



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE

KAROLINE DE ANDRADE GONZAGA

**ASSOCIAÇÃO E CONCORDÂNCIA ENTRE MEDIDAS DE CLASSIFICAÇÃO DO
NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS COMUNITÁRIOS OBTIDAS PELO
IPAQ E POR UM ALGORITMO DESENVOLVIDO ATRAVÉS DE DADOS DE
SENSORES DE *SMARTWATCHES***

CAMPINA GRANDE – PB

2023

KAROLINE DE ANDRADE GONZAGA

**ASSOCIAÇÃO E CONCORDÂNCIA ENTRE MEDIDAS DE CLASSIFICAÇÃO DO
NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS COMUNITÁRIOS OBTIDAS PELO
IPAQ E POR UM ALGORITMO DESENVOLVIDO ATRAVÉS DE DADOS DE
SENSORES DE *SMARTWATCHES***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa
Coorientadora: Prof. Dra. Eujessika Katielly Rodrigues Silva

CAMPINA GRANDE – PB

2023

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

G642a Gonzaga, Karoline de Andrade.
Associação e concordância entre medidas de classificação do nível de atividade física em idosos comunitários obtidas pelo IPAQ e por um algoritmo desenvolvido através de dados de sensores de *smartwatches* [manuscrito] / Karoline de Andrade Gonzaga. - 2023.
79 p. : il. colorido.

Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2023.
"Orientação : Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa, Departamento de Computação - CCT."
1. Atividade física. 2. Idosos. 3. Dispositivo vestível. I.
Título

21. ed. CDD 621.381

KAROLINE DE ANDRADE GONZAGA

ASSOCIAÇÃO E CONCORDÂNCIA ENTRE MEDIDAS DE CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS COMUNITÁRIOS OBTIDAS PELO IPAQ E POR UM ALGORITMO DESENVOLVIDO ATRAVÉS DE DADOS DE SENSORES DE SMARTWATCHES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

Dissertação aprovada em: 27/09/2023

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Álvaro Campos Cavalcanti Maciel

Álvaro Campos C. Maciel
PROFESSOR
STATE 01460020 - CPF: 932.614.394-47

Prof. Dr. Álvaro Campos Cavalcanti Maciel
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)



Profa. Dra. Ana Tereza do Nascimento Sales Figueiredo Fernandes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me permitiu sonhar com esse título há bastante tempo e hoje me permite realizá-lo. Graças lhe dou por me tornar capaz de percorrer essa trajetória, pelas bênçãos em minha vida e pelo suporte e providência dada a mim em todo o tempo. Sem Ele, nada seria possível!

À minha família (minha mãe Jaqueline, minhas irmãs Brunna e Bia, meu sobrinho Théo e meu padrasto Beto), por todo amor, apoio, dedicação e orgulho. Vocês são o meu maior propósito e motivação, e agora, alcanço mais uma conquista, não apenas minha, mas nossa!

Ao meu companheiro e maior incentivador, Lio, por me apoiar nesse sonho e por sempre acreditar em mim, até mesmo quando eu não fui capaz. Pelo companheirismo, torcida, apoio, incentivo e pela compreensão ao longo dessa jornada. Sou feliz em poder comemorar mais essa conquista com você ao meu lado.

Às minhas colegas de mestrado e laboratório, parceiras de estudo e pesquisa e amigas que desejo levar pra vida, Ana Noronha, Gabriela, Dianna, Luana e Carol Ramalho, pelo apoio durante as coletas, pelas vibrações positivas emanadas e principalmente pelos momentos de alegria e descontração que tornaram o percurso até aqui mais leve e divertido.

Aos meus amigos e compadres, Ana Paula e Allan, pelo apoio, auxílio, pela torcida de sempre e por me lembrarem, juntamente ao meu noivo, através dos nossos momentos de confraternização, mesmo que não propositalmente, que “viver vai além do Lattes”.

À Dra. Eujessika, minha coorientadora e grande fonte de inspiração para mim, por todos os ensinamentos, aprendizados, conselhos e incentivo. Pela gentileza e compreensão de sempre, pela confiança depositada em mim e oportunidades ofertadas durante essa trajetória.

Ao Professor Dr. Paulo, meu orientador, por todas as contribuições e inúmeros aprendizados ao longo dessa jornada, pelas oportunidades que me foram dadas, pela parceria e por toda a sua espirtuosidade, que tornou esse percurso muito menos cansativo e extrovertido.

À equipe de programação do Laboratório de Computação Biomédica do Nutes, por todo auxílio no processo de desenvolvimento dessa pesquisa.

À banca, por sua disponibilidade e contribuições.

Aos idosos participantes, pela sensibilidade em contribuir neste meu aprendizado e pelos inúmeros ensinamentos de vida repassados ao longo dos vários dias de coleta.

A todos aqui mencionados, o meu “muito obrigada!”.

*“O correr da vida embrulha tudo,
a vida é assim: esquenta e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem.”*

Guimarães Rosa

RESUMO

Introdução: As medidas de atividade física na população idosa são importantes, pois podem fornecer indicadores para avaliação da situação de saúde e rastreamento de comportamentos. A utilização de questionários para mensuração do nível de atividade física é problemática devido à imprecisão das informações fornecidas e a susceptibilidade a vieses de registro ou de memória, podendo gerar resultados superestimados ou subestimados. Contrariamente a essa situação, o uso de tecnologias vestíveis para detecção de movimento permite quantificar objetivamente o nível de atividade física com uma maior precisão. **Objetivo:** Verificar a presença de associações e concordância entre as medidas de classificação do nível de atividade física em idosos comunitários obtidas pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) e por um algoritmo desenvolvido através de dados de sensores de *smartwatches*. **Materiais e Métodos:** Trata-se de um estudo do tipo observacional, com caráter transversal, realizado no Condomínio Cidade Madura e no Centro de Convivência do Idoso de Campina Grande-PB. Um algoritmo foi desenvolvido em linguagem de programação Python para identificar os minutos ativos e gerar classificações do nível de atividade física a partir de dados provenientes de *smartwatches* Fitbit. A amostra foi composta por 56 idosos avaliados através do Fitbit, que monitorou a atividade física durante 7 dias, e em seguida, pelo IPAQ. A classificação do nível de atividade física foi realizada através de três métodos de avaliação diferentes (IPAQ, algoritmo e índice de passos). **Resultados:** Foi observada uma correlação moderada entre os dados de minutos ativos gastos em “atividades leves” identificados pelo IPAQ e pelo algoritmo ($\rho=0,331$; $p<0,05$). Não houve correlação significativa entre os dados de minutos ativos totais e minutos gastos em atividades moderadas e vigorosas. Para a classificação do nível de atividade física pelos três instrumentos, não foi encontrada associação e concordância entre IPAQ e o algoritmo desenvolvido na presente pesquisa. Entretanto, foi observada uma associação e concordância significativa entre o algoritmo e o índice de passos ($\kappa=0,250$; $p<0,05$). **Conclusão:** Por se tratar de um dispositivo de fácil uso e aceitação, por fornecer medidas mais objetivas e permitir o monitoramento do usuário em seu ambiente de vida livre, o *smartwatch* Fitbit se mostrou como uma ferramenta viável e capaz de ser utilizada para avaliação de aspectos da atividade física em idosos comunitários, todavia, é aconselhável cautela ao usar os dados provenientes desse dispositivo para avaliação do nível de atividade física.

Palavras-chave: Atividade física; Idosos; Questionário; Algoritmo; Dispositivo vestível.

ABSTRACT

Introduction: Measurements of physical activity in the elderly population are important because they can provide indicators for assessing health status and screening behavior. The use of questionnaires to measure the level of physical activity is problematic due to the imprecision of the information provided and the susceptibility to recording or memory bias, which can lead to overestimated or underestimated results. Contrary to this situation, the use of wearable technologies for detecting movement makes it possible to objectively quantify the level of physical activity with greater precision. **Objective:** To verify the presence of associations and agreement between the measures used to classify the level of physical activity in community-dwelling elderly people obtained by the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and by an algorithm developed using data from smartwatch sensors. **Materials and Methods:** This is an observational, cross-sectional study carried out at the Cidade Madura Condominium and the Centro de Convivência do Idoso in Campina Grande-PB. An algorithm was developed in the Python programming language to identify active minutes and generate classifications of physical activity levels based on data from Fitbit smartwatches. The sample consisted of 56 elderly people assessed using the Fitbit, which monitored physical activity for 7 days, and then the IPAQ. The level of physical activity was classified using three different assessment methods (IPAQ, algorithm and step index). **Results:** A moderate correlation was observed between the data on active minutes spent on "light activities" identified by the IPAQ and the algorithm ($\rho=0.331$; $p<0.05$). There was no significant correlation between the data on total active minutes and minutes spent on moderate and vigorous activities. For the classification of the level of physical activity by the three instruments, no association and agreement was found between the IPAQ and the algorithm developed in this study. However, there was a significant association and agreement between the algorithm and the step index ($\kappa=0.250$; $p<0.05$). **Conclusion:** As it is a device that is easy to use and accept, as it provides more objective measures and allows the user to be monitored in their free-living environment, the Fitbit smartwatch proved to be a viable tool that can be used to assess aspects of physical activity in community-dwelling elderly people; however, caution is advised when using data from this device to assess physical activity levels.

Keywords: Physical activity; Elderly; Questionnaire; Algorithm; Wearable device.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Proporção da população brasileira de acordo com a idade segundo dados do IBGE em 2022 | 17 |
| Figura 2. Percentual de adultos com prática insuficiente de atividade física, por sexo, nos conjuntos de capitais brasileiras de acordo com a VIGITEL nos anos de 2013 a 2021..... | 22 |
| Figura 3. Percentual de adultos fisicamente inativos, por idade, nos conjuntos de capitais brasileiras de acordo com a VIGITEL no ano 2021..... | 23 |
| Figura 4. Principais sensores e funcionalidades encontradas em <i>wearables</i> disponíveis no mercado..... | 27 |
| Figura 5. <i>Dashboard</i> geral da plataforma de monitoramento remoto de idosos Sênior Saúde Móvel..... | 30 |
| Figura 6. <i>Dashboard</i> da plataforma Sênior Saúde Móvel para captação dos dados de passos diários..... | 31 |
| Figura 7. <i>Dashboard</i> da plataforma Sênior Saúde Móvel para captação dos dados de minutos ativos diários..... | 31 |
| Figura 8. <i>Dashboard</i> da plataforma Sênior Saúde Móvel para captação dos dados de frequência cardíaca..... | 32 |
| Figura 9. Arquitetura e composição geral do sistema de monitoramento remoto utilizando-se do dispositivo tecnológico vestível para mensuração do nível de atividade física..... | 39 |
| Figura 10. Desenho esquemático do procedimento de coleta de dados..... | 41 |
| Figura 11. Fluxograma da seleção amostral do estudo..... | 50 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1. Resumo das principais recomendações acerca da prática de atividade física para idosos pela OMS em 2020..... | 21 |
| Quadro 2. Classificação da intensidade relativa de exercícios de acordo com o ACSM..... | 42 |
| Quadro 3. Exibição dos dados de minutos ativos..... | 43 |
| Quadro 4. Exibição dos dados de HR..... | 44 |
| Quadro 5. Exemplo do armazenamento dos dados de HR durante uma sessão de atividade.. | 44 |
| Quadro 6. Critérios para classificação da intensidade da atividade física pelo algoritmo baseados nos valores percentuais de FCmáx propostos pela ACSM..... | 45 |
| Quadro 7. Critérios para classificação do nível de atividade física através do algoritmo..... | 46 |
| Quadro 8. Saída de dados gerada pelo algoritmo de Classificação do Nível de Atividade Física através de dispositivo vestível..... | 46 |
| Quadro 9. Índice do número de passos para classificação do nível de atividade física..... | 48 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Características gerais da amostra do estudo..... | 51 |
| Tabela 2. Correlação entre as medianas dos minutos gastos nos diferentes tipos de atividades medidos pelos métodos de avaliação utilizados..... | 52 |
| Tabela 3. Classificação do Nível de Atividade Física obtida pelos diferentes métodos de avaliação utilizados no estudo..... | 52 |
| Tabela 4. Coeficiente de Concordância Kappa entre os métodos de Classificação do Nível de Atividade Física utilizados..... | 53 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

OMS - Organização Mundial da Saúde

IPAQ - International Physical Activity Questionnaire

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

METs - Equivalentes Metabólicos de Tarefa

VIGITEL - Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

IoT - Internet das Coisas

IA - Inteligência Artificial

CCI - Centro de Convivência do Idoso

CEHAP - Companhia Estadual de Habitação Popular

SPPB - Short Physical Performance Battery

PCL - Prova Cognitiva de Léguas

MMII – Membros Inferiores

FC – Frequência Cardíaca

AFMV - Atividade Física de Intensidade Moderada a Vigorosa

ACSM - Colégio Americano de Esporte e Medicina

VO₂máx - Volume de Oxigênio Máximo

FCmáx – Frequência Cardíaca Máxima

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. OBJETIVOS..... | 15 |
| 2.1 Objetivo Geral..... | 15 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 15 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 16 |
| 3.1 Envelhecimento Populacional..... | 16 |
| 3.2 Envelhecimento Humano e Atividade Física..... | 18 |
| 3.3 Mensuração do Nível de Atividade Física | 21 |
| 3.4 Dispositivos Tecnológicos Vestíveis em Saúde | 26 |
| 3.5 Sistema de Monitoramento Remoto de Idosos Sênior Saúde Móvel..... | 28 |
| 4 MATERIAIS E MÉTODOS | 33 |
| 4.1 Tipo de estudo..... | 33 |
| 4.2 Local do estudo | 33 |
| 4.3 População e amostra | 34 |
| 4.4 Critério de inclusão e exclusão | 34 |
| 4.5 Instrumentos de coleta de dados | 34 |
| 4.6 Procedimentos de coleta de dados | 40 |
| 4.7 Desenvolvimento e Estrutura do Algoritmo de Classificação do Nível de Atividade Física..... | 41 |
| 4.8 Classificação do Nível de Atividade Física através do Número de Passos Diários...47 | |
| 4.9 Processamento e análise dos dados..... | 48 |
| 4.10 Aspectos éticos | 49 |
| 5 RESULTADOS..... | 50 |
| 6 DISCUSSÃO..... | 53 |
| 7 CONCLUSÃO | 58 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |
| APÊNDICE A – AVALIAÇÃO CLÍNICA E SOCIODEMOGRÁFICA..... | 67 |
| APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) | 68 |
| ANEXO A – PROVA COGNITIVA DE LEGANÉS (PCL) | 71 |
| ANEXO B – SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)..... | 73 |
| ANEXO C – INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE (IPAQ) | 75 |
| ANEXO D - PARECER DE APROVAÇÃO DA PESQUISA..... | 78 |

1. INTRODUÇÃO

A atual dinâmica demográfica mundial tem sido marcada pelo processo de envelhecimento populacional, que também tem sido considerado como um fenômeno mundial, o qual se caracteriza pelo aumento do número absoluto e do percentual de idosos no conjunto da população. Este acontecimento tem ocorrido em todo o mundo desde 1950, no entanto, vem se acentuando ao longo do século XXI em diversos países (Alves, 2019). O envelhecimento populacional tem sido considerado como um dos maiores desafios da saúde pública, pois, simultaneamente ao crescente aumento da população idosa, é possível observar o aumento da prevalência no declínio funcional, consequência inerente ao processo de envelhecimento humano, juntamente ao surgimento de doenças pertencentes a essa faixa etária, as quais demandam cuidados e atenção especial pelos serviços de saúde (Ferreira, *et al.* 2012; Oliveira, 2019).

O Brasil tem experimentado um rápido crescimento do número total de idosos em sua população, o que tem ocorrido concomitantemente ao aumento da incidência das doenças crônicas (Ribeiro *et al.*, 2019). Diante desse cenário, a necessidade do cuidado contínuo dessa população tem levado a uma busca cada vez maior de soluções sustentáveis para proporcionar o monitoramento desses idosos e apoiar o envelhecimento saudável, ativo e a vida independente (Netto; Tateyama, 2018; Baig *et al.*, 2019).

A atividade física é capaz de proporcionar diversos benefícios ao corpo humano. Tais benefícios são mais acentuados quando se trata da população idosa, considerando as diversas implicações ocasionadas no organismo pelo processo de envelhecimento e a instalação de limitações e declínios funcionais. A prática regular de atividade física é capaz de minimizar as alterações causadas pelo envelhecimento, além de prevenir ou retardar o surgimento e o progresso de diferentes doenças crônicas (Hollmann *et al.*, 2007; Torquato *et al.*, 2016). Estudos relatam que idosos fisicamente ativos têm maiores níveis de saúde funcional, menores riscos de queda e melhor desempenho cognitivo (De Bruin *et al.*, 2008; Tudo-Locke *et al.*, 2011).

A relação positiva entre a atividade física e a saúde de idosos é um consenso na literatura, existindo diversas diretrizes criadas por organizações de saúde que trazem recomendações acerca da intensidade, frequência e duração da atividade física para obter benefícios sobre a manutenção da saúde, prevenção de doenças e redução da mortalidade em idosos. É sugerido que idosos acima de 65 anos acumulem pelo menos 150 minutos por

semana de atividades de intensidade moderada, ou pelo menos 75 minutos por semana de atividades com intensidade vigorosa (Meneguci *et al.*, 2016; OMS, 2020).

Apesar das evidências indicarem que a prática regular de atividade física está associada a benefícios para a saúde de idosos, verifica-se que ainda há uma elevada prevalência de pessoas acima de 60 anos que não praticam atividade física regularmente (Torquato *et al.*, 2016; Meneguci *et al.*, 2016). Dados do Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL) (2022), demonstram que a população idosa brasileira (65 anos ou mais) é a que apresenta maiores prevalências de inatividade física quando comparada as outras faixas etárias, alcançando a porcentagem de 37,6% no ano de 2021.

As medidas acerca do nível e da prática de atividade física são importantes pois podem fornecer indicadores relevantes para avaliação da situação de saúde da população idosa, permitindo analisar os aspectos comportamentais dessa população e a sua associação com outros fatores, como a prevalência de morbidades e as taxas de mortalidade. A partir do conhecimento sobre a prática de atividade física também é possível propor a implementação de políticas públicas e ações em saúde que promovam o estímulo à prática de atividade física e à redução da exposição a comportamentos sedentários, além de permitir investigar a eficácia de intervenções já em execução (Lima *et al.*, 2010; Mendes, 2014).

Mesmo considerando a sua importância, medir o comportamento em relação à prática de atividade física não é uma tarefa fácil, especialmente em determinados subgrupos populacionais, como nas crianças e nos idosos (Lima *et al.*, 2010; Mendes, 2014). Existe uma certa preocupação entre pesquisadores com relação a dificuldade em encontrar métodos de avaliação de atividade física que estimem de forma válida e precisa todas as suas dimensões (Mendes, 2014).

Dentre os instrumentos de medidas subjetivas mais utilizadas para mensuração do nível de atividade física está o Questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire - IPAQ*), o qual já foi validado para a população idosa brasileira e é comumente utilizado devido a sua praticidade e baixo custo de aplicação (Benedetti; Mazo; Barros, 2004; Benedetti *et al.*, 2007). Entretanto, em função de sua subjetividade, os resultados podem apresentar limitações relacionadas à imprecisão das informações fornecidas e a susceptibilidade a vieses de registro e/ou de memória, podendo, dessa forma, gerar subestimação ou superestimação do real nível de atividade física do indivíduo avaliado (Benedetti *et al.*, 2007; Torquato *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2010).

Em contrapartida, as abordagens tecnológicas por meio de dispositivos vestíveis (*wearables*) têm sido cada vez mais vistas como possíveis aliadas na avaliação do comportamento motor e da atividade física espontânea diária em diversas populações, sendo capazes de quantificar objetivamente, por meio de sensores presentes em sua estrutura, os minutos gastos em uma atividade, o gasto energético e até mesmo o comportamento cardíaco durante um período de tempo, permitindo assim a captação de medidas e dados referentes a prática de atividade física com maior precisão quando comparado à medidas efetuadas pelos questionários (Torquato *et al.*, 2016; Baig *et al.*, 2019; Stravopoulos *et al.*, 2020).

Diante dessa perspectiva, este estudo pretende mensurar, através de medidas objetivas, aspectos referentes ao nível de atividade física de idosos comunitários por meio de um dispositivo tecnológico vestível do tipo *smartwatch*, correlacionando-as com as medidas subjetivas obtidas pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) e buscando concordância entre esses instrumentos de avaliação. Almeja-se, dessa forma, colaborar com as lacunas observadas na literatura acerca de estratégias mais eficazes para investigação do nível de atividade física na população idosa, além de oferecer a comunidade científica que se dedica ao estudo do público idoso maiores avanços no rastreamento de comportamentos e condições de saúde, contribuindo, dessa forma, para a otimização do cuidado com essa população que cresce progressivamente e demanda mais atenção.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar a presença de associações e concordância entre as medidas de classificação do nível de atividade física em idosos comunitários obtidas pelo Questionário Internacional de Atividade Física – IPAQ e por um algoritmo desenvolvido através de dados de sensores de *smartwatches*.

2.2 Objetivos Específicos

- Traçar o perfil clínico e sociodemográfico da amostra;
- Criar um algoritmo para análise e classificação do nível de atividade física através de dados captados por *smartwatches* da marca Fitbit e armazenados na plataforma de monitoramento remoto de idosos Sênior Saúde Móvel;
- Mensurar e identificar o nível de atividade física de idosos comunitários por meio do algoritmo que utiliza dados de sensores obtidos por dispositivos tecnológicos vestíveis do tipo *smartwatch* (minutos ativos e frequência cardíaca);
- Gerar uma classificação do nível de atividade física da amostra a partir de dados referentes ao “número de passos diários” provenientes dos *smartwatches* e utilizá-la como um método de validação e concordância das classificações obtidas pelo algoritmo;
- Correlacionar às medidas objetivas (obtidas pelo algoritmo e pelo número de passos diários através de dados dos *smartwatches* Fitbit) e subjetivas (obtidas através IPAQ) referentes aos minutos ativos gastos em atividades e ao nível de atividade física dos idosos da amostra;
- Contribuir para o desenvolvimento de uma nova funcionalidade na Plataforma Sênior Saúde Móvel com a intenção de classificar o nível de atividade física dos idosos cadastrados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

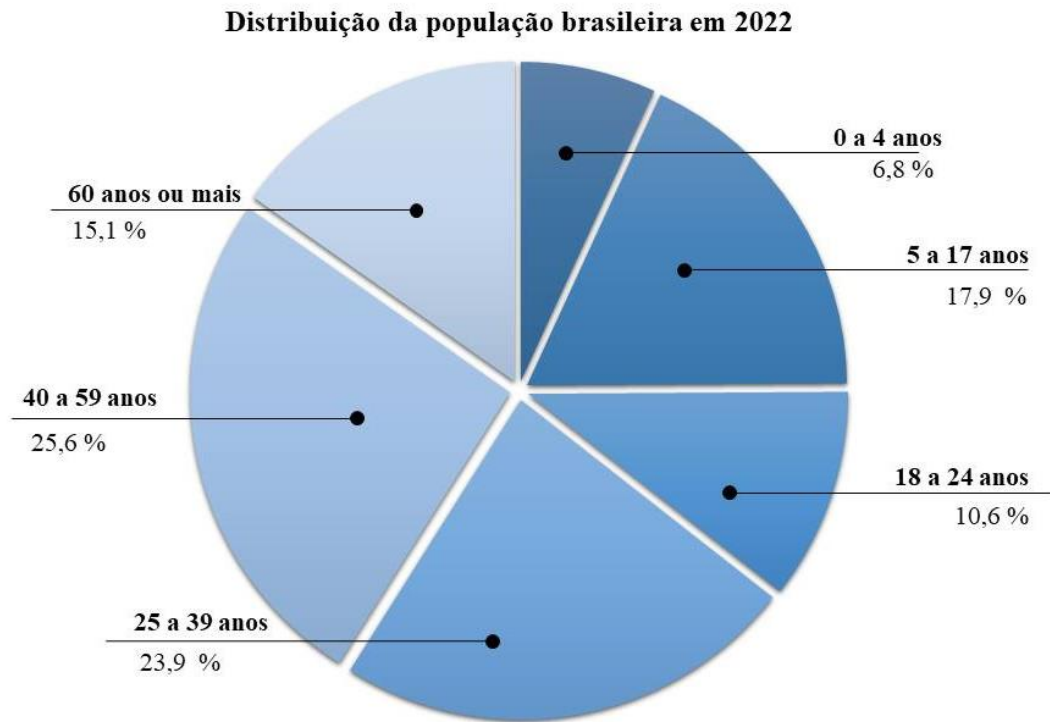
3.1 Envelhecimento Populacional

O processo de envelhecimento pode ser compreendido como uma série de acontecimentos dinâmicos e progressivos, caracterizados tanto por alterações morfológicas, funcionais e bioquímicas, quanto por modificações psicológicas. Tais modificações vão ocorrendo de forma gradual e determinam a perda progressiva da capacidade de adaptação ao meio ambiente, ocasionando, dessa forma, uma maior vulnerabilidade e maior incidência de processos patológicos, aumentando assim o risco de declínio da funcionalidade física e o risco de morte (Von Bonsdorff; Rantanen, 2011; Ferreira *et al.*, 2012).

Atualmente, o envelhecimento é um dos maiores desafios da saúde pública. Em todo o mundo é possível observar uma tendência de envelhecimento da população nos últimos anos, se tratando, portanto, de um fenômeno mundial. Essa mudança ocorreu inicialmente em países desenvolvidos, no entanto, mais recentemente, é nos países em desenvolvimento que o envelhecimento da população tem ocorrido de forma mais acentuada, o que decorre tanto do aumento da expectativa de vida pela melhoria nas condições de saúde quanto pela diminuição da taxa de fecundidade (Lima-Costa; Veras, 2003; IBGE, 2018). Esse processo de transição demográfica inicia com a redução das taxas de mortalidade e, depois de um tempo, com a queda das taxas de natalidade, e provoca significativas alterações na estrutura etária da população (Miranda; Mendes; Silva, 2016).

No Brasil, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a expectativa é de que a população com mais de 60 anos de idade seja aproximadamente 33,7% da população geral até o ano de 2060, representando o número de 73 milhões de idosos presentes na composição populacional brasileira (IBGE, 2018). Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, é possível notar que a tendência de envelhecimento da população vem se mantendo, e o número de pessoas com mais de 60 anos no país já é superior ao de crianças com até 9 anos de idade. Dados da divisão de Características Gerais dos Domicílios e dos Moradores 2022 da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), divulgados pelo IBGE em 2022, mostram que a população idosa brasileira (60 anos ou mais) já alcançou a marca de 15,1% da população total do país, como podemos observar no gráfico abaixo (Ministério da Saúde, 2020; IBGE, 2023) (Figura 1).

Figura 1. Proporção da população brasileira de acordo com a idade segundo dados do IBGE em 2022.



Fonte: IBGE, 2022. Elaborado pela autora.

Concomitantemente as modificações observadas na pirâmide populacional, cresce também o declínio funcional inerente ao processo de envelhecimento humano, onde as doenças próprias dessa faixa etária começam a ganhar maior expressão, e um dos resultados dessa dinâmica é a demanda de procura crescente por serviços de saúde e um aumento dramático nos custos com saúde e bem-estar social. Diante desse cenário, um dos maiores desafios atuais à saúde pública é justamente a escassez de recursos para contemplar uma demanda tão crescente (Lima-Costa; Veras, 2003; Hollmann *et al.*, 2007; Ferreira *et al.*, 2012).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o envelhecimento da população é um dos maiores triunfos da humanidade, mas também um dos grandes desafios a ser enfrentado pela sociedade (OMS, 2005). Em um relatório sobre o envelhecimento no século XXI, o Fundo de População das Nações Unidas (2012) destacou que embora muitos países tenham realizado importantes avanços na adaptação das suas políticas e leis, ainda é necessário direcionar mais esforços para assegurar que pessoas mais velhas possam alcançar o seu potencial.

Frente a esse panorama, torna-se então cada vez mais necessário inserir o tema de envelhecimento populacional na elaboração e implementação das políticas públicas que sejam direcionadas a criação de mecanismos de suporte e estratégias voltadas às necessidades dos idosos, subsidiando a organização de uma rede de cuidados com capacidade para oferecer serviços e ações no âmbito de proteção social e de saúde (Ferreira, *et al.* 2012; Miranda; Mendes; Silva, 2016).

3.2 Envelhecimento Humano e Atividade Física

O envelhecimento provoca a deterioração funcional e estrutural de todos os sistemas fisiológicos humanos, e cumulativamente, gera um impacto negativo na realização das atividades cotidianas e na independência física dos idosos (Chodzko-Zajko *et al.*, 2009). Como uma de suas consequências, ele ocasiona a diminuição gradual da capacidade funcional. Assim, as maiores adversidades de saúde associadas ao envelhecimento são a incapacidade funcional e a dependência, que acarretam restrição ou perda de habilidades e a dificuldade ou incapacidade de executar funções e atividades relacionadas à vida diária (Ferreira *et al.*, 2012).

O processo de envelhecimento provoca alterações em vários domínios. No domínio da aptidão física, tais alterações resultam na diminuição da força, resistência, agilidade e flexibilidade. Outras mudanças acontecem ao nível da composição corporal, com a perda de massa muscular, massa óssea, água corporal e da função musculoesquelética e neuromotora. Além disso, a função cardiopulmonar também sofre alterações, com redução do desempenho dos mecanismos de ventilação, difusão e perfusão, modificação dos volumes e capacidades pulmonares e diminuição do débito cardíaco máximo. Também ocorre a diminuição do número e tamanho das sinapses no cérebro e alterações na regulação hormonal (Hollmann *et al.*, 2007; Silva, 2018).

Tais alterações anatomofisiológicas advindas do processo de envelhecimento geram reflexos significativos sobre funções básicas no organismo do idoso. O declínio do sistema visual, do sistema vestibular e somatossensorial interfere no alinhamento e no controle postural, dificultando a manutenção do equilíbrio corporal e favorecendo a ocorrência de quedas (Esquenazi; Da Silva; Guimarães, 2014). Da mesma forma, as alterações no sistema musculoesquelético e ósseo favorecem a diminuição de mobilidade e o comprometimento da marcha, afetando diretamente a independência dessa população (Filho *et al.*, 2010). Já as alterações a nível de sistema nervoso podem vir acompanhadas de transtornos cognitivos, como déficits de memória, de atenção e de planejamento (Macena; Hermano; Costa, 2018).

A atividade física já se encontra bem estabelecida como uma estratégia preventiva e como uma intervenção para neutralizar os efeitos prejudiciais do envelhecimento (Nelson *et al.*, 2007; Strath; Pfeiffer; Whitt-Glover, 2012). Existe uma quantidade significativa de evidências que se acumulam cada vez mais sobre os benefícios do exercício físico regular e da prática de atividade física para idosos. Além de novas evidências sobre a importância do exercício e da atividade física para idosos saudáveis, há agora um crescente corpo de conhecimento que apoia a prescrição de exercícios e atividade física para idosos com doenças crônicas e deficiências ou limitações funcionais (Nelson *et al.*, 2007; Chodzko-Zajko *et al.*, 2009; Von Bonsdorff; Rantanen, 2011; Tundo-Locker *et al.*, 2011).

A prática regular de atividade física é um comportamento essencial para promover a saúde e prevenir doenças crônicas em pessoas de todas as idades, com ou sem limitações funcionais (Strath; Pfeiffer; Whitt-Glover, 2012). Frequentemente, a idade é considerada um fator de risco primário para o desenvolvimento e progressão da maioria de doenças crônico-degenerativas, no entanto, a atividade física regular pode ser capaz de modificar substancialmente esses riscos (Chodzko-Zajko *et al.*, 2009). O exercício físico não consegue interromper o processo de envelhecimento biológico, mas pode reduzir o seu impacto sobre o desempenho funcional de idosos (Matsudo, 2009).

Entre os benefícios mais conhecidos da prática regular de atividade física estão a melhora da capacidade funcional, a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças crônicas e outras condições incapacitantes, diminuição no risco relativo de mortalidade e a melhora da qualidade de vida. A atividade física é capaz de aumentar a expectativa de vida através da mitigação das alterações biológicas relacionadas com a idade, da sua influência sobre o desenvolvimento de doenças crônicas, da preservação da capacidade funcional e dos seus efeitos associados na saúde e bem-estar de modo geral (Chodzko-Zajko *et al.*, 2009).

Há evidências crescentes de que a atividade física regular reduz o risco de desenvolvimento de inúmeras condições e doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral, hipertensão, diabetes mellitus tipo 2, osteoporose, obesidade, alguns tipos de cânceres, comprometimento cognitivo, ansiedade e depressão. Além disso, o exercício físico é recomendado como uma intervenção terapêutica para o tratamento, prevenção e manejo de muitas doenças, promovendo benefícios como a redução do número de quedas e fraturas, aumento da força muscular, aumento da velocidade da marcha e otimização geral da mobilidade, aumento da flexibilidade, agilidade e equilíbrio, promoção de mais independência física na vida cotidiana, melhora do desempenho cognitivo,

diminuição do risco de depressão, estresse e ansiedade (Matsudo, 2009; Holmann, *et al.*, 2007; Chodzko-Zajko *et al.*, 2009; OMS, 2020).

Paralelamente aos benefícios da atividade física sobre a saúde, é possível observar os impactos deletérios da inatividade física e do comportamento sedentário causados à saúde de indivíduos de diferentes faixas etárias. Uma forte ligação tem sido notada entre o aumento da inatividade física e as doenças crônicas (Holmann *et al.*, 2007; Meneguci *et al.*, 2016). A literatura mostra que indivíduos fisicamente ativos apresentam um menor risco de mortalidade por todas as causas quando comparado aos fisicamente inativos (Chodzko-Zajko *et al.*, 2009; Matsudo, 2009). Apesar das evidências indicarem que a prática regular de atividade física está associada a benefícios para saúde de idosos, verifica-se ainda uma elevada prevalência de pessoas acima de 60 anos que não praticam atividade física regularmente, fato que só exacerba o declínio físico e funcional nessa população (Mazo; Lopes; Benedetti, 2004; Meneguci *et al.*, 2016).

A inatividade física e o sedentarismo são considerados como alguns dos fatores de risco e condicionantes de doenças crônicas e associada a eles está também o comportamento sedentário, que consiste no termo designado para se referir a atividades com baixo dispêndio energético (Meneguci *et al.*, 2016; Frota *et al.*, 2020). Evidências destacam que o elevado tempo despendido em comportamento sedentário está negativamente associado à saúde, incluindo o aumento do risco de mortalidade (Najafi; Armstrong; Mohler, 2013; Meneguci *et al.*, 2016). Contrariamente a isso, os profundos e múltiplos benefícios de viver fisicamente ativo se estendem até a população idosa com ou sem condições crônicas e deficiências. A atividade física na população geriátrica promove a saúde, retarda a progressão da doença e prolonga a independência funcional (De Bruin *et al.*, 2008).

Diversas recomendações acerca dos diferentes aspectos sobre a realização de atividade física são publicadas e discutidas anualmente por diferentes associações, agências e grupos de estudos da área. Recentemente, as Diretrizes para Atividade Física e Comportamento Sedentário, desenvolvidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (2020), afirmam que a população idosa deve realizar pelo menos 150 a 300 minutos de atividade física aeróbica de intensidade moderada por semana; ou pelo menos 75 a 150 minutos de atividade física aeróbica de intensidade vigorosa; ou ainda uma combinação equivalente de atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa ao longo da semana para adquirirem benefícios substanciais à saúde (OMS, 2020).

As diretrizes recomendam ainda que em pelo menos dois dias na semana sejam realizadas atividades de fortalecimento muscular de intensidade moderada que envolvam os

principais grupos musculares, e em pelo menos 3 dias por semana, estejam na rotina do idoso atividades físicas multicomponentes que enfatizem o equilíbrio funcional e o treinamento de força com intensidade moderada ou maior. Algumas considerações são feitas com relação ao comportamento sedentário, de modo que os idosos devem limitar a quantidade do tempo em comportamento sedentário e substituir esse tempo com atividades físicas de qualquer intensidade (inclusive baixa intensidade) para obter maiores benefícios para a saúde (OMS, 2020) (Quadro 1).

Quadro 1. Resumo das principais recomendações acerca da prática de atividade física para idosos pela OMS em 2020.

| Duração/Frequência | Tipo de Atividade | Intensidade |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| 150 a 300 minutos | Atividade aeróbica | Moderada |
| 75 a 100 minutos | Atividade aeróbica | Vigorosa |
| 2 vezes por semana ou mais | Atividade de fortalecimento muscular | Moderada ou maior |
| 3 vezes ou mais | Atividades de equilíbrio | Moderada ou maior |

Fonte: elaborado pela autora.

3.3 Mensuração do Nível de Atividade Física

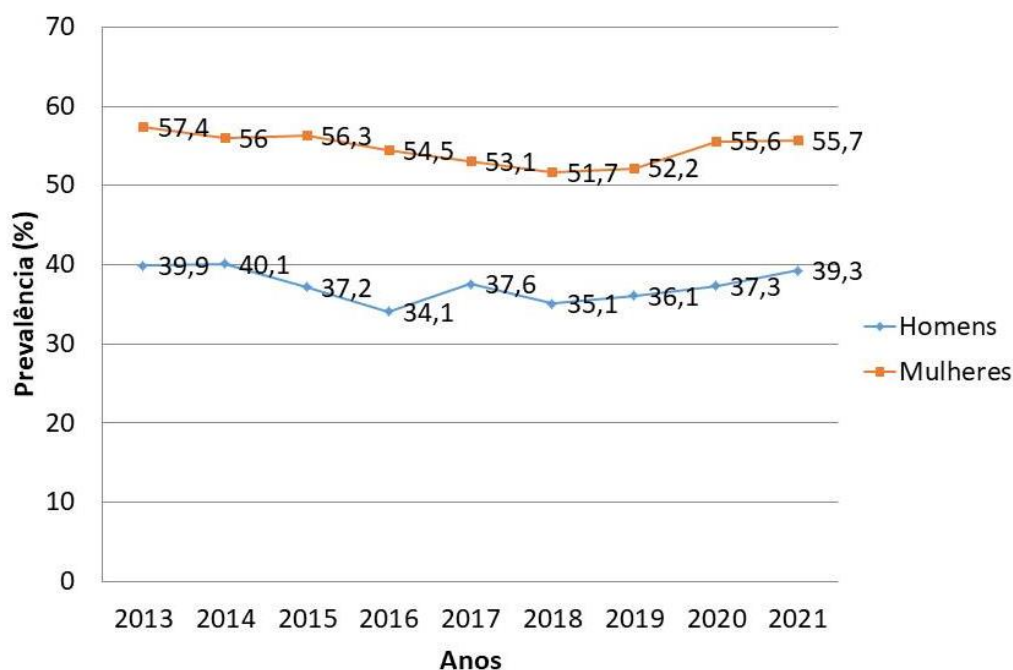
A atividade física é definida como o movimento corporal que resulta da contração do músculo esquelético e que aumenta o gasto de energia acima dos níveis basais de repouso. Diferentemente disso, o exercício físico, que inclui tarefas como o treinamento de força, resistência e flexibilidade, trata-se de uma atividade física planejada, estruturada e repetitiva por natureza. A atividade física pode variar de exercícios recreativos até a atividades cotidianas, como caminhar até o supermercado e executar tarefas domésticas ou de jardinagem, por exemplo (Von Bonsdorff; Rantanen, 2011). Em contraste, o comportamento sedentário se caracteriza como atividades com baixo gasto de energia, com equivalente metabólico da tarefa (METs) $\leq 1,5$, e normalmente inclui comportamentos adotados na posição sentada ou reclinada e estão associados a resultados adversos à saúde (Gorman *et al.*, 2014).

Apesar de todos os aspectos benéficos inerentes à prática da atividade física para idosos, muitos estudos indicam uma associação entre indivíduos de maiores faixas etárias e a inatividade física, evidenciando a complexidade e a dificuldade para a adoção e a manutenção da prática regular de atividade física na população idosa (Torquato *et al.*, 2016). Esse

comportamento é explicado, em partes, pelo próprio processo de envelhecimento, que ocasiona uma redução do desempenho físico e aumento da morbidade, levando a um declínio funcional (Von Bonsdorff; Rantanen, 2011).

No Brasil, o sedentarismo apresenta uma elevada prevalência, especialmente nas regiões menos desenvolvidas, como o Nordeste (Alves *et al.*, 2010). Foi observado que indivíduos com 80 anos apresentam 50% menos probabilidade de se envolverem em esportes ou desejarem aumentar seus níveis de atividade quando comparado àqueles nos seus 50 anos iniciais de vida (Meneguci *et al.*, 2016). Dados do Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL) (2022) mostram que a prevalência de adultos com prática insuficiente de atividade física no Brasil em 2021 era de 55,7% nas mulheres e 39,3% para os homens, como mostra a figura abaixo.

Figura 2. Percentual de adultos com prática insuficiente de atividade física, por sexo, nos conjuntos de capitais brasileiras de acordo com a VIGITEL nos anos de 2013 a 2021.

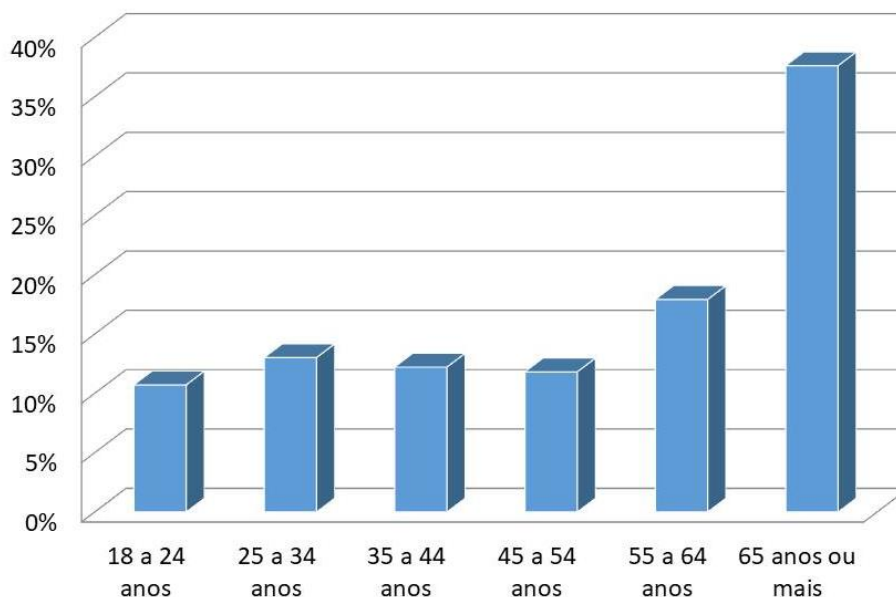


Fonte: Adaptado da VIGITEL, 2022.

De acordo com a VIGITEL (2022), a população idosa (65 anos ou mais) é a que mais apresenta uma prática insuficiente de atividade física quando comparada as outras faixas etárias, alcançando a porcentagem de 37,6% no ano de 2021 quando a inatividade física ou presença de sedentarismo foi medida na população brasileira, como é possível observar na figura 3. No entanto, apesar de alguns dados existentes, estudos apontam que no nosso país, assim como em outros, ainda se dispõe de poucos dados abrangentes sobre a prevalência de

sedentarismo e inatividade física, especialmente da população idosa (Mazo; Lopes; Benedetti, 2004).

Figura 3. Percentual de adultos fisicamente inativos, por idade, nos conjuntos de capitais brasileiras de acordo com a VIGITEL no ano 2021.



Fonte: Adaptado da VIGITEL, 2022.

Nesta perspectiva, medidas da atividade física são importantes, pois podem fornecer indicadores para avaliação da situação de saúde, comportamentos e estilos de vida e sua associação com outros fatores, como a prevalência de morbidades e as taxas de mortalidade, permitindo o planejamento de intervenções que tenham como objetivo a promoção da prática de atividade física e a redução da exposição a comportamentos sedentários (Lima *et al.*, 2010; Mendes, 2014). A capacidade de medir com precisão a atividade física em um ambiente de vida livre é crucial para qualquer investigação onde a atividade física seja considerada um desfecho ou uma variável de exposição de interesse (Strath; Pfeiffer; Whitt-Glover, 2012).

Entretanto, apesar da importância, medir o comportamento em relação à prática de atividades físicas não é uma tarefa fácil, particularmente em determinados subgrupos populacionais, como as crianças e os idosos. Estudos sobre medidas acerca do nível da atividade física em pessoas idosas são particularmente difíceis devido à escassez de instrumentos válidos e razoavelmente consistentes para utilização em levantamentos abrangentes (Lima *et al.*, 2010; Strath; Pfeiffer; Whitt-Glover, 2012). Ainda existe uma grande dificuldade para avaliar o comportamento quanto à prática de atividades físicas devido à falta de instrumentos padronizados e com bom nível de precisão para utilização em estudos

populacionais e em diferentes contextos sociais e culturais (Mendes, 2014; Benedetti; Mazo; Barros, 2004).

Tais dificuldades encontradas podem ser explicadas pelo fato da atividade física ser caracterizada como um comportamento complexo e com altos níveis de variação interindividual e intraindividual, tornando-se um construto de difícil mensuração. As técnicas para medir a atividade física precisam ser capazes de distinguir as diferentes características e dimensões desta prática, como a frequência, duração, intensidade e o tipo de atividade (Strath; Pfeiffer; Whitt-Glover, 2012).

De uma forma geral, os níveis de atividade física são definidos por meio de Compêndios de Atividades Físicas, os quais associam a intensidade das atividades expressa em equivalentes metabólicos (METs). As atividades podem ser categorizadas em três níveis: atividades leves (METs < 3, envolvem atividades como sentar, levantar, deitar e caminhar em ritmo lento); as atividades moderadas (alcançam entre 3 e 6 METs, são atividades como caminhar em ritmo rápido, pedalada leve, dançar e executar serviços domésticos); e atividades vigorosas (METs > 6, incluem atividades como corrida, ginástica aeróbica, jogos de futebol ou basquete e serviços domésticos pesados) (Ainsworth *et al.*, 2000).

Os métodos para avaliação do nível de atividade física e o dispêndio energético podem ser divididos em dois grandes grupos: (1) as medidas de autorrelato ou subjetivas, através de questionários ou diários; (2) e as medidas objetivas, de maior precisão, mas na maioria das vezes com maiores custos econômicos, a exemplo dos sensores de movimento como acelerômetros e pedômetros, monitores de frequência cardíaca, água duplamente marcada e calorimetria direta e indireta (Mendes, 2014).

O Questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire* – IPAQ) trata-se de um instrumento que permite estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas que podem variar de intensidade moderada a vigorosa em diferentes contextos do cotidiano, como no trabalho, no transporte, durante tarefas domésticas e até mesmo no lazer (Benetetti *et al.*, 2007). Atualmente é um dos instrumentos mais utilizados em pesquisas de medição do nível de atividade física devido a sua boa reprodutibilidade (teste/reteste) e validade em diversos subgrupos, inclusive na população idosa, e por sua praticidade e baixo custo de aplicação em um maior número de pessoas (Benedetti, Mazo; Barros, 2004; Benedetti *et al.*, 2007; Torquato *et al.*, 2016; Silva; Carreiro; Lima, 2021).

Através da avaliação do nível de atividade física pelo IPAQ, é possível classificar um indivíduo como sedentário, irregularmente ativo, ativo e muito ativo através de informações

sobre o tempo gasto na realização de atividades de caminhada, atividades moderadas e atividades vigorosas (Craig *et al.*, 2003; Silva; Carreiro; Lima, 2021). Atualmente, o IPAQ é utilizado como referência em diversos estudos que têm como objetivo a classificação do nível de atividade física de diversas populações (Ferreira, 2014), no entanto, outros tipos de variáveis, diferentes das adotadas pelo IPAQ, já vêm sendo medidas, estudadas e utilizadas como forma de categorizar o nível de atividade física de indivíduos, como a contagem de passos (Tudor-Locke; Basset, 2004; Tudor-Locke, 2013).

A utilização de questionários para medida do nível de atividade física é especialmente problemática devido as limitações ao nível da sua validade, a imprecisão das informações fornecidas e a susceptibilidade a viés de registro ou de memória, podendo gerar resultados com valores superestimados ou subestimados com relação aos verdadeiros níveis de atividade física. O viés de registro pode ser corrigido pela aplicação do questionário, utilizando-se entrevista face a face (individual), mas o viés de memória parece ser de solução mais complexa. Em idosos, em particular, o preenchimento do questionário pode ainda ser influenciado pelo humor, pelo estado de saúde e por problemas cognitivos (Lima *et al.*, 2010; Mendes, 2014; Silva, 2018).

Contrariamente a essa situação, as medidas objetivas fornecem estimativas mais precisas acerca da prática de atividade física e do gasto energético, e podem remover muitos dos problemas recodatórios e os vieses de resposta que estão associados aos questionários (Mendes, 2014). O uso de sensores de movimento, como pedômetros e acelerômetros, classificados como ferramentas de medidas objetivas, são capazes de quantificar objetivamente a atividade física durante um período e representam mais vantagens, pois podem classificar a intensidade das atividades físicas em leve, moderada e vigorosa, representando assim, com maior precisão, as atividades que são subestimadas ou superestimadas pelos questionários (Gorman *et al.*, 2014).

A utilização de tecnologias vestíveis para detecção de movimento, como os acelerômetros, tem sido amplamente aceita e utilizada por pesquisadores, profissionais e público em geral para avaliar, rastrear e comunicar doses de atividade física em diversas populações (De Bruin *et al.*, 2008; Tudor-Locke *et al.*, 2011; Baig *et al.*, 2019). Acelerômetros são pequenos dispositivos eletrônicos que medem a aceleração do movimento corporal, permitindo quantificar de forma objetiva a frequência, duração e intensidade das atividades praticadas, podendo fornecer dados adicionais em relação ao tempo gasto em várias intensidades de atividade física e o tempo de inatividade, além de realizar a contagem de passos (Tudor-Locke *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2014).

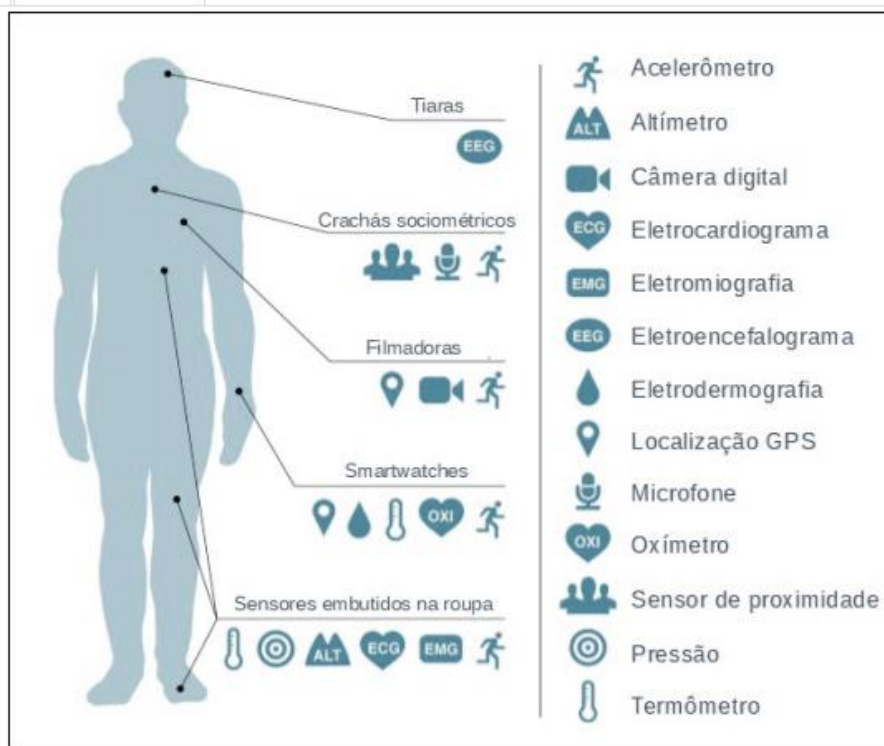
3.4 Dispositivos Tecnológicos Vestíveis em Saúde

Já está esclarecido que o envelhecimento se trata de problema de saúde pública e, diante disso, há uma clara necessidade em criar estratégias e soluções inteligentes e sustentáveis para apoiar e encorajar o envelhecimento da população, melhorar os diversos indicadores de saúde da população idosa, promovendo, conseqüentemente, um envelhecimento bem-sucedido (Harmell; Jeste; Depp, 2014; Baig *et al.*, 2019). Diante desse cenário, a área da saúde tende a sofrer cada vez mais mudanças e avanços para promover melhores serviços a este grupo. As tecnologias vestíveis têm se tornado um importante tópico no campo da tecnologia em saúde para avaliação, monitoramento e armazenamento de dados relacionados à saúde (Nasir; Yurder, 2015).

A utilização de tecnologias que possibilitam o monitoramento remoto vem ganhando cada vez mais destaque no setor de saúde, que está evoluindo e adquirindo uma nova fronteira denominada pelos especialistas como *eHealth* ou saúde eletrônica e *mHealth* ou saúde móvel (Ferrão, 2019). Através da Internet das Coisas (*IoT*) o uso de tecnologias móveis e sem fio, como os telefones celulares, e o uso de dispositivos vestíveis (*wearables*), como relógios e pulseiras inteligentes, possibilitam o monitoramento de pacientes para apoiar a realização de objetivos na área de saúde (Baig *et al.*, 2019; Stravopoulos *et al.*, 2020).

Os *wearables* ou sistemas vestíveis são caracterizados como dispositivos móveis compostos por sensores que integram peças do vestuário ou acessórios vestidos no corpo e que tem como finalidade obter informações sobre seu usuário (Wu; Wu; Chang, 2016; Almeida, 2017). Esses dispositivos integram uma categoria de objetos com conectividade *IoT*, que pode ser definida como uma rede de objetos físicos com tecnologia embarcada para sensoriamento, interação com o ambiente e comunicação autônoma, e podem monitorar e registrar informações a distância e em tempo real sobre padrões fisiológicos do indivíduo, prática de atividades e mobilidade. Os dados coletados podem ser transmitidos para *smartphones*, plataformas ou monitores médicos para análise detalhada, fornecendo assim, informações úteis de saúde (Lee; Lee, 2018; Stravopoulos *et al.*, 2020). Na figura 4 é possível observar alguns tipos de sensores encontrados em *wearables*.

Figura 4. Principais sensores e funcionalidades encontradas em *wearables* disponíveis no mercado.



Fonte: adaptado de Piwek *et al.*, 2016.

Sensores para captação de dados fisiológicos em uma forma vestível surgiram no mercado e rapidamente se tornaram populares entre seus usuários e também no campo de pesquisas científicas, devido a avanços tecnológicos de empresas como a *Apple Watch*, *FitBit*, entre outras, que se destacam nesse mercado de dispositivos vestíveis, com foco principalmente na criação de *smartwatches* (Brothers, *et al.* 2019). Atualmente já existem vários tipos de *wearables* disponíveis no mercado sendo utilizados para objetivos em saúde e especialistas afirmam que a tendência é um desenvolvimento cada vez maior de diversos tipos de tecnologias vestíveis cujo suporte e objeto de leitura principal será o corpo humano (Ferrão, 2019).

A gama de *wearables* vêm se ampliando desde relógios até tecidos inteligentes, eletrônicos em roupas, cintos e óculos. Técnicas de análise e inteligência artificial (IA) são frequentemente acopladas a *wearables* e a *IoT* para extrair dados mais específicos de acordo com o objetivo pretendido (Stravopoulos *et al.*, 2020). Diversos estudos já vêm sendo executados com a utilização de diferentes tipos de dispositivos vestíveis (*wearables*) possuindo objetivos distintos e variados. As tecnologias vestíveis têm sido utilizadas na detecção de quedas em idosos (Miller; Najafi; Armstrong, 2015), avaliação do comportamento motor e da atividade física espontânea diária (Roberts *et al.*, 2019; Najafi;

Armstrong; Mohler, 2013), estímulo de movimentos e de função motora (Boateng *et al.*, 2018), avaliação do equilíbrio e da marcha (Zhou *et al.*, 2018) e avaliação de padrões do sono (Moyle *et al.*, 2018) em idosos com condições diversas.

Os sensores vestíveis para detecção de movimentos, principalmente os acelerômetros, são os mais utilizados em estudos que objetivam rastrear e mensurar a atividade física em diferentes populações (De Bruin *et al.*, 2008). Os *smartwatches* são dispositivos vestíveis que possuem sensores embarcados, como o acelerômetro e outros sensores inerciais, sendo capazes de contabilizar os passos realizados diariamente e quantificar os minutos ativos do usuário, fornecendo um método objetivo de quantificar a atividade diária total e a mobilidade do indivíduo. Além disso, podem realizar o monitoramento de dados fisiológicos, como a frequência cardíaca, estágios do sono, calorias gastas entre outros parâmetros fisiológicos, que vão depender da capacidade técnica inserida no dispositivo (Tudor-Locke *et al.*, 2011; Almeida, 2017; King; Sarrafzadeh, 2018).

Devido a capacidade de extração de dados de forma minimamente invasiva, rápida e eficaz, os *smartwatches* podem monitorar as atividades de um indivíduo dia e noite, sem muita interrupção e desconforto (Stravopoulos *et al.*, 2020). Por estarem em constante contato com o seu usuário, sendo posicionados sempre no pulso do indivíduo, as medições baseadas nos dados dos seus sensores normalmente fornecem um determinado padrão e por isso eles são apresentados como uma proposta promissora para aquisição de dados em saúde (Wu; Wu; Chang, *et al.*, 2016; King; Sarrafzadeh, 2018; Lee; Lee, 2018). Considerando a sua funcionalidade e versatilidade, os *smartwatches* têm ganhado cada vez mais espaço no mercado e pesquisas recentes na esfera da saúde têm sido realizadas com o objetivo de monitorar os seus usuários de forma remota através dessa aplicação (Rawassizadeh; Price; Petre, 2015).

3.5 Sistema de Monitoramento Remoto de Idosos Sênior Saúde Móvel

Os sistemas de monitorização de saúde vestíveis são considerados como a nova geração de dispositivos pessoais portáteis para a prática da telemedicina, os quais têm atraído cada vez mais a atenção da pesquisa e da indústria na última década. Com o aumento dos custos de saúde e a problemática em torno do envelhecimento populacional, a necessidade de monitorar o estado de saúde de idosos em seu ambiente de vida pessoal tem se tornado uma demanda cada vez mais crescente (Pantelopoulos; Bourbakis, 2009; Lou *et al.*, 2020). Os avanços tecnológicos e a ascensão das tecnologias de comunicação sem fio possibilitaram um

enorme potencial para o desenvolvimento de novas abordagens na telemedicina, propiciando um ambiente cada vez mais favorável para o desenvolvimento do telemonitoramento, o qual permite o acompanhamento remoto contínuo do paciente em qualquer localidade, contribuindo para redução dos custos com a saúde e garantindo-lhe mais conforto e independência (Potter; Sztajnberg, 2013).

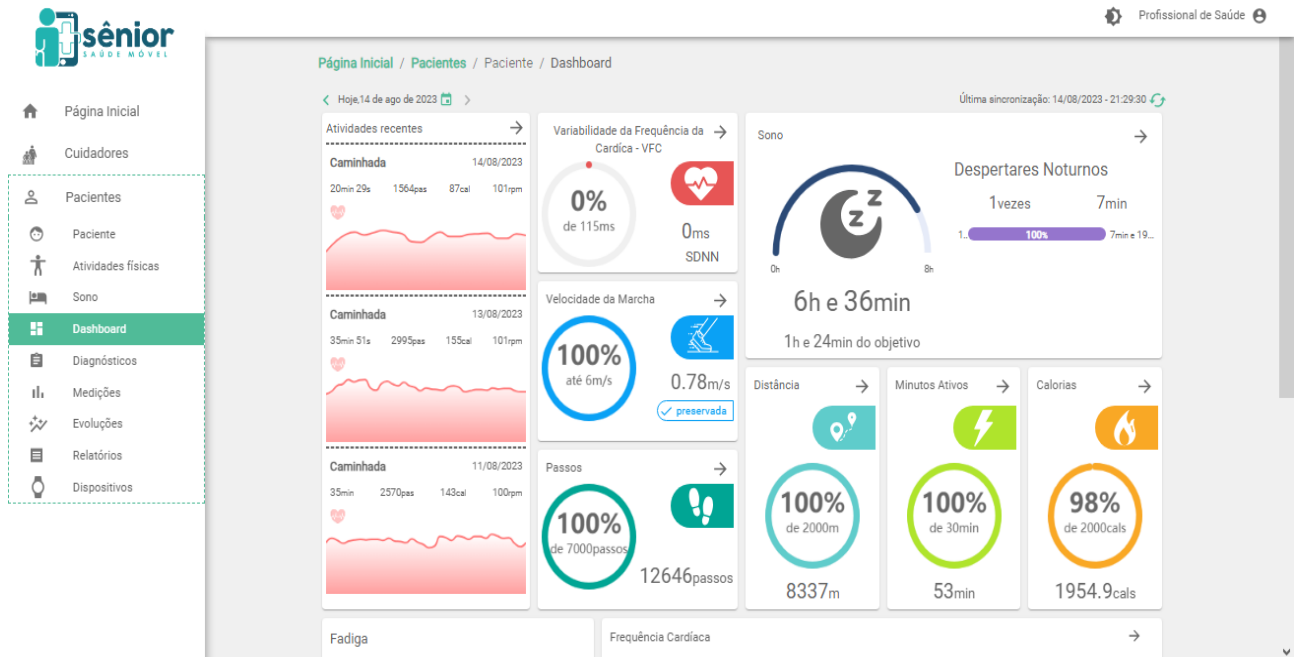
O telemonitoramento pode ser capaz de atuar na detecção da necessidade de intervenção ou de aplicação de medidas preventivas do processo de saúde-doença do idoso monitorado. Esse meio de cuidado se constitui como um novo método para abordar as questões de gerenciamento e monitoramento de idosos com doenças crônicas, em reabilitação pós-operatória e portadores de necessidades especiais (Pantelopoulos; Bourbakis, 2009; Netto; Tateyama, 2018). Além disso, os sistemas de monitorização de saúde vestíveis podem não só melhorar o estado de saúde do usuário, mas também contribuir para o desenvolvimento da tecnologia médica, através do recebimento de informações sobre a saúde humana e armazenamento de grandes quantidades de dados (Lou *et al.*, 2020).

Diante dessa temática, a Sênior Saúde Móvel surge como um sistema de monitoramento remoto baseado em Internet das Coisas (IoT) que capta informações do usuário 24h por dia através de dispositivos vestíveis do tipo *smartwatches* ou pulseiras inteligentes. Esse sistema foi desenvolvido em parceria com o Núcleo Estratégico de Tecnologias em Saúde (NUTES) para apoiar projetos e pesquisas clínicas, sendo uma ferramenta de gerenciamento de dados de saúde, de monitoramento remoto e armazenamento de informações. O sistema foi criado após profundas dedicações na área de envelhecimento humano e tecnologias em saúde, e surge como um recurso capaz de prestar suporte às pesquisas e a profissionais de saúde nos mais diversos cenários, possibilitando a avaliação contínua de dados referentes à saúde de pacientes idosos (Rodrigues *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022).

A Sênior Saúde Móvel possui uma arquitetura de microsserviços, com diversas funções relacionadas ao gerenciamento de usuários e informações, ciência de dados e *IoT*. Diferentes algoritmos de inteligência artificial e análise de séries temporais foram empregados na estruturação da plataforma para detectar e monitorar dados importantes sobre a saúde do idoso usuário desse sistema (Rodrigues *et al.*, 2020) (Figura 5). Esse serviço tem promovido o acompanhamento contínuo e em tempo real da saúde de idosos, oferecendo dados cruciais para predição de condições adversas à saúde. Além disso, o sistema tem auxiliado na tomada de decisões clínicas por diferentes profissionais de saúde, nos âmbitos clínico e científico, no

campo mercadológico e também da pesquisa, funcionando também como um instrumento que tem estimulado o engajamento do idoso usuário no seu processo de autocuidado.

Figura 5. *Dashboard* geral da plataforma de monitoramento remoto de idosos Sênior Saúde Móvel.



Fonte: Plataforma Sênior Saúde Móvel, 2023.

O sistema de monitoramento remoto de idosos da Sênior Saúde Móvel tem sua estrutura baseada na utilização de três componentes: o dispositivo tecnológico vestível, o aplicativo móvel e uma plataforma *web*. Como já mencionado, sua arquitetura e funcionamento englobam conceitos como Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Big Data e Computação em Nuvem. Através de uma plataforma *web* e de sensores vestíveis embarcados em dispositivos do tipo *smartwatches* e pulseiras inteligentes *Fitbit*, dados fisiológicos e comportamentais de pacientes são captados em tempo real e transformados em informações de saúde, como qualidade de sono, número de passos dados por dia, minutos ativos, atividades realizadas, frequência cardíaca, variabilidade de frequência cardíaca, velocidade da marcha, despertares noturnos relacionados à noctúria, entre outras informações (Rodrigues *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022). Nas figuras abaixo é possível visualizar alguns dados captados por dispositivos vestíveis e disponíveis na plataforma Sênior Saúde Móvel.

Figura 6. *Dashboard* da plataforma Sênior Saúde Móvel para captação dos dados de passos diários.

| # | Passos executados | Objetivo | Data |
|---|-------------------|---|-------------|
| | 0 passos | % do objetivo Faltam 7000 passos | 7000 passos |
| | 12646 passos | Objetivo alcançado! | 7000 passos |
| | 5920 passos | 84.6% do objetivo Faltam 1080 passos | 7000 passos |
| | 8650 passos | Objetivo alcançado! | 7000 passos |
| | 13102 passos | Objetivo alcançado! | 7000 passos |
| | 14289 passos | Objetivo alcançado! | 7000 passos |
| | 13989 passos | Objetivo alcançado! | 7000 passos |
| | 13974 passos | Objetivo alcançado! | 7000 passos |
| | 13064 passos | Objetivo alcançado! | 7000 passos |
| | 9410 passos | Objetivo alcançado! | 7000 passos |

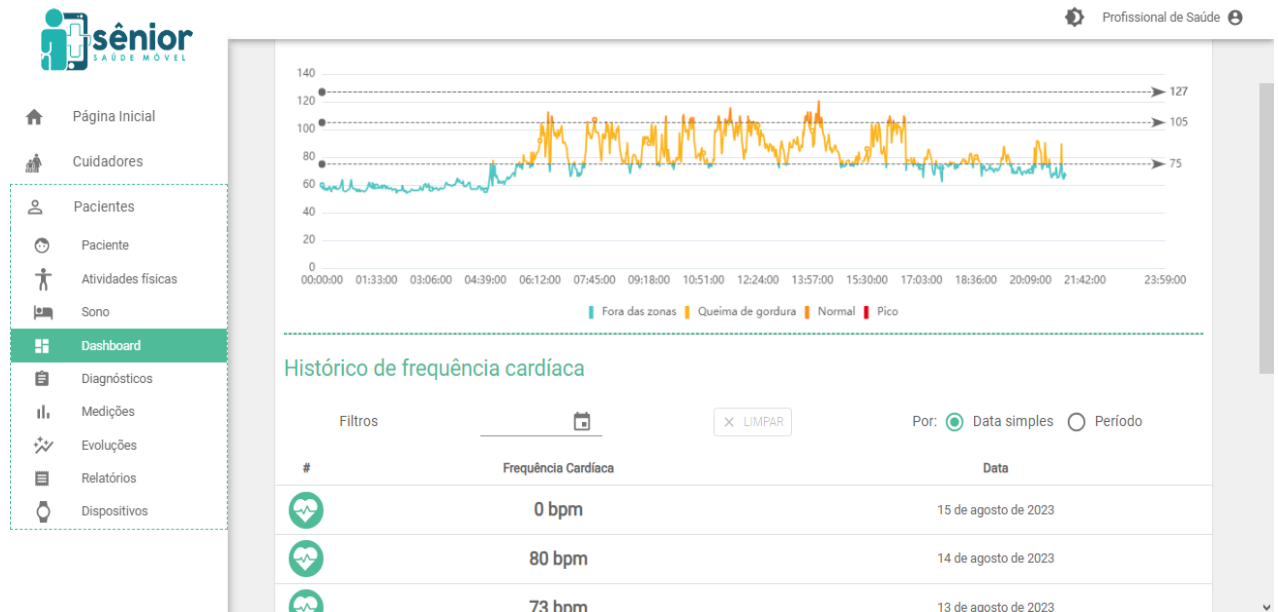
Fonte: Plataforma Sênior Saúde Móvel, 2023.

Figura 7. *Dashboard* da plataforma Sênior Saúde Móvel para captação dos dados de minutos ativos diários.

| # | Minutos ativos | Objetivo | Data |
|---|-------------------|---|-------------------|
| | 0 minutos ativos | % do objetivo Faltam 30 minutos ativos | 30 minutos ativos |
| | 53 minutos ativos | Objetivo alcançado! | 30 minutos ativos |
| | 33 minutos ativos | Objetivo alcançado! | 30 minutos ativos |
| | 49 minutos ativos | Objetivo alcançado! | 30 minutos ativos |
| | 73 minutos ativos | Objetivo alcançado! | 30 minutos ativos |
| | 83 minutos ativos | Objetivo alcançado! | 30 minutos ativos |
| | 90 minutos ativos | Objetivo alcançado! | 30 minutos ativos |
| | 95 minutos ativos | Objetivo alcançado! | 30 minutos ativos |
| | 49 minutos ativos | Objetivo alcançado! | 30 minutos ativos |
| | 8 minutos ativos | 26.7% do objetivo Faltam 22 minutos ativos | 30 minutos ativos |

Fonte: Plataforma Sênior Saúde Móvel, 2023

Figura 8. *Dashboard* da plataforma Sênior Saúde Móvel para captação dos dados de frequência cardíaca.



Fonte: Plataforma Sênior Saúde Móvel, 2023.

Os dados captados e fornecidos pelo Sistema de Monitoramento Sênior Saúde Móvel podem ajudar a estabelecer desfechos relacionados a condições de saúde do idoso, realizar classificações de síndromes e rastrear comportamentos, impactando de forma positiva os processos e as estratégias de acompanhamento, identificação de diagnósticos, elaboração de medidas de intervenção terapêuticas e preventivas, entre outros aspectos pertinentes a qualidade de vida e a saúde do idoso. Considerando que a plataforma Sênior Saúde Móvel foi criada para prestar suporte a pesquisas em diferentes cenários, as informações concedidas por ela podem ser colhidas e adaptadas para o estudo da atividade física de modo geral. Diante dessa perspectiva, esse sistema de monitoramento remoto foi utilizado para captar, integrar e armazenar os dados advindos dos dispositivos vestíveis utilizados pelos participantes dessa pesquisa com o objetivo principal de avaliar e classificar o nível de atividade física de idosos comunitários.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo do tipo observacional, com caráter transversal e abordagem descritiva, analítica e quantitativa.

4.2 Local do estudo

A pesquisa foi realizada em Campina Grande (CG), município brasileiro situado no estado da Paraíba e que integra a região do agreste paraibano. O estudo foi desenvolvido em dois locais: (1) Centro de Convivência do Idoso de Campina Grande e no (2) Condomínio Cidade Madura.

O Centro de Convivência do Idoso (CCI) é uma associação que desenvolve políticas públicas e promove a integração do idoso na sociedade, funciona de segunda à sexta-feira, no bairro Cuités, em Campina Grande. O CCI possui cerca de 390 idosos cadastrados pela unidade, e cerca de 100 são atendidos semanalmente, onde os idosos contam com transporte exclusivo oferecido pelo município para levá-los até o Centro. O local desenvolve atividades como oficinas de artesanato e pintura, palestras educativas, aulas de música e instrumentos, apresentações culturais, aulas de dança e prática de exercício físico. Os idosos participantes também recebem acompanhamento de profissionais como assistente social, médico geriatra, psicólogo clínico, fisioterapeuta, educador físico e enfermeiros. Os idosos também têm direito à alimentação no local, por meio de refeições oferecidas pelo Centro em um refeitório presente em suas instalações.

O Cidade Madura é um condomínio horizontal e fechado de propriedade do Estado da Paraíba, desenvolvido por meio da Companhia Estadual de Habitação Popular (CEHAP) e da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Humano. Possui 40 casas acessíveis que beneficia idosos de baixa renda e cumpre um papel social importante, e está localizado no bairro do Ligeiro, em Campina Grande. O local conta com uma praça de esporte contendo aparelhos de academia ao ar livre, uma horta, uma praça com mesas destinadas a prática de jogos de tabuleiro, redário, local para caminhada e um centro de vivência com um salão para realização de eventos e reuniões. O condomínio possui ainda em suas dependências um Núcleo de Assistência à Saúde, onde os idosos habitantes recebem atendimentos de profissionais da enfermagem, fisioterapia e psicologia. Os idosos contemplados com o serviço precisam

possuir baixa renda e ter autonomia para fazer suas atividades diárias. Atualmente, o condomínio conta com o total de 44 idosos residentes. Os beneficiados pagam apenas uma pequena taxa de condomínio, além do abastecimento de água e energia, e podem morar no local por tempo indeterminado, sendo permitida apenas a habitação somente pelo idoso, sozinho, e de seu cônjuge. Quando a pessoa idosa perde a autonomia o imóvel é cedido a outro idoso que esteja cadastrado no programa, e o idoso pode ser encaminhado pelo estado para uma instituição de longa permanência ou sua família assume a responsabilidade sob seus cuidados.

4.3 População e amostra

A população do estudo consistiu em idosos comunitários e a amostra foi composta por indivíduos acima de 60 anos, residentes do Condomínio Cidade Madura de Campina Grande e cadastrados no Centro de Convivência do Idoso de Campina Grande, seguindo o método de amostragem não probabilística por conveniência.

4.4 Critério de inclusão e exclusão

Foram incluídos neste estudo idosos com 60 anos ou mais, de ambos os sexos e que aceitaram participar da pesquisa de forma voluntária. Foram excluídos do estudo os idosos que possuíam alguma limitação física severa, a qual foi avaliada através da aplicação da *Short Physical Performance Battery* (SPPB), sendo retirados da amostra aqueles idosos que obtiveram a classificação de “incapacidade”, obtendo ≤ 3 pontos nesse teste físico (Nakano, 2007). Além disso, também foram excluídos da amostra os idosos que apresentaram comprometimento cognitivo grave, definido pela Prova Cognitiva de Léguas (PCL), utilizando o ponto de corte de < 22 pontos (Caldas, 2011), e idosos polifármacos, que consiste naqueles que faziam uso de 5 ou mais medicamentos diários, devido a correlação entre a polifarmácia e as alterações no ritmo cardíaco, fator que poderia prejudicar a análise da variável de frequência cardíaca no presente estudo (Secoli, 2010).

4.5 Instrumentos de coleta de dados

Os instrumentos utilizados nesses estudos contemplaram a avaliação clínica e sociodemográfica da amostra, a avaliação da função cognitiva e a avaliação da capacidade funcional. A avaliação do nível de atividade física foi realizada por medida subjetiva, através do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), e por medida objetiva, por meio de dispositivos vestíveis do tipo *smartwatch* da marca Fitbit. Foi utilizado também o Sistema de

Monitoramento Remoto Sênior Saúde Móvel, através do qual os dados foram armazenados, processados e analisados. Tais instrumentos serão descritos a seguir de forma mais detalhada:

- **Avaliação clínica e sociodemográfica:** foi utilizado um questionário desenvolvido pelos pesquisadores (APÊNDICE A) para registro de informações como nome, data de nascimento, sexo, endereço, profissão, raça, número para contato, idade, altura, peso, anos de escolaridade, profissão, ocupação, arranjo familiar, doenças crônicas autorrelatadas e medicamentos em uso. No questionário os idosos também foram indagados se possuíam ou não um *smartphone*, instrumento necessário para o processo de transferência/sincronização dos dados do monitoramento da atividade pelo dispositivo vestível. Os idosos que não possuíam um aparelho adequado foram cadastrados em *smartphones* disponibilizados pela pesquisa.
- **Avaliação da Função Cognitiva:** foi utilizada a Prova Cognitiva de Leganés (PCL) (ANEXO A), uma escala de rastreio cognitivo adaptada para populações de baixa escolaridade que tem como principal vantagem a sua facilidade de aplicação, abrangendo dois domínios importantes da função cognitiva, como a memória e a orientação. Tais itens permitem rastrear mais facilmente a presença de algum declínio cognitivo e são considerados mais sensíveis para detecção precoce de demência. Além disso, esses domínios parecem ser mais adequados para populações de baixo nível de educação formal, reduzindo, dessa forma, os vieses de escolaridade que podem estar associados à aplicação de outras escalas de avaliação cognitiva. Apesar disso, trata-se de uma escala que também apresenta boa confiabilidade em indivíduos com maior nível educacional e apresenta uma boa aceitação por profissionais de saúde e pacientes. A escala contempla ao todo 7 itens, com pontuação máxima total de 32 pontos, são eles: orientação temporal, orientação espacial, informações pessoais, teste de nomenclatura, memória imediata, memória tardia e memória lógica. Melhores escores estão associados a melhores desempenhos, e o ponto de corte para presença de algum déficit cognitivo é de 22 pontos (Caldas, 2011), o qual foi utilizado nesse estudo.
- **Avaliação do desempenho físico:** para avaliação do desempenho físico e rastreio da capacidade funcional, foi utilizada a *Short Physical Performance Battery* (SPPB) (ANEXO B), que se caracteriza como uma bateria de testes físicos para avaliação da capacidade funcional composta por três testes que avaliam, na sequência: o equilíbrio estático em pé; a velocidade de marcha em passo habitual (medida em dois tempos em um determinado percurso); e, indiretamente, a força muscular dos membros

inferiores (MMII) por meio do movimento de levantar-se e sentar-se em uma cadeira cinco vezes consecutivas sem o auxílio dos membros superiores. A pontuação final da SPPB é dada pela soma dos três testes, e pode variar de 0 a 12, de modo que o paciente pode receber a seguinte classificação de acordo com a pontuação total obtida: 0 a 3 pontos: incapacidade ou capacidade ruim; 4 a 6 pontos: baixa capacidade; 7 a 9 pontos: capacidade moderada e 10 a 12 pontos: boa capacidade (Nakano, 2007). Os idosos que obtiveram a classificação de 0 a 3 pontos, que indica “incapacidade”, foram excluídos do estudo.

- **Avaliação subjetiva do nível de atividade física:** foi realizada através da aplicação do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) em sua versão curta (ANEXO C). O IPAQ é um instrumento que permite estimar o gasto energético semanal de atividades físicas, devendo ser realizadas de modo contínuo por pelo menos 10 minutos durante uma semana normal/habitual. Ele avalia a frequência e a duração das atividades físicas realizadas pelos indivíduos durante a semana (considera-se os últimos 7 dias), classificando-as em três tipos: caminhada, atividades físicas moderadas e atividades físicas vigorosas. Ao final, o avaliado poderá ser classificado como:
 - a) Sedentário: não realiza nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana;
 - b) Irregularmente ativo: indivíduos que praticam atividades físicas por pelo menos 10 minutos contínuos por semana, porém de maneira insuficiente para ser classificado como ativo. Para classificar os indivíduos nesse critério, são somadas a duração e frequência dos diferentes tipos de atividade (caminhada + moderada + vigorosa). Essa categoria divide-se em Irregularmente ativo A – realiza 10 minutos contínuos de atividade física, seguindo pelo menos um dos critérios, como frequência (5 dias por semana) ou duração (150 minutos por semana); Irregularmente ativo B – Não atinge nenhum dos critérios da recomendação quanto a frequência nem quanto a duração, mas apresenta mais de 10 minutos gastos em atividades durante uma semana.
 - c) Ativo: aquele que executa alguma atividade vigorosa com a frequência de 3 ou mais dias por semana, com duração de 20 minutos ou mais por sessão; aquele que executa alguma atividade moderada ou caminhada com a frequência de 5 ou mais dias por semana e duração de 30 minutos ou mais por sessão; por fim, aquele que pratica qualquer atividade somada (caminhada + moderada +

vigorosa) com frequência de 5 ou mais dias por semana e com duração de 150 minutos por semana no total;

- d) Muito Ativo: o indivíduo que realiza alguma atividade vigorosa na frequência de 5 dias ou mais, com duração de 30 minutos ou mais; ou realiza atividade vigorosa com duração de 3 dias ou mais por semana, com duração de 20 minutos ou mais por sessão + alguma atividade moderada ou caminhada com a frequência de 5 dias ou mais por semana e duração de 30 minutos ou mais por sessão.

O IPAQ apresenta as formas longa e curta e pode ser aplicado pelo telefone ou ser auto administrado, tanto como recordatório dos últimos sete dias, quanto de uma semana normal/habitual. Na presente pesquisa a aplicação foi realizada de forma presencial e apenas a versão curta foi utilizada, a qual possui quatro domínios e oito questões sobre a prática de atividades e suas intensidades, onde os idosos foram questionados sobre as atividades realizadas durante os últimos sete dias (Craig *et al.*, 2003; IPAQ Research Committee, 2005).

- **Avaliação objetiva do nível de atividade física:** foram utilizados dispositivos tecnológicos vestíveis do tipo *smartwatch* já comercializado e circulante no mercado, da marca Fitbit, uma das empresas pioneiras na área. Os dispositivos da Fitbit atendem as normas de padronização internacionais para interoperabilidade entre tecnologias em saúde, fornecem sincronização automática sem fio com outros dispositivos e disponibilizam API (Interface de Programação de Aplicação) aberta, dando a possibilidade de criar novos códigos e funcionalidades para o dispositivo, além de ser acessível para plataformas de sistema *Android*, *iOS* e *Windows*. Os modelos de Fitbit Inspire HR e o Fitbit Inspire 2 foram utilizados na pesquisa, os quais contam com acelerômetro, giroscópio e sensor de fotopletismografia. Os sensores presentes nesses dispositivos fornecem um maior grau de precisão na extração dos dados em tempo real, sendo capaz de coletar dados importantes para realização dos objetivos dessa pesquisa.

Abaixo estão suas funcionalidades:

1. Captação da frequência cardíaca: é possível medir em tempo real a frequência cardíaca do idoso usuário durante atividades de vida diária e estágios de repouso;
2. Medição dos estágios do sono: mede em tempo real os estágios de sono, medindo a quantidade de luz, sono profundo e sono REM do usuário, fornecendo indicadores que podem ajudar a melhorar a qualidade do sono;

3. Passos e calorias: informa a quantidade de passos dados por dia e as calorias gastas;
4. Exercícios: reconhece automaticamente exercícios como caminhadas, corridas, nados, passeios de bicicleta e rastreia os dados sobre tempo e calorias gastas em cada atividade;
5. A prova d'água: possibilidade do uso na hora do banho e em atividades como natação, reconhecendo automaticamente quanto tempo o usuário está nadando, resistente até 50 metros de profundidade;
6. Bateria: com bateria resistente até 5 dias (Inspire HR) e 10 dias (Inspire 2), a depender da frequência e modo de uso e apenas com duas horas no máximo necessárias para recarga;
7. Memória: salva até 7 dias os dados captados para posterior transmissão desses dados para um aplicativo *mobile* ou plataforma online;
8. Conectividade: Bluetooth 4.0.

O dispositivo, que possui formato de relógio ou bracelete, foi colocado no punho da mão dominante dos participantes e utilizado durante 7 dias consecutivos. Os participantes foram encorajados a utilizar o *smartwatch* 24 horas por dia, e dar continuidade as suas rotinas de forma normal, fazendo uso do dispositivo durante a realização de todas as suas atividades de vida diária. As seguintes informações coletadas pela pulseira foram utilizadas para detectar e analisar o nível de atividade física dos idosos: (1) minutos ativos, (2) frequência cardíaca (FC) e (3) número de passos dados por dia.

- **Sistema de Monitoramento Remoto:** A Sênior Saúde Móvel é um sistema de monitoramento remoto de idosos desenvolvido pelo Laboratório de Computação Biomédica do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde (NUTES/UEPB) desde 2018, cuja arquitetura é baseada na utilização de três componentes: dispositivo tecnológico vestível, aplicativo móvel e plataforma Sênior Saúde Móvel (Figura 1). A plataforma consiste numa ferramenta de gerenciamento de dados de saúde, de monitoramento remoto e armazenamento de informações, e foi criada para prestar suporte a pesquisas nos mais diversos cenários, podendo ser adaptada para sanar as necessidades desse estudo. Ela possui uma arquitetura de microsserviços, com diversas funções relacionadas ao gerenciamento de usuários e informações, ciência de dados e *IoT*. A Sênior Saúde Móvel é implementada através de um serviço *web*, dessa forma, não precisa ser instalada no computador, podendo ser acessada remotamente de

qualquer lugar, necessitando apenas de um navegador e acesso à internet. Na presente pesquisa, a plataforma foi utilizada para integrar e armazenar todos os dados vindos dos dispositivos vestíveis. O aplicativo móvel, instalado no *smartphone* do participante ou em um aparelho cedido pelos pesquisadores para o cadastro do paciente, exerce as funções de visualização dos dados captados pelo *smartwatch* e de transferência destes dados para a plataforma por meio do procedimento de “sincronização” com o dispositivo vestível via *bluetooth low energy* e acesso a *wi-fi*, permitindo que os pesquisadores gerenciem os dados na plataforma *web* logo em seguida. Na plataforma, é possível realizar um cadastro para cada paciente participante, onde diversas informações clínicas podem ser inseridas. A plataforma exibe os dados captados pelo período de tempo que o indivíduo utilizou o dispositivo vestível através de um *dashboard* interativo, que utiliza de recursos como gráficos e diferentes ícones para exibir os dados de número de passos diários, comportamento da frequência cardíaca, minutos ativos, sono, distância percorrida, calorias gastas e registro das atividades realizadas pelo idoso e captadas pelo *smartwatch* (Rodrigues *et al.*, 2022).

Figura 9. Arquitetura e composição geral do sistema de monitoramento remoto utilizando-se do dispositivo tecnológico vestível para mensuração do nível de atividade física.



Fonte: elaborado pela autora (2022)

4.6 Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados seguiu todos os protocolos de biossegurança para manter a integridade física e biológica dos indivíduos envolvidos nessa pesquisa. Além disso, antes dos procedimentos serem iniciados, todos os pesquisadores passaram por uma capacitação para aplicação adequada de todos os instrumentos necessários para a coleta de dados. Antes do início da coleta, foi solicitada à coordenação de cada local de estudo (Centro de Convivência de Idosos e Condomínio Cidade Madura) que disponibilizassem informações acerca da pesquisa aos idosos do local, verificando quais deles apresentavam interesse prévio em participar do estudo. Após isso, os idosos interessados foram contatados, sucessivamente, para avaliação, aplicação do dispositivo vestível e seguimento dos demais procedimentos de coleta de dados.

O procedimento metodológico para coletas de dados se deu ao longo de dois momentos diferentes (Fluxograma 1):

- **1º Momento:** nesta etapa, inicialmente, foram esclarecidos aos participantes todos os objetivos do estudo e a forma como a pesquisa se sucederia. Em seguida, após a confirmação do interesse em participar do estudo, os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após isso, foi dado início a aplicação dos instrumentos de coleta de dados, iniciando pela ficha de avaliação clínica e sociodemográfica, seguida pela Prova Cognitiva de Leganés e do *Short Physical Performance Battery* (SPPB). Após esta etapa, os idosos participantes da pesquisa e/ou responsáveis receberam uma breve orientação pelos pesquisadores envolvidos acerca da utilização e manuseio do *smartwatch* e do aplicativo móvel, para que ele conseguisse executar a sincronização dos dados do relógio para o aplicativo, preferencialmente, todos os dias, e em seguida, o dispositivo era aplicado no punho do participante para a realização do monitoramento remoto e avaliação objetiva do nível de atividade física. Os idosos que não possuíam *smartphone* foram orientados a utilizar o relógio durante o período determinado, e apenas ao final deste, a sincronização seria realizada pelos próprios pesquisadores. Todos os participantes foram orientados a utilizar o dispositivo durante 7 dias seguidos, 24 horas por dia, no ambiente domiciliar ou extradomiciliar, durante o sono ou vigília, seguindo a sua rotina e prática de atividades de forma normal.
- **2º Momento:** após os 7 dias de monitoramento o dispositivo vestível foi recolhido e uma última sincronização dos dados do dispositivo foi realizada no aplicativo pelos pesquisadores, para transferência dos dados colhidos pelo *smartwatch* em sua

totalidade. Por fim, foi realizada a aplicação da avaliação subjetiva do nível de atividade física através do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) em sua versão curta, que como já mencionado, rastreia os níveis de atividade considerando os últimos 7 dias.

Figura 10. Desenho esquemático do procedimento de coleta de dados.



Fonte: Desenvolvido pela autora (2022).

4.7 Desenvolvimento e Estrutura do Algoritmo de Classificação do Nível de Atividade Física

O algoritmo de classificação do nível de atividade física foi desenvolvido para realizar o cálculo do total de minutos ativos gastos pelo usuário do *smartwatch* Fitbit em atividades leves, moderadas e vigorosas e, através desses resultados, gerar a classificação do nível de atividade física dos participantes durante o período de monitoramento (7 dias). As seguintes informações provenientes do dispositivo vestível *Fitbit* foram utilizadas para classificar o nível de atividade física dos idosos participantes através do algoritmo desenvolvido: (1) minutos ativos e (2) frequência cardíaca (FC).

Com relação a variável de “minutos ativos” colhida pelo dispositivo, utilizamos como referência os parâmetros de frequência e duração de atividade física recomendados pela Organização Mundial da Saúde (2022) e utilizados pelo IPAQ para classificar o nível de atividade. Assim como no IPAQ, o objetivo era classificar os indivíduos em “Sedentários”,

“Irregularmente Ativos”, “Ativos”, ou “Muito Ativos”, utilizando os mesmos critérios do questionário, no entanto, através da análise dos dados objetivos acerca dos minutos ativos e da frequência cardíaca captados e fornecidos pelo dispositivo vestível e pela plataforma Sênior Saúde Móvel, respectivamente. Vale salientar, que durante as análises, só foi reconhecido como minuto ativo relacionado à atividade física o período de 10 minutos ativos ou mais que foram realizados pelo idoso de forma contínua, seguindo o mesmo critério estabelecido pelo IPAQ (Craig *et al.*, 2003; IPAQ Research Committee, 2005).

Os dados fornecidos pelos dispositivos Fitbit utilizados nessa pesquisa não informam com clareza quantos minutos foram gastos em cada tipo de atividade física, e nem a sua intensidade. Por isso, através do algoritmo, o objetivo foi realizar uma associação entre os “minutos ativos” e a variável de “frequência cardíaca” (FC) para determinar se os minutos ativos captados pelo *smartwatch* Fitbit foram gastos em atividades leves, moderadas ou vigorosas, observando o comportamento e o nível de FC atingido durante esses minutos. Para isto, foi utilizada a categorização definida pelo Colégio Americano de Esporte e Medicina (ACSM) (2011), que considera a intensidade da atividade física de acordo com a porcentagem da FC atingida durante a sua execução: atividades de intensidade leve (57 a 63% da FC máxima), intensidade moderada (64 a 76% da FC máxima) e intensidade vigorosa (77 a 95% da FC máxima) (Quadro 2). Para predição da FC máxima, tomamos como base a equação de Tanaka ($208 - 0,7 \times \text{idade}$), a qual mostrou um maior nível de fidedignidade na estimativa da FC máxima em adultos mais velhos quando comparada a fórmula de 220-idade (Tanaka; Monahan; Seals, 2001; ACSM, 2011).

Quadro 2. Classificação da intensidade relativa de exercícios de acordo com o ACSM.

| Intensidade da Atividade | % da FC a ser atingida | % da VO₂máx |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Atividade leve | 57 a 63% da FCmáx. | 37 a 45% |
| Atividade moderada | 64 a 76% da FCmáx. | 46 a 63% |
| Atividade vigorosa | 77 a 95% da FCmáx. | 64 a 90% |

Fonte: adaptado de ACSM (2011). Legenda: % - porcentagem; FC – frequência cardíaca; FCmáx- frequência cardíaca máxima; VO₂máx- volume de oxigênio máximo.

O algoritmo é capaz de carregar e pré-processar os dados de frequência cardíaca e minutos ativos extraídos do dispositivo vestível, que constituem uma “série temporal”, que se trata de uma coleção de observações feitas sequencialmente ao longo de um determinado tempo. Em seguida, são realizados cálculos nos dados pré-processados para analisar os padrões de atividade e categorizá-los em diferentes níveis de intensidade, gerando uma saída

que resume os resultados da análise para cada indivíduo, contendo dados como idade, frequência cardíaca máxima esperada, total de atividades, total de minutos ativos e o número de dias nos quais foram realizadas alguma atividade.

O código foi desenvolvido em linguagem de programação Python, utilizando a biblioteca pandas, uma ferramenta poderosa para manipulação e análise de dados, para processar os dados de entrada. Para isso, utilizou-se o objeto *DataFrame* do pandas para organizar e analisar os dados em um formato tabular, permitindo a realização da indexação, filtragem e agregação desses dados. Essa biblioteca também foi utilizada para calcular as estatísticas de cada indivíduo, enquanto a biblioteca *datetime* foi utilizada para trabalhar com datas e horas, convertendo os dados de *timestamp* para objetos *datetime*, para que fossem feitas as operações de data e hora, por se tratar de uma série temporal.

O algoritmo tem como entrada o código identificador (ID) do participante da pesquisa, sua idade, a data inicial e a data final na qual se deseja realizar a classificação. Uma vez que esses dados são fornecidos, o algoritmo irá buscar os dados de minutos ativos do participante. Os dados de minutos ativos se apresentam em um quadro com duas colunas, “*Time*” e “*Value*”. A coluna “*Time*” contém cada minuto do dia a dia do idoso avaliado da 00:00h da data inicial à 23:59h da data final. Já a coluna “*Value*” possui dois valores: 0, que indica que aquele não é um minuto ativo, ou seja, onde não foi identificada qualquer atividade física no minuto analisado, e 1, que indica que houve atividade física naquele minuto específico. O quadro abaixo exemplifica como estão armazenados os dados de minutos ativos.

Quadro 3. Exibição dos dados de minutos ativos.

| Time | Value |
|--------------------|--------------|
| 2022-11-28 0:00:00 | 0 |
| 2022-11-28 0:01:00 | 0 |
| 2022-11-28 0:02:00 | 0 |
| 2022-11-28 0:03:00 | 0 |
| 2022-11-28 0:04:00 | 1 |

Fonte: dados da pesquisa.

Uma vez que esses dados de minutos ativos foram obtidos, o algoritmo se encarrega de extrair todas as sequências de 10 ou mais minutos ativos seguidos, o que é o critério mínimo para identificar uma sessão de atividade física. Identificando os minutos exatos de cada sessão de atividade física realizada, o algoritmo então carrega os dados de frequência

cardíaca (FC). Similar aos dados de minutos ativos, a FC também possui uma coluna “*Time*” e uma coluna “*Value*”, que representa a FC do participante no período de tempo correspondente em “*Time*”. A coluna “*Time*”, contudo, não é organizada de minuto a minuto, já que o dispositivo realiza mais de uma medição por minuto. No quadro abaixo, é possível ver o formato em que estão armazenados os dados de frequência cardíaca.

Quadro 4. Exibição dos dados de FC.

| Time | Value |
|--------------------|--------------|
| 2022-11-28 6:45:49 | 70 |
| 2022-11-28 6:46:04 | 93 |
| 2022-11-28 6:46:09 | 98 |
| 2022-11-28 6:46:24 | 98 |
| 2022-11-28 6:46:34 | 99 |

Fonte: dados da pesquisa.

Através dos dados de cada minuto em que foram realizadas atividades físicas e identificando a existência de diversos valores de FC para cada minuto, o algoritmo calcula a média da frequência cardíaca do paciente naquele minuto e realiza a associação entre esses dados para cada minuto das sessões de atividade física. Na figura abaixo, pode-se observar como ficam armazenados temporariamente os dados de FC de uma sessão de atividade que teve início às 12:53h do dia 24/11/2021 e término às 13:03h do mesmo dia. É possível observar que o valor da frequência cardíaca possui duas casas decimais, devido ao cálculo da média da frequência cardíaca, explicado anteriormente.

Quadro 5. Exemplo do armazenamento dos dados de FC durante uma sessão de atividade.

```
[{
'2021-11-24 12:53:00': 94.22,
'2021-11-24 12:54:00': 96.35,
'2021-11-24 12:55:00': 99.19,
'2021-11-24 12:56:00': 99.89,
'2021-11-24 12:57:00': 98.7,
'2021-11-24 12:58:00': 98.2,
'2021-11-24 12:59:00': 97.91,
```

```
'2021-11-24 13:00:00': 97.73,
'2021-11-24 13:01:00': 97.79,
'2021-11-24 13:02:00': 97.75,
'2021-11-24 13:03:00': 99.41
}]
```

Fonte: dados da pesquisa.

Antes de classificar as atividades físicas realizadas pelo idoso, é calculada a frequência cardíaca máxima, através da fórmula proposta por Tanaka, Monahan e Seals (2001):

$$FC_{\text{máxima}} = 208 - (0,7 \times \text{Idade})$$

Sabendo o valor da frequência cardíaca máxima do paciente, bem como os valores de frequência cardíaca média correspondente a cada minuto de atividade física realizada durante todo o período entre a data de início e data final, são calculados então os totais de minutos gastos pelo paciente analisado em atividades leves, moderadas e vigorosas. Os critérios para a classificação das atividades físicas realizadas são:

Quadro 6. Critérios para classificação da intensidade da atividade física pelo algoritmo baseados nos valores percentuais de FC_{máx} propostos pela ACSM.

| Critério | Classificação |
|---|----------------------|
| $FC \geq 0,77 \times FC_{\text{máxima}}$ | Vigorosa |
| $0,77 \times FC_{\text{máxima}} > FC \geq 0,64 \times FC_{\text{máxima}}$ | Moderada |
| $FC < 0,64 \times FC_{\text{máxima}}$ | Leve |

Fonte: elaborado pela autora. Legenda: FC_{máx} – frequência cardíaca máxima.

Vale ressaltar que o algoritmo não classifica uma sessão inteira de atividades físicas como leve, moderada ou vigorosa, visto que cada minuto da sessão receberá uma classificação. Assim, em uma mesma sessão de atividades físicas, é possível ter minutos de atividade leve, moderada ou vigorosa, de acordo com a variação da média da FC do indivíduo naquele minuto, o que permite maior acurácia no processo de avaliação e identificação das atividades físicas realizadas. Ao final de todo esse processo, o algoritmo então utiliza os dados totais de minutos de atividades leves, vigorosas e moderadas, assim como os dados de frequência e duração de cada sessão de exercício, para classificar o período avaliado (que corresponde a 7 dias) como muito ativo, ativo, irregularmente ativo ou sedentário baseado em 1 semana de atividades realizadas. Abaixo estão os critérios utilizados no algoritmo para classificação do nível de atividade física realizadas no período de monitoramento que se

baseiam nos critérios estabelecidos pelo próprio IPAQ para classificação do nível de atividade física.

Quadro 7. Critérios para classificação do nível de atividade física através do algoritmo.

| Classificação | Critério |
|----------------------|--|
| Muito Ativa | Ter 5 ou mais sessões de atividades vigorosas de 30 min <i>ou</i> Ter pelo menos 3 sessões de atividades vigorosas de 20 min + 5 sessões de atividades leves ou moderadas de 30 min |
| Ativa | Ter pelo menos 5 sessões de 20 min de atividades vigorosas <i>ou</i> Ter pelo menos 5 sessões de 30 min de qualquer tipo de atividade <i>ou</i> Ter pelo menos 150 min de atividade ao todo em pelo menos 5 sessões diferentes |
| Irregularmente Ativa | Ter pelo menos 10 minutos ativos totais |
| Sedentário | Ter menos de 10 minutos ativos totais |

Fonte: elaborado pela autora.

Na figura seguinte está um exemplo de resposta do algoritmo com todos os dados de saída após análise.

Quadro 8. Saída de dados gerada pelo algoritmo de Classificação do Nível de Atividade Física através de dispositivo vestível.

```
{
  "data_inicial": "2022-05-03 00:00:00",
  "data_final": "2022-05-10 23:59:59",
  "classificacao_semana": "Irregularmente Ativo",
  "total_min_leve": 4,
  "total_min_moderada": 72,
  "total_min_vigorosa": 17,
  "info_dias": [
    {
      "data": "2022-05-03",
      "total_min_leve": 0,
      "total_min_moderada": 0,
      "total_min_vigorosa": 0
    },
    {
      "data": "2022-05-04",
```



```

        "total_min_leve": 0,
        "total_min_moderada": 0,
        "total_min_vigorosa": 0
    },
    {
        "data": "2022-05-05",
        "total_min_leve": 4,
        "total_min_moderada": 7,
        "total_min_vigorosa": 0
    },
    {
        "data": "2022-05-06",
        "total_min_leve": 0,
        "total_min_moderada": 65,
        "total_min_vigorosa": 17
    },
    {
        "data": "2022-05-07",
        "total_min_leve": 0,
        "total_min_moderada": 0,
        "total_min_vigorosa": 0
    },
    {
        "data": "2022-05-08",
        "total_min_leve": 0,
        "total_min_moderada": 0,
        "total_min_vigorosa": 0
    },
    {
        "data": "2022-05-09",
        "total_min_leve": 0,
        "total_min_moderada": 0,
        "total_min_vigorosa": 0
    },
    {
        "data": "2022-05-10",
        "total_min_leve": 0,
        "total_min_moderada": 0,
        "total_min_vigorosa": 0
    }
  ]}]

```

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

4.8 Classificação do Nível de Atividade Física através do Número de Passos Diários

Os participantes também foram classificados com relação ao seu nível de atividade física através da análise da variável “número de passos”, onde seguimos um índice proposto por Tudor-Locke e Basset (2004), que baseado em evidências provenientes de diversos estudos realizados com pedômetros, propõe uma classificação do nível de atividade física de indivíduos adultos, de modo geral, a partir do número de passos que ele realiza por dia, durante um determinado período: 1) <5.000 passos/dia (sedentário); 2) 5.000-7.499 passos/dia

(pouco ativo); 3) 7.500-9.999 passos/dia (moderadamente ativo); 4) ≥ 10.000 -12.499 passos/dia (ativo); e 5) ≥ 12.500 passos/ dia (altamente ativo) (Quadro 3).

O Índice de Passos foi utilizado como um método de validação e concordância das classificações obtidas através do algoritmo de classificação do nível de atividade física pelas variáveis de “minutos ativos” e “frequência cardíaca”. Os níveis “pouco ativo” e “moderadamente ativo” propostos no índice foram adaptados nesse estudo e inseridos no nível “irregularmente ativo”.

Para inserir os idosos participantes em uma das classificações apresentadas acima, foi utilizada a mediana dos passos realizados por cada participante da amostra durante os 7 dias de uso do dispositivo vestível. Por se tratar de dados com uma distribuição não normal, fato observado por meio de um QQ-Plot, a mediana foi adotada como métrica de centralidade, uma vez que essa é uma medida menos sensível a valores extremos e *outliers* do que a média. Aqui, bibliotecas pandas em linguagem Python, também foram utilizadas para processar, agregar e calcular o valor da mediana de cada paciente, para posteriormente classificá-los de acordo com as regras pré-determinadas utilizando o índice proposto por Tudor-Locke e Basset (2004)

Quadro 9. Índice do número de passos para classificação do nível de atividade física.

| Número de passos por dia | Classificação |
|---------------------------------|------------------------|
| < 5.000 passos | Sedentário |
| 5.000-7.499 passos | Irregularmente Ativo B |
| 7.500-9.999 passos | Irregularmente Ativo A |
| ≥ 10.000 -12.499 passos | Ativo |
| ≥ 12.500 passos | Muito Ativo |

Fonte: adaptado de Tudor-Locke e Basset (2004).

4.9 Processamento e análise dos dados

Os dados foram tabulados em planilha Excel e ajustados de acordo com os objetivos do presente estudo, juntamente aos dados provenientes dos *smartwatches*, que foram extraídos da plataforma Sênior Saúde Móvel através do Grafana, uma aplicação web de análise de código aberto multiplataforma que permite uma visualização interativa e a extração de dados provenientes do sistema de monitoramento. Em seguida, os dados foram analisados pelo Algoritmo de Classificação do Nível de Atividade Física, que utilizou linguagem de programação Python para gerar as classificações através dos dados provenientes dos

dispositivos vestíveis. Também foi utilizado o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v. 20.0, aplicando técnicas de estatística descritiva e inferencial. A normalidade da distribuição das variáveis numéricas foi testada através do teste Kolmogorov–Smirnov. As variáveis categóricas foram apresentadas em frequência e distribuição e as variáveis numéricas em média e desvio padrão. Para análise da correlação entre os dados das variáveis de “minutos ativos”, medido pelos dois métodos de avaliação (“IPAQ” *versus* “algoritmo”), foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, seguindo os critérios de Cohen (1988), onde foi considerada a presença de uma correlação inexistente ou pequena se os valores se situarem entre 0,10 e 0,29; correlação moderada se os valores estiverem entre 0,30 e 0,49; e correlação forte se os valores se apresentarem entre 0,50 e 1. Para gerar os dados de classificação do nível de atividade física através do número de passos diários, também foi utilizada linguagem de programação Python, onde o valor da mediana de passos realizados num período de 7 dias por cada paciente foi adotado como métrica de centralidade, e a partir disso, foram geradas classificações de acordo com as regras pré-determinadas utilizando o índice proposto por Tudor-Locke e Basset (2004). Para verificar a presença de associação entre a classificação do nível de atividade física medida pelos três métodos, foi aplicado o teste Qui-Quadrado. Para identificar a concordância entre os métodos de medida da atividade física quanto à classificação do nível de atividade física dos sujeitos (“IPAQ” *versus* “algoritmo” *versus* “índice de passos”) foi utilizado o Coeficiente de Concordância de Kappa, considerando o nível de concordância através do índice proposto por Landis e Koch (1977), onde os valores entre 0,00 a 0,20 representam uma concordância fraca; 0,21 a 0,40 indicam uma concordância razoável; 0,41 a 0,60 demonstram uma concordância moderada; 0,61 a 0,80 representam a presença de uma concordância substancial; e 0,81 a 1,00 indicam uma concordância excelente. O nível de significância considerado em todos os testes estatísticos foi de 5% ($p < 0,05$).

4.10 Aspectos éticos

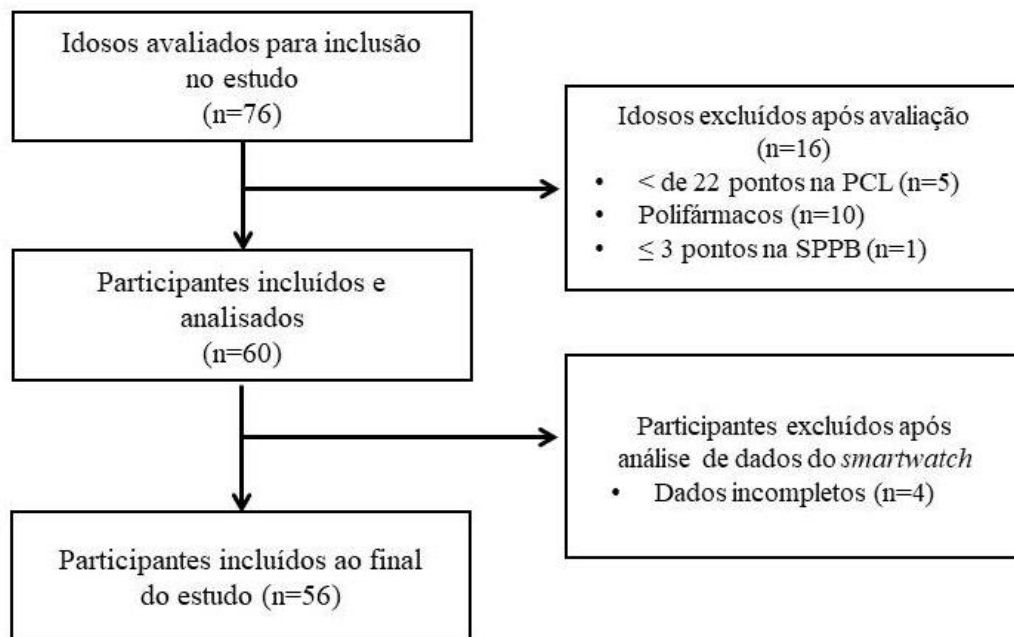
A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e obteve aprovação mediante CAAE 51155321.0.0000.5187 e parecer de número 4.948.040 (ANEXO D). Todos os voluntários que manifestaram interesse em participar da pesquisa receberam explicações a respeito do estudo, onde os objetivos e os procedimentos de coletas de dados foram devidamente explicados através de um diálogo, e ao concordarem com a participação, todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B), conforme a Resolução Nº 466, de 12 de Dezembro de

2012 do Conselho Nacional de Saúde que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos. Durante todo o estudo, foram garantidos aos participantes a privacidade, a confidencialidade, o anonimato e a liberdade de não participar da pesquisa ou dela desistir quando fosse necessário.

5 RESULTADOS

Inicialmente, 76 participantes foram considerados potencialmente elegíveis para o estudo, entretanto, após a avaliação e análises finais, 16 indivíduos foram excluídos da pesquisa por se encaixarem em alguns dos critérios de exclusão estabelecidos nesse estudo. Ao final das coletas, 4 participantes foram retirados da amostra devido a ausência de dados completos provenientes dos *smartwatches* durante o período de monitoramento, como mostra a figura 11.

Figura 11. Fluxograma da seleção amostral do estudo.



Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A amostra da pesquisa foi composta por 56 idosos comunitários, com prevalência do sexo feminino (64,29%, n=36) e média de idade total de $73,33 \pm 6,48$ anos. A maioria dos participantes eram divorciados, correspondendo a 39,29% (n=22) da amostra, aposentados, (83,93%, n=47) e possuía oito anos ou mais de escolaridade (41,07%, n=23). Com relação à presença de doenças crônicas, a maior parte dos idosos declarou apresentar um a dois tipos

(58,93%, n=33), e quanto ao uso de medicação contínua diária, um total de 44,64% (n=25) dos idosos relataram o consumo de um a dois medicamentos por dia. A tabela 1 apresenta de forma mais detalhada as características gerais dos idosos participantes.

Tabela 1. Características gerais da amostra do estudo.

| Característica da amostra | Total (n=56) |
|---------------------------------------|---------------------|
| Sexo | |
| Feminino | 36 (64,29%) |
| Masculino | 20 (35,71%) |
| Idade | 73,33 ± 6,48 |
| Raça | |
| Pardo | 24 (42,86%) |
| Branco | 20 (35,71%) |
| Preto | 12 (21,43%) |
| Escolaridade (anos) | |
| 1 a 3 anos | 18 (32,14%) |
| 4 a 7 anos | 15 (26,79%) |
| 8 anos ou mais | 23 (41,07%) |
| Estado Civil | |
| Casado(a) | 18 (32,14%) |
| Solteiro(a) | 10 (17,86%) |
| Viúvo(a) | 6 (10,71%) |
| Divorciado(a) | 22 (39,29%) |
| Ocupação | |
| Aposentado | 47 (83,93%) |
| Não aposentado | 2 (3,57%) |
| Pensionista | 5 (8,93%) |
| Exerce trabalho remunerado | 2 (3,57%) |
| Número de Doenças Crônicas | |
| Nenhuma | 5 (8,93%) |
| 1 a 2 | 33 (58,93%) |
| 3 a 4 | 12 (21,43%) |
| 4 a 6 | 6 (10,71%) |
| Número de Medicamentos Diários | |
| Nenhum | 11 (19,64%) |
| 1 a 2 | 25 (44,64%) |
| 3 a 4 | 20 (35,71%) |
| IMC | 26,37 ± 4,05 |
| Circunferência Abdominal | 97,76 ± 9,29 |

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A tabela 2 mostra os coeficientes de correlação de Spearman para as medianas dos minutos ativos gastos durante 7 dias em atividades de intensidades diferentes medidos pelos

dois instrumentos de avaliação utilizados (IPAQ *versus* algoritmo). Foi observada uma correlação moderada e significativamente estatística apenas entre os minutos ativos gastos em atividades leves ($\rho = 0,331$; $p < 0,05$) identificados pelos métodos de avaliação. Não houve correlação significativa entre os dados de minutos ativos totais e minutos gastos em atividades moderadas e vigorosas.

Tabela 2. Correlação entre os valores das medianas dos minutos gastos nos diferentes tipos de atividades medidos pelos métodos de avaliação utilizados.

| Minutos gastos | IPAQ | Algoritmo | ρ | p-valor |
|-------------------------|--------|-----------|---------------|--------------|
| Atividades leves | 45,00 | 100,00 | 0,331* | 0,013 |
| Atividades moderadas | 30,00 | 107,50 | -0,084 | 0,538 |
| Atividades vigorosas | 00,00 | 00,00 | -0,089 | 0,514 |
| Total de minutos gastos | 185,00 | 174,00 | 0,168 | 0,215 |

Fonte: dados da pesquisa, 2023. Legenda: ρ – valor do coeficiente de correlação (rô de Spearman) obtido no teste; p-valor - nível de significância estatística obtida; * $p < 0,05$.

Na tabela abaixo se encontra a distribuição da frequência da amostra quanto aos níveis de classificação de atividade física mensurados pelo IPAQ, algoritmo e pelo índice de passos. Houve prevalência de indivíduos “ativos” pelo IPAQ (53,6%) e pelo algoritmo (57,1%), enquanto no índice de passos a maioria dos idosos da amostra foram classificados como “irregularmente ativos” (41,1%) (tabela 3).

Tabela 3. Classificação do Nível de Atividade Física obtida pelos diferentes métodos de avaliação utilizados no estudo.

| Métodos de classificação | Sedentário n (%) | Irreg. Ativo n (%) | Ativo n (%) | Muito Ativo n (%) | p-valor |
|--------------------------|---------------------|--------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| IPAQ | 5 (8,9) | 19 (33,9) | 30 (53,6) | 2 (3,6) | 0,795 |
| Algoritmo | 1 (1,8) | 23 (41,1) | 32 (57,1) | 0 (0,0) | |
| Índice de Passos | 4 (7,1) | 23 (41,1) | 9 (16,1) | 20 (35,7) | 0,00 |
| Algoritmo | 1 (1,8) | 23 (41,1) | 32 (57,1) | 0 (0,0) | |
| IPAQ | 5 (8,9) | 19 (33,9) | 30 (53,6) | 2 (3,6) | 0,160 |
| Índice de Passos | 4 (7,1) | 23 (41,1) | 9 (16,1) | 20 (35,7) | |

Fonte: dados da pesquisa, 2023. Legenda: p-valor - nível de significância estatística obtida através do teste Qui-Quadrado.

No que diz respeito à associação entre a distribuição das frequências dos níveis de classificação de atividade física mensurados pelos instrumentos de avaliação foi identificada uma associação estatisticamente significativa apenas entre os métodos algoritmo e índice de

passos ($p < 0,05$), como mostra a tabela 4. Não foi possível observar associações entre as classificações geradas pelo IPAQ e algoritmo e IPAQ e índice de passos.

Com relação ao nível de concordância entre os métodos, foi possível observar a presença de uma concordância significativamente estatística ($p < 0,05$) entre os métodos algoritmo e índice de passos, tratando-se de uma concordância de nível razoável ($\kappa = 0,250$). Não foram observadas concordâncias significativas entre os outros métodos de classificação do nível atividade física utilizados no estudo.

Tabela 4. Coeficiente de Concordância Kappa entre os métodos de Classificação do Nível de Atividade Física utilizados.

| Métodos de classificação | κ | p-valor |
|------------------------------|--------------|-------------|
| IPAQ x Algoritmo | 0,063 | 0,560 |
| Algoritmo x Índice de Passos | 0,250 | 0,00 |
| IPAQ x Índice de Passos | 0,031 | 0,634 |

Fonte: dados da pesquisa, 2023. Legenda: κ – valor do coeficiente de correlação Kappa obtido no teste; p-valor – nível de significância estatística obtida.

6 DISCUSSÃO

Esse estudo buscou estabelecer correlações, associações e avaliar a concordância entre as medidas de classificação do nível de atividade física em idosos comunitários realizadas por medidas subjetivas, através do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) e por medidas objetivas, mensuradas através de um algoritmo desenvolvido na presente pesquisa que utiliza dados provenientes de sensores de dispositivos vestíveis do tipo *smartwatch* da marca Fitbit.

A partir disso, por meio de um algoritmo desenvolvido em linguagem de programação Python, foi possível realizar classificações do nível de atividade física dos idosos da amostra através dos dados captados dos *smartwatches* e extraídos da plataforma de monitoramento remoto Sênior Saúde Móvel, utilizando os dados de “minutos ativos” e “frequência cardíaca”. Além disso, classificações do nível de atividade física também foram realizadas utilizando os dados de “número de passos diários”.

Não foi observada a presença de associação e concordância entre as medidas subjetivas (IPAQ) e objetivas (algoritmo e índice de passos). Esse resultado pode ser justificado devido à ampla subjetividade do questionário e suas limitações na população idosa. A aplicação de medidas de autorrelato em idosos acerca do nível de atividade física pode apresentar resultados limitados ou vieses relacionados ao nível de escolaridade, falhas na

capacidade de recordação, erros de interpretação referentes à intensidade e duração da atividade relatada e até mesmo pelo desejo de fornecer respostas socialmente desejáveis (Ward *et al.*, 2005; Benetetti *et al.*, 2007; Torquato *et al.*, 2016). Apesar da aplicação de uma escala de rastreamento cognitivo e da exclusão daqueles idosos que testaram positivo para presença de algum declínio cognitivo nesse estudo, o IPAQ possui ainda limitações que vão além do domínio recordatório, o que pode ocasionar uma subestimação ou superestimação dos níveis reais de atividade física dos idosos avaliados por esse questionário.

Sabia *et al.* (2014) verificou a associação entre medidas relacionadas a atividade física em idosos avaliados por medida subjetiva (questionário) e medidas objetivas (acelerômetro) e o papel de fatores demográficos e socioeconômicos nesses resultados, observando que houve uma maior correlação entre as medidas nos indivíduos com nível de escolaridade mais alto e condição econômica melhor. Em outros estudos, realizado com adultos saudáveis, os autores observaram uma tendência de superestimação dos valores dados pelo IPAQ principalmente para atividade física de intensidade moderada a vigorosa (AFMV), enquanto uma subestimação para atividades físicas de menor intensidade foi verificada quando comparados aos valores obtidos por acelerometria (Oyeyemi *et al.*, 2014; Brewer, Swanson, Ortiz, 2017).

Dentre um dos achados do estudo, está a presença de associação e de concordância apenas entre as medidas obtidas pelo algoritmo e pelo índice de passos. Sobre esse aspecto, vale destacar o fato de que as classificações geradas por esses dois métodos de avaliação consistem em medidas objetivas, de modo que os dados utilizados para gerar essas classificações através do algoritmo e do índice de passos provêm de um mesmo instrumento, isto é, do *smartwatch* Fitbit, o que pode ter favorecido a presença de associações e concordância entre esses métodos.

A classificação do nível de atividade física através da contagem do número de passos seguiu um índice proposto por Tudor-Locke e Basset (2004), o qual já vem sendo utilizado por outros estudos na análise de aspectos da atividade física em geral (Cocker, Cardon e Bourdeaudhuij, 2007; Tudor-Locke *et al.*, 2013; Mendes, 2014) e se baseia em evidências de estudos realizados com pedômetros em diversas populações, inclusive na população idosa, e em recomendações de diretrizes de atividade física existentes, se caracterizando, dessa forma, como uma medida confiável para gerar classificações, ainda se considerarmos que a origem desses dados, nesse estudo, é a mesma dos dados do algoritmo.

Em um estudo envolvendo 89 idosos, o autorrelato subestimou a atividade física diária realizada pelos sujeitos quando comparado com os dados obtidos por acelerômetro (Siebeling *et al.*, 2018), enquanto numa revisão sistemática, a maioria dos estudos relataram níveis mais

elevados de atividade física pelas medidas de autorrelato em comparação com medidas mais diretas de avaliação (Prince *et al.*, 2008). Todos esses dados são capazes de confirmar a presença de limitações no nível de validade e precisão nas estimativas finais de medidas do nível de atividade física através de questionários.

O volume total de minutos gastos em atividade física identificado pelo algoritmo foi superior ao valor relatado pela amostra no IPAQ, no entanto, não foi encontrada uma correlação estatisticamente significativa entre esses dados, e apenas uma correlação moderada foi obtida entre as médias de minutos ativos gastos em 7 dias para as atividades leves detectadas pelo IPAQ e pelo algoritmo. Assim como nesse estudo, entretanto, em uma população de adultos, Brewer, Swanson, Ortiz (2017) e Silva, Carreiro e Lima (2021) também não encontraram correlações significativas entre os dados de quantificação de atividade física mensurados pelo IPAQ e por um dispositivo Fitbit. Já em estudos que utilizaram medidas objetivas em comparação a questionários, foram observadas correlações moderadas a fortes entre os métodos de autorrelato e acelerômetro (Miller, Freedson, Kline, 1994; Torquato *et al.*, 2016) e questionário e pedômetro (Mendes, 2014), além de concordância entre métodos IPAQ e acelerômetro (Torquato *et al.*, 2016).

Nesse estudo, houve prevalência de idosos considerados “ativos” pelo IPAQ e pelo algoritmo, enquanto na classificação obtida pelo índice de passos a maioria dos idosos da amostra foram classificados como “irregularmente ativos”. Diferentemente dos resultados encontrados na amostra desse estudo, dados da VIGITEL (2022) no último relatório publicado acerca das estimativas sobre a frequência e distribuição de prática de atividade física realizada nas capitais brasileiras em 2021, os indivíduos com 65 anos ou mais são os que mais apresentam prática insuficiente de atividade (73%) ou inatividade física (37,6%). Vale ressaltar que o presente estudo foi realizado com indivíduos comunitários de um centro de convivência e de um condomínio residencial público, ambos os locais destinados predominantemente a idosos considerados autônomos e independentes, o que pode ser um fator capaz de justificar a prevalência de indivíduos ativos encontrados na amostra desse estudo.

O acelerômetro tem sido considerado como uma medida objetiva padrão-ouro para quantificar e avaliar os aspectos da atividade física, por isso, diversos estudos têm realizado comparações entre acelerômetros e monitores de atividades vestíveis disponíveis comercialmente, como os *smartwatches*, que podem possuir diversos sensores em sua estrutura, dentre eles, o acelerômetro (Oyeyemi *et al.*, 2014; Mendes, 2014; Paul *et al.*, 2015; Torquato *et al.*, 2016; Brewer, Swanson, Ortiz; 2017; Siebeling *et al.*, 2018; Tedesco *et al.*,

2019). Todavia, alguns autores tem buscado avaliar a presença de associações, a acurácia e a confiabilidade dos dados provenientes desses dispositivos com relação aos dados de acelerômetros utilizados em nível de pesquisa.

Brewer, Swanson, Ortiz (2017) e Paul e colaboradores (2015) observaram em suas pesquisas correlações moderadas a altas e presença de concordância entre as medidas do Fitbit e de um acelerômetro ActiGraph na medição de minutos ativos gastos em atividade física moderada a vigorosa (AFMV) e na contagem de passos diários. Em uma revisão sistemática com meta-análise que objetivava avaliar a precisão de rastreadores vestíveis na medição de atividade física, foi observado que entre 22 estudos de validação de dispositivos vestíveis na mensuração da AFMV, o dispositivo mais utilizado foi o Fitbit, enquanto o ActiGraph foi o dispositivo de comparação mais comum. Ao final dessa revisão, os autores concluíram que rastreadores vestíveis Fitbit foram válidos para medir a AFMV (Gorzeltz *et al.*, 2020).

Evenson, Got e Furberg (2015) encontraram em sua revisão sistemática evidências que indicaram alta confiabilidade para os dados de número de passos, distância, gasto de energia e sono em determinados modelos Fitbit. Mas, diferentemente dos achados acima, alguns estudos têm observado um viés sistemático no uso de dispositivos vestíveis Fitbit. Semanik *et al.* (2020) verificou que o Fitbit Flex superestimou os minutos gastos em AFMV em comparação com o ActiGraph em adultos, e afirma que o Fitbit não parece ser um substituto adequado para a acelerometria de nível de pesquisa (que representa o padrão-ouro para monitoramento objetivo de todos os níveis de intensidade de atividade física).

Achados semelhantes foram relatados por Deka *et al.* (2018), Brewer, Swanson, Ortiz (2017) e Paul *et al.* (2015), que afirmam haver uma superestimação da contagem de passos em dispositivos vestíveis utilizados no pulso se comparados a acelerômetros ou pedômetros utilizados em outra parte do corpo, mesmo na presença de associações positivas entre os métodos. Alguns estudos mostram que parece haver uma influência sobre a posição do uso do dispositivo e a acurácia das medidas obtidas. Tedesco *et al.* (2019) avaliou a precisão de diversos rastreadores vestíveis convencionais e acelerômetros em adultos mais velhos durante atividades ambulatoriais pré-definidas, observando que os dispositivos utilizados na cintura ou tornozelo apresentaram desempenho mais uniforme, enquanto os rastreadores utilizados no pulso forneceram resultados menos confiáveis.

Alguma possível razão para explicar a superestimação de atividades pelo dispositivo Fitbit relatadas por alguns autores diz respeito às decisões algorítmicas feitas pelo próprio dispositivo no processamento de dados que ele identifica (Brewer, Swanson, Ortiz, 2017; Gorzeltz *et al.*, 2020; Semanik *et al.*, 2020). Vale salientar que os algoritmos Fitbit utilizam

dados de frequência cardíaca e de equivalentes metabólicos (METs) obtidos por seus sensores embarcados para identificar um minuto ativo. Nesse estudo, um algoritmo foi desenvolvido para gerar as classificações a partir dos dados já fornecidos e pré-processados pelo *smartwatch* Fitbit, utilizando critérios de classificação baseados em diretrizes e evidências acerca dos parâmetros para definir o nível de atividade física de um indivíduo, o que diminui as chances de vieses e agrega uma maior precisão no processo de classificação do nível de atividade física dos participantes avaliados.

Na literatura, não foram encontrados estudos nessa temática que tenham desenvolvido um método de classificação do nível de atividade física por meio de um algoritmo para gerar classificações numa população idosa a partir de dados disponíveis de um dispositivo vestível. A maioria dos estudos encontrados utilizaram os dados fornecidos de forma geral pelos dispositivos vestíveis, como o número de passos, equivalentes metabólicos (METs), distância percorrida e minutos ativos, sem realizar um novo processamento e análise desses dados. Diante disso, este fato traz a esse estudo um fator diferencial e uma maior relevância, considerando também que o monitoramento da atividade física através do *smartwatch* Fitbit foi realizado em ambiente de vida livre e real, o que é um feito importante quando se trata de avaliar o constructo da atividade física.

Por fim, algumas limitações podem ser encontradas nesse estudo, sendo uma delas o tamanho amostral (n=56). Vale salientar ainda que a amostra do estudo foi recrutada por conveniência e, considerando os critérios de elegibilidade, sua representatividade é limitada. Com relação aos resultados referentes à concordância entre os métodos, seria válido em estudos futuros, o uso de um terceiro dispositivo (acelômetro ou pedômetro), além do Fitbit e IPAQ, para detecção do nível de atividade física especificamente na população idosa. A análise dos resultados provenientes de três métodos de classificação diferentes talvez pudesse fornecer melhores esclarecimentos. Além disso, já é conhecida a relação existente entre o comportamento cardíaco e os níveis de intensidade da atividade física. Indivíduos que fazem uso de determinados medicamentos podem apresentar limitações na mudança de frequência cardíaca durante a prática de uma determinada atividade, podendo alterar as percepções acerca da intensidade da atividade, e por consequência, gerar limitações na real estimativa do nível de atividade física. Entretanto, a fim de reduzir esse possível viés, todos os idosos polifármacos foram excluídos da amostra. Ademais, destaco que a escassez de pesquisas que envolvessem a comparação desses métodos em idosos comunitários limitou as discussões do presente estudo.

7 CONCLUSÃO

Através de um algoritmo desenvolvido em linguagem de programação Python, foi possível gerar classificações do nível de atividade física de idosos comunitários e identificar os minutos ativos gastos em atividades de diferentes intensidades a partir de dados provenientes de sensores de dispositivos vestíveis do tipo *smartwatch* da marca Fitbit. Os resultados mostraram a presença de uma correlação moderada apenas entre os dados de minutos ativos gastos em “atividades leves” identificados pelo IPAQ e algoritmo. Para a classificação do nível de atividade física foi observada a presença de associação e concordância apenas entre o algoritmo e índice de passos. Não foram encontradas associações significativas ou concordância entre o IPAQ e os outros instrumentos de classificação. De acordo com a classificação do IPAQ e do algoritmo, houve prevalência de idosos “ativos”. Por se tratar de um dispositivo de fácil uso e aceitação por essa população, por fornecer medidas mais objetivas e permitir o monitoramento do usuário em seu ambiente de vida livre e real, o *smartwatch* se mostrou como uma ferramenta viável e capaz de ser utilizada para avaliação de aspectos da atividade física em idosos comunitários, todavia, é aconselhável cautela ao usar os dados provenientes desse dispositivo para definir o nível de classificação de atividade física de um indivíduo. Sugere-se a realização de novos estudos que busquem avaliar aspectos da atividade física em idosos em uma amostra maior e fazendo uso do IPAQ e acelerômetro juntamente a um dispositivo vestível do tipo *smartwatch* comercialmente disponível para que novos esclarecimentos acerca da real precisão de tais instrumentos e da concordância entre esses métodos sejam realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Simão Martins. **A maturidade do mercado através da evolução tecnológica: o caso dos Smartwatches**. 2017. 181f. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão da Inovação) - Faculdade de Economia da Universidade do Porto, Porto, 2017.

ALVES, João Guilherme Bezerra *et al.* Prevalência de adultos e idosos insuficientemente ativos moradores em áreas de unidades básicas de saúde com e sem Programa Saúde da Família em Pernambuco, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, p. 543-556, mar. 2010.

ALVES, José Eustáquio Diniz. Envelhecimento populacional no Brasil e no mundo. **Revista Longeviver**, 2019.

AINSWORTH, Barbara E. *et al.* Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 9, p. S498-S504, set. 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, jul. 2011.

BAIG, Mirza Mansoor *et al.* A systematic review of wearable sensors and IoT-based monitoring applications for older adults—a focus on ageing population and independent living. **Journal of medical systems**, v. 43, n. 8, p. 1-11, jun. 2019.

BENEDETTI, T. B.; MAZO, G. Z.; BARROS, MVG de. Aplicação do questionário internacional de atividades físicas para avaliação de mulheres idosas: validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 12, n. 1, p. 25-34, 2004.

BENEDETTI, Tânia R. Bertoldo *et al.* Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 11-16, jan./fev. 2007.

BOATENG, George *et al.* GeriActive: Wearable app for monitoring and encouraging physical activity among older adults. In: 2018 IEEE 15th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), 2018, Las Vegas, Nevada, USA. **IEEE**, p. 46-49, mar. 2018.

BREWER, Wayne; SWANSON, Brian T.; ORTIZ, Alexis. Validity of Fitbit's active minutes as compared with a research-grade accelerometer and self-reported measures. **BMJ open sport & exercise medicine**, v. 3, n. 1, p. e000254, 2017.

BROTHERS, Michael C. *et al.* Achievements and challenges for real-time sensing of analytes in sweat within wearable platforms. **Accounts of Chemical Research**, v. 52, n. 2, p. 297-306, jan. 2019.

CALDAS Vescia Vieira de Alencar. **Tradução, adaptação cultural e avaliação psicométrica da Prova Cognitiva de Leganés em uma população idosa brasileira com baixo nível de escolaridade**. 2011. 82f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

COCKER, Katrien De; CARDON, Greet; BOURDEAUDHUIJ, Ilse De. Pedometer-determined physical activity and its comparison with the International Physical Activity Questionnaire in a sample of Belgian adults. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 78, n. 5, p. 429-437, 2007.

CHODZKO-ZAJKO, Wojtek J. *et al.* Exercise and physical activity for older adults. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, jul. 2009.

CRAIG, Cora L. *et al.* International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 35, n. 8, p. 1381-1395, ago. 2003.

DE BRUIN, Eling D. *et al.* Wearable systems for monitoring mobility-related activities in older people: a systematic review. **Clinical rehabilitation**, v. 22, n. 10-11, p. 878-895, out./nov. 2008.

DEKA, Pallav *et al.* Feasibility of using the Fitbit® Charge HR in validating self-reported exercise diaries in a community setting in patients with heart failure. **European Journal of Cardiovascular Nursing**, v. 17, n. 7, p. 605-611, 2018.

ESQUENAZI, Danuza; DA SILVA, Sandra Boiça; GUIMARÃES, Marco Antônio. Aspectos fisiopatológicos do envelhecimento humano e quedas em idosos. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE)**, v. 13, n. 2, p. 11-20, abr./jun., 2014.

EVENSON, Kelly R.; GOTO, Michelle M.; FURBERG, Robert D. Systematic review of the validity and reliability of consumer-wearable activity trackers. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 1-22, 2015.

FERRÃO, Reginaldo. **Wearables: dispositivos inteligentes para saúde e bem-estar**. 2019. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia da Computação) – Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP), Franca, São Paulo, 2019.

FERREIRA, Olívia Galvão Lucena *et al.* Envelhecimento ativo e sua relação com a independência funcional. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v.21, n.3, p.513-518, jul./set. 2012.

FILHO, Mauro Lúcio Mazini *et al.* Atividade física e envelhecimento humano: a busca pelo envelhecimento saudável. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 7, n. 1, p. 97-106, jan./abr., 2010.

FUNDO DE POPULAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (UNFPA). **Envelhecimento no século XXI: celebração e desafio**. Resumo Executivo. Nova York: Fundo de População das Nações Unidas, 2012. Disponível em: <https://brazil.unfpa.org/pt-br/publications/envelhecimento-no-século-xxi-celebração-e-desafio>. Acesso em: 10 fev. 2022.

FROTA, Raissa Silva et al. A Interferência do Sedentarismo em Idosos com doenças Crônicas não transmissíveis. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 10518-10529, jul./ago. 2020.

GORMAN, E. *et al.* Accelerometry analysis of physical activity and sedentary behavior in older adults: a systematic review and data analysis. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 11, n. 1, p. 35-49, set. 2014.

GORZELITZ, Jessica *et al.* Accuracy of wearable trackers for measuring moderate-to vigorous-intensity physical activity: A systematic review and meta-analysis. **Journal for the Measurement of Physical Behaviour**, v. 3, n. 4, p. 346-357, 2020.

HARMELL, Alexandra L.; JESTE, Dilip; DEPP, Colin. Strategies for successful aging: a research update. **Current psychiatry reports**, v. 16, n. 10, p. 1-6, out. 2014.

HOLLMANN, Wildor *et al.* Physical activity and the elderly. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 14, n. 6, p. 730-739, dez. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017**. 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>. Acesso em: 23 fev. 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Envelhecimento da população: Brasil terá mais idosos do que jovens em 2060**. 2019. Disponível em: <https://previva.com.br/envelhecimento-da-populacao-brasil-tera-mais-idosos-do-que-jovens-em-2060/>. Acesso em: 23 fev. 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Características Gerais dos Domicílios e dos Moradores 2022 da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Contínua**. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2023/06/16/populacao-idosa-sobe-para-151percent-em-2022-diz-ibge.ghtml>. Acesso em: 15 ago. 2023.

IPAQ RESEARCH COMMITTEE. **Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): Short and long forms**. Stockholm, Karolinska Institute, 2005. Disponível em: <https://sites.google.com/site/theipaq/>. Acesso em: 3 de mar de 2022.

KATZ, Sidney *et al.* Studies of illness in the aged: the index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function. **JAMA**, v. 185, n. 12, p. 914-919, set. 1963.

KING, Christine E.; SARRAFZADEH, Majid. A survey of smartwatches in remote health monitoring. **Journal of healthcare informatics research**, v. 2, n. 1, p. 1-24, jun 2018.

LAWTON, M. Powell; BRODY, Elaine M. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. **The gerontologist**, v. 9, n. 3, p. 179-186, dez. 1969.

LEE, Sang Yup; LEE, Keeheon. Factors that influence an individual's intention to adopt a wearable healthcare device: The case of a wearable fitness tracker. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 129, p. 154-163, abr. 2018.

LIMA, Rodrigo Antunes *et al.* Nível de atividade física em idosos com doença de Alzheimer mediante aplicação do IPAQ e de pedômetros. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 15, n. 3, p. 180-185, ago. 2010.

LIMA-COSTA, Maria Fernanda; VERAS, Renato. Saúde pública e envelhecimento. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, p. 700-701, jun. 2003.

LOU, Zheng *et al.* Reviews of wearable healthcare systems: Materials, devices and system integration. **Materials Science and Engineering: R: Reports**, v. 140, p. 100523, 2020.

MACENA, Wagner Gonçalves; HERMANO, Lays Oliveira; COSTA, Tainah Cardoso. Alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento. **Revista Mosaicum**, n. 27, p. 223-238, abr. 2018.

MATSUDO, Sandra Marcela Mahecha. Envelhecimento, atividade física e saúde. **Boletim Do Instituto De Saúde**, n. 47, p. 76-79, 2009.

MAZO, Giovana. Zarpellon; LOPES, Marize Amorim; BENEDETTI, Tân. Atividade física e o idoso: concepção gerontológica, 2 Ed. Porto Alegre: Sulina, 2004.

MENEGUCI, Joilson *et al.* Atividade física e comportamento sedentário: fatores comportamentais associados à saúde de idosos. **Arquivos de Ciências do Esporte**, v. 4, n. 1, nov. 2016.

MENDES, Carla. **Validação concorrente de um questionário de atividade física com acelerometria e pedometria**. 2014. 61f. Dissertação (Mestrado em Exercício e Saúde) – Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança, Portugal, Bragança, 2014.

MILLER, John D.; NAJAFI, Bijan; ARMSTRONG, David G. Current standards and advances in diabetic ulcer prevention and elderly fall prevention using wearable technology. **Current Geriatrics Reports**, v. 4, n. 3, p. 249-256, jul. 2015.

MILLER, David J.; FREEDSON, Patty S.; KLINE, Greg M. Comparison of activity levels using the Caltrac accelerometer and five questionnaires. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 26, n. 3, p. 376-382, 1994.

MIRANDA, Gabriella Morais Duarte; MENDES, Antonio da Cruz Gouveia; SILVA, Ana Lucia Andrade da. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. **Revista brasileira de geriatria e gerontologia**, v. 19, p. 507-519, maio/jun. 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Saúde da pessoa idosa**. Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-pessoa-idosa>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MOYLE, Wendy *et al.* Effect of a robotic seal on the motor activity and sleep patterns of older people with dementia, as measured by wearable technology: A cluster-randomised controlled trial. **Maturitas**, v. 110, p. 10-17, jan. 2018.

NAJAFI, Bijan; ARMSTRONG, David G.; MOHLER, Jane. Novel wearable technology for assessing spontaneous daily physical activity and risk of falling in older adults with diabetes. **Journal of Diabetes Science and Technology**, v. 7, n.5, set. 2013.

NAKANO, Márcia Mariko. **Versão Brasileira da Short Physical Performance Battery – SPPB: Adaptação Cultural e Estudo da Confiabilidade**. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2007.

NASIR, Suphan; YURDER, Yigit. Consumers' and physicians' perceptions about high tech wearable health products. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 195, p. 1261-1267, jul. 2015.

NELSON, Miriam E. *et al.* Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1094-105, ago. 2007.

NETTO, Antonio Valerio; TATEYAMA, Alessandra Gallo Petraroli. Avaliação de tecnologia de telemonitoramento e biotelemetria para o cuidado híbrido para o idoso com condição crônica. **Journal of Health Informatics**, v. 10, n. 4, out./dez. 2018.

OLIVEIRA, Marcos Vinicius Lima de *et al.* mHealth: Possibilidades no campo da atividade física e desfechos em saúde. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

OLIVEIRA, Anderson Silva. Transição demográfica, transição epidemiológica e envelhecimento populacional no Brasil. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 15, n. 32, p. 69-79, 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Envelhecimento ativo: uma política de saúde**. Brasília, DF: OPAS, 2005. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/envelhecimento_ativo.pdf. Acesso em: 28 jan. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Diretrizes da OMS para atividade física e comportamento sedentário**. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2020. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/337001/9789240014886-por.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2022.

OYEYEMI, Adewale L. *et al.* Accelerometer-determined physical activity and its comparison with the International Physical Activity Questionnaire in a sample of Nigerian adults. **PloS one**, v. 9, n. 1, p. e87233, 2014.

PAUL, Serene S. *et al.* Validity of the Fitbit activity tracker for measuring steps in community-dwelling older adults. **BMJ open sport & exercise medicine**, v. 1, n. 1, p. e000013, 2015.

PANTELOPOULOS, Alexandros; BOURBAKIS, Nikolaos G. A survey on wearable sensor-based systems for health monitoring and prognosis. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)**, v. 40, n. 1, p. 1-12, 2009.

PIWEK, Lukasz *et al.* The rise of consumer health wearables: promises and barriers. **PLoS medicine**, v. 13, n. 2, p. e1001953, 2016.

PÖTTER, Henrique; SZTAJNBERG, Alexandre. Arquitetura de software de um sistema de telemonitoramento de pacientes idosos. In: **Conference Paper**. 2014.

PRINCE, Stéphanie A. *et al.* A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. **International journal of behavioral nutrition and physical activity**, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2008.

RAWASSIZADEH, Reza; PRICE, Blaine A.; PETRE, Marian. Wearables: Has the age of smartwatches finally arrived? **Communications of the ACM**, v. 58, n. 1, p. 45-47, jan. 2014.

RIBEIRO, Ingrid Alves *et al.* Síndrome do idoso frágil em idosos com doenças crônicas na Atenção Primária. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 53, set. 2019.

ROBERTS, Lisa M. *et al.* Wearable technology to reduce sedentary behavior and CVD risk in older adults: a pilot randomized clinical trial. **Clinical interventions in aging**, v. 14, p. 1817-1828, out. 2019.

RODRIGUES, Eujessika *et al.* HRV monitoring using commercial wearable devices as a health indicator for older persons during the pandemic. **Sensors**, v. 22, n. 5, p. 2001, 2022.

RODRIGUES, Eujessika *et al.* The Sênior Mobile Health Platform. **20XX IEEE**, 2020.

SABIA, Séverine *et al.* Association between questionnaire-and accelerometer-assessed physical activity: the role of sociodemographic factors. **American journal of epidemiology**, v. 179, n. 6, p. 781-790, 2014.

SECOLI, Silvia Regina. Polifarmácia: interações e reações adversas no uso de medicamentos por idosos. **Revista brasileira de enfermagem**, v. 63, p. 136-140, 2010.

SEMANIK, Pamela *et al.* Comparison of physical activity measures derived from the Fitbit Flex and the ActiGraph GT3X+ in an employee population with chronic knee symptoms. **ACR Open Rheumatology**, v. 2, n. 1, p. 48-52, 2020.

SIEBELING, Lara *et al.* Validity and reproducibility of a physical activity questionnaire for older adults: questionnaire versus accelerometer for assessing physical activity in older adults. **Clinical epidemiology**, p. 171-180, 2012.

SILVA, Gabriela Melinda Campos De; CARREIRO, Priscila Bezerra Porto; LIMA, Anna Myrna Jaguaribe de. Correlação entre as medidas objetiva e subjetiva do nível de atividade física em mulheres com incontinência urinária. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e10410211943-e10410211943, jan./mar. 2021.

SILVA, Janaína *et al.* Validação dos limiares do acelerômetro Actical para a determinação do comportamento sedentário e da intensidade da atividade física em adolescentes. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 19, n. 2, p. 246-246, mar. 2014.

SILVA, Fernanda Maria Antunes da. **Impacto dos comportamentos sedentários e da atividade física na aptidão física, função pulmonar e composição corporal de idosos não institucionalizados do distrito de Castelo Branco**. 157f. 2018. Dissertação (Mestrado em Atividade Física) – Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco, Portugal, 2018.

STRATH, Scott J.; PFEIFFER, Karin A.; WHITT-GLOVER, Melicia C. Accelerometer use with children, older adults, and adults with functional limitations. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 44, n. 1 Suppl 1, p. S77, jan. 2012.

STAVROPOULOS, Thanos G. *et al.* IoT wearable sensors and devices in elderly care: a literature review. **Sensors**, v. 20, n. 10, p. 2826, maio 2020.

TANAKA, Hirofumi; MONAHAN, Kevin D.; SEALS, Douglas R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the american college of cardiology**, v. 37, n. 1, p. 153-156, 2001.

TEDESCO, Salvatore *et al.* Accuracy of consumer-level and research-grade activity trackers in ambulatory settings in older adults. **PloS one**, v. 14, n. 5, p. e0216891, 2019.

TORQUATO, Edna *et al.* Comparação do nível de atividade física medido por acelerômetro e questionário IPAQ em idosos. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 21, n. 2, p. 144-153, mar. 2016.

TUDOR-LOCKE Catrine; BASSETT David R. Junior. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. **Sports Med**, v. 34, n. 1, p. 1-8, 2004.

TUDOR-LOCKE, Catrine; JOHNSON, William D.; KATZMARZYK, Peter T. Accelerometer-determined steps per day in US adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 7, p. 1384-1391, jul. 2009.

TUDOR-LOCKE, Catrine *et al.* How many steps/day are enough? For older adults and special populations. **International journal of behavioral nutrition and physical activity**, v. 8, n. 1, p. 1-19, jul. 2011.

TUDOR-LOCKE, Catrine *et al.* A step-defined sedentary lifestyle index:< 5000 steps/day. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 38, n. 2, p. 100-114, nov. 2013.

VERAS, Renato Peixoto. **Guia dos Instrumentos de Avaliação Geriátrica**. Trad. Renato Peixoto Veras. Rio de Janeiro: Unati/UERJ, 2019. Disponível em: <https://www.unatiuerj.com.br/Guia%20dos%20instrumentos%20Avaliacao%20Geriatica.pdf>. Acesso em 5 fev. 2022.

VIGITEL, Brasil. Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de prática

de atividade física nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal entre 2006 e 2021: prática de atividade física. Brasília: Ministério da saúde, 2022.

VON BONSDORFF, Mikaela B.; RANTANEN, Taina. Progression of functional limitations in relation to physical activity: a life course approach. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 8, n. 1, p. 23-30, abr. 2011.

WARD, Dianne S. *et al.* Accelerometer use in physical activity: best practices and research recommendations. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 37, n. 11 Suppl, p. S582-8, 2005.

WU, Liang-Hong; WU, Liang-Chuan; CHANG, Shou-Chi. Exploring consumers' intention to accept smartwatch. **Computers in Human Behavior**, v. 64, p. 383-392, nov. 2016.

ZHOU, He *et al.* Hemodialysis impact on motor function beyond aging and diabetes—objectively assessing gait and balance by wearable technology. **Sensors**, v. 18, n. 11, p. 3939-3354, nov. 2018.

APÊNDICE A – AVALIAÇÃO CLÍNICA E SOCIODEMOGRÁFICA**Questionário de Avaliação Clínica e Sociodemográfica****Nome:** _____**Data de nascimento:** ___/___/___ **Idade:** _____**Sexo:** () Feminino () Masculino **Altura:** _____ **Peso:** _____**Profissão:** _____ **Ocupação:** _____**Endereço:** _____ N° _____**Bairro:** _____ **Cidade:** _____**Comorbidades:** () cardiopatia () hipertensão () diabetes mellitus () reumatismo
() depressão () osteoporose () outros/quais: _____**Anos de escolaridade:** _____**Medicamentos utilizados:** _____**ACS:** _____**Contato:** _____**Possui smartphone?** Sim () Não ()**Se a resposta for não, nome do responsável e parentesco:** _____**Quantidade de filhos:** _____ **Idade que teve o 1º filho:** _____**Idade da menopausa:** _____**Raça:** _____**Circunferência abdominal:** _____**Circunferência da panturrilha:** Direita: _____ Esquerda: _____**Mora sozinho:** () Sim () Não**Mora com cônjuge** () **Mora com familiares** ()

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado, o senhor (a) está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada: **TECNOLOGIA VESTÍVEL NO RASTREIO DAS SÍNDROMES GERIÁTRICAS** sob a responsabilidade de: Karoline de Andrade Gonzaga e das orientadora Eujessika K. Rodrigues Silva, de forma totalmente voluntária.

Antes de decidir sobre sua permissão para a participação na pesquisa, é importante que entenda a finalidade da mesma e como ela se realizará. Portanto, leia atentamente as informações que seguem.

O objetivo principal da presente pesquisa é investigar a efetividade da tecnologia vestível no rastreo da Síndrome da Fragilidade em idosos. Ainda, tem como objetivos: Identificar o nível de atividade física de idosos; Rastrear a função cognitiva dos usuários; Investigar a velocidade da marcha de idosos; Analisar aspectos relacionados ao sono dos idosos; Investigar presença de noctúria em idosos; Avaliar a variabilidade de frequência cardíaca de idosos; Investigar Atividades Básicas de Vida Diária; Atividades Instrumentais de Vida Diária e Capacidade Funcional em idosos; Investigar a relação entre as variáveis obtidas através da tecnologia vestível e o fenótipo de Fried. Propor um modelo de predição de Síndrome da Fragilidade; Investigar critérios de usabilidade da tecnologia vestível dos usuários.

Essa temática é de extrema importância para incentivar criação de novos modelos de assistência voltados ao monitoramento, diagnóstico e intervenção no âmbito da saúde, para o idoso.

Todos os participantes da pesquisa serão avaliados através de questionários de avaliação de condições de saúde para idosos, dinamômetro, fita métrica, balança, para entendermos as condições de saúde geral dos nossos participantes, mantendo sempre a segurança e o cuidado com todos os envolvidos. Em seguida, será entregue ao participante da pesquisa um relógio da Fitbit, que deverá ser alocado no pulso esquerdo e em contato próximo com a pele. O voluntário nesta pesquisa será aconselhado em fazer uso do dispositivo vestível 24 horas por um período e seguir a sua rotina diária normal, sendo permitido a retirada do dispositivo em alguns momentos, desde que não comprometa a aquisição e perda de 24 horas de dados. Essa semana de uso do relógio fornecerão dados sobre FC, sono, número de passos e minutos ativos do paciente, que irão compor um *baseline*,

para que o indivíduo seja avaliado o comportamento destas variáveis em seu estado rotineiro. Após os sete dias, o idoso será novamente avaliado sobre nível de atividade física, autorrelato de frequência urinária noturna e usabilidade quanto ao uso da tecnologia.

Ao voluntário na pesquisa não haverá nenhum risco ou desconforto, só caberá a autorização para responder aos questionários e os testes. Apenas com sua autorização realizaremos a coleta dos dados, seguindo as conformidades da Resolução CNS 466/12/CNS/MS. Por se tratar de um dispositivo minimamente invasivo, sendo utilizado pela maioria da população em sua forma mais comum, como um relógio de pulso, entendemos que os riscos para questões de usabilidade dessa tecnologia serão mínimos. A probabilidade de intercorrências que, de alguma forma, venham a prejudicar os usuários que utilizarão o relógio inteligente, aproxima-se do valor zero, podendo, apenas, o usuário se sentir constrangido por estar sendo monitorado em toda a sua rotina, porém, garantiremos toda a confidencialidade desse monitoramento para minimizar possível constrangimento.

Ao pesquisador caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial, cumprindo as exigências da Resolução Nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.

O voluntário poderá recusar-se a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer fase da realização da pesquisa ora proposta, não havendo qualquer penalização ou prejuízo. O participante terá assistência e acompanhamento durante o desenvolvimento da pesquisa de acordo com Resolução Nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde.

Os dados individuais serão mantidos sob sigilo absoluto e será garantida a privacidade dos participantes, antes, durante e após a finalização do estudo. Será garantido que o participante da pesquisa receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro aos participantes voluntários deste projeto científico e não haverá qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros ao voluntário. Todos os possíveis encargos financeiros, se houver, ficarão a sob a responsabilidade do pesquisador dessa pesquisa. Garantiremos o ressarcimento de qualquer custo caso o participante tiver algum prejuízo financeiro e também asseguramos indenização ao participante, se ocorrer algum dano não previsível decorrente da pesquisa.

Os resultados da pesquisa poderão ser apresentados em congressos e publicações científicas, sem qualquer meio de identificação dos participantes, no sentido de contribuir para ampliar o nível de conhecimento a respeito das condições estudadas. (Res. 466/2012, IV. 3. g. e. h.).

Em caso de dúvidas, você poderá obter maiores informações entrando em contato com Karoline Andrade Gonzaga através do número (83) 98185-4903 ou com Eujessika Rodrigues através dos telefones (83) 99155 3773 ou através do e-mail: eujessika.rodrigues@nutes.uepb.edu.br. Caso suas dúvidas não sejam resolvidas pelos pesquisadores ou seus direitos sejam negados, favor recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisa, localizado no 2º andar, Prédio Administrativo da Reitoria da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, Telefone 3315 3373, e-mail: cep@uepb.edu.br e da CONEP (quando pertinente) e da CONEP (quando pertinente).

CONSENTIMENTO

Após ter sido informado sobre a finalidade da pesquisa **TECNOLOGIA VESTÍVEL NO RASTREIO DAS SÍNDROMES GERIÁTRICAS** e ter lido os esclarecimentos prestados no presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, eu _____ autorizo a participação no estudo, como também dou permissão para que os dados obtidos sejam utilizados para os fins estabelecidos, preservando a nossa identidade. Desta forma, assino este termo, juntamente com o pesquisador, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob meu poder e outra em poder do pesquisador.

Campina Grande, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

ANEXO A – PROVA COGNITIVA DE LEGANÉS (PCL)

Prova Cognitiva de Leganés

Você deve responder essas perguntas sozinhas sem ajuda de outra pessoa.

- Qual é a data de hoje? () Correto () Incorreto
- Que horas são? () Correto () Incorreto
(+ / - 2 horas)
- Que dia da semana estamos? () Correto () Incorreto
- Qual é o seu endereço completo? () Correto () Incorreto
- Em que bairro nós estamos? () Correto () Incorreto
- Que idade você tem? () Correto () Incorreto
- Qual é sua data de nascimento? () Correto () Incorreto
- Qual é a idade e o nome do(a) filho (a) mais novo da sua mãe? () Correto () Incorreto

Menos de 4 pontos nessa primeira parte, pode ser fator pra retirar o paciente.

Considerando a escala toda, 22 é o ponto de corte pra retirar o paciente.

TOTAL: _____

“Nesse momento vou mostrar algumas imagens e vou lhe perguntar o que elas representam para você.”

Mostre as imagens ao participante e marque se a resposta é correta ou não.

Vaca () Correto () Incorreto

Barco () Correto () Incorreto

Colher () Correto () Incorreto

Avião () Correto () Incorreto

Garrafa () Correto () Incorreto

Caminhão () Correto () Incorreto

TOTAL: _____

Agora vou repetir todos os objetos para você olhar. “Você pode me dizer os objetos que você viu, por favor?”

Vaca () Correto () Incorreto

Barco () Correto () Incorreto

Colher () Correto () Incorreto
 Avião () Correto () Incorreto
 Garrafa () Correto () Incorreto
 Caminhão () Correto () Incorreto

TOTAL: _____

“Vou lhe contar uma história. Você vai ficar atenta, porque só vou contar uma vez. Quando eu terminar, depois de alguns segundos, vou lhe perguntar e quero que você repita o que aprendeu. A história é:

“Três crianças estavam sozinhas em casa quando começou a incendiar. Um bravo bombeiro chegou a tempo, entrou pela janela, chegou dentro de casa e levou as crianças para um lugar seguro. Salvo alguns cortes e arranhões as crianças ficaram sãs e salvas.”

Depois de dois minutos peça ao participante para dizer o que ele entendeu da história.

Três crianças () Correto () Incorreto
 Incêndio () Correto () Incorreto
 Bombeiro que entrou: () Correto () Incorreto
 Crianças foram socorridas () Correto () Incorreto
 Cortes e arranhões () Correto () Incorreto
 Sãs e salvas () Correto () Incorreto

TOTAL: _____

5 minutos depois de mostrar as imagens (durante esse tempo, você pode medir a pressão arterial do participante, a prensão manual).

“Você pode repetir




| | | |
|----------|-------------|---------------|
| Vaca | () Correto | () Incorreto |
| Barco | () Correto | () Incorreto |
| Colher | () Correto | () Incorreto |
| Avião | () Correto | () Incorreto |
| Garrafa | () Correto | () Incorreto |
| Caminhão | () Correto | () Incorreto |

TOTAL: _____

TOTAL GERAL: _____

ANEXO B – SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)

Short Physical Performance Battery (SPPB)

| TESTE DE EQUILÍBRIO | | | |
|--|---|---|---|
| Posição | Em pé com os pés juntos  | Em pé com um pé parcialmente à frente  | Em pé com um pé à frente  |
| Como pontuar | <input type="checkbox"/> Manteve por 10 seg = 1 ponto <input type="checkbox"/> Não manteve por 10 seg = 0 ponto <input type="checkbox"/> Não tentou = 0 ponto - Tempo < 10 seg: ____ : ____ seg | <input type="checkbox"/> Manteve por 10 seg = 1 ponto <input type="checkbox"/> Não manteve por 10 seg = 0 ponto <input type="checkbox"/> Não tentou = 0 ponto - Tempo < 10 seg: ____ : ____ seg | <input type="checkbox"/> Manteve por 10 seg = 2 ponto <input type="checkbox"/> Manteve por 3 a 9,99 seg = 1 ponto <input type="checkbox"/> Manteve por menos que 3 seg = 0 ponto <input type="checkbox"/> Não tentou = 0 ponto - Tempo < 10 seg: ____ : ____ seg |
| Pontuação total do teste de equilíbrio: _____ Se em qualquer das 3 posições o indivíduo pontuar 0, encerre os testes de equilíbrio e escreva o motivo: | | | |

| TESTE DE VELOCIDADE DA MARCHA | | |
|--|--|--|
| | 1º Tentativa | 2º Tentativa |
| Não realizou a caminhada | <input type="checkbox"/> 0 ponto e siga para o teste da cadeira | <input type="checkbox"/> 0 ponto |
| Como pontuar | <input type="checkbox"/> Se o tempo > 8,7 seg: 1 ponto <input type="checkbox"/> Se o tempo for de 6,21 a 8,7 seg: 2 pontos <input type="checkbox"/> Se o tempo for de 4,82 a 6,2 seg: 3 pontos <input type="checkbox"/> Se o tempo < 4,82 seg: 4 pontos | <input type="checkbox"/> Se o tempo > 8,7 seg: 1 ponto <input type="checkbox"/> Se o tempo for de 6,21 a 8,7 seg: 2 pontos <input type="checkbox"/> Se o tempo for de 4,82 a 6,2 seg: 3 pontos <input type="checkbox"/> Se o tempo < 4,82 seg: 4 pontos |
| Pontuação total do teste velocidade: _____ Marque o menor dos dois tempos: ____:____ e utilize-o para pontuar. | | |

Se somente uma caminhada foi realizada, marque esse tempo ____:____.
 Apoio para a caminhada: Nenhum []; Bengala []; Outro _____
 Se o paciente não realizou o teste ou falhou, marque o motivo:

TESTE DE SENTAR-LEVANTAR DA CADEIRA

| | Pré - teste (levantar-se da cadeira uma vez) | Teste |
|--|---|---|
| Resultado | Levantou-se sem ajuda e com segurança: Sim: (); Não: () () Levantou-se sem usar os braços: vá para o teste levantar-se da cadeira 5 vezes () Usou os braços para tentar levantar-se: encerre o teste e pontue 0 () Teste não completado ou não realizado: encerre o teste e pontue 0 | Levantou-se às 5 vezes com segurança (mesmo com ajuda dos braços): Sim: (); Não: () () Levantou-se às 5 vezes com êxito (sem ajuda dos braços), registre o tempo: ____:____ seg. |
| Como pontuar | | () Não conseguiu levantar-se as 5 vezes ou completou o teste em tempo maior que 60 seg: 0 ponto () Tempo do teste de 16,7 seg ou mais: 1 ponto () Tempo do teste de 13,7 a 16,69 seg: 2 pontos () Tempo do teste de 11,2 a 13,68 seg: 3 pontos () Tempo do teste < 11,19 seg: 4 pontos |
| Pontuação total do teste da cadeira: _____ | | |

Pontuação total da SPPB (soma da nota dos três testes):

0 a 3 pontos: incapacidade ou capacidade ruim; **4 a 6 pontos:** baixa capacidade; **7 a 9 pontos:** capacidade moderada; **10 a 12 pontos:** boa capacidade.

ANEXO C – INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE (IPAQ)

Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) – Versão Curta

Para responder as questões lembre-se que:

Atividade física **VIGOROSA** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal.

Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Considerar os últimos 7 dias:

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez

1. Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

(Caminhou por atividade física, foi na rua...)

Dias _____ por SEMANA () Nenhum

2. Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

Horas: _____ Minutos: _____

3. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuo, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos em casa, no quintal ou jardim como: varrer, aspirar cuidar ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos cardíacos (obs: não incluía caminhada)

(Fez alguma atividade fora a caminhada)

Dias: _____ por semana () Nenhum

4. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

Horas: _____ Minutos: _____

5. Em quantos dias da última semana você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo: correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos cardíacos.
6. Dias _____ por semana () Nenhum
7. Nos dias em que você fez atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo atividades por dia?
8. Horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, o trabalho, na igreja ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa, visitando um amigo, lendo sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

9. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?

Horas: _____ Minutos: _____

10. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de final de semana?

Horas: _____ Minutos: _____

CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA - IPAQ

1. **MUITO ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:
- VIGOROSA** ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão
 - VIGOROSA** ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão + **MODERADA** e/ou **CAMINHADA** ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão
2. **ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:
- VIGOROSA:** ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão
 - MODERADA OU CAMINHADA:** ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão
 - Qualquer atividade somada: ≥ 5 dias/sem e ≥ 150 minutos/sem (Caminhada + moderada + vigorosa)
3. **IRREGULARMENTE ATIVO:** aquele que realiza atividade física, porém insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações.

- Quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa).
 - Este grupo foi dividido em dois sub-grupos de acordo com o cumprimento ou não de alguns dos critérios de recomendação:
 - IRREGULARMENTE ATIVO A: aquele que atinge pelo menos um dos critérios da recomendação quanto à frequência ou quanto à duração da atividade:
 - a) Frequência: 5 dias/semana
 - b) Duração: 150 min / semana
 - IRREGULARMENTE ATIVO B: aquele que não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto à frequência nem quanto à duração.
4. SEDENTÁRIO: aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

Classificação:

| CAMINHADA | | MODERADA | | VIGOROSA | |
|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| FREQUÊNCIA | DURAÇÃO | FREQUÊNCIA | DURAÇÃO | FREQUÊNCIA | DURAÇÃO |
| 1a | 1b | 2a | 2b | 3a | 3b |
| | | | | | |
| TOTAL: | | TOTAL: | | TOTAL: | |

ANEXO D - PARECER DE APROVAÇÃO DA PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA
PARAÍBA - PRÓ-REITORIA DE
PÓS-GRADUAÇÃO E
PESQUISA / UEPB - PRPGP

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: TECNOLOGIA VESTÍVEL NO RASTREIO DE SÍNDROMES GERIÁTRICAS

Pesquisador: EUJESSIKA KATIELLY RODRIGUES SILVA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 51155321.0.0000.5187

Instituição Proponente: Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.948.040

Apresentação do Projeto:

Lê-se: página 03 e 23

Com o processo de envelhecimento, surge o aumento da vulnerabilidade a estressores, que comungam para o prejuízo das reservas fisiológicas e disfunção de diferentes sistemas, denominada síndrome da fragilidade. diversos esforços têm sido empregados para que seja definida uma padronização da identificação da fragilidade, com o objetivo de que se possa aprimorar sua aplicação na assistência clínica. Por essa razão, o objetivo do presente estudo consiste em avaliar um sistema de monitoramento remoto de idosos como ferramenta de rastreamento de síndromes geriátricas, tais como fragilidade e sarcopenia. Trata-se de uma pesquisa do tipo longitudinal, descritiva e analítica, de caráter observacional, com abordagem quantitativa. A pesquisa será realizada no Condomínio Cidade Madura e no Centro de Convivência do Idoso de Campina Grande. A amostra será composta por indivíduos acima de 60 anos, pelo método de amostragem não probabilística por conveniência. Os indivíduos serão avaliados quanto a estratificação da fragilidade, capacidade funcional, atividades básicas de vida diária, atividades instrumentais de vida diária, capacidade cognitiva, autorrelato de noctúria, presença de sonolência diurna e quanto aos critérios de usabilidade da tecnologia, através de instrumentos validados. Assim como, serão monitorados remotamente por um período, através do uso da tecnologia vestível, do tipo relógio/pulseira inteligente, para que sejam captadas informações quanto ao nível de atividade diária, número de passos de dados, tempo e níveis de

UNIVERSIDADE ESTADUAL
 PARAÍBA - PRÓ-REITORIA DE
 PÓS-GRADUAÇÃO E
 PESQUISA / UEPB - PRPGP



Continuação do Parecer: 4.948.040

| | | | | |
|--|--|------------------------|---|--------|
| Investigador | Projeto_para_Comite_Sindrome_Geriatri cas.pdf | 25/08/2021 16:21:00 | EJESSIKA KATIELLY | Acelto |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Autorizacao_Cidade_Madura.pdf | 25/08/2021 16:17:03 | EJESSIKA KATIELLY RODRIGUES SILVA | Acelto |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | Autorizacao_CCI.pdf | 25/08/2021 16:16:54 | EJESSIKA KATIELLY RODRIGUES SILVA | Acelto |
| Declaração de concordância | Termo_Concordancia_Pesquisa.pdf | 25/08/2021 16:16:40 | EJESSIKA KATIELLY | Acelto |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINA GRANDE, 01 de Setembro de 2021

Assinado por:

Dóris Nóbrega de Andrade Laurentino
 (Coordenador(a))

Endereço: Av. das Baraúnas, 351- Campus Universitário
 Bairro: Bodocongó CEP: 58.109-753
 UF: PB Município: CAMPINA GRANDE
 Telefone: (83)3315-3373 Fax: (83)3315-3373 E-mail: cep@setor.uepb.edu.br