

Dispositivos vestíveis em telemonitoramento

Lucas de Brito Silva
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-8600-6953

Adriana de Jesus Sampaio
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-5745-5522

Eduardo Lázaro Martins Naves
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-1645-1113

Fernando Pasquini Santos
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-2259-7229

Selma Terezinha Milagre
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-0807-9839

Resumo — Objetivo: O presente estudo se propôs a fazer uma revisão da literatura sobre dispositivos vestíveis utilizados em telemonitoramento na saúde. **Metodologia:** Os estudos analisados foram encontrados utilizando a base de dados Pubmed, Medline e Google Scholar. **Trabalhos que não descreviam as tecnologias no estudo foram descartados.** **Resultados:** Ao final, foram analisados 17 artigos sobre o tema, separados em cinco categorias: dispositivos vestíveis em telemonitoramento em atividades fisioterapêuticas, dispositivos vestíveis em pacientes com problemas cardíacos, dispositivos vestíveis para telemonitoramento de nível de oxigênio, dispositivos vestíveis para telemonitoramento do sono, e outras utilizações para dispositivos vestíveis. **Discussão:** Foi observado que os dispositivos vestíveis, por se tratar de um amplo conceito, podem ser utilizados de várias formas no telemonitoramento, um conceito igualmente amplo, na saúde. **Conclusão:** O contexto atual de pandemia mostra a necessidade de investimento nas áreas de telemonitoramento, onde a ajuda dos dispositivos vestíveis pode facilitar a vida de pacientes e médicos, assim como colaborar para o desafogamento dos sistemas de saúde do mundo.

Palavras-chave — Telemonitoramento, dispositivos vestíveis, saúde.

I. INTRODUÇÃO

Dispositivos vestíveis é o termo utilizado para definir eletrônicos que são utilizados no corpo, podem ser usados como acessórios ou partes de roupas. Esses dispositivos são capazes de medir dados fisiológicos, ajudar em tarefas diárias, como receber e enviar mensagens, visualizar localização e entre outros [1].

Uma das principais características dessa tecnologia é a capacidade de troca de informações entre a rede e o dispositivo. Alguns dispositivos vestíveis podem ser colocados em quase qualquer parte do corpo, como: pulsos, tornozelos, cintura, tórax, braços, pernas, etc. Esses sensores podem detectar muitas variáveis diferentes, como: velocidade, distância, passos dados, frequência cardíaca, calorías queimadas, pressão arterial, etc.

Dispositivos de saúde vestíveis são uma tecnologia emergente que permite o monitoramento ambulatorial contínuo de sinais vitais humanos durante a vida diária (durante o trabalho, em casa, durante atividades esportivas, etc.) ou em um ambiente clínico, com a vantagem de minimizar o desconforto e interferência com atividades humanas normais. Assegurando um melhor suporte no diagnóstico médico e/ou auxiliando na recuperação melhor e mais rápida de uma intervenção médica ou lesão corporal [2].

Estes dispositivos também são utilizados em atividades esportivas para monitorar o desempenho de atletas ou profissionais como socorristas e militares para avaliar e monitorar a resposta corporal em diferentes situações de risco e para melhor gerenciar seu esforço e saúde ocupacional. Estes dispositivos podem ser tanto para fins médicos ou para atividades físicas, sempre com a finalidade de monitorar o corpo humano [2].

Telemonitoramento pode ser definido como a utilização de áudio, vídeo e outras formas de telecomunicação e tecnologias de processamento de informações eletrônicas para monitorar o status do paciente à distância. Esses sistemas permitem a captura de parâmetros clínicos dos pacientes por dispositivos apropriados em um ritmo contínuo ou intermitente [3].

O telemonitoramento permite médicos e enfermeiros monitorar diariamente variáveis fisiológicas medidas pelos pacientes em casa. Fornecendo assim, um modo de manter pacientes com patologias que necessitem de cuidados constantes sob rigorosa supervisão, reduzindo a taxa de readmissão ao hospital, acelerando assim a alta do paciente [4].

O monitoramento do estado de saúde pode melhorar drasticamente nos próximos anos se estimulado pelo desenvolvimento e subsequente adoção de tecnologias baseadas em padrões que facilitam a montagem rápida de sistemas vestíveis. Muito mais flexíveis do que os produtos tradicionais de "telemedicina", as infraestruturas baseadas em componentes vestíveis podem ser implementadas permitindo que os sistemas de monitoramento sejam configurados 'em tempo real' [5].

Esse trabalho tem como objetivo fazer uma revisão da literatura sobre dispositivos vestíveis em telemonitoramento de pacientes e aplicações dessas tecnologias. A relevância do trabalho se apresenta ao ser de suma importância um estudo que englobe as tecnologias vestíveis usadas em acompanhamento remoto para facilitar pesquisas e desenvolvimento de trabalhos futuros.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Estudos sobre dispositivos vestíveis utilizados em telemonitoramento na saúde foram identificados ao procurar na literatura por estudos que envolveram telemonitoramento na área da saúde no período entre o ano 2007 e 2020. O período de pesquisa foi definido pelo resultado de uma das pesquisas. Como não foram encontrados resultados anteriores

a 2007 para a pesquisa “*telemonitoring AND wearable devices*”, foi definido esse período.

A primeira seleção consistiu nos estudos publicados em periódicos sobre o tema apontado, de acordo com a relevância, pelas bases de dados. As pesquisas foram efetuadas nas seguintes bases de dados eletrônicas: PubMed, Medline e Google acadêmico. Trabalhos apresentados em congressos internacionais também foram revisados.

Na base de dados PubMed, a pesquisa foi feita na opção “avançada” disponibilizada pelo sistema. O operador booleano AND foi usado juntamente com as palavras-chave “*telemonitoring*”, “*wearable devices*” e “*healthcare*”. Os resultados foram salvos para posterior análise.

Nas bases de dados Medline e Google Acadêmico, a pesquisa foi feita de forma padrão visto que as plataformas não oferecem outra opção. As palavras-chave usadas foram as mesmas usadas anteriormente com operador booleano AND.

Para as combinações de palavras-chave “*wearable devices AND healthcare*” e “*telemonitoring AND healthcare*” foram encontrados mais resultados do que na combinação “*Telemonitoring AND wearable devices*”, nas três bases de dados utilizadas.

Os artigos foram selecionados de acordo com a relevância indicada na base de dados, os principais artigos foram escolhidos para análise. Exceto no caso da terceira combinação de palavras-chave para a base de dados “PubMed”, onde a pesquisa só retornou 33 resultados. Um filtro de “*free full text*” foi adicionado para selecionar os artigos que possuem acesso gratuito.

Os resultados encontrados nas bases de pesquisa foram comparados para eliminar duplicações e os artigos selecionados foram lidos para análise e inserção na revisão.

III. RESULTADOS

Após a exclusão de artigos duplicados e que não atenderam aos requisitos dos critérios de inclusão, a primeira seleção encontrou 47 artigos, de acordo com relevância para o tema proposto. Uma segunda seleção foi feita onde os artigos foram selecionados pelo título para inclusão na planilha de controle de leitura. 26 artigos foram selecionados para a leitura do abstract, ou resumo, dependendo da língua em que o estudo foi publicado. Oito arquivos tratavam de revisões de literatura e foram usados apenas como base e referência para o estudo aqui proposto.

Então, com o resultado de todos os filtros e critérios de inclusão e exclusão, foram lidos 18 artigos sobre o tema de dispositivos vestíveis em telemonitoramento. Após a leitura integral dos estudos, apenas um foi excluído pois não especificava o tipo de dispositivo vestível que foi usado.

Ao final, 17 artigos foram analisados. Destes, cinco artigos usavam dispositivos vestíveis para telemonitoramento em atividades fisioterapêuticas; sete relataram dispositivos vestíveis em telemonitoramento usados em situações de acompanhamento e prevenção em pacientes com problemas cardíacos; dois estudos tratavam de problemas respiratórios e/ou monitoramento do nível de oxigênio na corrente sanguínea; um artigo utilizou de dispositivos vestíveis para monitoramento do sono; um estudo desenvolveu um aparelho de eletroencefalografia portátil e vestível para monitoramento

de emoções e um estudo abordou monitoramento fisiológico em geral.

A. Dispositivos vestíveis em telemonitoramento em atividades fisioterapêuticas

Em Carbonaro (2018), foi utilizado um aplicativo, Shoulphy, juntamente com unidades de medida inercial. As IMU, do inglês *inertial measurement units*, foram colocadas no esterno, no antebraço e na escápula para movimentar o boneco 3D no aplicativo, que simula os movimentos realizados pelo paciente, ajudando no tratamento fisioterapêutico ao avaliar se o exercício está sendo executado de forma correta.

Giansanti (2008) propôs o desenvolvimento de um novo sistema vestível para contagem de passos para aplicações de telemonitoramento e telereabilitação de pacientes com doença de Parkinson.

Outro estudo semelhante, Giansanti (2008) propôs o melhoramento do Codivilla Spring (COSP), o equipamento mais comumente utilizado para tratamento de casos de derrame unilateral e bilateral, através da implementação de *biofeedback* para fornecer informações sobre as fases da marcha e para diminuir o gasto de energia. Um contador de passos propriamente desenvolvido para informar sobre as atividades físicas diárias.

O estudo de Wazir (2020) propôs o desenvolvimento de um dispositivo mecatrônico de baixo custo, portátil para medir o movimento passivo do ombro e a respiração. O dispositivo foi construído usando *wearable pendant sensor* (WPS) para ser usado em ambos os braços e realizar a medição do movimento passivo do ombro. Os sensores possuem dispositivos bluetooth que transmitem os dados dos pacientes para um dispositivo móvel. Um aplicativo no smartphone recebe os dados de cada ombro e o microfone do celular captura o ritmo da respiração do paciente. E através da internet os dados contidos no smartphone são transferidos para uma enfermeira. A utilização de internet através de smartphones possibilita o telemonitoramento e o cumprimento do tratamento.

Em Ballesteros (2020) apresenta um dispositivo vestível de monitoramento de pacientes para telereabilitação que possui a capacidade de se autoconfigurar dinamicamente de acordo com o tempo de execução. O dispositivo utilizado é uma bengala com micro controlador acoplado que pode ser conectado a um dispositivo móvel e monitora a caminhada do usuário para a análise da marcha.

B. Dispositivos vestíveis em pacientes com problemas cardíacos

O estudo de Won Nam (2007) descreve a aplicação de dispositivos móveis de comunicação com o propósito de monitoramento e correção em tempo real do sistema operacional de um coração artificial, através de um site remoto acessado por especialistas. Para desenvolvimento do sistema foi utilizado um VAD (do inglês, *ventricular assist devices*) desenvolvido pela universidade da Coreia, implantado em um bezerro. O sistema foi capaz de captar as informações enviadas pelo VAD e permitir que fosse ajustado os parâmetros de controle, pelos médicos, incluindo comprimento do curso e taxa de bombeamento, usando o telefone.

Borromeo (2007) apresentou um sistema ECG de baixo custo para aquisição e visualização de dados que pode ser facilmente utilizado por qualquer paciente e transmite informações em tempo real dos pacientes. O objetivo do estudo foi desenvolver um ECG que transmite dados via bluetooth para dispositivo móvel com software auto adaptativo para cada usuário baseado em feedback de especialistas médicos.

Em Werhahn (2019), foi desenvolvido uma plataforma de monitoramento cardiológico de pacientes (CMP) baseado em aparelhos inteligentes para monitoramento de pacientes com insuficiência cardíaca e sua performance foi analisada baseada em usabilidade. Os pacientes foram equipados com smartphones e *smartwatches* e deveriam usar os equipamentos o tempo todo, menos quando dormindo. Os dados foram verificados diariamente.

O estudo de Batalik (2018) foi realizado para medir a qualidade de vida dos pacientes com problemas cardíacos (infarto do miocárdio e pacientes após revascularização coronária) depois de serem liberados do hospital, e se o treinamento através do telemonitoramento é tão eficaz quanto presencial. Os participantes usaram um *sport tester* para pulso capaz de monitorar os batimentos cardíacos, tempo de treinamento, duração e distância. Os participantes usaram o *sport tester* durante a sessão de treinamento que consistia de aquecimento, fase aeróbica (correr ou andar de bicicleta) e descanso. As primeiras duas semanas foram acompanhadas de um fisioterapeuta que ensinou a forma adequada de se treinar e as outras sessões foram realizadas em casa.

O objetivo do estudo de Speier (2018) foi avaliar a taxa de aderência do dispositivo de pacientes com risco de acidente vascular cerebral em pacientes com isquemia cardíaca. Rastreadores de atividade e contador contínuo de batimentos cardíacos juntamente com smartphones foram utilizados.

Shao (2020) propôs o desenvolvimento de um dispositivo de ECG vestível para monitoramento de fibrilação atrial (AF). Um dispositivo ECG foi desenvolvido para coletar os sinais e enviar continuamente os dados ECG para um smartphone via Bluetooth. O aplicativo do smartphone mostra as formas de ondas em tempo real e transmite para a nuvem a cada 30 segundos. O algoritmo de classificação do ECG analisa os dados na nuvem para detectar o AF e quando o AF é encontrado ele é transmitido para um médico. Depois de detectado e informado ao médico, o app transmite o diagnóstico ao paciente.

Em Wang (2012) foi desenvolvido um novo tipo de monitor de ECG vestível com capacidade de reconhecimento de atividade física neste artigo. O monitor de ECG detecta sincronicamente o sinal do eletrocardiograma e o sinal de aceleração do corpo, reconhece as informações da cena da atividade física e, finalmente, determina o estado de saúde do coração.

C. Dispositivos vestíveis para telemonitoramento de nível de oxigênio

Em Buekers (2019) foi elaborado um estudo observacional de um semana em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (COPD, do inglês *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*) utilizando um oxímetro de pulso WristOx2 por 1 semana para coletar medições contínuas de SpO2 (Saturação de oxigênio no sangue periférico).

O estudo de Kramer (2017) propôs o desenvolvimento de um aparelho de oximetria para soldados em campo. Soldados no campo de batalha necessitam de novas soluções que requerem uma nova localização para os sensores que não sejam cabeça, mãos e pés, pois esses geralmente estão em uso ou não disponíveis em campo. Pensando nisso foi desenvolvido um dispositivo pequeno, com baixo consumo de energia para o uso em lugares não comuns.

D. Dispositivos vestíveis para telemonitoramento do sono

Em Komarzynski (2019) o estudo teve como objetivo determinar as principais medidas quantitativas estabelecidas que caracterizam o sono noturno, incluindo duração, tempo e eficiência, e sua relação com a avaliação subjetiva da qualidade do sono na mesma noite pelo paciente. Em pacientes com câncer, o sono alterado está associado a um mau prognóstico e são frequentemente não reconhecidos, negligenciados ou sub-tratados. A actigrafia foi utilizada para avaliar o sono em pacientes em tratamento de câncer. Todos os dias os pacientes transferiam os dados para um computador para serem avaliados por um especialista.

E. Outras utilizações para dispositivos vestíveis em telemonitoramento

Em Warren (2003), foram desenvolvidas plataformas de monitoramento fisiológico vestíveis, como nível de O₂ no sangue e pressão sanguínea, que utilizam padrões de interoperabilidade, como a tecnologia sem fio Bluetooth e o barramento de informações médicas. As infraestruturas baseadas em componentes podem ser implementadas para permitir que os sistemas de monitoramento sejam configurados 'on-the-fly'. Garantindo uma melhor facilidade para o acompanhamento de pacientes.

O estudo de Athavipach (2019) propôs o desenvolvimento de um dispositivo vestível, de baixo custo, que capta sinal de EEG, localizado na orelha para monitoramento de emoções. O dispositivo intra-auricular foi desenvolvido utilizando borrachas de fone de ouvido para maior flexibilidade e conforto, e as emoções dos participantes do estudo foram estimuladas por imagens e sons.

IV. DISCUSSÃO

Foi observado que os dispositivos vestíveis, por se tratar de um amplo conceito, podem ser utilizados de várias formas no telemonitoramento, um conceito igualmente amplo, na saúde. Os estudos analisados apresentaram uma enorme quantidade de abordagens para a utilização de dispositivos vestíveis em diferentes cenários.

Os estudos que trataram de doenças cardíacas mostraram utilizações importantes de sistemas vestíveis. Como o caso do Won Nam (2007), que tratou de um sistema de monitoramento e correção em tempo real do sistema operacional de um coração artificial.

Os dispositivos vestíveis também são de extrema importância em atividades fisioterapêuticas, como mostrado por Carbonaro (2018). No estudo, foi apresentado um aplicativo que age em conjunto com IMUs para auxiliar o paciente na execução de exercícios de reabilitação. A praticidade de poder utilizar o sistema em casa é sem dúvida nenhuma de suma importância.

Os estudos de Buekers (2019) e de Kramer (2017) mostram que os dispositivos vestíveis também são utilizados

para medição do nível de oxigênio no sangue, seja por razões médicas ou monitoramento de soldados em campo.

Como já foi estabelecido, os dispositivos vestíveis utilizados para o telemonitoramento na saúde apresentam uma gama de facilidades e praticidades, oferecendo um acompanhamento a distância e um desafogamento dos sistemas de saúde para casos não graves.

Essa área se mostra bastante promissora, mas, infelizmente, muitos dos estudos se propõem a desenvolver dispositivos que podem auxiliar e melhorar a vida de pacientes, e não são produzidos. Uma das razões para isso pode ser ainda a relutância de indústrias investirem nos sistemas de telemonitoramento. Situação que pode ser mudada no contexto de pandemia atual em que vivemos.

V. CONCLUSÃO

Os estudos sobre dispositivos vestíveis em telemonitoramento na saúde mostram o grande potencial da área para aprimorar tecnologias e trazer conforto e praticidade para casos que necessitem de acompanhamento. Por mais que muitos dos dispositivos desenvolvidos não cheguem a ser produzidos, a existência desses estudos nos mostra o interesse da ciência nas tecnologias vestíveis e de telemonitoramento.

O contexto atual de pandemia mostra a necessidade de investimento nas áreas de telemonitoramento, onde a ajuda dos dispositivos vestíveis pode facilitar a vida de pacientes e médicos, assim como colaborar para o desafogamento dos sistemas de saúde do mundo. Espera-se que, após passada essa situação, novos estudos apareçam mostrando a importância dessa área para a saúde e para o mundo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. E agências financiadoras Fapemig e CNPq.

REFERENCIAS

- [1] S. Seneviratne, Y. Hu, T. Ngugyen, G. Lan, S. Khalifa, K. Thilakarathna et al. “A Survey of Wearable Devices and Challenges” *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, v. 19, n. 4, p. 2573-2620, 2017.
- [2] D. Dias, J. Cunha “Wearable health devices—vital sign monitoring, systems and technologies”, *Sensors*, v. 18, n. 8, p. 2414, 2018.
- [3] M. Gagnon, E. Orruño, J. Asua, A. Abdeljelil, J. Emparanza. “Using a Modified Technology Acceptance Model to Evaluate Healthcare Professionals’ Adoption of a New Telemonitoring System” *Telemedicine and e-Health*, v. 18, n. 1, p. 54-59, 2012.
- [4] A. Louis, T. Turner, M. Gretton, A. Baksh, J. Cleland. “A systematic review of telemonitoring for the management of heart failure”. *European journal of heart failure*, v. 5, n. 5, p. 583-590, 2003.
- [5] S. Warren, J. Yao, R. Schmitz, L. Nagl, M. Young. “Wearable telemonitoring systems designed with interoperability in mind” *Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (IEEE Cat. No. 03CH37439)*. IEEE, p. 3736-3739, 2003.
- [6] N. Carbonaro, I. Lucchesi, F. Lorusso, A. Tognetti. “Tele-monitoring and tele-rehabilitation of the shoulder muscular-skeletal diseases through wearable systems”. *2018 40th Annual International*

- Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. IEEE, 2018. p. 4410-4413, 2018.
- [7] D. Giansanti, V. Macellari, G. Maccioni. “Telemonitoring and Telerehabilitation of Patients with Parkinson’s Disease: Health Technology Assessment of a Novel Wearable Step Counter” *Telemedicine and e-Health*, v. 14, n. 1, p. 76-83, 2008.
- [8] D. Giansanti, Y. Tiberi, G. Silvestri, G. Maccioni. “New Wearable System for Step-Counting Telemonitoring and Telerehabilitation Based on the Codivilla Spring”. *Telemedicine and e-Health*, v. 14, n. 10, p. 1096-1100, 2008.
- [9] H. Wazir, S. Bethi, A. Kumar, F. Caruso, V. Kapila. “A Wearable Pendant Sensor to Monitor Compliance with Range of Motion Lymphatic Health Exercise”. *2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*. IEEE, p. 4588-4591, 2020.
- [10] J. Ballesteros, I. Ayala, J. Caro-Romero, M. Amor, L. Fuentes. “Evolving dynamic self-adaptation policies of mHealth systems for long-term monitoring”. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 108, p. 103494, 2020.
- [11] K. Won Nam, J. Joo Lee, C. Mo Hwang, S. Wook Choi, H. Sung Son, K. Sun. “Personal Digital Assistant-based, Internet-enabled Remote Communication System for a Wearable Pneumatic Biventricular Assist Device”. *Artificial organs*, v. 31, n. 11, p. 842-845, 2007.
- [12] S. Borromeo, C. Rodriguez-Sanchez, F. Machado, J. Hernandez-Tamames, R. de la Prieta. “A Reconfigurable, Wearable, Wireless ECG System”. *2007 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. IEEE, p. 1659-1662, 2007.
- [13] S. Werhahn, H. Dathe, T. Rottmann, T. Franke, D. Vahdat, G. Hasenfuß, T. Seidler. “Designing meaningful outcome parameters using mobile technology: a new mobile application for telemonitoring of patients with heart failure”. *ESC heart failure*, v. 6, n. 3, p. 516-525, 2019.
- [14] L. Batalik, F. Dosbaba, M. Hartman, K. Batalikova, J. Spinar. “Rationale and design of randomized controlled trial protocol of cardiovascular rehabilitation based on the use of telemedicine technology in the Czech Republic (CR-GPS)”. *Medicine*, v. 97, n. 37, 2018.
- [15] W. Speier, E. Dzibur, M. Zide, C. Shufelt, S. Joung, J. Van Eyk et al. “Evaluating utility and compliance in a patient-based eHealth study using continuous-time heart rate and activity trackers”. *Journal of the American Medical Informatics Association*, v. 25, n. 10, p. 1386-1391, 2018.
- [16] M. Shao, Z. Zhou, G. Bin, S. Wu. “A Wearable Electrocardiogram Telemonitoring System for Atrial Fibrillation Detection”. *Sensors*, v. 20, n. 3, p. 606, 2020.
- [17] Z. Wang, B. Wu, J. Yin, Y. Gong, “Development of a wearable electrocardiogram monitor with recognition of physical activity scene”. *Sheng wu yi xue gong cheng xue za zhi= Journal of biomedical engineering= Shengwu yixue gongchengxue zazhi*, v. 29, n. 5, p. 941-947, 2012.
- [18] J. Buekers, J. Theunis, P. De Boever, A. Vaes, M. Koopman, E. Janssen et al. “Wearable Finger Pulse Oximetry for Continuous Oxygen Saturation Measurements During Daily Home Routines of Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) Over One Week: Observational Study”. *JMIR mHealth and uHealth*, v. 7, n. 6, p. e12866, 2019.
- [19] M. Kramer, A. Lobbstaël, E. Barten, J. Eian, G. Rausch. “Wearable Pulse Oximetry Measurements on the Torso, Arms, and Legs: A Proof of Concept”. *Military medicine*, v. 182, n. suppl_1, p. 92-98, 2017.
- [20] S. Komarzynski, Q. Huang, F. Lévi, O. Palesh, A. Ulusakarya, M. Bouchahda et al. “The day after: correlates of patient-reported outcomes with actigraphy-assessed sleep in cancer patients at home (inCASA project)”. *Sleep*, v. 42, n. 10, p. zsz146, 2019.
- [21] C. Athavipach, S. Pan-Ngum, P. Israsena. “A wearable in-ear EEG device for emotion monitoring”. *Sensors*, v. 19, n. 18, p. 4014, 2019.