

O FUTURO DA PREVENÇÃO DE LESÕES POR PRESSÃO COM SENSORES DE MOVIMENTO INTELIGENTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

**Laura Tabita de Queiroz Magalhães Marques¹ Jocileudo Marcos Varela², Ana
Rafaele Lima Oliveira³, Rafael Cesar Barreto⁴, Alice Guedes Alexandre Bezerra⁵,
Jayana Castelo Branco Cavalcante de Meneses⁶**

INTRODUÇÃO

As Lesões por Pressão (LPs) representam um grave problema de saúde pública em escala global, afetando milhões de indivíduos anualmente, com incidência e prevalência particularmente elevadas em pacientes hospitalizados e com mobilidade reduzida (Crotty *et al.*, 2023). Essas lesões, resultantes da pressão prolongada e/ou cisalhamento sobre proeminências ósseas (*National Pressure Injury Advisory Panel – NPIAP*, 2016), comprometem significativamente a qualidade de vida dos pacientes, estando associadas ao aumento da dor, risco de infecções graves, supressão do oxigênio que pode contribuir para o desenvolvimento da necrose, maior tempo de internação hospitalar e taxas elevadas de morbidade e mortalidade (Han *et al.*, 2024).

Adicionalmente, as LPs impõem um fardo socioeconômico substancial aos sistemas de saúde, devido aos altos custos diretos de tratamento e aos custos indiretos relacionados à perda de produtividade e ao aumento da carga de trabalho das equipes de saúde (Nherera *et al.*, 2021). A principal estratégia para a prevenção de LPs, recomendada por diretrizes internacionais consiste no reposicionamento frequente do paciente, visando aliviar a pressão sobre as áreas de risco (NPIAP, 2025).

Contudo, a implementação efetiva desta prática enfrenta desafios consideráveis no ambiente clínico. Estudos demonstram uma baixa adesão aos protocolos de reposicionamento por parte das equipes de enfermagem, atribuída a fatores como sobrecarga de trabalho, dificuldades físicas inerentes à mobilização de pacientes e a falta de sistemas objetivos para monitorar e documentar a frequência e a qualidade das mudanças de decúbito. Essa lacuna entre a recomendação e a prática compromete a eficácia das medidas preventivas e contribui para a persistência das LPs como um evento adverso comum (Pickham *et al.*, 2018).

Nesse contexto, o desenvolvimento de tecnologias baseadas em sensores emergiu como uma abordagem inovadora para superar as limitações das estratégias convencionais de prevenção. A

tecnologia abrange uma diversidade de dispositivos, incluindo sensores vestíveis que podem ser fixados diretamente ao corpo do paciente ou à sua vestimenta (Pickham *et al.*, 2017, Minter *et al.*, 2020), têxteis inteligentes com sensores integrados ao tecido (Rêgo *et al.*, 2023), sistemas de monitoramento baseados no leito que detectam mudanças na distribuição de peso, e matrizes de sensores multimodais, sem fio ou bateria, capazes de medir simultaneamente pressão, cisalhamento e temperatura em interfaces específicas (Han *et al.*, 2024). Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo revisar a literatura sobre o uso de sensores de movimento e descrever seus efeitos na prevenção de lesões por pressão.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada em março e abril de 2025. A busca das publicações objetivou responder à questão de pesquisa “*Quais os efeitos do uso de sensores de movimento na prevenção de lesões por pressão?*”. Para tal, foi realizada uma busca por estudos elegíveis no software *Consensus*, ferramenta de busca apoiada por inteligência artificial que sensibiliza os 10 estudos mais relevantes para determinada questão de pesquisa, apresentada ao software por meio de um *prompt*. Nesta revisão, foram utilizados três prompts para busca de artigos relevantes: “Quais os efeitos do uso de sensores de movimento na prevenção de lesão por pressão?”; “Does wearable sensor use reduce pressure injury incidence?”; “Sensor technology for patient repositioning in pressure injury prevention”. Foram incluídos 30 estudos para embasar esta revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de sensores de movimento tem se mostrado uma estratégia promissora na prevenção de LPs, principalmente em setores hospitalares de cuidados intensivos. O principal efeito reportado pela literatura do uso de sensores de movimento nesse contexto foi a redução significativa na incidência destas lesões, com estudos obtendo até 77% menos casos em comparação a grupos de pacientes que receberam o cuidado padrão (Pickham *et al.*, 2018; Crotty *et al.*, 2023; Nherera *et al.*, 2021).

Tal redução na incidência pode ser atribuída ao aumento na adesão a protocolos de reposicionamento, pois os sensores fornecem alertas em tempo real, que direcionam os profissionais para a necessidade de aumentar a frequência de mudança de posição, elevando a adesão aos protocolos de 55% para até 89%. Aponta-se que esse recurso beneficiou principalmente pacientes em estado grave (em uso ventilação mecânica, em isolamento ou obesos), os quais têm maior risco de desenvolver LPs (Pickham *et al.*, 2018; Crotty *et al.*, 2023; Turmell *et al.*, 2022).

Tais dispositivos tecnológicos são capazes de identificar a movimentação/rotação por meio de sensores vestíveis acoplados ao tórax do paciente. De posse dessa informação, profissionais de saúde são alertados sobre o tempo em que o paciente ficou na mesma posição, informando a necessidade de realizar uma nova mudança de posição, bem como o ângulo necessário (angulação mínima de 20°) e o tempo de manutenção da nova posição (mínimo de 15 minutos) para que os tecidos sejam efetivamente descomprimidos. Todavia, deve-se considerar que eles não apontam as ferramentas adicionais que auxiliam na manutenção de uma posição estável, o que culminou com a ocorrência de LPs mesmo com o uso da intervenção (Crotty et al., 2023; Rêgo et al., 2023; Pickham et al., 2017).

Além disso, os sensores de movimento podem contribuir para o monitoramento contínuo e personalizado dos pacientes. Foram desenvolvidos sensores multimodais capazes de monitorar ininterruptamente parâmetros como pressão, temperatura e hidratação da pele. Sensores sem fio e sem bateria, capazes de mensurar a temperatura, a pressão e o cisalhamento, foram desenvolvidos e conectados a um colchão pneumático para inflar e desinflar áreas de maior risco (região sacral, ísquio, cotovelo, calcanhar) por meio de um sistema automatizado, evitando LPs (Han et al., 2024; Wang et al., 2023; Cho et al., 2023).

Na prática clínica, os impactos da utilização de tais sensores foram econômicos e na qualidade de vida dos pacientes. Elenca-se a redução de custos em saúde (Crotty et al., 2023; Nherera et al., 2021), a maior aceitação pela equipe de saúde mediante treinamento tecnológico para garantir o uso correto (Nherera et al., 2021; Turmell et al., 2022), além da detecção precoce de risco, permitindo identificar áreas de pressão excessiva para receberem intervenções preventivas em tempo oportuno e prevenindo o dano ao paciente (Han et al., 2024; Wang et al., 2023).

Os sensores ainda demonstraram sua eficiência na documentação automatizada mais completa, atual e precisa, permitindo registros mais fidedignos para análise e auditoria. Além do mais, aliviou a carga documental dos enfermeiros, permitindo um cuidado mais centrado no paciente (Rose et al., 2022).

A literatura ainda reporta limitações apresentadas no contexto da utilização destas tecnologias. Uma delas foi o fato de a utilização dos sensores não interferir na qualidade da mudança de posição (Pickham et al., 2018; Crotty et al., 2023). Enfatiza-se, portanto, que a utilização de sensores complementa a avaliação de risco do paciente, de modo que tal avaliação precisa ser complementada por medidas preventivas efetivas para reduzir de fato a incidência de LPs.

Por outro lado, a rigidez, rugosidade e reação na pele do material do qual são constituídos os sensores, além do volume do fio condutor, pode contribuir para o desenvolvimento de LPs relacionadas a dispositivos, demonstrando que tal método ainda requer aprimoramento e melhorias (Rêgo et al.,

2023). Além disso, algumas pessoas demonstraram sensibilidade ao adesivo que fixa o dispositivo à pele (Turmell et al., 2022).

Ressalta-se que essa tecnologia não pode ser utilizada em todos os pacientes, pois apesar do reposicionamento ser amplamente recomendado, essa conduta é contraindicada em indivíduos com instabilidade hemodinâmica ou dificuldade respiratória (NPIAP, 2025).

Aponta-se, portanto, a necessidade de mais estudos para aperfeiçoar os sensores e definir protocolos ideais para diferentes contextos (Crotty et al., 2023; Mansfield; Obraczka; Roy, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidenciou-se que os sensores de movimento se apresentaram como ferramentas custo-efetivas para personalizar o monitoramento contínuo de pacientes e elevar a adesão aos protocolos de prevenção de LPs. Sua implementação pode transformar a prática clínica nos próximos anos, mas é importante que as pesquisas avancem no aperfeiçoamento desses dispositivos, de modo a elevar sua eficácia, reduzindo as chances de causar dano. De igual modo, é primordial garantir treinamento adequado a profissionais da prática clínica para otimizar o uso desta tecnologia, além de democratizar o acesso para regiões economicamente desfavorecidas.

REFERÊNCIAS

- CHEN, Z.; ZHANG, G. CNN sensor based motion capture system application in basketball training and injury prevention. **Preventive Medicine**, [S.l.], 2023. Art. 107644. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2023.107644>. Acesso em: 29 abr. 2025.
- CHO, S. *et al.* Wireless, multimodal sensors for continuous measurement of pressure, temperature, and hydration of patients in wheelchair. **Flexible Electronics**, v. 7, p. 1–15, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41528-023-00238-3>. Acesso em: 29 abr. 2025.
- CROTTY, A. *et al.* Using wearable technology to prevent pressure injuries: An integrative review. **Worldviews on Evidence-Based Nursing**, [S.l.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/wvn.12638>. Acesso em: 29 abr. 2025.
- HAN, H. *et al.* Battery-free, wireless multi-modal sensor, and actuator array system for pressure injury prevention. **Small**, e2405493, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sml.202405493>. Acesso em: 29 abr. 2025.
- LIU, X. *et al.* A pressure-resistant zwitterionic skin sensor for domestic real-time monitoring and pro-healing of pressure injury. **Biosensors & Bioelectronics**, [S.l.], v. 214, p. 114528, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bios.2022.114528>. Acesso em: 29 abr. 2025.

MANSFIELD, S.; OBRACZKA, K.; ROY, S. Pressure injury prevention: a survey. **IEEE Reviews in Biomedical Engineering**, v. 13, p. 352–368, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/RBME.2019.2927200>. Acesso em: 29 abr. 2025

NATIONAL PRESSURE INJURY ADVISORY PANEL. Pressure injury staging poster. [S.l.]: NPIAP, 2016. Disponível em: <https://www.npiap.com>. Acesso em: 29 abr. 2025.

NATIONAL PRESSURE INJURY ADVISORY PANEL; EUROPEAN PRESSURE ULCER ADVISORY PANEL; PAN PACIFIC PRESSURE INJURY ALLIANCE. Repositioning for preventing pressure injuries. In: HAESLER, E. (Ed.). Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries: clinical practice guideline. The international guideline. 4. ed. [S.l.]: NPIAP/EPUAP/PPPIA, 2025. Disponível em: <https://internationalguideline.com>. Acesso em: 29 abr. 2025.

NHERERA, L. *et al.* An economic analysis of a wearable patient sensor for preventing hospital-acquired pressure injuries among the acutely ill patients. **International Journal of Health Economics and Management**, v. 21, p. 457–471, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10754-021-09304-7>. Acesso em: 29 abr. 2025.

PICKHAM, D. *et al.* Effect of a wearable patient sensor on care delivery for preventing pressure injuries in acutely ill adults: a pragmatic randomized clinical trial (LS-HAPI study). **International Journal of Nursing Studies**, [S.l.], v. 80, p. 12–19, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.12.012>. Acesso em: 29 abr. 2025.

REGO, A. S. *et al.* End-User Assessment of an Innovative Clothing-Based Sensor Developed for Pressure Injury Prevention: A Mixed-Method Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [S. l.], v. 20, n. 5, p. 4039, 24 fev. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph20054039>. Acesso em: 28 de abr. de 2025.

ROSE, A. *et al.* Increasing Nursing Documentation Efficiency With Wearable Sensors for Pressure Injury Prevention. **Critical Care Nurse**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 14-22, abr. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4037/ccn2022116>. Acesso em: 28 de abr. de 2025.

TURMELL, M. *et al.* Improving pressure injury prevention by using wearable sensors to cue critical care patient repositioning. **American Association of Critical-Care Nurses**, v. 31, n. 4, p. 295–305, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4037/ajcc2022701>. Acesso em: 29 abr. 2025.

WANG, Y.; PLOG, J.; YARIN, A. Composite sensor for prevention of medical device-related pressure injuries. **Sensors and Actuators A: Physical**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sna.2023.114157>. Acesso em: 29 abr. 2025.

¹ URCA, email: laura.tabita@urca.br

²URCA, email: jocileudo.varela@urca.br

³URCA, email: anarafaele.limaoliveira@urca.br

⁴URCA, email: rafael.barreto@urca.br

⁵ URCA, email: alice.guedesabezerra@urca.br

⁶URCA, email: jayana.meneses@urca.br