

## USO DOS WEARABLES NA CONTEMPORANEIDADE E APLICAÇÕES NO CONTEXTO DO MONITORAMENTO DA SAÚDE

Andressa Ferreira Alves Itiyama<sup>1</sup>, Isabella Caroline Santos<sup>2</sup>, Wanessa Santos Caldeira<sup>3</sup>,  
Lucas França Garcia<sup>4</sup>, Leonardo Pestillo de Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Programa de Pós-graduação em Promoção da Saúde, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. andressa.hera@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica do Programa de Pós-graduação em Promoção da Saúde, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Bolsista PROSUP/CAPES. isabellacaroline1301@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmica do Programa de Pós-graduação em Promoção da Saúde, Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Bolsista institucional. wcaldeira26@gmail.com

<sup>4</sup>Docente do Programa de Pós-graduação em Promoção da Saúde, UNICESUMAR. Pesquisador do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. lucas.garcia@docentes.unicesumar.edu.br

<sup>5</sup>Docente do Programa de Pós-graduação em Promoção da Saúde, UNICESUMAR. Pesquisador do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. leonardo.oliveira@unicesumar.edu.br

### RESUMO

Tecnologias vestíveis são a evolução dos mobiles. Como o termo já diz, esses dispositivos são, literalmente, vestidos como um acessório pelo usuário. Já bem popular em suas aplicações na área de consumo por meio de relógios, pulseiras e óculos inteligentes, esses aparelhos possuem também um potencial cada vez mais explorado na área da saúde. O presente estudo é uma revisão narrativa para apresentar o uso dos *wearables* na contemporaneidade e suas respectivas aplicabilidades no contexto do cuidado e monitoramento de saúde. A revisão da literatura inclui publicações em inglês e português publicadas entre janeiro de 2004 e junho de 2021, nas bases de dados *Scielo* e *PubMed*. Também foram adicionados artigos encontrados por meio do método *snowballing*, que consiste em pesquisas manuais realizadas nas listas de referências dos artigos utilizados para identificar outros estudos relevantes. O estudo evidenciou benefícios no uso dos *wearables* para os recém-nascidos, visto que, são mais seguros no contato com a epiderme, além de apresentarem baixo custo. A tecnologia possibilita o uso em dispositivos móveis, sendo capaz de coletar e armazenar dados clínicos. Conclui-se que os dispositivos vestíveis estão revolucionando a conduta dos indivíduos frente a saúde e o bem-estar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dispositivos eletrônicos vestíveis; Tecnologias vestíveis; Monitorização; Avaliação da saúde.

## 1 INTRODUÇÃO

A internet deu início a uma revolução na forma como os humanos interagem e buscam informações, com uma necessidade quase que obrigatória dos indivíduos de se adaptarem as atualidades, com rapidez no compartilhamento de informações e eficiência na comunicação, resultando na melhora da qualidade de vida devido ao acesso facilitado a conhecimentos que antes eram restritos a uma camada da sociedade (LEUNG; CHEIN, 2019).

A digitalização do mundo está transformando todas as áreas do comportamento humano, desde sua socialização até suas necessidades básicas, como questões relacionadas a saúde. Diante dessa disseminação as tecnologias voltadas para a saúde, nas diversas especialidades médicas não devem ficar equânimes deste processo.

Na tentativa de acompanhar essas transformações, uma das áreas que emerge simultaneamente aos avanços da tecnologia geral é a da saúde eletrônica, que se refere à busca de informações de saúde por meio de computadores *desktop* ou *laptop*, conhecida como *e-health* (OH *et al.*, 2005), além do uso de tecnologias de comunicação móvel para acessar serviços de saúde e informações, denominada *m-health* (AGARWAL *et al.*, 2016).

Essa revolução digital no âmbito da saúde é capaz de habilitar os indivíduos para se responsabilizar pela própria saúde (KOSTKOVA, 2015). Isso é possível graças a dispositivos de monitoramento do corpo humano, antes representados por monitores de

cabeceira de hospital, mas que agora estão disponíveis como dispositivos vestíveis de uso individual que rastreiam as funções vitais 24 horas por dia, como os *smartwatches* (OMOOGUN *et al.*, 2017).

Ainda em relação as tecnologias na área da saúde, porém em contrapartida ao exposto anteriormente, os sistemas de monitoramento neonatal existentes sofreram pouca inovação nos últimos 50 anos. Os mesmos quase que em sua totalidade ainda exigem uma grande quantidade de sensores e acessórios rígidos fixados na pele do recém-nascido por adesivos ou fitas de alta aderência e conectados por meio de fios a unidades básicas grandes, volumosas e de alto custo (CHUNG *et al.*, 2019).

Diante do exposto e pensando no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU para 2030 de reduzir as mortes neonatais evitáveis de 2,7 para 1,2 milhões por ano em países de baixa e média renda, faz-se necessário o aperfeiçoamento de tecnologias de monitoramento neonatal, visto que os monitores atuais de sistemas adultos foram minimamente adaptados para uso em recém nascidos (CHUNG *et al.*, 2020).

Além disso, o monitoramento fisiológico do neonato deve ser preparado para atender as necessidades clínicas ainda negligenciadas, como captura sem fio para facilitar o contato terapêutico entre mãe e bebê (CHAN *et al.*, 2016), redução de lesões iatrogênicas de pele (BROOM; DUNK; MOHAMED, 2019; LUND, 2014) e orientações médicas estratégicas para possíveis intervenções capazes de salvar vidas (PONCETTE *et al.*, 2019).

Portanto, a relevância de desenvolver esta revisão bibliográfica, centra-se em analisar as contribuições que os dispositivos vestíveis têm apresentado para a promoção da saúde contemporânea. Acrescenta-se a isso o interesse de se abordar novas tecnologias com foco na saúde e suas potencialidades. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi analisar as mais recentes funcionalidades dos *wearables* em neonatologia, considerando principalmente suas aplicações para o cuidado e monitoramento em saúde.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão narrativa e descritiva sobre o uso de *wearables* no contexto do cuidado e monitoramento de saúde.

Durante o período de maio a junho de 2021 foram acessados artigos de periódicos publicados em português e inglês nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e *National Library of Medicine* (PubMed).

Utilizou-se os descritores: Dispositivos Eletrônicos Vestíveis, Tecnologias Vestíveis Monitorização e Avaliação da Saúde.

Também foram incluídos artigos encontrados utilizando o método *snowballing*, que consiste em utilizar a lista de referências dos artigos selecionados para encontrar outros trabalhos que interessam para o tema.

Foram empregados artigos publicados a partir de janeiro de 2004 até junho de 2021. Todo o processo envolveu atividades de busca, leitura exploratória de títulos e resumos, seleção dos estudos considerados adequados ao objetivo deste estudo, análise completa dos textos e, por fim, a realização de leitura e posterior escrita interpretativa.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 ANÁLISE DE CASO: SENSORES SEM FIO PARA MONITORAMENTO DE RECÉM-NASCIDOS EM PAÍSES DE BAIXA E MÉDIA RENDA

Os sistemas tradicionais de monitoramento fisiológico apresentam alguns pontos negativos. Esses sistemas necessitam de fios e cabos conectando, causando incômodo,

distúrbios do sono e aumento da imobilidade, levando a um declínio funcional e aumentando o risco de trombose venosa (CHEN; ZAKARIA, 2015).

Nos recém-nascidos em especial, a presença de fios representa uma barreira física para o cuidado mãe-canguru, uma intervenção fundamental em neonatos que vem evidenciando muitos benefícios, como, redução da mortalidade, diminuição de infecções, hipotermia e melhora no ganho de peso (CONDE-AGUDELO; BELIZÁN, 2003).

Além disso, esses dispositivos são, geralmente, muito grandes quando comparados com a área de superfície corporal de recém-nascidos. Bebês prematuros e com baixo peso ao nascer, por exemplo, pesam menos de 1 kg e conseqüentemente têm menor área corporal onde se pode fixar os eletrodos (DOYLE, 2004). Somado a isso, a pele de neonatos prematuros é 60% mais fina quando comparada a de um adulto e tem substancialmente menor força mecânica.

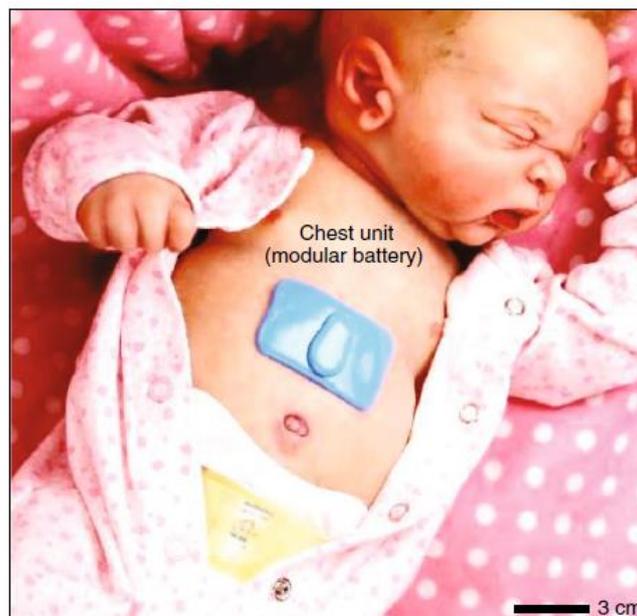
Sendo assim, a incidência de lesões cutâneas e iatrogênicas por causa de dispositivos médicos e os adesivos usados é de 31 - 45% (MCLANE *et al.*, 2004).

Esses sistemas apresentam, ainda, dificuldades para a análise e uso das informações coletadas. O acesso aos dados brutos, por exemplo, é difícil pois os fabricantes dos sistemas os enxergam como propriedade. Além disso, os diferentes tipos de sistemas disponíveis dificultam a unificação dos dados e criam informações fragmentadas que não podem ser analisadas juntas (CHASE *et al.*, 2018).

Outros problemas seriam a alta quantidade de dados, criando desafios de armazenamento e gerenciamento, e o alto custo desses sistemas, tornando-os difíceis de utilizar em países pobres (GOODWIN *et al.*, 2020).

Diante dessas dificuldades, tem-se buscado dispositivos que possam monitorar sinais fisiológicos em pacientes neonatos e pediátricos (XU *et al.*, 2021).

Por isso que desenvolveram uma ferramenta pequena, flexível e biointegrado, conforme a imagem abaixo (Figura 1), um projeto para a unidade torácica, sem fio e revestido com silicone de uso médico para garantir a biocompatibilidade, o dispositivo é leve e não necessita de adesivos fortes para fixação na pele (CHUNG *et al.*, 2020).



**Figura 1:** Monitoramento fisiológico de pacientes neonatais e pediátricos

**Fonte:** Um projeto para a unidade torácica, sem fio e revestidos com silicone de uso médico para garantir a biocompatibilidade, o dispositivo é leve e não necessita de adesivos fortes para fixação na pele (CHUNG *et al.*, 2020).

Esse dispositivo também têm capacidade de coletar diversos dados, como a frequência cardíaca via eletrocardiograma, taxa respiratória, oxigenação e temperatura central e periférica (CHUNG *et al.*, 2019).

Em adição a esses sinais vitais, esses novos adesivos coletam informações muito úteis clinicamente, que não são coletadas pelos sistemas de monitoramento tradicionais, como medição da rigidez arterial, análise cardíaca por meio de sismocardiografia, tempo de choro, deglutição e posição corporal (XU *et al.*, 2021).

Embora essas informações não sejam normalmente coletadas em Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) neonatais, a sua coleta oferece a possibilidade de analisar e quantificar a dor, fome, desconforto e estresse nos recém nascidos (XU *et al.*, 2021).

A (Figura 2), demonstra os locais que o dispositivo sem fio para monitoramento fisiológico de pacientes neonatais e pediátricos podem ser colocados, (a-c) colocação de uma unidade em membro inferior podendo ser utilizada no tornozelo e no pé em um modelo de um recém-nascido, (b) em um modelo de paciente pediátrico (2 anos de idade) na altura do pulso, (d) representação da coleta de dados, sem fio e em tempo real, de um paciente neonatal (CHUNG *et al.*, 2020).

Esses novos dispositivos também oferecem acesso a todos os dados brutos apurados, o que permitiria a criação de algoritmos para programar alertas que seriam enviados a equipe médica sobre alterações nos parâmetros avaliados, por exemplo. Poderiam também ser utilizados para criar índices e escores bem como fazer previsões usando esses dados. Essas informações têm potencial de prever desfechos e auxiliar na tomada de decisão, como quando utilizar ventilação mecânica ou suporte nutricional, por exemplo. Além disso, quando usados em grandes populações, esses dados podem ser usados em estudos epidemiológicos (XU *et al.*, 2021).



**Figura 2:** Colocação dos dispositivos

**Fonte:** Demonstra os locais que o dispositivo sem fio para monitoramento fisiológico de pacientes neonatais e pediátricos podem ser colocados, (a-c) colocação de uma unidade em membro inferior podendo ser utilizada no tornozelo e no pé em um modelo de um recém-nascido, (b) em um modelo de paciente

pediátrico (2 anos de idade) na altura do pulso, (d) representação da coleta de dados, sem fio e em tempo real, de um paciente neonatal (CHUNG *et al.*, 2020).

Outro fator a ser considerado sobre esse dispositivo é o custo. Os sistemas tradicionais necessitam de grandes estruturas e equipes de saúde, o que encarece e impossibilita seu uso em países pobres.

Os dispositivos vestíveis, em contrapartida, são compatíveis com *tablets* e *smartphones*, inclusive os mais baratos. Se conectam de forma segura pelo *Bluetooth*. E possibilitam que a equipe e os pacientes utilizem equipamentos que já estão familiarizados, como os celulares *Android*, tornando especialmente importante quando se observa que as principais limitações para o uso de tecnologias médicas em países pobres estão relacionadas com reparos muito complexos nos equipamentos, falta de suporte e atualização para versões mais velhas e escassez de peças sobressalentes (WHO, 2011).

Dessa forma, esses dispositivos trazem benefícios para a saúde e conforto dos neonatos, como mostra a (Figura 3), um neonato prematuro utilizando duas peças do equipamento sem fio para monitoramento, enquanto sua mãe pode aplicar a técnica de mãe-canguru (CHUNG *et al.*, 2020).



**Figura 3:** Equipamento sem fio

**Fonte:** Um neonato prematuro utilizando duas peças do equipamento sem fio para monitoramento, enquanto sua mãe pode aplicar a técnica de mãe-canguru (CHUNG *et al.*, 2020).

### 3.2 POTENCIALIDADE DA TECNOLOGIA VESTÍVEL

Os *wearables* são tecnologias vestíveis que ampliam a possibilidade de tornar diversos momentos do cotidiano cada vez mais naturais e intuitivos. Santos (2016), afirma

que estes dispositivos recolhem informações do usuário, como no caso de batimentos cardíacos, gasto calórico, temperatura do corpo, oxigenação, entre outros.

Essas tecnologias podem ser encontradas em bonés, blusas, relógios, óculos, pulseiras ou até mesmo em um anel. Por meio de sensores, esses dispositivos ajudam os usuários a rastrear seus movimentos diários e fornecem uma leitura em tempo real do organismo do indivíduo, podendo ser através de monitores ou ferramentas de *smartphones* (MERCER *et al.*, 2016).

Os dispositivos vestíveis podem estar inseridos no acompanhamento diário de patologias diversas, como o sensor de nanocelulose não invasivo que monitora os pacientes diabéticos, analisa disfunções hormonais, podendo também, realizar um *check up* do paciente a partir da transpiração, avaliando sinais e sintomas relevantes, como os níveis hormonais feminino, de glicose, de ácido úrico e alguns metais (LUND, 2014).

Além dos biossensores utilizados em patologias diversas, atualmente podemos encontrar acessórios tecnológicos como o *Google Glass*, óculos que permitem gravar vídeos, tirar fotos e ver as horas (CAMPOS PELLANDA, 2009), o *Apple Watch*, relógio que pode ser ligado aos *smartphones*, permitindo que o usuário receba ligações, envie mensagens e acesse a internet.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dispositivos vestíveis estão transformando o comportamento humano, desde questões como socialização até suas necessidades básicas, como indagações relacionadas à saúde, se referindo à busca de informações por meio de computadores ou dispositivos móveis. Essa revolução digital na área da saúde é capaz de habilitar os indivíduos a se responsabilizar pelo próprio bem-estar.

Por meio de sensores, esses dispositivos ajudam os usuários a rastrear seus movimentos diários e fornecer uma leitura em tempo real do organismo do indivíduo, podendo ser através de monitores ou ferramentas por *smartphones*.

Esses dispositivos integrados à pele podem se comunicar com segurança por meio de *Bluetooth* com dispositivos móveis como *smartphones* e *Android* para análises contínuas em tempo real. Essa capacidade de avaliação em dispositivos moveis oferece a vantagem de ser de baixo custo.

Em relação as tecnologias na área da saúde, os sistemas de monitoramento existentes na neonatologia, sofreram pouca inovação nos últimos 50 anos. Cabendo ainda mais pesquisas sobre o assunto, sendo de suma relevância para o bem-estar do neonato, que demanda de cuidados intensivos.

#### REFERÊNCIAS

AGARWAL, S. *et al.* Guidelines for reporting of health interventions using mobile phones: mobile health (mHealth) evidence reporting and assessment (mERA) checklist. **BMJ**, p. i1174, 17 mar. 2016.

BROOM, M.; DUNK, A. M.; E MOHAMED, A.-L. Predicting Neonatal Skin Injury: The First Step to Reducing Skin Injuries in Neonates. **Health Services Insights**, v. 12, p. 117863291984563, 14 jan. 2019.

CAMPOS PELLANDA, E. Comunicação móvel: das potencialidades aos usos e aplicações. **Em Questão [en linea]**, v. 15, n. 1, p. 89–98, 2009.

CHAN, G. J. *et al.* Kangaroo mother care: a systematic review of barriers and enablers.

**Bulletin of the World Health Organization**, v. 94, n. 2, p. 130- 141J, 1 fev. 2016.

CHASE, J. G. *et al.* Next-generation, personalised, model-based critical care medicine: a state-of-the art review of in silico virtual patient models, methods, and cohorts, and how to validation them. **BioMedical Engineering OnLine**, v. 17, n. 1, p. 24, 20 dez. 2018.

CHEN, S.; ZAKARIA, S. Behind the Monitor: the Trouble With Telemetry. **JAMA Internal Medicine**, v. 175, n. 6, p. 894, 1 jun. 2015.

CHUNG, H. U. *et al.* Binodal, wireless epidermal electronic systems with in-sensor analytics for neonatal intensive care. **Science**, v. 363, n. 6430, p. eaau0780, mar. 2019.

CHUNG, H. U. *et al.* Skin-interfaced biosensors for advanced wireless physiological monitoring in neonatal and pediatric intensive-care units. **Nature Medicine**, v. 26, n. 3, p. 418–429, 11 mar. 2020.

CONDE-AGUDELO, A.; BELIZÁN, J. M. Kangaroo mother care to reduce morbidity and mortality in low birthweight infants. *In*: CONDE-AGUDELO, A. (ed.). **Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2003.

DOYLE, L. W. Extremely low birth weight and body size in early adulthood. **Archives of Disease in Childhood**, v. 89, n. 4, p. 347–350, 1 abr. 2004.

GOODWIN, A. J. *et al.* A practical approach to storage and retrieval of high-frequency physiological signals. **Physiological Measurement**, v. 41, n. 3, p. 035008, 20 abr. 2020.

KOSTKOVA, P. Grand Challenges in Digital Health. **Frontiers in Public Health**, v. 3, maio 2015.

LEUNG, L.; CHEN, C. E-health/m-health adoption and lifestyle improvements: Exploring the roles of technology readiness, the expectation-confirmation model, and health-related information activities. **Telecommunications Policy**, v. 43, n. 6, p. 563–575, jul. 2019.

LUND, C. Medical Adhesives in the NICU. **Newborn and Infant Nursing Reviews**, v. 14, n. 4, p. 160–165, dez. 2014.

MCLANE, K. M. *et al.* The 2003 National Pediatric Pressure Ulcer and Skin Breakdown Prevalence Survey. **Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing**, v. 31, n. 4, p. 168–178, jul. 2004.

MERCER, K. *et al.* Behavior Change Techniques Present in Wearable Activity Trackers: A Critical Analysis. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 4, n. 2, p. e40, 27 abr. 2016.

OH, H. *et al.* What Is eHealth (3): A Systematic Review of Published Definitions. **Journal of Medical Internet Research**, v. 7, n. 1, 24 fev. 2005.

OMOOGUN, M. *et al.* When eHealth meets the internet of things: Pervasive security and privacy challenges. 2017 International Conference on Cyber Security And Protection Of Digital Services (Cyber Security). **Anais [...]. IEEE**, jun. 2017.

PONCETTE, A.-S. *et al.* Clinical Requirements of Future Patient Monitoring in the Intensive

Care Unit: Qualitative Study. **JMIR Medical Informatics**, v. 7, n. 2, p. e13064, 30 abr. 2019.

SANTOS, P. M. P. **Internet das coisas**: O desafio da privacidade. 2016. 108f. Dissertação (Mestrado em sistemas de informação organizacionais) - Instituto Politécnico de Setubal. Setubal, 2016.

WHO. **Global health recommendations on physical activity for health**. Geneva: World Health Organization; 2011.

XU, S. *et al.* Wireless skin sensors for physiological monitoring of infants in low-income and middle-income countries. **The Lancet Digital Health**, v. 3, n. 4, p. e266–e273, abr. 2021.