

Publication status: Not informed by the submitting author

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A DEVICE FOR MEASURING FLEXIBILITY THROUGH ACCELEROMETER IN CHILDREN

Marilene Ferreira de Lima Oliveira, Alessandro Pereira da Silva, André Roberto Fernandes da Silva, Luan de Almeida Moura, Terigi A. Scardovelli, Silvia C. Martini, Silvia Regina Matos da Silva Boschi

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.6070>

Submitted on: 2023-05-15

Posted on: 2023-05-18 (version 1)

(YYYY-MM-DD)

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM DISPOSITIVO PARA MENSURAÇÃO DA FLEXIBILIDADE POR MEIO DO ACELERÔMETRO EM CRIANÇAS

MARILENE FERREIRA DE LIMA OLIVEIRA¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0457-5840>
marilenefl@umc.br

ALESSANDRO PEREIRA DA SILVA²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4766-8617>
alessandrops@umc.br

ANDRÉ ROBERTO FERNANDES DA SILVA³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9128-9086>
AndreRobertoFernandes@gmail.com

LUAN DE ALMEIDA MOURA⁴

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9148-7691>
luanm213@gmail.com

TERIGI A. SCARDOVELLI⁵

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6523-9376>
terigiscardovelli@umc.br

SILVIA C. MARTINI⁶

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3442-9932>
silviac@umc.br

SILVIA REGINA MATOS DA SILVA BOSCHI⁷

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8125-8844>
boschi@umc.br

¹ Doutora em Engenharia Biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

² Doutor em Engenharia Biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

³ Doutor em Engenharia Biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

⁴ Doutorando em Engenharia Biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

⁵ Doutor em Engenharia Biomédica Universidade de Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

⁶ Doutora em Engenharia Biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

⁷ Doutora em Engenharia Biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

RESUMO: Os objetivos deste estudo foram desenvolver e validar um dispositivo computadorizado para mensurar a flexibilidade articular; mensurar a flexibilidade em crianças no ensino fundamental de 8 a 10 anos por meio do banco de Wells; comparar os dados alcançados pelo banco de Wells e o dispositivo computadorizado desenvolvido no presente estudo e avaliar a usabilidade do dispositivo. Participaram desta pesquisa 215 voluntários, com idade de 8 a 10 anos, sendo 63,72% (137) do sexo feminino e 36,28% (78) do sexo masculino, devidamente matriculados em uma instituição de ensino na região do Alto Tietê. Para coleta de dados, os voluntários realizaram o teste de flexibilidade utilizando o banco de Wells e o dispositivo computadorizado desenvolvido nessa pesquisa para avaliar a flexibilidade. O dispositivo foi confeccionado numa impressora de tecnologia de impressão 3D. Foi realizada uma avaliação da usabilidade com 15 professores de Educação Física para o produto desenvolvido através do questionário de usabilidade baseado no formulário System Usability Scale (SUS) que contém 10 questões de múltipla-escolha. Os dados obtidos pelas medidas objetivas determinadas foram avaliados quanto à frequência, média e desvio padrão. Foram calculadas as médias aritmética das três medidas realizadas em cada etapa. Para investigação realizou-se os testes de Mann-Whitney e de Kruskal-Wallis e a correlação de Spearman.

Para todas as análises foi considerado diferenças significativas $p < 0,05$. Conclui-se que o dispositivo computadorizado para mensurar a flexibilidade articular é capaz de avaliar em graus a amplitude de movimento, e foi qualificado de fácil manuseio pelos profissionais da área da educação física.

Palavras-chave: Amplitude de movimento, flexibilidade, dispositivo, avaliação.

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A DEVICE FOR MEASURING FLEXIBILITY THROUGH ACCELEROMETER IN CHILDREN

ABSTRACT: The objectives of this study were to develop and validate a computerized device to measure joint flexibility; to measure flexibility in children in elementary school aged 8 to 10 years using the Wells bank; to compare the data obtained by the Wells bank and the computerized device developed in the present study and evaluate the usability of the device. 215 volunteers participated in this research, aged between 8 and 10 years, 63.72% (137) were female and 36.28% (78) were male, duly enrolled in an educational institution in the Alto Tietê region. For data collection, the volunteers performed the flexibility test using the Wells bank and the computerized device developed in this research to assess flexibility. The computerized device it was made on a 3D printing technology printer. A usability evaluation was carried out with 15 Physical Education teachers for the product developed through a usability questionnaire based on the System Usability Scale (SUS) form, which contains 10 multiple-choice questions. The data obtained by the objective measures determined were evaluated in terms of frequency, mean and standard deviation. The arithmetic means of the three measurements performed at each stage were calculated. Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests and Spearman's correlation were performed for the investigation. For all analyses, significant differences were considered $p < 0.05$. It is concluded that the computerized device to measure joint flexibility is capable of evaluating the range of motion in degrees, and was qualified as easy to handle by professionals in the field of physical education.

Keywords: Range of motion, flexibility, device, evaluation.

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN DISPOSITIVO PARA MEDIR LA FLEXIBILIDAD MEDIANTE ACCELERÓMETRO EN NIÑOS

RESUMEN: Los objetivos de este estudio fueron desarrollar y validar un dispositivo computadorizado para medir la flexibilidad articular; medir la flexibilidad en niños en la escuela primaria de 8 a 10 años a través del banco Wells; comparar los datos obtenidos por la base de datos Wells y el dispositivo computadorizado desarrollado en el presente estudio y evaluar la usabilidad del dispositivo. Un total de 215 voluntarios participaron en esta investigación, con edades de 8 a 10 años, 63,72% (137) mujeres y 36,28% (78) hombres, debidamente matriculados en una institución educativa de la región del Alto Tietê. Para la recolección de datos, los voluntarios realizaron la prueba de flexibilidad utilizando la base de datos Wells y el dispositivo computadorizado desarrollado en esta investigación para evaluar la flexibilidad. El dispositivo fue hecho de una impresora de tecnología de impresión 3D. Se realizó una evaluación de usabilidad con 15 profesores de Educación Física para el producto desarrollado a través del cuestionario de usabilidad basado en el formulario System Usability Scale (SUS) que contiene 10 preguntas de opción múltiple. Los datos obtenidos por las mediciones objetivas determinadas fueron evaluados para la frecuencia, media y desviación estándar. Se calcularon las medias aritméticas de las tres mediciones realizadas en cada etapa. Las pruebas de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis y la correlación de Spearman se realizaron para la investigación. Para todos los análisis, se consideraron diferencias significativas $p < 0,05$. Se concluye que el dispositivo computadorizado para medir la flexibilidad articular es capaz de evaluar el rango de movimiento en grados, y fue calificado fácil de manejar por profesionales de la educación física.

Palabras clave: Rango de movimiento, flexibilidad, dispositivo, evaluación.

INTRODUÇÃO

A flexibilidade articular tem sido definida como a amplitude de movimento disponível por parte de uma articulação, amplitude essa que depende da extensibilidade dos músculos (SANTOS COELHO, 2008).

No entanto, a flexibilidade de acordo com Heyward (2011), é um importante componente da aptidão física relacionado à saúde. O mesmo autor diz que níveis adequados de flexibilidade são indispensáveis para manter a independência funcional e o desempenho de atividades no cotidiano.

A flexibilidade consiste na competência de uma articulação, ou várias articulações, mover-se ao longo de uma amplitude de movimento (ADM) completa sem lesão, e ela pode ser dividida em flexibilidade estática que é a medida da ADM total na articulação, sendo limitada pela extensibilidade da unidade musculotendínea; e a flexibilidade dinâmica que é a medida da taxa de torque ou resistência desenvolvida durante o alongamento em toda a ADM (HEYWARD, 2011).

Corroborando Figueira (2018), também complementa que a flexibilidade é uma qualidade física encarregada pela realização de movimentos de amplitude máxima, dentro dos limites anatômicos, sem o risco de gerar lesões no aparelho locomotor.

Por ser uma capacidade física que é necessária para o ser humano, foram desenvolvidos alguns métodos para auxiliar a mensuração da flexibilidade, mas para que possa ser utilizado é necessário que ele forneça medidas confiáveis e padronizadas. Dantas (2018), cita alguns destes métodos, como os testes lineares sentar e alcançar “*seat and reach test*” (JOHNSON e NELSON, 1979), extensão de tronco e pescoço “*trunk-and-neck extension test*” (JOHNSON e NELSON, 1979), teste de rotação de ombro (TRITSCHLER, 2003; JOHNSON e NELSON, 1986); os testes adimensionais, como: flexiteste; normalflex e testes angulares como a fleximetria e a goniometria.

Os testes de flexibilidade têm sido incluídos na maioria das baterias de testes de aptidão física relacionada à saúde, pois acredita-se ser uma capacidade que pode auxiliar os indivíduos em suas tarefas, porém para avaliar completamente a complexidade da flexibilidade, é preciso conhecer a anatomia das articulações e dos músculos. Desta forma Gaya (2021), afirma que a avaliação da aptidão física para o desempenho motor pode ser referenciada a normas estatísticas. E que estas variáveis observadas de maneira independente, são indicadores de probabilidade de um desempenho esportivo de qualidade.

Desta maneira, o goniômetro universal também é um instrumento para mensuração da flexibilidade, ele parece um transferidor constituído por dois braços de aço ou plástico que medem o ângulo da articulação nas extremidades da ADM. Este é um equipamento de medida do ângulo articular que apresenta confiabilidade e validade para medidas planares de movimento, sendo considerado padrão ouro na medida de ADM (GAJDOSIKRIC e BOHANNON, 1987).

O inclinômetro é outro tipo de goniômetro dependente da gravidade, e para utilizá-lo, deve ser segurado pela extremidade distal do segmento corporal. O inclinômetro mede o ângulo entre o eixo longo do segmento em movimento e a linha de gravidade (HEYWARD, 2011).

O autor ainda cita que outro instrumento utilizado para medir a ADM é o flexômetro, esse aparelho consiste em um mostrador de 360° e um ponteiro. A ADM é medida em relação à força da gravidade no mostrador e no ponteiro. Também para mensuração, utiliza-se com frequência o Banco de Wells, onde o indivíduo senta-se com os membros inferiores juntos, os joelhos estendidos e as plantas

dos pés colocadas contra a borda da caixa. O participante tenta alcançar lentamente a frente o mais distante possível ao longo do topo do banco, conservando as duas mãos paralelas, não podendo flexionar os joelhos, deverá manter esta posição momentaneamente.

A motivação em realização a esta pesquisa se deu a partir de uma inquietude ao pesquisar sobre os diversos aparelhos de medidas angulares, lineares e adimensionais que são utilizados para a mensuração da flexibilidade nas pessoas e encontrar uma forma de mensuração que consiga quantificar essas medidas, melhorando a precisão em um mesmo dispositivo tecnológico e funcional, pois o mesmo tem a unidade de medida direta, que é em ângulo.

Estes instrumentos para a mensuração da flexibilidade são métodos eficazes, no entanto dependendo da quantidade de pessoas a serem avaliadas o avaliador perde um significativo tempo para sua medição, por isso é necessária validação de um outro instrumento que seja mais rápido e também confiável para a mensuração da flexibilidade.

Esta pesquisa terá relevância no campo de atuação da saúde e educação, pois irá colaborar com os profissionais das áreas facilitando o trabalho em suas aferições junto a seus pacientes e estudantes durante as mensurações dos movimentos para a coleta de dados sobre a flexibilidade.

O dispositivo desenvolvido nesta pesquisa tem por objetivo mensurar a amplitude do Movimento (ADM), onde seu funcionamento será por meio da recepção de informações através de um sistema que captura as medidas angulares, para que posteriormente possam ser interpretadas.

MÉTODOS

Este artigo faz parte da tese de doutoramento da primeira autora.

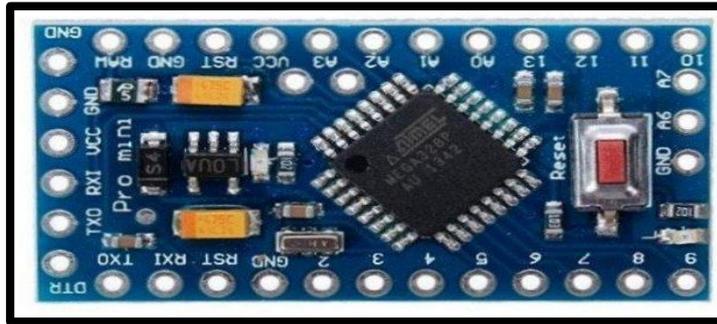
Proposta do dispositivo

A proposta dessa pesquisa foi desenvolver um dispositivo computadorizado para rastreamento de movimentos funcionais com representação tridimensional para medir a flexibilidade. Foram utilizados componentes eletrônicos, com *plugs* para terminal de jumper, e utilização do software Python para a criação da linguagem do dispositivo.

Componentes eletrônicos utilizados no dispositivo Microcontrolador

Para o desenvolvimento do dispositivo foi selecionado o controlador Arduino Pro mini, um microcontrolador baseado no Atmega328 com Clock de 8 MHz. Este microcontrolador é indicado para aplicações permanentes e semipermanentes, possui 14 entradas e saídas digitais e possui o módulo embutido de comunicação I2C, além de seu tamanho ser reduzido, auxiliando a estrutura do encapsulamento do sensor (Figura 14).

Figura 14: Arduino Pro mini Atmega328 de com Clock de 8 MHz

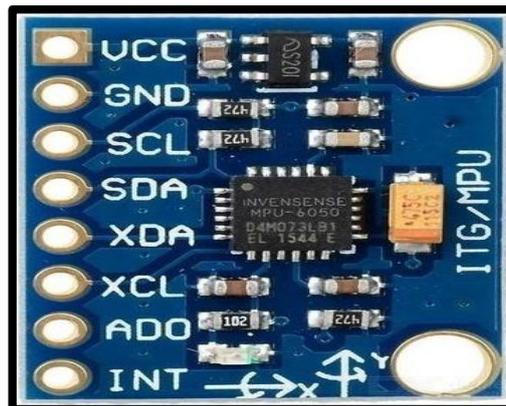


Fonte: <https://www.google.com.br>

Sensor MPU-6050

Para aquisição dos dados inerciais, foi escolhido o módulo GY-521 do fabricante InvenSense que possui 6 eixos, no qual 3 eixos ao giroscópio e 3 eixos acelerômetro de alta precisão baseado em MEMS. Possui, internamente, um conversor A/D de 16 para que os dados sejam captados. Este sensor possui comunicação em barramento I2C (*Inter-Integrated Circuit*). Para a frequência utilizada o comunicador Bluetooth foi configurado a um BAUDRATE de 9.600 (Figura 15).

Figura 15: Sensor MPU-6050



Fonte: <https://www.google.com.br/>

Bateria

Foi selecionada a bateria de lítio as quais podem ser recarregadas, possuem uma massa pequena e capaz de produzir 3,7 V 350mA (Figura16).

Figura 16: Bateria de lítio

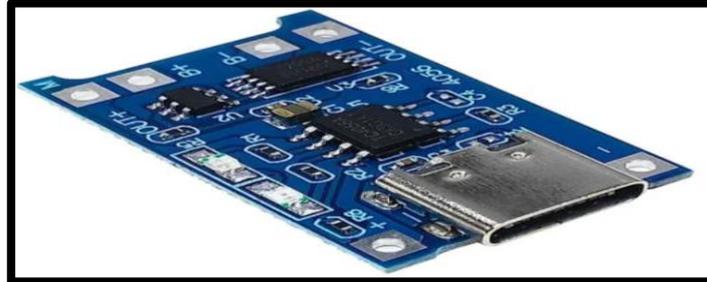


Fonte: <https://www.google.com.br>

Módulo do Carregador

O módulo do carregador TP4056 é linear, com corrente/tensão constante para baterias de íon-lítio de célula única tornam o TP4056 ideal para aplicações portáteis (Figura 17).

Figura 17: Módulo do carregador TP4056

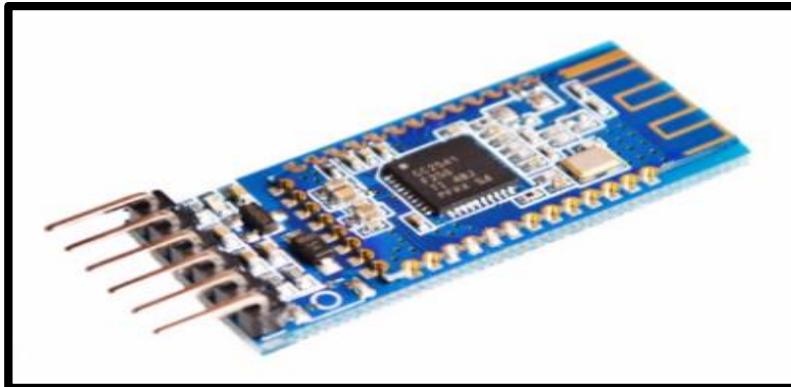


Fonte: <https://www.google.com.br>

Módulo Bluetooth HC-05

O módulo HC-05 utiliza o protocolo de porta serial (SPP), projetado para a configuração transparente da conexão serial sem fio. O módulo Bluetooth da porta serial é a Modulação de 3 Mbps com transceptor de rádio completo de 2,4 GHz (Figura 18).

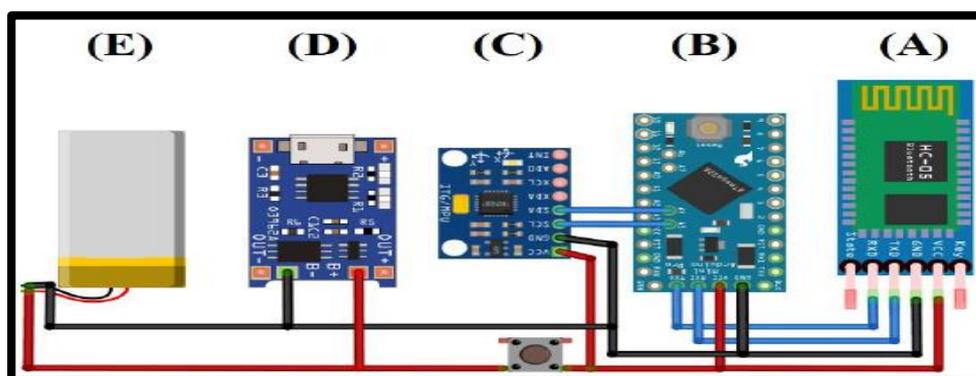
Figura 18: Módulo Bluetooth HC-05



Fonte: <https://www.google.com.br>

Os valores dos componentes eletrônicos utilizados no dispositivo são de baixo custo, tornando-o acessível para as unidades escolares: Módulo HC-05 (30,00); Arduino Pro Mini; (28,00); MPU-6050; (18,00); TP-4056; (10,00); Bateria de Li-Po (28,00) (Figura 19).

Figura 19: Montagem eletrônica do sistema de mensuração Diagrama do sistema de mensuração. (A): módulo HC-05; (B): Arduino Pro Mini; (C): MPU-6050; (D): TP-4056; (E): Bateria de Li-Po.



Fixação do dispositivo

Para fixação da caixa do dispositivo no indivíduo foi utilizada uma bandagem elástica (Figura 20). É um tipo de bandagem elástica esportiva, conhecida como *Kinesio Taping*, antialérgica e de fácil aderência a pele.

Segue abaixo as características do fabricante:

- Composição: 97 % algodão, 3% lycra spandex, Adesivo Acrílico, sem Látex
- Medidas: 5 cm x 5 metros
- Cadastro ANVISA número: 25351.151510/2014-69

A bandagem foi fixada no indivíduo a fim de fixar o dispositivo computadorizado construído com sensores (Acelerômetro), onde os mesmos farão a leitura para mensuração da flexibilidade. Esta bandagem elástica para nosso estudo foi adequada, pois a mesma mostra-se eficaz na captação dos resultados durante a realização dos movimentos, assim como a segurança dos voluntários pois a mesma é descartável.

Figura 20: Bandagem - *Kinesio Taping*



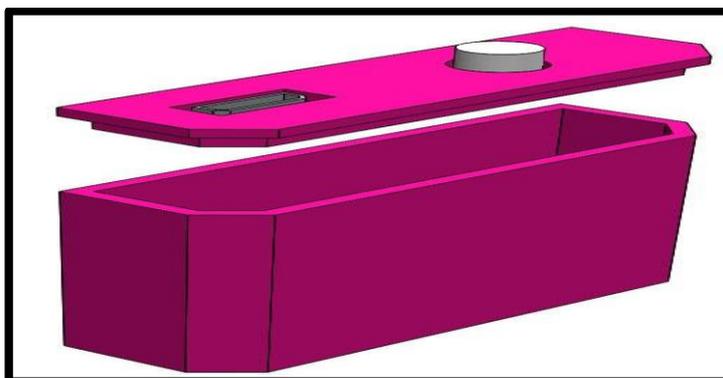
Comunicação dos componentes eletrônicos

Após a definição dos componentes que foram utilizados na montagem do dispositivo de mensuração, foi definido o método de comunicação entre os componentes e alimentação, que é o módulo *bluetooth* H-05.

Estrutura de acomodação dos componentes eletrônicos

Foram construídos protótipos virtuais que melhor realizasse a acomodação dos componentes eletrônicos. A caixa de acomodação foi desenvolvida em impressão 3 D para facilitar seu manuseio e higienização (Figura 21).

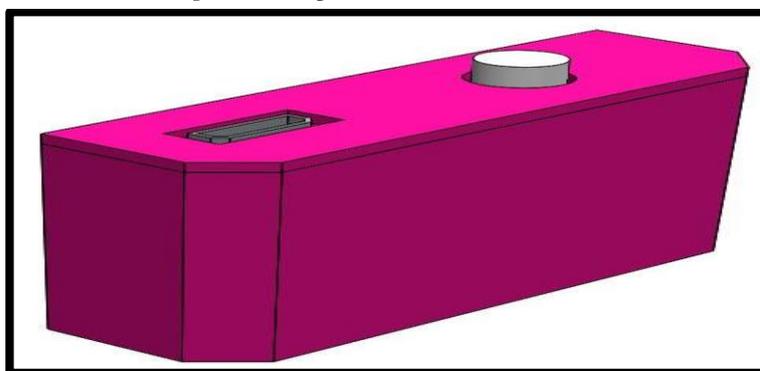
Figura 21: Protótipo virtual do dispositivo de mensuração



Dispositivo de mensuração

Após o desenvolvimento do protótipo, chegou-se ao resultado de um dispositivo de mensuração compacto com medidas de 5.9 por 6.3 cm (Figura 22).

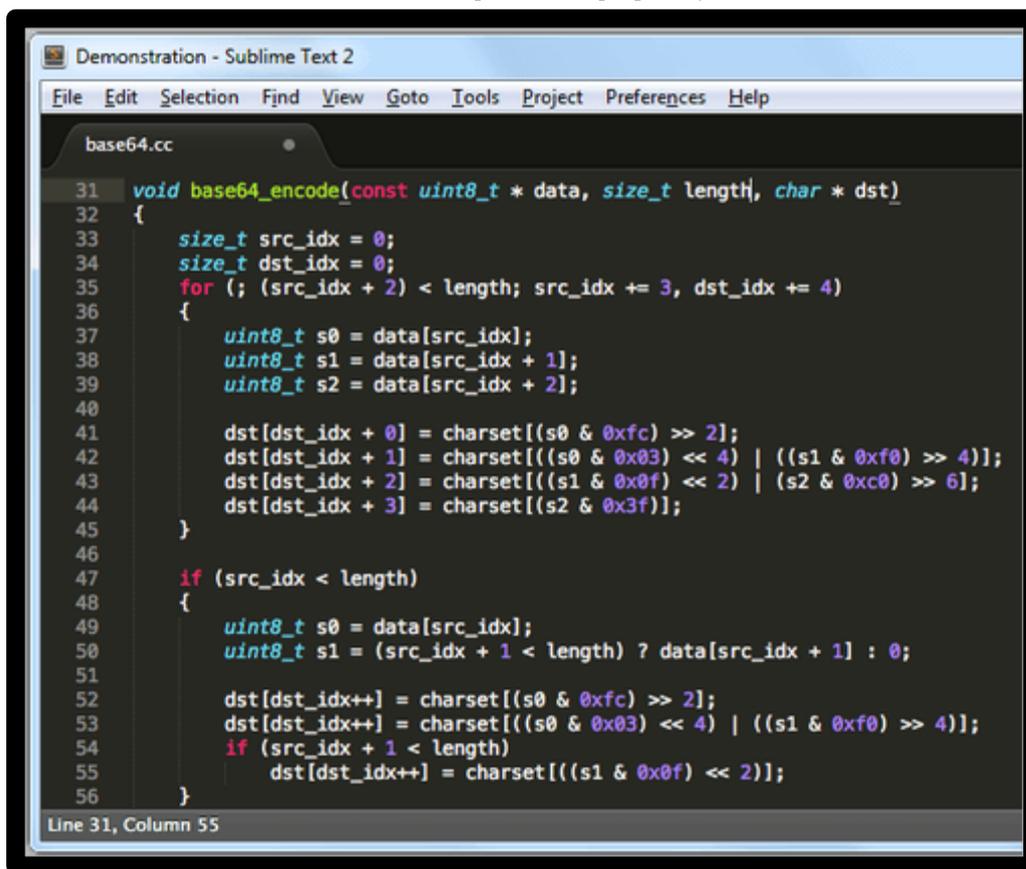
Figura 22: Dispositivo final confeccionado



Funcionamento do dispositivo - Linguagem Python

A linguagem Python se deu pela facilidade de programação e versatilidade (Figura 23). É uma linguagem de uso geral, que pode ser utilizada para diversas aplicações. Exibe uma sintaxe simples, transformando os programas mais legíveis, o que também facilita o aprendizado da linguagem. Possui listas, dicionários e tuplas (assim como a lista, é um conjunto sequencial de valores, onde cada valor é identificado através de um índice) como estruturas de dados pré-definidas. A principal diferença entre elas é que as tuplas são imutáveis. É uma linguagem multiparadigma que suporta os paradigmas de programação procedural, funcional e orientado a objetos (FRANCO, 2016).

Figura 23: Linguagem Python

The image shows a screenshot of a Sublime Text 2 editor window titled "Demonstration - Sublime Text 2". The window contains a C source file named "base64.cc". The code is a function named "base64_encode" that takes three arguments: a pointer to a byte array "data", its length "length", and a destination character array "dst". The function implements a standard base64 encoding algorithm. It uses a loop to process three bytes at a time from the source data and writes four characters to the destination. The code uses bitwise operations to shift and mask bits from the source bytes to produce the output characters. The editor interface includes a menu bar with options like File, Edit, Selection, Find, View, Goto, Tools, Project, Preferences, and Help. The status bar at the bottom indicates "Line 31, Column 55".

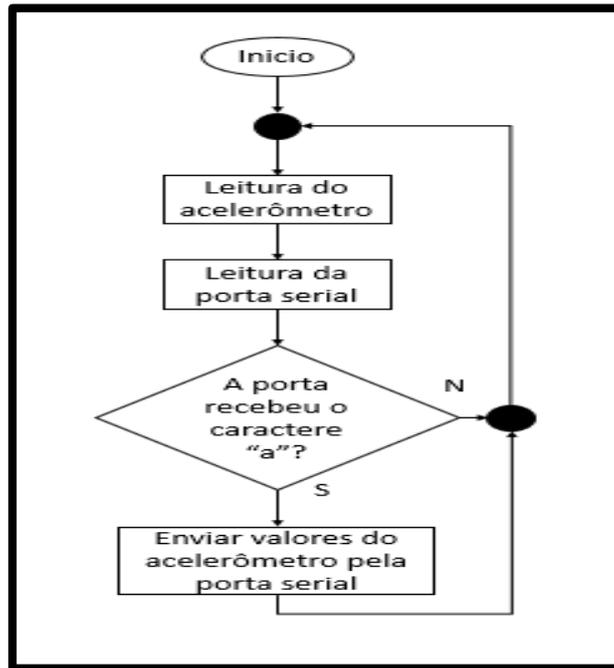
```
31 void base64_encode(const uint8_t * data, size_t length, char * dst)
32 {
33     size_t src_idx = 0;
34     size_t dst_idx = 0;
35     for (; (src_idx + 2) < length; src_idx += 3, dst_idx += 4)
36     {
37         uint8_t s0 = data[src_idx];
38         uint8_t s1 = data[src_idx + 1];
39         uint8_t s2 = data[src_idx + 2];
40
41         dst[dst_idx + 0] = charset[(s0 & 0xfc) >> 2];
42         dst[dst_idx + 1] = charset[((s0 & 0x03) << 4) | ((s1 & 0xf0) >> 4)];
43         dst[dst_idx + 2] = charset[((s1 & 0x0f) << 2) | (s2 & 0xc0) >> 6];
44         dst[dst_idx + 3] = charset[(s2 & 0x3f)];
45     }
46
47     if (src_idx < length)
48     {
49         uint8_t s0 = data[src_idx];
50         uint8_t s1 = (src_idx + 1 < length) ? data[src_idx + 1] : 0;
51
52         dst[dst_idx++] = charset[(s0 & 0xfc) >> 2];
53         dst[dst_idx++] = charset[((s0 & 0x03) << 4) | ((s1 & 0xf0) >> 4)];
54         if (src_idx + 1 < length)
55             dst[dst_idx++] = charset[((s1 & 0x0f) << 2)];
56     }
```

Google.com 2022

Uma das principais características que diferencia a linguagem Python das outras é a legibilidade dos programas escritos. Isto ocorre porque em outras linguagens, é muito comum o uso excessivo de marcações (ponto ou ponto e vírgula), de marcadores (chaves, colchetes ou parênteses) e de palavras especiais (begin/end), o que torna mais difícil a leitura e compreensão dos programas. Já em Python, o uso desses recursos é reduzido, deixando a linguagem visualmente mais limpa, de fácil compreensão e leitura (FRANCO, 2016).

Apesar de ser uma linguagem simples, é também uma linguagem eficiente, podendo ser usada para administrar sistemas e desenvolver grandes projetos. É uma linguagem clara e objetiva, pois vai direto ao ponto, sem rodeios (MENEZES, 2010).

Figura 24: Fluxograma do funcionamento (Python)



O dispositivo ficará constantemente lendo o valor do acelerômetro e a entrada da porta serial. Quando ele receber o caractere “a” ele enviará pela porta serial o valor do acelerômetro (Figura 24). Os nomes das variáveis em Python devem ser iniciados com uma letra, mas podem ter outros tipos de caracteres, como números e símbolos.

De acordo com Franco, 2016 em Python, diferentemente de outras linguagens de programação, não é preciso especificar de que tipo será cada variável no início do programa. Quando se faz uma atribuição de valor, automaticamente a variável se torna do tipo do valor armazenado, como apresentado no exemplo a seguir:

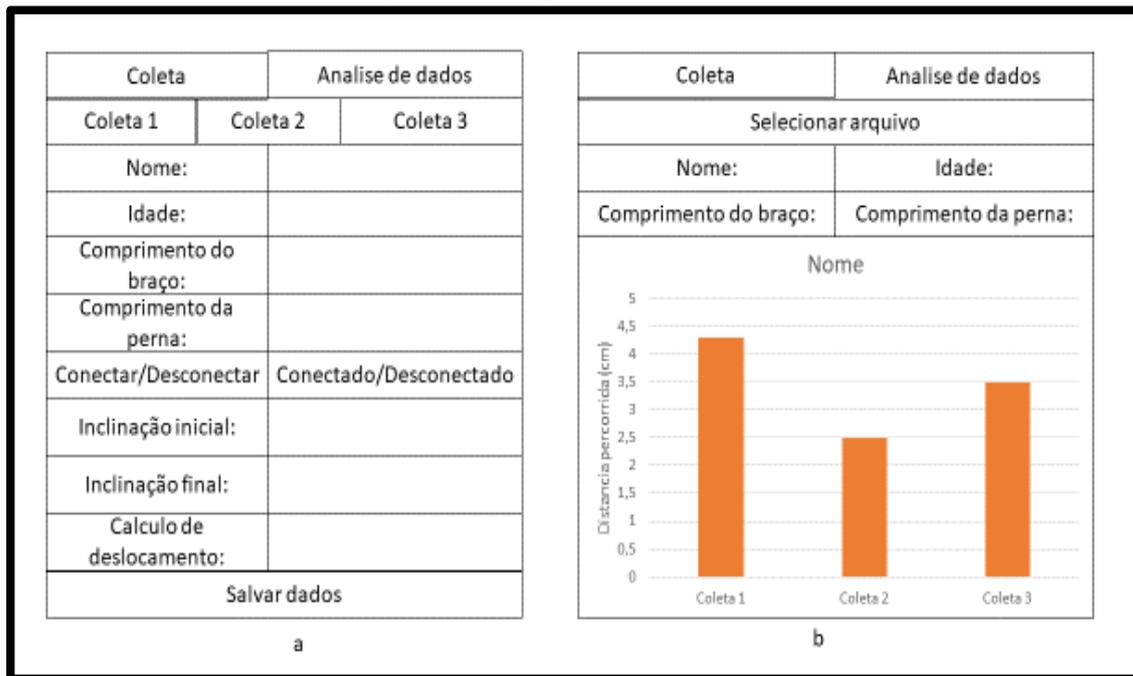
```
>>> a = 10
>>> a
10
```

A variável “a” se torna uma variável do tipo inteiro.

Funcionamento do software

Inicialmente será apresentada uma tela de coleta de dados para que abarque todas as informações pertinentes sobre o voluntário, como: nome, idade, comprimento dos membros inferiores e superiores, inclinação inicial e máxima e cálculo de deslocamento (Figura 25a). Na tela de análise será possível selecionar os dados gerados na tela de coleta de dados e apresentar os dados de deslocamento calculados na forma de gráfico de barras (Figura 25b).

Figura 25: Protótipo de Tela de coleta de dados



Validação do dispositivo

Para validação do dispositivo foi utilizado o eletromiógrafo modelo *EMG System* do Brasil SAS2000V12-WF (Figura 26) para coletar e captar sinais. E a partir destes sinais foram feitas 5 coletas no eixo x de 0 a 90 identificando os ângulos de 5 em 5 graus.

O eletrogoniômetro possui duas hastes, uma fixa e uma móvel, onde foi fixada em uma haste o dispositivo com fita adesiva para que não alterasse sua posição durante o teste. Após o posicionamento, foi iniciado o teste no qual a haste móvel do eletrogoniômetro e o dispositivo são posicionados em 0° para a iniciar a coleta, foi movimentado o eletrogoniômetro para graduar de 5 a 5 graus até alcançar a marca de 90 graus, os dados do eletrogoniômetro foram captados pelo software da fabricante e os valores foram simultaneamente registrados e salvos em uma planilha no Excel, e este processo foi realizado 5 vezes, para analisar sua repetibilidade e possíveis erros.

Figura 26: Eletromiógrafo modelo *EMG System* do Brasil



TESTES COM VOLUNTÁRIOS

Esta pesquisa foi de campo que segundo Marconi e Lakatos (2017), utiliza a documentação direta que é realizada a partir de levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem e em que o objeto é abordado em seu ambiente e a coleta de informações é realizada nas condições naturais.

O campo, que compreende uma delimitação espacial, é o lugar do vivido, no qual os acontecimentos, os fatos, os eventos e os comportamentos se manifestam. Na pesquisa, o campo se revela dinâmico, contraditório e vivo (MATTAR e RAMOS, 2021).

Voluntários (Grupo A)

Participaram do estudo uma amostra de 215 voluntários, calculada com bases nas ferramentas de estatísticas, sendo 63,72% do sexo feminino e 36,28% do sexo masculino, com faixa etária entre 8 e 10 anos, devidamente matriculados na unidade escolar situada na região do Alto Tietê - SP.

A partir do número total de alunos foi realizado o cálculo da amostra adotando o grau de confiança de 95% e margem de erro de 5%.

Critérios de inclusão

- Crianças na faixa etária de 8 a 10 anos; sexo feminino e masculino; devidamente matriculados na Secretaria de Educação do Estado de São Paulo; que realizem ou não atividades físicas ou esportivas.

Critérios de exclusão

- Crianças com deficiências intelectuais, visuais, auditivas, locomotoras e amputações.

Procedimentos

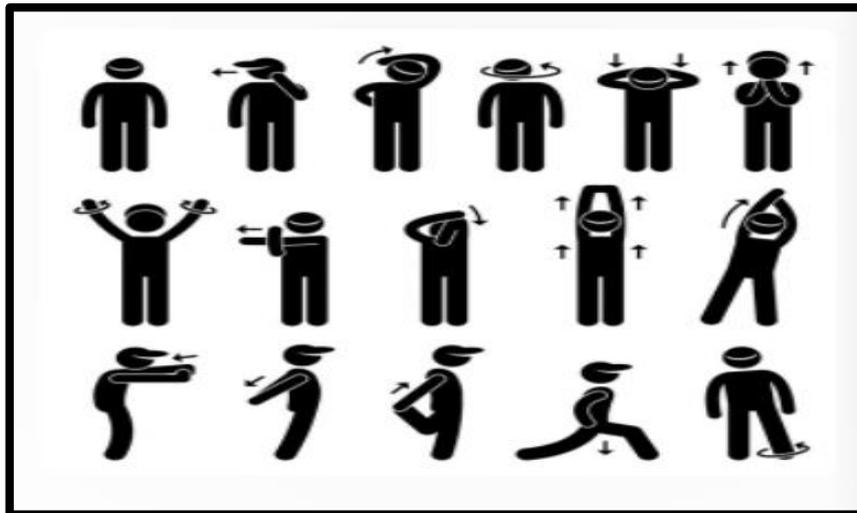
Com o consentimento da Direção da Instituição de Ensino escolhida para a realização da pesquisa, e com o Termo de Autorização da Instituição, e a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos CAEE: 57863922.1.0000.5497, visitou-se a escola para esclarecer sobre a pesquisa e a coleta de dados, bem como realizar uma breve apresentação da pesquisa. Após isso, foram entregues os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A) e Termo de Assentimento (TALE) (Apêndice B) aos responsáveis dos estudantes para a assinatura.

Depois de preenchidos e recolhidos os termos devidamente assinados pelos responsáveis dos estudantes, foi iniciada a pesquisa e realizada a avaliação da flexibilidade pelo pesquisador de acordo com os protocolos aqui apresentados.

Os voluntários foram orientados antes do dia da coleta a abster-se de quaisquer exercícios físicos extenuantes (exaustivos, que os deixem cansados) para os membros antes da coleta de dados. A coleta de dados foi realizada em um único dia durante a aula de educação física na própria sala de aula. O voluntário a ser avaliado estava descalço e vestindo roupa para a prática de atividade física a fim de não limitar o movimento.

Antes do teste o voluntário foi orientado e supervisionado na realização de um alongamento ativo e passivo para pescoço, membros superiores (MMSS), membros inferiores (MMII) e tronco, permanecendo 15 segundos em cada posição, conforme o quadro da Figura 27.

Figura 27: Exercícios de alongamento para os membros superiores e inferiores que serão realizados antes do teste com voluntários.



Fonte: <https://br.depositphotos.com>

A fim de caracterizar a amostra, foram coletados os dados pessoais (nome e idade), bem como algumas medidas antropométricas, como:

- As medidas do comprimento do membro inferior do voluntário, onde o mesmo foi orientado a deitar em decúbito dorsal em um colchonete e com uma fita métrica foi feita a medida da espinha íliaca antero superior até o maléolo medial da tíbia (Figura 28);

Figura 28: Medida do comprimento de membro inferior



<https://www.google.com/>

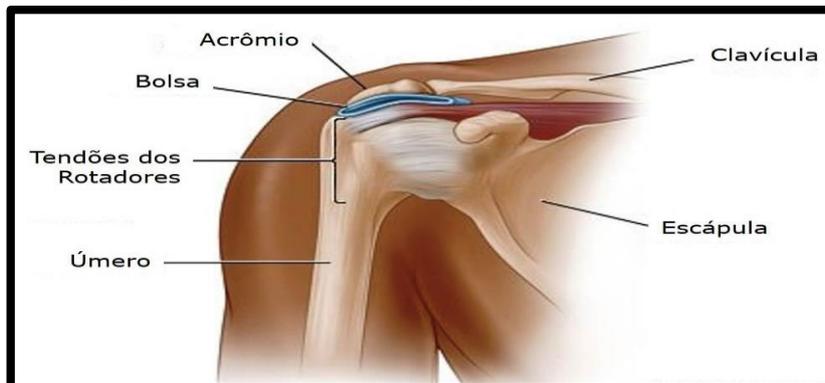
- Em seguida o voluntário ficou sentado no colchonete com o tronco apoiado na parede e foi realizada a medida da região do acrômio da escápula até a falange distal do terceiro dedo (Figura 29);

Figura 29: Medida do comprimento de membro superior



- E utilizando uma fita métrica fixada na parede, sendo o ponto 0 no solo, foi mensurada a distância do solo até o acrômio da escápula (Figura 30), com voluntário sentado no solo com os joelhos unidos e seu tronco totalmente encostado na parede (Figura 31);

Figura 30: Ilustração do Acrômio - porção mais alta do ombro



Fonte: <https://www.google.com>

Figura 31: Mensuração da distância do solo até o acrômio da escápula

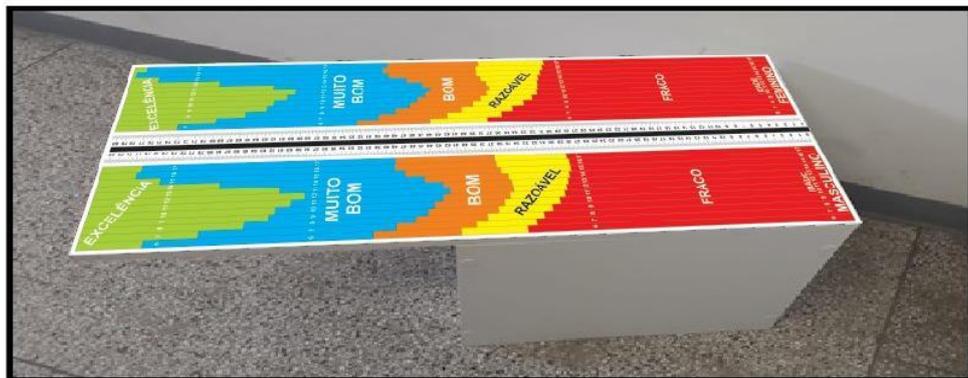


Para realizar os testes com os voluntários foi utilizado um banco de Wells feito em Material de MDF (*Medium Density Fiberboard* ou Fibras de Média Densidade), com revestimento, contendo as seguintes dimensões: base de 30,5 cm x 30,5 cm, altura de 30,5 cm e medida da trena de 0 – 81 cm e adaptado com a Escala Masculina e Feminina de Gaya 2021 (Figuras 32 e 33) para a idade de 6 a 17 anos, e o dispositivo computadorizado desenvolvido nesta pesquisa.

Figura 32: Banco de Wells



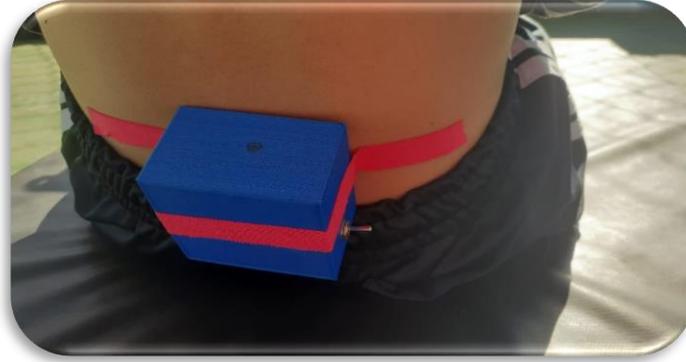
Figura 33: Banco de Wells com as medidas adaptado para a idade de 6 a 17 anos



Para a quantificação da flexibilidade, apesar de haver diversos modos de definir a posição do dispositivo, foi selecionada posições para não interferir no movimento, e determinar uma limitação na amplitude do movimento, e para que não haja um *drift* nos sinais, aumentando assim o erro aleatório da captação.

Neste cenário, para o posicionamento do dispositivo é considerada a posição sentada do voluntário no solo e o dispositivo é posicionado na região lombar na altura da 5^a vértebra lombar (Figura 34).

Figura 34: Posicionamento do dispositivo no voluntário



Os joelhos ficaram mantidos em extensão e unidos, tornozelos em dorsiflexão e os braços elevados a 90° (Figura 35).

Figura 35: Posicionamento inicial do movimento



Para fixação do dispositivo foi utilizado a bandagem elástica para que não houvesse o deslocamento durante a execução dos movimentos.

O Banco de Wells foi encostado na parede para que não ocorresse o deslocamento do instrumento. O voluntário foi orientado a sentar no solo, com o dispositivo devidamente fixado. Os calcanhares tocam onde a fita adesiva na trena marca os 26 cm do banco, estando unidos. Os joelhos se mantiveram em extensão e unidos, tornozelos em dorsiflexão e as mãos sobrepostas no ponto 0 do banco. O voluntário foi orientado a inclinar lentamente o tronco com as mãos para frente empurrando uma régua o mais distante possível e permaneceram nessa posição por 2 segundos (Figuras 36 e 37).

Figura 36: Posição inicial

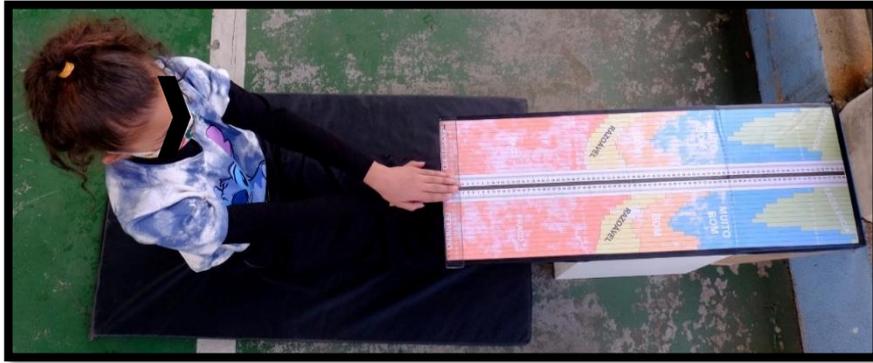


Figura 37: Posição final



Os valores obtidos por este teste de flexibilidade foram categorizados de acordo com a Figura 38, que analisa a idade e o valor obtido dos desempenhos dos estudantes com idade entre 06 e 17 anos, que são os valores de referência para avaliação da flexibilidade de Gaya 2021, porque a tabela de Wells 1952, é a partir de 15 anos.

Figura 38: Flexibilidade (teste de sentar e alcançar) para a idade de 6 a 17 anos

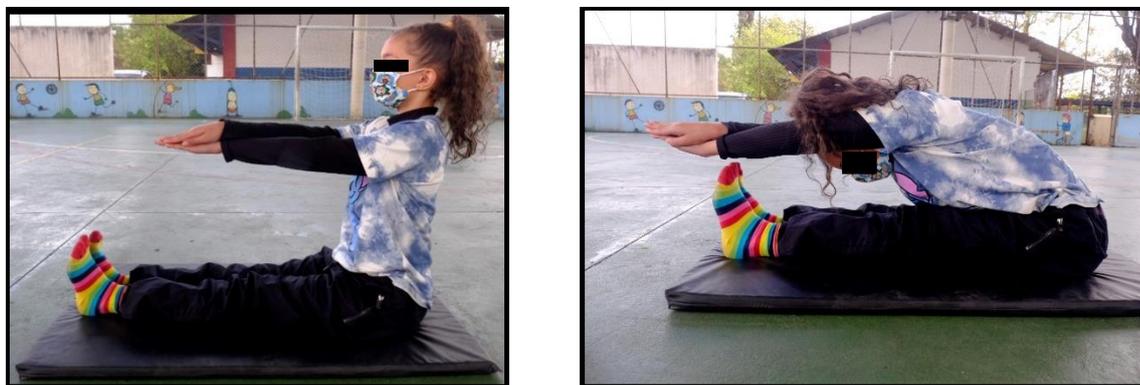
	Idade	Fraco	Razoável	Bom	M. Bom	Excelência
MASCULINO	6	< 34,3	34,3 - 41,2	41,3 - 50,3	50,4 - 73,9	≥ 74,0
	7	< 33,3	33,3 - 39,6	39,7 - 47,9	48,0 - 68,4	≥ 68,5
	8	< 32,3	32,3 - 38,3	38,4 - 45,9	46,0 - 63,9	≥ 64,0
	9	< 31,3	31,3 - 37,1	37,2 - 44,5	44,6 - 61,4	≥ 61,5
	10	< 30,4	30,4 - 36,4	36,5 - 43,8	43,9 - 60,7	≥ 60,8
	11	< 29,8	29,8 - 35,6	35,7 - 42,9	43,0 - 59,2	≥ 59,3
	12	< 29,4	29,4 - 35,1	35,2 - 42,1	42,2 - 57,8	≥ 57,9
	13	< 29,1	29,1 - 35,2	35,3 - 42,8	42,9 - 60,5	≥ 60,6
	14	< 28,7	28,7 - 35,6	35,7 - 44,7	44,8 - 67,1	≥ 67,2
	15	< 28,4	28,4 - 36,3	36,4 - 46,9	47,0 - 73,7	≥ 73,8
16	< 28,4	28,4 - 36,7	36,8 - 48,0	48,1 - 76,5	≥ 76,6	
17	< 28,7	28,7 - 36,8	36,9 - 47,9	48,0 - 76,1	≥ 76,2	
FEMININO	6	< 37,0	37,0 - 43,8	43,9 - 52,5	52,6 - 73,4	≥ 73,4
	7	< 35,3	35,3 - 41,8	41,9 - 49,9	50,0 - 69,1	≥ 69,1
	8	< 33,8	33,8 - 40,0	40,1 - 47,8	47,9 - 65,7	≥ 65,7
	9	< 32,4	32,4 - 38,6	38,7 - 46,2	46,3 - 63,6	≥ 63,6
	10	< 31,3	31,3 - 37,5	37,6 - 45,3	45,4 - 62,6	≥ 62,6
	11	< 30,6	30,6 - 36,7	36,8 - 44,2	44,3 - 61,0	≥ 61,0
	12	< 30,4	30,4 - 36,3	36,4 - 43,6	43,7 - 60,1	≥ 60,1
	13	< 30,3	30,3 - 36,6	36,7 - 44,5	44,6 - 62,9	≥ 62,9
	14	< 30,1	30,1 - 37,2	37,3 - 46,5	46,6 - 69,5	≥ 69,5
	15	< 29,6	29,6 - 37,8	37,9 - 48,8	48,9 - 77,1	≥ 77,1
16	< 29,2	29,2 - 37,8	37,9 - 49,5	49,6 - 80,1	≥ 80,1	
17	< 28,9	28,9 - 37,4	37,5 - 48,9	49,0 - 79,0	≥ 79,0	

Fonte: GAYA, 2021

Em seguida, o voluntário foi orientado a realizar mais um teste utilizando apenas o dispositivo, mas sem a utilização do banco de Wells. O voluntário estava sentado no solo e neste momento sem o Banco de Wells, da mesma forma como o dispositivo foi posicionado na posição do

teste anterior. Os joelhos em extensão, unidos e tornozelos em dorsiflexão, braços elevados a 90° à frente e mãos sobrepostas. Desta forma o voluntário deve inclinar lentamente o tronco com as mãos para frente o mais distante possível e permanecerem nessa posição por 2 segundos. (Figura 39). O voluntário foi orientado a realizar o movimento 3 vezes.

Figura 39: Posicionamento inicial e final para coleta de dados apenas com o dispositivo



AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

Voluntários (Grupo B)

Estudos sugerem que uma amostra de 12 a 14 participantes são necessários para obter resultados razoavelmente confiáveis com o uso do formulário *System Usability Scale* (SUS) (TULLIS e STETSON, 2004). Assim para essa pesquisa foram convidados 15 professores de Educação Física para avaliação da usabilidade do produto desenvolvido.

Critérios de inclusão: sexo feminino ou masculino; tempo de formação em Educação Física de no mínimo 2 anos; com especialização na área; e estar atuando na área da Educação Física; Critérios de exclusão: presença de alterações musculoesqueléticas em membros superiores que impossibilite o uso do dispositivo; presença de deficiência visual severa.

Procedimentos

O contato com os voluntários foi feito através do método *Bola de Neve*, no qual é rastreado um indivíduo com as características de interesse, e este indivíduo é capaz de entrar em contato com outras pessoas com estas mesmas características, e essas pessoas, por sua vez, conseguem entrar em contato com outras, formando assim uma rede ampla de amostras potenciais (VINUTO, 2004). Foi feito um informativo digital, com as informações sobre o estudo e o contato da pesquisadora. Inicialmente a pesquisadora selecionou por conveniência (profissionais que participam da sua rede social, *facebook* ou *instagram*) 3 indivíduos de acordo com os critérios de inclusão, esses contatos foram convidados a participar e divulgar o informativo em sua rede de contatos, as mesmas orientações foram passadas para os novos selecionados e assim por diante.

Os voluntários foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão. Após a seleção dos voluntários, foi feito contato com os mesmos para agendamento de uma reunião em dia, horário e local de acordo com a disponibilidade do mesmo. Na data agendada foram feitas as orientações quanto aos objetivos e procedimentos do estudo e assim assinatura do TCLE (Apêndice C). Após assinatura do TCLE serão feitas inicialmente orientações em relação ao manuseio e ferramentas do dispositivo.

Os especialistas foram informados em relação a utilização do dispositivo e o pesquisador realizou uma demonstração do funcionamento do dispositivo de coleta de dados elaborado neste estudo. Em seguida responderam ao questionário de usabilidade, baseado no formulário *System Usability Scale* (SUS) (SAURO, 2009) (Anexo A), a fim de avaliar a usabilidade do dispositivo. Esse questionário é composto por 10 afirmações relacionadas à usabilidade, onde cada questão recebe pontuação de 0-4. Cada resposta apresenta uma pontuação: discordo totalmente (0 pontos); discordo parcialmente (1 ponto); indiferente (2 pontos); concordo parcialmente (3 pontos) e concordo totalmente (4 pontos). Para calcular a pontuação final, após a coleta dos dados é necessário realizar os seguintes cálculos: para as questões ímpares (1, 3, 5, 7 e 9), é preciso subtrair 1 da pontuação que o usuário respondeu; para as questões pares (2, 4, 6,8 e 10), subtrair a resposta de 5. Ou seja, se o usuário respondeu 2, deve-se contabilizar 3. Se o usuário respondeu 4, contabiliza-se 1. A partir disso é necessário somar todas os valores obtidos e multiplicá-lo por 2,5. A pontuação final pode ir de 0 a 100 (SAURO, 2009). A classificação do sistema avaliado pode ser expressa da seguinte forma: <20,5 (pior imaginável); 21 a 38,5 (pobre); 39 a 52,5 (razoável); 67 (bom); 74 a 85,5 (excelente); e 86 a 100 (melhor imaginável) (BANGOR *et al.*,2009).

Através das questões do questionário de usabilidade também é possível verificar os componentes de qualidade indicados por Nielsen (2000) como: facilidade de aprendizagem: questões 3, 4, 7 e 10; eficiência: questões 5, 6 e 8; facilidade de memorização: questão 2; minimização dos erros: questão 6; e satisfação: questões 1, 4, 9 (TENÓRIO *et al.*, 2011).

PLANO DE ANÁLISE DE DADOS

Os dados obtidos pelas medidas objetivas determinadas foram avaliados quanto à frequência, média e desvio padrão. Foram calculadas as médias aritmética das três medidas realizadas em cada etapa. Com a finalidade de compreender a distribuição dos dados, foi realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Para investigar as diferenças de média entre os voluntários do sexo masculino e feminino, bem como para as idades de 8 a 10 anos, realizou-se os testes de Mann-Whitney e de Kruskal-Wallis. Por fim, para analisar a correlação entre média da inclinação no banco de Wells com dispositivo em graus, média da distância no banco de Wells em centímetros e média da inclinação sem banco com dispositivo em graus, foi realizada a correlação ρ de Spearman. Para todas as análises foi considerado diferenças significativas $p < 0,05$.

RESULTADOS

Dispositivo versão finalizada

A versão final do dispositivo apresenta um botão com trava on/off para ligar e desligar e um conector USB (Universal Serial Bus - porta serial universal) para carregar a bateria. Quando está ligado aparece uma luz vermelha para sabermos que a bateria está carregada. O led azul indica que a bateria está em carregamento. Foi confeccionado em impressora Ender 3 PRO 32 bits de tecnologia de impressão 3D que é um equipamento que transforma um arquivo 3D digital em uma peça física, o material utilizado foi o plástico PLA (ácido poliláctico), é um termoplástico biodegradável de origem natural e de fontes renováveis, como amido de milho ou cana-de-açúcar, é de fácil impressão, uma vez que não é necessário

ter mesa aquecida e pode ser impresso em máquinas abertas, com medidas de 5.9 por 6.3 cm. O dispositivo é de baixo custo e desta forma pode ser adquirido pelas unidades escolares (Figuras 40 e 41).

Figura 40: Dispositivo vista superior



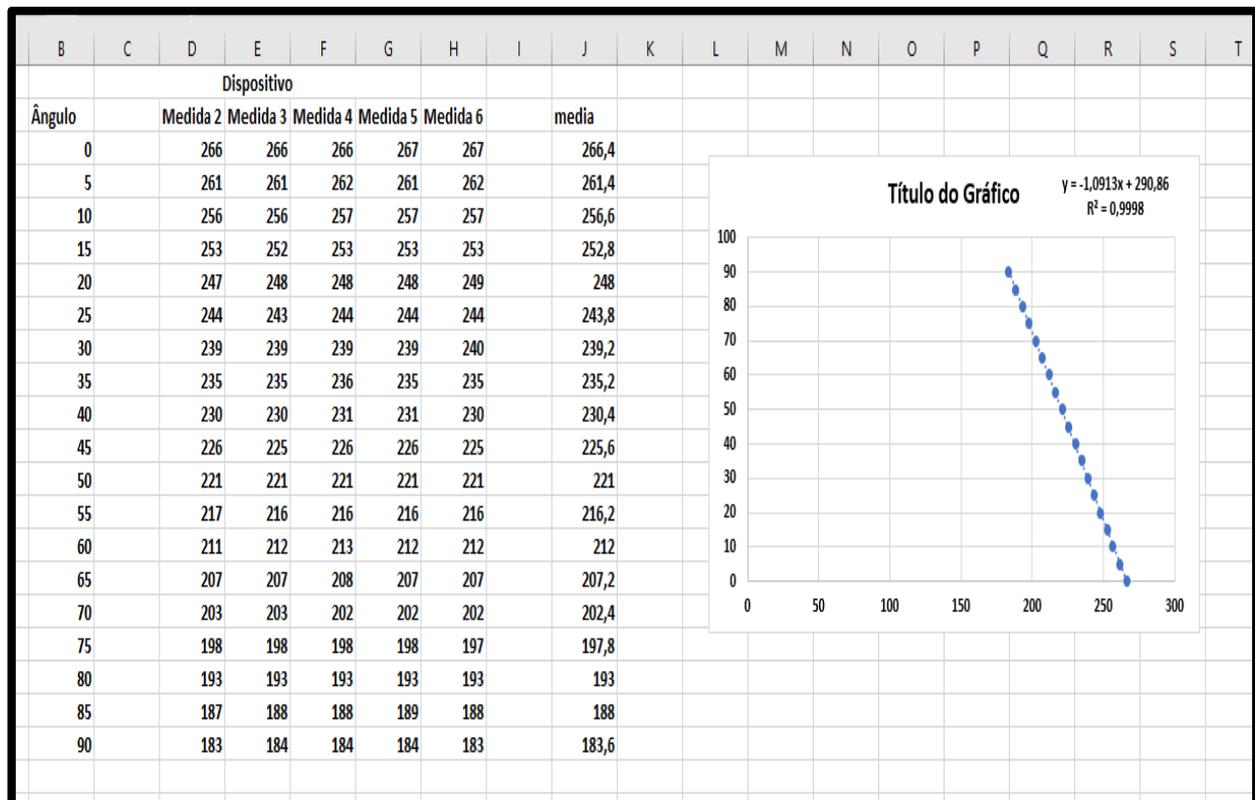
Figura 41: Dispositivo vista lateral



Teste de Validação do dispositivo

Os dados das 5 coletas realizadas foram registrados pelo EMG e enviados para uma planilha no *Excel* para análise da média. Após o eletrogoniômetro graduar de 5 a 5 graus até alcançar a marca de 90 graus, os dados foram captados pelo software da fabricante e os valores foram registrados e salvos em uma planilha (Figura 42), e este processo foi realizado 5 vezes, para analisar sua repetibilidade, média e possíveis erros que poderiam surgir durante o processo.

Figura 42: Planilha com dados registrados pelo EMG



A partir desses dados chegou-se em um gráfico onde:

$$y = -1,0913x + 290,86$$

$$R^2 = 0,9998$$

Os números apresentados na Figura 42 são os ângulos medidos pelo acelerômetro. A equação foi responsável por converter os ângulos do acelerômetro que utilizamos na equação aplicada no *dashboard* (Figura 43), que quando recebe o ângulo do acelerômetro automaticamente aplica a equação.

A Figura 43 é a versão final da tela inicial para cadastrar os participantes da pesquisa com nome, idade, comprimento do membro superior, comprimento do membro inferior e comprimento da distância do acrômio ao solo.

Figura 43: Tela inicial para cadastrar os participantes

Coleta			Análise de Dados		
Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	ColetaSB 1	ColetaSB 2	ColetaSB 3
Nome:			MARILENE FERREIRA DE LIMA OLIVEIRA		
Idade:			48		
Comprimento do membro superior:			71		
Comprimento da membro inferior:			90		
Comprimento do acrômio:			60		
Conectar			Desconectado		
Salvar dados					

No segundo momento tem-se a tela da Figura 44, onde após o dispositivo ser conectado, aparecem os dados para serem mensurados da primeira coleta com o banco de Wells, que são: inclinação inicial, inclinação final e cálculo de deslocamento da distância do banco. Ao término das coletas com o banco de Wells, foram realizadas as 3 coletas sem o banco.

Figura 44: Tela para inserir os dados das coletas

Coleta			Análise de Dados		
Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	ColetaSB 1	ColetaSB 2	ColetaSB 3
Nome:			MARILENE FERREIRA DE LIMA OLIVEIRA		
Idade:			48		
Comprimento do membro superior:			71		
Comprimento da membro inferior:			90		
Comprimento do acrônimo:			60		
Desconectar			Conectado		
Inclinação inicial			X= -2.70 Y= 93.0 Z= -89.0		
Inclinação final			X= 51.87 Y= -176.0 Z= -96.0		
Calculo de deslocamento:			X= 54.56 Y= -269.0 Z= -7.0		
Distância Banco:			30		
Salvar dados					

Após os dados serem coletados gera-se um relatório dos dados de cada voluntário em um arquivo de acordo com a Figura 45.

Figura 45: Planilha dos dados gerada com as informações coletadas

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Xinicial	Yinicial	Zinicial	XFinal	YFinal	ZFinal	Nome	Idade	MMSS	MMII	DisBan	ComAcr	XSBInicial	YSBInicial	ZSBInicial	XSBFinal	YSBFinal	ZSBFinal
2	-28,8909	-13	-96	-5,9736	-79	-100	VOLUNT	10	74	97	33	59	-15,7953	2	-90	4,9394	-166	-92
3	-11,4301	12	-89	15,8524	-177	-92	VOLUNT	10	74	97	33	59	-8,1562	28	-88	15,8524	177	-90
4	-11,4301	-12	-92	9,3046	-164	-94	VOLUNT	10	74	97	37	59	0,5742	124	-85	23,4915	172	-87
5																		

Foi inserido uma trava nestes cálculos, pois se uma das inclinações é negativa, o que não pode acontecer, ela é ignorada no cálculo da média. Se todas as três médias deram errado, o resultado fica 0, então esse dado não deu certo e será ignorado na estatística.

O processamento dos dados é automático, então conforme é enviado os testes, ele é adicionado no arquivo final para análise.

Para a análise de dados aparece tem-se a tela da Figura 46 onde foram selecionados os arquivos para realização da caracterização das amostras dos voluntários.

Figura 46: Tela para seleção dos arquivos

Após a seleção de todos os arquivos gera-se um relatório de todos os dados inseridos dos voluntários com as médias calculadas, conforme Figura 47.

Figura 47: Imagem da planilha com relatório final dos dados

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Coluna1	Sexo	Idade	MMSS	MMII	Dist Acrômio ao solo	Med Incl banco de wells com dispos em grau	Med Dist Banco de wells em cm	Med Inc s/banco em graus
1	1	MASC	8	56,5	71	43	25,82743333	36,06666667	14,91443333
2	2	FEM	9	64	84	51	17,09703333	20,83333333	20,7347
3	3	FEM	10	74	97	59	23,64483333	34,33333333	22,55353333
4	4	MASC	8	55	69	44	34,9216	32,8	29,4651
5	5	FEM	8	57,5	74	52	24,0086	26,83333333	17,82456667
6	6	FEM	10	65	89	49	21,826	25,36666667	30,92016667
7	7	FEM	8	57	78	49	12,73183333	13,83333333	9,8217
8	8	FEM	9	66	86	53	19,27963333	21,33333333	27,2825
9	9	FEM	8	63	82	46	21,826	37,5	26,91873333
10	10	FEM	8	59	81	47	21,46223333	10,66666667	6,5478
11	11	FEM	10	58,5	80	44	15,2782	18	12,36806667
12	12	FEM	9	63	79	51	28,73756667	30,83333333	30,92016667
13	13	FEM	9	64	81	52	22,18976667	11	25,0999
14	14	FEM	9	25	72	44	24,73613333	26,43333333	26,91873333
15	15	FEM	10	81	82	52	24,0086	20,26666667	32,01146667
16	16	FEM	8	56,5	73	47	23,64483333	33,73333333	27,64626667
17	17	FEM	9	64	82	52	34,9216	48,1	45,10706667
18	18	MASC	9	64	84	50	16,3695	26,83333333	9,45793333

Teste com voluntários

Apresenta-se a avaliação do teste realizado com 215 voluntários do grupo A, com idade de 8 a 10 anos, sendo 63,72% (137) do sexo feminino e 36,28% (78) do sexo masculino. Tem-se que quando ao sexo feminino 27% dos voluntários com idade de 8 anos, 28,47% com 9 anos e 44,53 com 10 anos. No sexo masculino 29,49% com idade de 8 anos, 20,51% com 9 anos e 50% com 10 anos. A caracterização da amostra encontra-se na Tabela 1.

Tabela 01: Caracterização da amostra por sexo, idade, frequência e porcentagem.

Sexo	Idade (anos)	F	%
FEM	8	37	27
FEM	9	39	28,47
FEM	10	61	44,53
Total geral		137	100
MASC	8	23	29,49
MASC	9	16	20,51
MASC	10	39	50
Total geral		78	100

A Tabela 2 apresenta as média e desvio padrão da idade e das medidas antropométricas mensuradas dos voluntários.

Tabela 02: Média e desvio padrão da idade e antropometria dos voluntários

	Idade (anos)	MMSS (cm)	MMII (cm)	Distância do acrômio ao solo (cm)
Média	9,18	61,61	80,17	49,49
Desvio padrão	0,83	12,02	7,25	4,43

Nas Tabelas 03 e 04 tem-se o valor de referência de flexibilidade alcançado pelos voluntários a partir dos dados do Banco de Wells, observando-se a idade e o valor obtido pelos voluntários.

Tabela 3: Dados obtidos pelos voluntários do sexo masculino para cada faixa etária

Faixa etária	n	Fraco %	Razoável %	Bom %
8	23	78,26	21,74	-----
9	16	93,75	6,25	-----
10	39	74,36	23,08	2,56

Tabela 4: Dados obtidos pelos voluntários do sexo feminino para cada faixa etária

Faixa etária	n	Fraco %	Razoável %	Bom %	Muito bom %
8	37	81,08	16,21	2,70	2,70
9	39	66,66	30,76	2,5	-----
10	61	60,66	32,78	6,56	-----

Em relação ao sexo masculino apenas 2,56% dos voluntários apresentaram boa flexibilidade. Quanto ao sexo feminino notou-se uma boa flexibilidade em todas as faixas etárias, mas em um número reduzido da amostra, 2,7 % na idade de 8 anos, 2,5 % com 9 anos e 6,56% com 10 anos. Os dados alcançados demonstram a dificuldade apresentada pelos voluntários em realizar o movimento de sentar e alcançar, nota-se que a flexibilidade precisa ser mais desenvolvida nestas faixas etárias, pois é uma aptidão física necessária à saúde.

Análise dos dados da correlação entre média da inclinação no banco de Wells com dispositivo em graus, média da distância no banco de Wells em centímetros e média da inclinação sem banco com dispositivo em graus

Com a finalidade de compreender a distribuição dos dados, foi realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Este teste foi selecionado uma vez que a quantidade de participantes é superior a 100 indivíduos. Em seguida, visando a investigar as diferenças de média entre os voluntários do sexo masculino e feminino, bem como as idades de 8 até 10 anos, realizou-se os testes de Mann-Whitney e de Kruskal-Wallis. Por fim, com a proposta de compreender correlação entre média da inclinação no banco de Wells com dispositivo em graus, média da distância no banco de Wells em centímetros e média da inclinação sem banco com dispositivo em graus, foi realizada a correlação ρ de Spearman.

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk indicou uma distribuição não normal para as variáveis analisadas. Estes resultados podem ser vistos na Tabela 5.

Tabela 5: Dados referentes a estatística de normalidade

Variável	Shapiro-Wilk	Graus de Liberdade	<i>P</i>
Inclinação do banco de Wells em graus	0,988	215	0,07
Distância do banco de Wells em centímetros	0,981	215	0,005
Inclinação sem banco em graus	0,970	215	0,001

Uma vez que os resultados do teste de normalidade indicaram uma distribuição não normal, optou-se por fazer o uso de análises não paramétricas. Assim, em seguida comparou-se a média para as três variáveis em relação ao sexo masculino e feminino a partir da estatística de Mann-Whitney.

O teste de Mann-Whitney mostrou que o sexo tem efeito apenas para a distância do banco de Wells em centímetros ($U = 4060,500$; $p < 0,004$) sendo um maior resultado apresentado para o sexo feminino (Posto Médio = 117,08) quando comparado ao sexo masculino (Posto Médio = 91,73). Todavia, não foram encontradas diferenças médias para a inclinação do banco de Wells em graus ($U = 5272,000$; $p = 0,925$) e inclinação sem banco em graus ($U = 5127,000$; $p = 0,671$). Em seguida, continuando com a proposta de comparar a média entre os voluntários, fez-se uso do teste de Kruskal-Wallis para comparar a média entre os diferentes níveis de idade, ou seja, de 8 a 10 anos.

O teste de Kruskal-Wallis indicou que há efeito do grupo de idade sobre a inclinação do banco de Wells em graus [$H(2) = 29,237$; $p = 0,001$], essa diferença foi encontrada nas comparações entre os voluntários de 8 e 10 anos (Posto Médio = 137,59 e 84,60 respectivamente) e 9 e 10 anos (Posto Médio = 118,27 e 84,60 respectivamente). Bem como da distância do banco de Wells em centímetros [$H(2) = 23,300$; $p = 0,001$], essa diferença foi encontrada na comparação entre voluntários de 8 e 10 anos (Posto Médio = 137,06 e 88,35 respectivamente). Todavia, não foi encontrado efeito para a inclinação sem banco em graus [$H(2) = 3,543$; $p = 0,170$].

Por fim, visando a compreender a relação entre as variáveis, fez-se uso da correlação não paramétrica de Spearman. Os resultados podem ser encontrados na Tabela 6.

Tabela 6: Dados da Correlação de Spearman

	Inclinação do banco de Wells em graus	Distância do banco de Wells em centímetros	Inclinação sem banco em graus
Inclinação do banco de Wells em graus	1		
Distância do banco de Wells em centímetros	0,665**	1	
Inclinação sem banco em graus	0,583**	0,433**	1

Nota. ** $p = 0,001$.

Os resultados da correlação indicaram que todas as variáveis se correlacionam positivamente. Sendo a correlação de maior magnitude entre inclinação do banco de Wells em graus e distância do banco de Wells em centímetros.

Avaliação da usabilidade por profissionais

Para avaliação do sistema desenvolvido foram convidados 15 profissionais na área da Educação Física, com tempo de formação na área entre 2 anos; com especialização na área; e estar atuando na área da Educação Física.

Na Tabela 7 encontram-se os dados com a % das respostas do questionário utilizado para avaliação da usabilidade do dispositivo dividido em categorias: frequência de uso; dados desnecessários e complexos; facilidade de uso; necessidade de auxílio para par uso; boa integração dos dados; inconsistência de dados; agilidade no preenchimento; planilha de dados confusa para uso; fornece confiança ao profissional; necessidade de adquirir novos conhecimentos para uso.

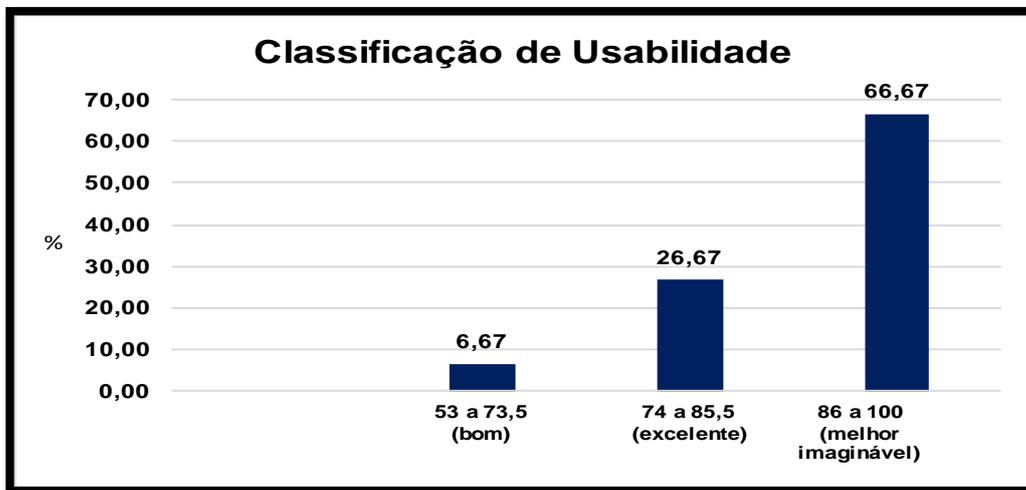
Tabela 7: Porcentagem de respostas do questionário de usabilidade dadas pelos avaliadores

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1. Eu acredito que gostaria de usar esse dispositivo para coleta de dados com frequência.	0,00	0,00	0,00	40,00	60,00
2. Eu acredito que o dispositivo para coleta de dados é desnecessariamente complexo	60,00	20,00	0,00	13,33	6,67
3. Eu acredito que o dispositivo para coleta de dados é fácil de usar.	0,00	0,00	0,00	26,67	73,33
4. Eu acredito que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o dispositivo para coleta de dados.	26,67	40,00	6,67	20,00	6,67
5. Eu acredito que as várias funções do dispositivo para coleta de dados estão muito bem integradas.	0,00	0,00	0,00	13,33	86,67
6. Eu acredito que o dispositivo para coleta de dados apresenta muita inconsistência.	73,33	13,33	13,33	0,00	0,00
7. Eu imagino que os profissionais aprenderão como usar o dispositivo para coleta de dados rapidamente.	0,00	0,00	0,00	26,67	73,33
8. Eu acredito que o dispositivo para coleta de dados é atrapalhado de usar.	80,00	20,00	0,00	0,00	0,00
9. Eu me senti confiante ao usar o dispositivo para coleta de dados.	0,00	6,67	13,33	20,00	60,00
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o dispositivo para coleta de dados.	53,33	33,33	6,67	6,67	0,00

Pode-se destacar como pontos positivos, que 60 % dos profissionais concordam totalmente e 40 % concordam parcialmente que gostariam de usar o software para coleta de dados com frequência; 73,33 % concordam totalmente e 26,67 concordam parcialmente que o software para coleta de dados é fácil de usar; 86,67% concordam totalmente que as várias funções do software para coleta de dados estão muito bem integradas; 73,33% discordam totalmente que o software para coleta de dados apresenta muita inconsistência; 80% discordam totalmente que o software para coleta de dados é atrapalhado de usar; e 60% concordam totalmente que se sentiram confiante ao usar o software para coleta de dados.

Na Figura 48 tem-se os dados quanto a classificação de usabilidade alcançada pelo *software* de acordo com os profissionais, onde 66,67 % classificaram como melhor imaginável, 26,67 % excelente e 6,67% bom. A média da classificação foi de 86,8 pontos se enquadrando em melhor imaginável.

Figura 48: Classificação geral de usabilidade do *software*



A Figura 49, apresenta a análise dos resultados de cada questão, onde apenas a questão 4 (65 - bom) obteve um escore abaixo de 74 que de acordo com a classificação, escore acima de 74 é considerado excelente.

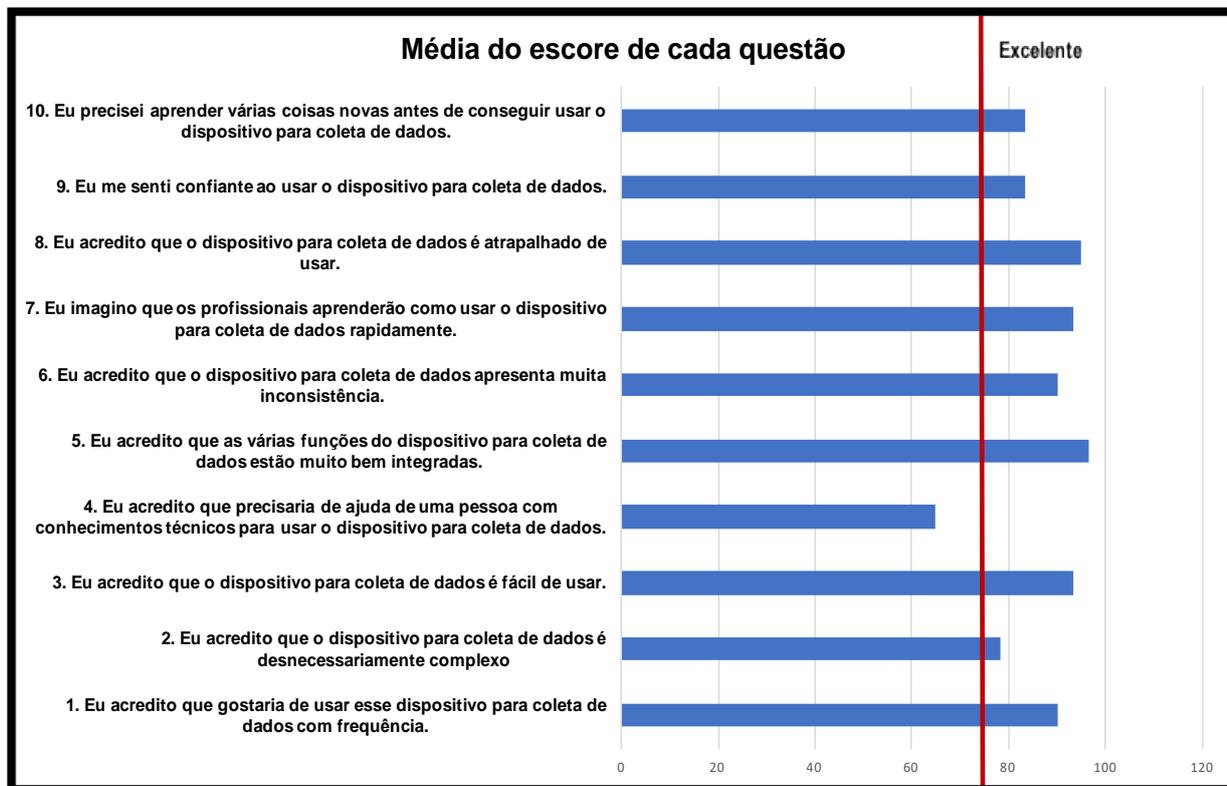


Figura 49: Média do escore de cada questão

Na avaliação dos componentes de qualidade obtidos a partir da análise de questões específicas para cada item, tem-se que o componente Eficiência apresentou a melhor classificação pelos profissionais (93,89), demonstrando que os mesmos consideram o dispositivo eficiente, seguido de minimização dos erros (90) também com uma classificação melhor imaginável. Os componentes facilidade de aprendizagem (83,75), satisfação (79,44) e facilidade de memorização (78,33) foram classificados como excelente (Tabela 8).

Tabela 8: Escore e classificação dos componentes de qualidade

Componente de qualidade	Escore	Classificação
Facilidade de aprendizagem	83,75	Excelente
Eficiência	93,9	Melhor imaginável
Facilidade de memorização	78,3	Excelente
Minimização dos erros	90	Melhor imaginável
Satisfação	79,44	Excelente

DISCUSSÃO

Com a pesquisa foi desenvolvido um dispositivo capaz de mensurar a amplitude de movimento em graus. Para sua validação foi utilizado o eletrogoniômetro para analisar sua repetibilidade, medidos em ângulos pelo acelerômetro que coletou e captou os sinais, apontando uma repetibilidade adequada. As telas para coleta e análise de dados se mostraram fáceis para cadastrar os participantes, e após os dados coletados gera uma planilha no *excel* facilitando para o avaliador, pois as informações são tabuladas rapidamente, pois o processamento dos dados acontece de forma automática. Silva, (2020), teve como proposta criar um dispositivo computadorizado que se fundamenta em apresentar um sistema capaz de representar e quantificar o movimento de forma tridimensional, visando criar uma ferramenta para os profissionais da área da saúde, para que possam realizar análises quantitativas, de forma a analisar os movimentos posturais, em tempo real ou posterior à coleta. Quando comparado com o dispositivo desenvolvido nesse estudo verifica-se diferenças quanto ao *software* utilizado, os códigos, as telas para a coleta de dados e análise de dados.

Na atualidade o uso de dispositivos desenvolvidos por meio de acelerômetro tornou-se relevante, buscando sempre a qualidade dos diferentes testes nas diversas áreas. Cañada (2014), desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de mostrar critérios metodológicos referentes a atividade física avaliada por acelerometria com escolares. Foi realizada uma revisão da literatura relacionada a acelerômetros e voluntários em idade escolar no PubMed de janeiro de 2002 a agosto de 2013, selecionando 133 artigos. Ao que tudo indica, parece haver algumas tendências relacionadas à escolha da fixação do dispositivo e menor tempo de uso; entretanto, foi encontrada uma grande variabilidade em relação ao modelo de acelerômetro e pontos de corte utilizados. Concluíram que o critério diferente utilizado dificulta a comparação de aspectos metodológicos entre os estudos, apesar de alguns trabalhos terem realizado métodos semelhantes.

O dispositivo é de baixo custo e desta forma poderá ser adquirido pelas unidades escolares, facilitando o trabalho dos profissionais da saúde com a mensuração da flexibilidade. Moreira *et al* (2009),

a partir de sua pesquisa que foi identificar a relação entre o teste de Sentar e Alcançar com banco e o teste de Sentar e Alcançar sem banco em crianças e adolescentes, e propor uma equação de regressão de predição do teste de Sentar e Alcançar com banco a partir do teste Sentar e Alcançar sem banco. Corroborando dizendo que os resultados apresentados por este estudo indicaram a possibilidade de uso de um teste para medida de flexibilidade que necessitasse de menos instrumentos do que os anteriormente propostos pela literatura. E que a intenção ao buscarmos alternativas para testes já vastamente usados é diminuir custos e facilitar a aplicação. Esta perspectiva permite que todos os profissionais tenham acesso aos materiais necessários, não sendo a restrição destes um impedimento para a realização de testes.

Observou-se que o sexo tem efeito apenas para a distância do banco de Wells em centímetros ($p < 0,004$) sendo um maior resultado apresentado para o sexo feminino quando comparado ao sexo masculino. Todavia, não foram encontradas diferenças nas médias para a inclinação do banco de Wells em graus ($p = 0,925$) e inclinação sem banco em graus ($p = 0,671$). Em seguida, continuando com a proposta de comparar a média entre os voluntários, entre os diferentes níveis de idade, ou seja, de oito a 10 anos.

Também foi observado que há efeito do grupo de idade sobre a inclinação do banco de Wells em graus ($p = 0,001$), essa diferença foi encontrada nas comparações entre os voluntários de 8 a 10 anos e 9 a 10 anos. Bem como da distância do banco de Wells em centímetros ($p = 0,001$), essa diferença foi encontrada na comparação entre voluntários de 8 a 10 anos. Todavia, não foi encontrado efeito para a inclinação sem banco em graus ($p = 0,170$).

Na avaliação com os voluntários do grupo A, notou-se que independente da faixa etária 8 anos 78,26%; 9 anos 93,75% e 10 anos 74,36%, a maioria das crianças apresentaram um nível fraco de flexibilidade com a utilização do banco de Wells, deixando claro a falta do trabalho com a flexibilidade, necessitando de uma ampliação das atividades físicas para esta capacidade física. Segundo Dantas, (2022), as qualidades físicas são desenvolvidas ou obtidas por meio de treinamento, as chamadas qualidades da forma física. Assim como as habilidades motoras que são qualidades inatas e que seriam tão somente aperfeiçoadas pelo treinamento. De acordo com Achour Junior (2006), em geral, as mulheres são mais flexíveis do que os homens, e não foram encontradas pesquisas para distinguir se o fator mais importante dessa flexibilidade tem relação com a morfologia, com a fisiologia, com o meio ambiente ou com outro fator.

Em relação a faixa etária notou-se que os voluntários de 8 anos são mais flexíveis quando comparados aos de 9 e 10 anos, tanto para os dados de inclinação com o dispositivo com o banco de Wells em graus, bem como da distância alcançada com banco de Wells em centímetros.

Teoricamente quanto mais novos os indivíduos são, a flexibilidade é melhor, porque com o passar do tempo e ela vai diminuindo, desta maneira destaca-se a importância de continuar a desenvolvê-la, a fim de retardar esse processo. Neste sentido Figueira, (2018) corrobora dizendo que, quanto antes iniciar-se o treinamento da flexibilidade, maiores serão as probabilidades de se alcançar grandes arcos de mobilidade articular. Portanto, uma mesma pessoa que inicie seu treinamento de flexibilidade tardio em relação a esta capacidade sua competência será inferior do que se tivesse começado mais cedo.

Para ter em vista a relação entre as variáveis, os resultados da correlação indicaram que todas as variáveis se correlacionam positivamente. Sendo a correlação de maior magnitude entre a inclinação com o dispositivo no banco de Wells em graus e a distância alcançada com o banco de Wells em

centímetros, verificando assim o nosso propósito com esse estudo que era a correlação dos dados em centímetros e em graus.

Um outro fator a ser discutido foi a avaliação da usabilidade pelos profissionais da área de Educação Física, que após o dispositivo ser apresentado aos voluntários os mesmos se mostraram favoráveis ao uso com um índice de 60%, e que 73,33% usariam com frequência em suas aulas, pois acreditam que as várias funções do software são muito bem integrada para coleta de dados e 60% disseram que se sentiriam confiantes ao usar o dispositivo. A média da classificação da usabilidade foi de 86,8 pontos se enquadrando em melhor imaginável, que de acordo com Bangor *et al.* (2009), é a melhor faixa de classificação da escala SUS. De acordo com Silva (2003), a usabilidade de um produto de software é uma avaliação de como um produto é fácil e prático para usar, ou a probabilidade de que o indivíduo que utiliza o sistema não vá encontrar dificuldades com a interface durante um certo período de uso em algumas condições.

Durante a coleta de dados muitas crianças relataram que sentiam dores em ficar na posição sentada com as pernas estendidas, pois não fizeram movimentos de alongamento e flexibilidade principalmente durante a pandemia e que agora que estão retornando para as atividades físicas.

Sabe-se que a pandemia também foi um fator que influenciou na imobilidade das pessoas por ficarem no isolamento social dentro de suas casas, e as crianças também passaram por este processo em seus lares, e mesmo tendo aulas online de Educação Física na escola, esse momento trouxe dificuldades para o desenvolvimento global dos estudantes.

Esses desafios impostos pela pandemia não foram apenas sanitários, mas também socioeconômicos, políticos, culturais, éticos, científicos, e agravados pelas desigualdades estruturais e iniquidades entre países, regiões e populações. O conceito de sindemia descrito por Singer e colaboradores (2017), refere ao um conjunto de problemas de saúde intimamente interligados e que aumentam mutuamente, que afetam significativamente o estado geral de saúde de uma população no contexto de persistência de condições sociais adversas, da perspectiva latino-americana sobre a determinação social do processo saúde-enfermidade e da crítica da saúde coletiva brasileira ao universalismo biomédico, e a necessidade de pensar a catástrofe humanitária instalada pela pandemia e a complexidade das respostas que ela demanda de forma situada, orgânica e participativa.

Um estudo sobre aptidão física de Costa *et al.* (2021) que relaciona os marcadores de saúde na infância, teve como objetivo mensurar os níveis de aptidão física de escolares, de 10 anos, de acordo com as classificações da base de dados do Projeto Esporte Brasil 2016, e comparar os resultados das avaliações entre os escolares da rede pública e privada, em que foram avaliados também a aptidão cardiorrespiratória, flexibilidade, resistência muscular abdominal, potência de membros superiores, potência de membros inferiores, agilidade e velocidade, concluíram que os estudantes da rede pública de ensino apresentaram nível de aptidão física superior em detrimento aos estudantes da rede particular e que os estudantes do sexo masculino da rede privada obtiveram resultados considerados abaixo dos níveis saudáveis para a faixa etária.

Desta maneira percebe-se que as qualidades físicas básicas que são treináveis, precisam ser mais inseridas no cotidiano das crianças, por se tratar de qualidades motoras importantes para o desenvolvimento integral do ser humano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os objetivos desse estudo, tem-se que foi possível desenvolver e validar um dispositivo computadorizado capaz de mensurar em graus a flexibilidade de crianças na faixa etária de 8 a 10 anos. Ao correlacionar os dados alcançados com o uso do banco de Wells e o dispositivo computadorizado, o coeficiente de correlação foi alto para o teste de flexibilidade com o dispositivo computadorizado, sendo considerado válido o teste de flexibilidade com o uso do dispositivo para a mensuração.

A avaliação da usabilidade pelos profissionais da área da Educação Física apresentou um escore melhor imaginável e os mesmos se mostraram favoráveis ao uso do dispositivo na prática, acreditando que as várias funções do software são muito bem integradas para coleta de dados e se sentiriam confiantes ao usar o dispositivo.

REFERÊNCIAS

ACHOUR JÚNIOR, Abdallah. *Validação de testes de flexibilidade da coluna lombar*. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, SP, 2006.

BANGOR, Aaron; KORTUM, Philip; MILLER, James. Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale. *J Usability Stud.* 4:114-23, 2009.

CAÑADA, Fernando Calahorro *et al.* Atividade física e acelerômetro; treinamento metodológico, recomendações e padrões de movimento na escola. *Nutr Hosp.* 21 de setembro de 2014;31(1):115-28. doi: 10.3305/nh.2015.31.1.7450. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25561104/>. Acesso em: 18 ago. 2022.

COSTA, Eduardo Aleixo. da; FARIA, Valquiria Alves. de; GALLO, Igor Santoro.; TEROSSI, Maria Beatriz.; OLIVEIRA, Thiago Pires. de; BRIGATTO, Felipe Alves; TAVARES JUNIOR, Antonio Carlos. Nível de aptidão física de escolares da rede pública e privada da região de Leme-SP. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, Umuarama*, v. 25, n. 1, p. 31-36, jan./abr. 2021.

DANTAS, Estélio Henrique Martin et al. Escala De Esforço Percebido na Flexibilidade (PERFLEX): um instrumento adimensional para se avaliar a intensidade. *Fitness e Performance Journal*. Rio de Janeiro, set-out, 2008. Disponível em: [file:///C:/Users/maril/Desktop/EscalaDeEsforcoPercebidoNaFlexibilidadePERFLEX2936036%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/maril/Desktop/EscalaDeEsforcoPercebidoNaFlexibilidadePERFLEX2936036%20(1).pdf). Acesso em: 17 jan. 2022.

DANTAS, Estélio Henrique Martin et al. *A prática da preparação física*. Revisão técnica Carlos Alberto Sposito de Araujo. – 7. ed. – Santana de Parnaíba - SP: Manole, 2022.

FRANCO, João Luiz. *Introdução à Programação com Python*. Programa de Educação Tutorial do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - grupo PET ADS/IFSP. São Carlos, 2016. Disponível em: http://antigo.scl.ifsp.edu.br/portal/arquivos/2016.05.04_Apostila_Python__PET_ADS_S%C3%A3o_Carlos.pdf. Acesso em 15 jun. 2022.

FIGUEIRA, Helena Andrade. A Flexibilidade. In: DANTAS, Estélio. (org) *Alongamento e flexionamento*. 6ª ed. São Paulo: Editora Manole, 2018. p.40-71. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520462249/pageid/59.doi103900/fpj.7.5.289.p>. Acesso em: 10 jan. 2022.

GAJDOSIK, Richard L.; BOHANNON, Richard W. Clinical measurement of range of motion. Review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Physical Therapy*. Volume 67 / Number 12, December 1987. Disponível em: <https://academic.oup.com/ptj/article-abstract/67/12/1867/2728156>. Acesso em 10 dez. 2021.

GAYA, Anelise Reis; GAYA, Adroaldo (Coord). *Projeto Esporte Brasil, PROESP-Br: Manual de medidas, testes e avaliações*. 5ª ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021. Ebook

HEYWARD, Vivian H. *Avaliação Física e Prescrição de Exercício: técnicas avançadas*. Tradução: Márcia dos Santos Dornelles; revisão técnica: Carlos Ugrinowitsch. 6.ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536326856/pageid/0>. Acesso em: 20 out. 2021.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Metodologia do trabalho científico: projetos de pesquisa*. Pesquisa bibliográfica, teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597012408/epubcfi/6/2\[0%3Bvnd.vst.idref%3Dbody001\]/4/2/2%4051:4](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597012408/epubcfi/6/2[0%3Bvnd.vst.idref%3Dbody001]/4/2/2%4051:4). Acesso em: 12 jan. 2022.

MATTAR, João; RAMOS, Daniela Karine. *Metodologia da pesquisa em educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas*. 1ª ed. São Paulo: Edições 70, 2021. Disponível em <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786586618518/pageid/267>. Acesso em: 12 jan. 2022.

MENEZES, Nilo Ney Coutinho. *Introdução à programação com Python : algoritmos e lógica de programação para iniciantes*. São Paulo: Novatec Editora, 2010.

MOREIRA, Rodrigo Baptista. Teste de sentar e alcançar sem banco como alternativa para a medida de flexibilidade de crianças e adolescentes. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. Volume 14, Número 3, 2009. Disponível em <https://rbafs.org.br/RBAFS/article/view/773>. Acesso em 15 de ago. 2022.

SANTOS COELHO, Luís Filipe dos O treino da flexibilidade muscular e o aumento da amplitude de movimento: uma revisão crítica da literatura. *Desafio Singular - Unipessoal, Lda Vila Real, Portugal. Motricidade*, vol. 4, núm. 3, 2008, p. 62-73.

SAURO, Jeff. *Measuring usability with the System Usability Scale (SUS)*. 2009. Disponível em: <http://www.measuringusability.com/sus.php> Acesso em: 30 abr. 2020.

SILVA, Simone Vasconcelos. Critérios da usabilidade: Um auxílio à qualidade do software. *Vértices*. CEFET. Campos dos Goytacazes. RJ, ano 5. nº 2 maio / ago. 2003.

SILVA, Tiago Rodrigues Santana. *Sistema Computadorizado para Rastreamento De Movimentos Funcionais com Representação Tridimensional*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade de Mogi das Cruzes, 2020.

SINGER, Margaret T. et al. *Syndemics and the biosocial conception of health*. *The Lancet*, 389(10.072):941-950, 2017. Disponível em: [www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)30003-X/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)30003-X/fulltext) Acesso em: 19 jul. 2022.

TENÓRIO, Josceli M.; SDEPANIAN, Vera L.; PISA, Ivan T.; COHRS F. M.; MARIN, Heimar F. Desenvolvimento e Avaliação de um Protocolo Eletrônico para Atendimento e Monitoramento do Paciente com Doença Celíaca. *Rev. Inform. Teór. Aplic.* 17(2) V.2 p,10-20, 2011.

TULLIS, Thomas S.; STETSON, Jacqueline N. A comparison of questionnaires for assessing website usability. In: *Usability professional association conference*. 2004.

VINUTO, Juliana. A. Amostragem em Bola de Neve na Pesquisa Qualitativa: Um Debate em Aberto. *Tematicas*, v. 20, n. 39, p. 85–106, 2012.

CONTRIBUIÇÃO DAS/DOS AUTORES/AS

Autora 1 – Coordenadora do projeto, participação ativa na coleta, análise dos dados e revisão da escrita final.

Autora 2 – Participação ativa na análise dos dados e revisão da escrita final.

Autor 3 – Participação ativa na elaboração do dispositivo.

Autor 4 – Participação ativa na elaboração e construção do dispositivo.

Autor 5 – Participação ativa na elaboração e construção do dispositivo.

Autor 6 – Participação na elaboração do dispositivo.

Autora 7 – Participação na elaboração do dispositivo.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesse com o presente artigo.

This preprint was submitted under the following conditions:

- The authors declare that they are aware that they are solely responsible for the content of the preprint and that the deposit in SciELO Preprints does not mean any commitment on the part of SciELO, except its preservation and dissemination.
- The authors declare that the necessary Terms of Free and Informed Consent of participants or patients in the research were obtained and are described in the manuscript, when applicable.
- The authors declare that the preparation of the manuscript followed the ethical norms of scientific communication.
- The authors declare that the data, applications, and other content underlying the manuscript are referenced.
- The deposited manuscript is in PDF format.
- The authors declare that the research that originated the manuscript followed good ethical practices and that the necessary approvals from research ethics committees, when applicable, are described in the manuscript.
- The authors declare that once a manuscript is posted on the SciELO Preprints server, it can only be taken down on request to the SciELO Preprints server Editorial Secretariat, who will post a retraction notice in its place.
- The authors agree that the approved manuscript will be made available under a [Creative Commons CC-BY](#) license.
- The submitting author declares that the contributions of all authors and conflict of interest statement are included explicitly and in specific sections of the manuscript.
- The authors declare that the manuscript was not deposited and/or previously made available on another preprint server or published by a journal.
- If the manuscript is being reviewed or being prepared for publishing but not yet published by a journal, the authors declare that they have received authorization from the journal to make this deposit.
- The submitting author declares that all authors of the manuscript agree with the submission to SciELO Preprints.