidades de nomeação, compreensão e entendimento do paciente (Afasia nominativa ou, na verdade, agnosia visual).

REPETIÇÃO

Avalia-se:

A discriminação auditiva, a memória imediata e a atenção.

COMANDO VERBAL

Neste item é possível avaliar:

Principalmente a compreensão oral do paciente, devendo-se sempre excluir hipoacusia. Também se testam a memória imediata a praxia, a coordenação e a motricidade.

LEITURA, ORDEM ESCRITA

Avalia-se:

A Capacidade de leitura do paciente, compreensão, memória.

CÓPIA DO DESENHO

Neste item avalia-se:

Orientação visuo-espacial, programação motora e a praxia construtiva.

MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

1) Como o Sr(a) avalia sua memória atualmente?

- (1) muito boa (2) boa (3) regular (4) ruim (5) péssima
(6) não sabe

Total de pontos:

2) Comparando com um ano atrás, o Sr (a) diria que sua memória está:

- (1) melhor (2) igual (3) pior (4) não sabe

Total de pontos:

ORIENTAÇÃO TEMPORAL:

Anote um ponto para cada resposta certa:

3) Por favor, diga-me:

Dia da semana () Dia do mês () Mês () Ano () Hora
aprox. ()

Total de pontos:

ORIENTAÇÃO ESPACIAL:

Anote um ponto para cada resposta certa

4) Responda:

Onde estamos: consultório, hospital, residência ()

Em que lugar estamos: andar, sala, cozinha ()

Em que bairro estamos: ()

Em que cidade estamos ()

Em que estado estamos ()

Total de pontos:

REGISTRO DA MEMÓRIA IMEDIATA:

5) Vou lhe dizer o nome de três objetos e quando terminar, pedirei para repeti-los, em qualquer ordem. Guarde-os que mais tarde voltarei a perguntar: **Arvore, Mesa, Cachorro.**

A () M () C ()

Obs: Leia os nomes dos objetos devagar e de forma clara, somente um a vez e anote. Se o total for diferente de três: - repita todos os objetos até no máximo três repetições; - anote o número de repetições que fez ____; - nunca corrija a primeira parte; anote um ponto para cada objeto lembrado e zero para os que não foram lembrados.

Total de pontos:

ATENÇÃO E CALCULO:

6) Vou lhe dizer alguns números e gostaria que realizasse os seguintes cálculos:

100-7; 93-7; 86-7; 79-7; 72-7;

____; ____; ____; ____; ____.

(93; 86; 79; 72; 65)

Total de pontos:

MEMÓRIA RECENTE:

7) Há alguns minutos, o Sr (a) repetiu uma série de três palavras. Por favor, diga-me agora quais ainda se lembra: A () M () C ()

Obs: anote um ponto para cada resposta correta: Arvore, Mesa, Cachorro.

Total de pontos:

LINGUAGEM:

Anote um ponto para cada resposta correta:

8) Aponte a caneta e o relógio e peça pra nomeá-los: C () R ()

(permita dez segundos para cada objeto)

Total de pontos:

9) Repita a frase que eu vou lhe dizer (pronunciar em voz alta, bem articulada e lentamente)

NEM AQUI, NEM ALÍ, NEM LÁ

Total de pontos:

10) Dê ao entrevistado uma folha de papel, na qual esteja escrito em letras grandes: "FECHE OS OLHOS". Diga-lhe : leia este papel e faça o que está escrito (permita dez segundos).

Total de pontos:

11) Vou lhe dar um papel e quando eu o entregar, pegue com sua mão direita, dobre-o na metade com as duas mãos e coloque no chão.

P () D () C ()

Total de pontos:

12) Pedir ao entrevistado que escreva uma frase em um papel em branco.

O Sr (a) poderia escrever uma frase completa de sua escolha? (contar um ponto se a frase tem sujeito, verbo, predicado, sem levar em conta erros de ortografia ou de sintaxe). Se o entrevistado não fizer corretamente, perguntar-lhe: "Isto é uma frase?" E permitir-lhe corrigir se tiver consciência de seu erro. (máximo de trinta segundos).

Total de pontos:

13) Por favor, copie este desenho. (entregue ao entrevistado o desenho e peça-o para copiar). A ação está correta se o desenho tiver dois pentágonos com intersecção de um ângulo. Anote um ponto se o desenho estiver correto.



Total de pontos:

Obs: Somente as respostas corretas anotadas nas perguntas de 03 a 13 e anote o total. A pontuação máxima é de trinta pontos.

TOTAL

Anexo 3: Instrumento de Avaliação Autorreferida de Fragilidade

Trata-se de instrumento validado para rastreamento por Avaliação Autorreferida da Síndrome de Fragilidade entre Idosos (PALLONI e PELÁEZ, 2003).

O instrumento autorreferido utilizado pode ser aplicado a idosos ou proxi-informantes e foi composto por questões dicotômicas, relacionadas diretamente a cada componente do fenótipo de fragilidade considerado padrão-ouro: perda de peso não intencional, fadiga, baixa atividade física, redução de força e de velocidade de marcha. Manteve-se a classificação proposta no fenótipo: não frágil (nenhum componente identificado); pré-frágil (presença de um ou dois componentes) e frágil (presença de três ou mais componentes). Por tratar-se de instrumento de rastreamento, incluiu-se a categoria processo de fragilização (pré-frágil e frágil).

Componentes da avaliação autorreferida de fragilidade em idosos, São Paulo, SP, 2009:

Componente da fragilidade	Perguntas e respostas
Perda de peso (Pontuava-se neste componente o idoso que referisse mais de 3 kg)	<i>Nos últimos 12 meses, o(a) sr.(a) perdeu peso sem fazer nenhuma dieta?</i> Sim, quantos quilos? Entre 1 kg e 3 kg Mais de 3 kg Não
Redução da força	<i>Nos últimos 12 meses (último ano), o(a) sr.(a) sente mais enfraquecido, acha que sua força diminuiu?</i> Sim Não
Redução da velocidade de caminhada	<i>O(A) sr.(a) acha que hoje está caminhando mais devagar do que caminhava há 12 meses (há um ano)?</i> Sim Não
Baixa atividade física	<i>O(A) sr.(a) acha que faz menos atividades físicas do que fazia há 12 meses (há um ano)?</i> Sim Não
Fadiga relatada (Pontuava-se neste componente o idoso que referisse "algumas vezes" ou "a maior parte do tempo" em pelo menos uma das perguntas)	<i>Com que frequência, na última semana, o(a) sr.(a) sentiu que não conseguiria levar adiante suas coisas (iniciava alguma coisa mas não conseguia terminar):</i> Nunca ou raramente (menos de 1 dia) Poucas vezes (1 - 2 dias) Algumas vezes (3 - 4 dias) A maior parte do tempo <i>Com que frequência, na última semana, a realização de suas atividades rotineiras exigiram do(a) sr.(a) um grande esforço para serem realizadas:</i> Nunca ou raramente (menos de 1 dia) Poucas vezes (1 - 2 dias) Algumas vezes (3 - 4 dias) A maior parte do tempo

Anexo 4: Teste Caminhada 6 minutos – TC6

TESTE DA CAMINHADA 6 MINUTOS			
0 _____	20 _____	40 _____	80 _____
100 _____	120 _____	140 _____	160 _____
180 _____	200 _____	220 _____	240 _____
260 _____	280 _____	300 _____	320 _____
340 _____	360 _____	380 _____	400 _____
420 _____	440 _____	460 _____	480 _____
500 _____	520 _____	540 _____	560 _____
580 _____	600 _____	620 _____	640 _____
660 _____	680 _____	700 _____	720 _____
740 _____	760 _____	780 _____	800 _____

TC6M									
	Repouso	T1'	T2'	T3'	T4'	T5'	T6'	TR1	TR2
FC (bpm)									
SpO2 (%)									
PA (mmHg)		-	-	-	-	-			
Dispneia		-	-	-	-	-			
Fadiga		-	-	-	-	-			
FR (irpm)		-	-	-	-	-			
Distância (m)	-							-	-
Distância por minuto (m)	-							-	-
Velocidade (m/s)	-							-	-
Velocidade por minuto (m/s)	-							-	-

OBSERVAÇÕES:

APÊNDICES

Apêndice 1: Termos de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

RESOLUÇÃO CNS Nº 466/12

Eu, Jorge Luiz de Carvalho Mello, aluno do Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas à Saúde, da Universidade do Vale do Sapucaí, orientado pelas professoras Diba Maria Sebba Tosta de Souza, Daniela Francescato Veiga e pelo professor Vitor Ângelo Carluccio Galhardo, juntamente com os professores e alunos da UNIFEI, estamos realizando uma pesquisa intitulada: “Protótipo de sensor multifuncional para análise da Fragilidade e seus componentes em idosos”. Os objetivos são criar um protótipo de sensor multifuncional para avaliar em idosos a fragilidade, baseada em marcador fenótipo e no índice de acúmulo de déficits e validar o uso desse equipamento na população idosa para identificá-la entre frágil, não-frágil e robusta. Esse estudo proporcionará o conhecimento sobre a fragilidade do paciente idoso, sobretudo em seu aspecto preventivo e de intervenção precoce, de modo a reduzir os desfechos adversos dela decorrentes.

Todas as informações serão mantidas em sigilo e você não será identificado (a) pelo seu nome. É importante você saber também, que a qualquer momento poderá deixar de participar do estudo, se assim o desejar.

O presente estudo será realizado em local adequado e privado para que você sinta-se tranquilo e preservando a sua imagem.

Este estudo poderá trazer risco mínimo como o incômodo no momento de aplicação dos instrumentos e da colocação de um sensor na coxa do participante, porém, o pesquisador terá o cuidado para que isso não ocorra.

Este termo de consentimento é o documento que comprova a permissão do (a) senho (ra). Agradecemos desde já sua valiosa colaboração e colocamo-nos à disposição, para outros esclarecimentos que se fizerem necessários.

A seguir, será apresentada uma Declaração e, se o (a) senhor (a) estiver de acordo com o conteúdo dela, após sua leitura e concordância, deverá assiná-la.

DECLARAÇÃO

Por me achar plenamente esclarecido e de perfeito acordo com o que me foi informado, eu aceito e confirmo a minha participação nesta pesquisa e por isto lavrarei abaixo a minha assinatura. Para tanto, declaro que como participante desta pesquisa, estou ciente dos seus objetivos, das realizações das fotos.

Se necessitar de alguma informação complementar poderei recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa Associação de Educação, Saúde e Cultura, da UNIVAS, MG. Para outras possíveis informações e retirada de dúvidas recebi as informações necessárias para entrar em contato por meio do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Sapucaí (35) 34499271.

Pouso Alegre, ____ de _____ de 2018.

Pesquisador

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

Apêndice 2: Questionário registro de dados contendo 4 partes:

1- Sociodemográfico

2- Clínica

3- Resultados dos instrumentos

4- Resultados dos sensores

QUESTIONÁRIO

1- SOCIODEMOGRÁFICO

Identificação do idoso por número:	
Idade:	Data de Nascimento
Sexo:	
Instituição onde Vive:	Data da aplicação:

1-Estado Civil:

()Solteiro

() Viúvo

()Casado

()Outro: _____

() Divorciado

2- Escolaridade: () < 8 anos de escolaridade () > ou = 8 anos de escolaridade

3- Tem renda? () sim () não

() 1 salário mínimo

() 2 a 3 salários mínimos

() > 3 salários mínimos

4-Possui:

Filhos: ()Sim ()Não

Quantos Filhos: _____

Esposa/companheira: ()Sim ()Não

Parentes: ()Sim ()Não

2-CLÍNICOS

5- Apresentou alguma queda nos últimos 6 meses?

() Sim

() Não

6- Atividade física: () Sim () Não

7- Medicamentos em uso (descrever):

8- Comorbidades (descrever):

9- Peso: _____ (Kg)/ Estatura _____ (cm)

IMC: _____ (Kg/m²)

3- RESULTADOS DOS INSTRUMENTOS

10-Resultado do MEEM:

Total de

pontos: _____

11- Resultado Instrumento de avaliação autorreferida de fragilidade:

Total de

pontos: _____

12- Circunferência da

panturrilha: _____

RESULTADOS DOS SENSORES

13- Avaliação do Sensor Multiparamétrico:

-coletor de dados Esp8266 (seta verde)

-sensor do tipo acelerômetro/giroscópio (seta

laranja) _____

-sensor do tipo termômetro (seta

amarela) _____

- sensor de peso (seta

vermelha) _____

-sensor do tipo oxímetro/frequencímetro (seta

azul) _____

14. Resultado do Instrumento de avaliação autorreferida de fragilidade

- presença de três ou mais critérios classifica o idoso como frágil:

Sim _____ Não _____

- presença de um ou dois classifica os mesmos como pré-frágeis:

Sim _____ Não _____

- ausência dos critérios classifica os mesmos como não-frágil ou robusto:

Sim _____ Não _____

Apêndice 3: Termo de Confidencialidade



TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Eu, _____,
nacionalidade _____, estado civil _____, profissão _____,
CPF/MF sob o nº _____, abaixo firmado, assumo o compromisso de manter
confidencialidade e sigilo sobre todas as informações técnicas e outras relacionadas ao estudo
desenvolvido no âmbito do Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas à Saúde da Universidade do
Vale do Sapucaí (UNIVÁS): “Protótipo de sensor para análise da fragilidade em idosos”,
desenvolvido por Jorge Luiz de Carvalho Mello sob a orientação da Professora Diba Maria Sebba
Tosta de Souza, concordo e comprometo-me em caráter irrevogável e irretratável.

Por este Termo de Confidencialidade comprometo-me:

1. a não utilizar as informações a que tiver acesso, para gerar benefício próprio exclusivo e/ou unilateral, presente ou futuro, ou para uso de terceiros;
2. a não efetuar nenhuma gravação ou cópia da documentação a que tiver acesso relacionada ao projeto acima mencionado;
3. a não apropriar-me para mim ou para outrem da íntegra ou de parte(s) do projeto;
4. a não repassar o conhecimento das Informações contidas no referido projeto;
5. a não divulgar ou apropriar-me para mim ou para outrem qualquer informação obtida ou ideia discutida em reunião referente ao Mestrado.

A vigência da obrigação de confidencialidade, assumida pela minha pessoa por meio deste termo, terá validade enquanto o projeto ou ideia não for tornado de conhecimento público por qualquer outra pessoa, ou ainda, mediante autorização escrita, concedida à minha pessoa pelas partes interessadas neste termo.

A reprodução do projeto, na íntegra ou em parte, só pode ser realizada mediante autorização escrita, concedida à minha pessoa pelas partes interessadas neste termo.

Por este instrumento reconheço, ainda, que a violação da minha obrigação de sigilo acarretará prejuízos irreparáveis à UNIVÁS e que, ao deixar de cumprir com meu dever de confidencialidade, estarei sujeito (a) às sanções aplicáveis à espécie, na sua máxima extensão, incluindo, mas não se limitando a, perdas e danos e lucros cessantes, além das sanções criminais cabíveis.

A obrigação de sigilo não se aplica àquelas informações ou dados que sejam comprovadamente de conhecimento público por ação da titular da informação ou cuja divulgação seja obrigatória por força de lei ou ordem emitida por autoridade judiciária competente, sendo certo que neste último comprometo-me a comunicar imediatamente a UNIVÁS sobre a obrigação de divulgação e auxiliá-la na adoção das medidas judiciais cabíveis à preservação do sigilo.

Local e data:

Nome: _____

Assinatura: _____

TESTEMUNHAS:

1. Nome: _____

Assinatura: _____

CPF: _____

2. Nome: _____

Assinatura: _____

CPF: _____

Apêndice 4:

Tabelas

Tabela 12 – Estado civil dos idosos participantes do teste do sensor multifuncional

	Estado Civil											
	Solteiro			Viúvo			Divorciado			Total		
	n	Média	Desvio- Padrão	n	Média	Desvio- Padrão	N	Média	Desvio- Padrão	n	Média	Desvio- Padrão
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) – média	1	258 37,9	.	2	285 03,3	549, 2	1	311 28,9	.	4	284 93,3	218 3,2
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) – média	1	588 13,6	.	2	581 18,7	283 5,2	1	544 46,1	.	4	573 74,2	256 8,5
Aceleração no eixo Z (Vertical) – média	1	144 54,7	.	2	158 24,7	510, 2	1	153 22,4	.	4	153 56,6	710, 2
Giro no eixo X – média	1	371 28,1	.	2	330 83,9	36,1	1	328 56,5	.	4	340 38,1	206 2,8
Giro no eixo Y – média	1	242 90,4	.	2	290 12,9	284 5,4	1	215 26,1	.	4	259 60,6	404 9,0
Giro no eixo Z – média	1	351 77,5	.	2	301 09,3	167 2,0	1	370 46,3	.	4	331 10,6	367 7,5
Temperatura Ambiente – média	1	32,0 8	.	2	32,2	,2	1	32,8	.	4	32,3	,3
Temperatura Corporal – média	1	32,7 8	.	2	33,4	,0	1	34,6 4	.	4	33,5	,7
Peso equivalente à contração do músculo da coxa – média	1	174, 8	.	2	137, 8	70,6	1	177, 0	.	4	156, 9	46,3

Tabela 13 – Renda familiar dos idosos participantes do teste do sensor multifuncional

	Tem renda?								
	1 salário mínimo			2 a 3 salários mínimos			Total		
	N	Média	Desvi o- Padrã o	n	Média	Desvi o- Padrã o	n	Média	Desvi o- Padrã o
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) - média	3	27614 ,8	1587, 1	1	31128 ,9	.	4	28493 ,3	2183, 2
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) - média	3	58350 ,3	2044, 5	1	54446 ,1	.	4	57374 ,2	2568, 5
Aceleração no eixo Z (Vertical) - média	3	15368 ,1	869,4	1	15322 ,4	.	4	15356 ,6	710,2
Giro no eixo X - média	3	34432 ,0	2335, 0	1	32856 ,5	.	4	34038 ,1	2062, 8
Giro no eixo Y - média	3	27438 ,7	3388, 5	1	21526 ,1	.	4	25960 ,6	4049, 0
Giro no eixo Z - média	3	31798 ,7	3155, 9	1	37046 ,3	.	4	33110 ,6	3677, 5
Temperatura Ambiente – média	3	32,1	,1	1	32,8	.	4	32,3	,3
Temperatura Corporal – média	3	33,2	,3	1	34,6	.	4	33,5	,7
Peso equivalente à contração do músculo da coxa - média	3	150,1	54,3	1	177,0	.	4	156,9	46,3

Tabela 14 – Idosos participantes do teste do sensor multifuncional que possui filhos

	Possui filhos?								
	Sim			Não			Total		
	n	Média	Desvio-Padrão	N	Média	Desvio-Padrão	n	Média	Desvio-Padrão
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) - média	3	29378,5	1564,8	1	25837,9	.	4	28493,3	2183,2
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) – média	3	56894,5	2918,0	1	58813,6	.	4	57374,2	2568,5
Aceleração no eixo Z (Vertical) - média	3	15657,3	462,9	1	14454,7	.	4	15356,6	710,2
Giro no eixo X – média	3	33008,1	133,7	1	37128,1	.	4	34038,1	2062,8
Giro no eixo Y – média	3	26517,3	4767,8	1	24290,4	.	4	25960,6	4049,0
Giro no eixo Z – média	3	32421,6	4175,9	1	35177,5	.	4	33110,6	3677,5
Temperatura Ambiente - média	3	32,4	,4	1	32,0	.	4	32,3	,3
Temperatura Corporal - média	3	33,8	,7	1	32,7	.	4	33,5	,7
Peso equivalente à contração do músculo da coxa – média	3	150,9	54,8	1	174,8	.	4	156,9	46,3

Tabela 15 – Idosos participantes do teste do sensor multifuncional que possui filhos parentes

	Possui parentes?								
	Sim			Não			Total		
	n	Mé- di- a	Desvi o- Padrã o	n	Mé- di- a	Desvi o- Padrã o	n	Mé- di- a	Desvi o- Padrã o
Aceleração no eixo X (direção para frente da pessoa) – média	3	27614,8	1587,1	1	31128,9	.	4	28493,3	2183,2
Aceleração no eixo Y (direção para esquerda da pessoa) – média	3	58350,3	2044,5	1	54446,1	.	4	57374,2	2568,5
Aceleração no eixo Z (Vertical) – média	3	15368,1	869,4	1	15322,4	.	4	15356,6	710,2
Giro no eixo X – média	3	34432,0	2335,0	1	32856,5	.	4	34038,1	2062,8
Giro no eixo Y – média	3	27438,7	3388,5	1	21526,1	.	4	25960,6	4049,0
Giro no eixo Z – média	3	31798,7	3155,9	1	37046,3	.	4	33110,6	3677,5
Temperatura Ambiente - média	3	32,16	,1	1	32,89	.	4	32,3	,395
Temperatura Corporal – média	3	33,2	,3	1	34,6	.	4	33,5	,7
Peso equivalente à contração do músculo da coxa – média	3	150,1	54,3	1	177,0	.	4	156,9	46,3

Apêndice 5: Fotos do Sensor



Figura 11 - Demonstrativo da colocação do sensor acoplado ao computador, em perna esquerda do idoso sentado, antes do início da caminhada para fazer o teste



Figura 12 - Demonstrativo da colocação do sensor em perna esquerda do idoso sentado, antes do início da caminhada para fazer o teste



Figura 13 - Demonstrativo do sensor acoplado a um computador, em perna esquerda do idoso em movimento, caminhando e fazendo o teste



Figura 14 - Demonstrativo da colocação do sensor acoplado ao computador, em perna esquerda da idosa sentada, antes do início da caminhada para fazer o teste



Figura 15 - Demonstrativo do sensor acoplado a um computador, em perna esquerda da idosa em posição ortostática para o início da caminhada para fazer o teste



Figura 16 - Demonstrativo do sensor acoplado a um computador, em perna esquerda da idosa em movimento, caminhando com o auxílio de órtese e fazendo o teste

NORMAS ADOTADAS

DeCS - Descritores em Ciências da Saúde. Disponível em: <http://www.decs.bvs.br>

ICMJE – International Committee of Medical Journal Editor Standard. Disponível em:
<http://www.icmje.org/>

MPCAS – Elaboração e Formatação do Trabalho de Conclusão de Curso. Univás