

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 20/02/2028.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE
MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA**

Ângelo Antônio Paulino Martins Zanetti

**Previsão de lesão por pressão baseado em aprendizado de máquinas
para pacientes pediátricos em unidade de terapia intensiva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Enfermagem, Curso Mestrado Acadêmico, da Faculdade de Medicina de Botucatu – “Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Clarita Terra Rodrigues Serafim

Coorientador: Prof^o. Dr^o. Lucas Daniel Del Rosso Calache

**Botucatu
2026**

Ângelo Antônio Paulino Martins Zanetti

Previsão de lesão por pressão baseado em aprendizado de máquinas
para pacientes pediátricos em unidade de terapia intensiva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, curso Mestrado Acadêmico, da Faculdade de Medicina de Botucatu – “Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Clarita Terra Rodrigues Serafim

Coorientador: Prof^o. Dr^o. Lucas Daniel Del Rosso Calache

BOTUCATU

2026

Z28p

Zanetti, Angelo Antonio Paulino Martins

Previsão de lesão por pressão baseado em aprendizado de máquinas para pacientes pediátricos em unidade de terapia intensiva / Angelo Antonio Paulino Martins Zanetti. -- Botucatu, 2026

90 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina, Botucatu

Orientadora: Clarita Terra Rodrigues Serafim

Coorientador: Lucas Daniel Del Rosso Calache

1. Úlcera por pressão. 2. Pele. 3. Machine learning. 4. Enfermagem pediátrica. 5. Unidades de terapia intensiva. I. Título.

ÂNGELO ANTÔNIO PAULINO MARTINS ZANETTI

Previsão de lesão por pressão baseado em aprendizado de máquinas para pacientes pediátricos
em unidade de terapia intensiva

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina de Botucatu, Departamento de Enfermagem, Botucatu, para a obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Data da defesa: 20/02/2026

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Clarita Terra Rodrigues Serafim

Faculdade de Medicina de Botucatu, Departamento de Enfermagem – FMB/UNESP

Prof^a. Dr^a. Claudia Maria Silva Cyrino

Faculdade de Medicina de Botucatu, Departamento de Enfermagem – FMB/UNESP

Prof^o. Dr^o. Victor Claudio Bento de Camargo

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção - DEP/UFSCar

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha irmã, pelo amor que sempre orientou meu caminho e pela base sólida que sustentou cada um dos meus passos, oferecendo apoio, confiança e incentivo ao longo de toda a minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sustentar meus passos, iluminar meus caminhos e renovar minhas forças nos momentos de dúvida. Sua presença constante foi refúgio, direção e esperança, tornando possível cada etapa desta caminhada acadêmica e pessoal, especialmente nos períodos de maior cansaço e desafio.

Aos meus pais, Ana Claudia e José Angelo, registro minha profunda gratidão pelo amor incondicional, pela educação recebida, pelos valores transmitidos e pelo apoio inabalável ao longo de toda a minha trajetória. A confiança de vocês, mesmo quando eu mesma hesitei, foi a base sólida sobre a qual construí minhas escolhas, meus sonhos e minha identidade.

À minha irmã, Ana Gabriela, minha parceira de vida, agradeço pelo incentivo permanente, pela escuta e presença. Compartilhar momentos leves e desafiadores ao seu lado reforçou a certeza de que nunca caminho sozinha e de que o apoio familiar é fonte diária de força.

À minha família, expressei meu reconhecimento por todo o carinho, pelas palavras de encorajamento e pela torcida constante, mesmo à distância. Cada demonstração de apoio foi fundamental para que eu mantivesse o equilíbrio e a motivação ao longo desta jornada.

Aos meus amigos, agradeço pelo suporte emocional e pelas palavras de conforto nos momentos mais exigentes. A amizade de vocês foi essencial para seguir adiante com coragem, serenidade e confiança.

À minha orientadora, Clarita, manifesto minha admiração e gratidão por ser referência profissional e inspiração. Agradeço por me desafiar com sensibilidade, caminhar ao meu lado em decisões importantes, confiar no meu potencial e contribuir de forma decisiva para minha formação como pesquisador e professor.

Ao meu coorientador, Lucas, agradeço pela presença constante, pela troca de conhecimentos, pelo apoio e pela confiança ao longo de todo o processo.

À Luisa, reconheço a contribuição dedicada, responsável e comprometida em todas as etapas do projeto. Sua participação foi essencial para o desenvolvimento deste estudo e tornou a trajetória enriquecedora.

Ao Departamento de Enfermagem, agradeço pelo suporte institucional, pelas oportunidades e pelo ambiente acadêmico favorável ao crescimento profissional, científico e pessoal.

À banca examinadora da qualificação, que tenho a honra de reencontrar na defesa, expressei minha sincera admiração.

Por fim, a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta jornada, deixo meu mais sincero agradecimento. Cada gesto, palavra, ensinamento e apoio contribuíram para que este momento se tornasse realidade.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 88887.961239/2024-00.

RESUMO

Introdução: A segurança do paciente tem sido uma preocupação crescente nas últimas décadas, em razão dos danos decorrentes de eventos adversos. No Brasil, o Programa Nacional de Segurança do Paciente, instituído em 2013, tem como objetivo qualificar o cuidado em saúde, com destaque para a prevenção de lesões por pressão. A integridade da pele é essencial para a homeostase, podendo ser comprometida por alterações do microclima, perfusão tecidual reduzida, déficits nutricionais e comorbidades. Na população pediátrica, a vulnerabilidade cutânea é ampliada pela imaturidade e pelo estágio de desenvolvimento, especialmente em contextos críticos. Diante desse cenário, a inteligência artificial emerge como ferramenta promissora para apoiar a predição, o diagnóstico e o prognóstico das lesões cutâneas. **Objetivo:** Interpretar um modelo preditivo para lesão por pressão desenvolvido por meio de aprendizado de máquina. **Método:** Trata-se de um estudo de métodos mistos em que, na primeira etapa, foi conduzida uma revisão de escopo, seguida de um estudo transversal, utilizando dados secundários extraídos de prontuários eletrônicos de pacientes internados na unidade de terapia intensiva pediátrica do Hospital das Clínicas de Botucatu, no período de janeiro de 2018 a junho de 2024. Foram incluídas crianças de zero a 14 anos, com tempo mínimo de internação de 24 horas. Analisaram-se variáveis sociodemográficas, clínicas e laboratoriais, uso de medicamentos e o escore da Escala de Braden Q. Os dados foram tratados e organizados em ambiente *Python*, e a análise estatística foi realizada por meio do teste exato de Fisher e do teste qui-quadrado de Pearson, com o objetivo de identificar associações estatisticamente significativas. As variáveis relevantes foram utilizadas na construção de modelos preditivos empregando *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator*, Análise de Componentes Principais e *Random Forest*. A validação dos modelos considerou métricas de desempenho como acurácia, recall, área sob a curva ROC e matriz de confusão, sendo os resultados comparados ao desempenho da Escala de Braden Q. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa. **Resultados:** A primeira etapa consistiu em uma revisão de escopo, na qual foram incluídos oito estudos que abordaram diferentes aplicações dessa tecnologia, com predominância de investigações voltadas às lesões por pressão. A segunda etapa correspondeu ao estudo transversal, que envolveu 2.120 pacientes pediátricos, com predominância do sexo masculino (56%), internações de natureza clínica (82,7%) e maior concentração de pacientes com idade inferior a um ano (57,1%), sendo identificado a prevalência de lesão por pressão de 9,1%. Variáveis como tempo de internação, alterações na temperatura corporal e na frequência cardíaca, níveis de creatinina, ureia, plaquetas, hemoglobina, hematócrito e gama-GT, além do uso de opioides, drogas vasoativas, sedativos, corticoides e anti-inflamatórios, apresentaram associação significativa com o desenvolvimento de lesão por pressão. Na construção do modelo preditivo, foram empregados métodos de aprendizado supervisionado e não supervisionado. O método *Least Absolute Shrinkage and Selection Operator* identificou o tempo de internação, o escore da Escala de Braden Q e o uso de corticoides como as variáveis de maior influência. A Análise de Componentes Principais explicou 64,4% da variabilidade total dos dados. O modelo baseado no algoritmo *Random Forest* apresentou área sob a curva ROC de 0,75 e elevada sensibilidade de 0,93, superando o desempenho da Escala de Braden Q, cuja área sob a curva foi de 0,53, indicando bom potencial para apoiar a predição do risco de lesão por pressão na população pediátrica. **Considerações finais:** Os achados confirmaram o caráter multifatorial da lesão por pressão em pacientes pediátricos críticos e indicaram o potencial do modelo preditivo baseado em aprendizado de máquina como ferramenta de apoio à decisão clínica.

Palavras-chave: Pele; Lesão Por Pressão; Aprendizado de Máquina; Algoritmos de Predição; Enfermagem Pediátrica.

ABSTRACT

Introduction: Patient safety has become an increasing concern over recent decades due to the harm resulting from adverse events. In Brazil, the National Patient Safety Program, established in 2013, aims to improve the quality of health care, with particular emphasis on the prevention of pressure injuries. Skin integrity is essential for homeostasis and may be compromised by changes in the microclimate, reduced tissue perfusion, nutritional deficits, and comorbidities. In the pediatric population, skin vulnerability is heightened by immaturity and developmental stage, especially in critical care settings. Within this context, artificial intelligence has emerged as a promising tool to support the prediction, diagnosis, and prognosis of skin injuries.

Objective: To interpret a predictive model for pressure injury developed using machine learning. **Method:** This was a mixed-methods study in which the first stage consisted of a scoping review, followed by a cross-sectional study using secondary data extracted from electronic medical records of patients admitted to the pediatric intensive care unit of the Hospital das Clínicas de Botucatu between January 2018 and June 2024. Children aged zero to 14 years with a minimum length of stay of 24 hours were included. Sociodemographic, clinical, and laboratory variables, medication use, and the Braden Q Scale score were analyzed. Data were processed and organized in a Python environment, and statistical analysis was performed using Fisher's exact test and Pearson's chi-square test to identify statistically significant associations. Relevant variables were used to build predictive models employing Least Absolute Shrinkage and Selection Operator, Principal Component Analysis, and Random Forest. Model validation considered performance metrics such as accuracy, recall, area under the ROC curve, and confusion matrix, and results were compared with the performance of the Braden Q Scale. The study was approved by the Research Ethics Committee. **Results:** The first stage consisted of a scoping review, which included eight studies addressing different applications of this technology, with a predominance of investigations focused on pressure injuries. The second stage corresponded to the cross-sectional study, involving 2,120 pediatric patients, with a predominance of males (56%), clinical admissions (82.7%), and a higher concentration of patients under one year of age (57.1%), with a prevalence of pressure injuries identified at 9.1%. Variables such as length of stay, changes in body temperature and heart rate, levels of creatinine, urea, platelets, hemoglobin, hematocrit, and gamma-glutamyl transferase, as well as the use of opioids, vasoactive drugs, sedatives, corticosteroids, and anti-inflammatory agents, showed a significant association with the development of pressure injuries. In building the predictive model, supervised and unsupervised machine learning methods were applied. The Least Absolute Shrinkage and Selection Operator identified length of stay, the Braden Q Scale score, and corticosteroid use as the most influential variables. Principal Component Analysis explained 64.4% of the total data variability. The model based on the Random Forest algorithm achieved an area under the ROC curve of 0.75 and high sensitivity of 0.93, outperforming the Braden Q Scale, which had an area under the curve of 0.53, indicating good potential to support pressure injury risk prediction in the pediatric population. **Final considerations:** The findings confirmed the multifactorial nature of pressure injuries in critically ill pediatric patients and indicated the potential of a machine learning-based predictive model as a clinical decision-support tool.

Keywords: Skin; Pressure Ulcer; Machine Learning; Prediction Algorithms; Pediatric Nursing.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. SEGURANÇA DO PACIENTE	9
1.2. LESÃO POR PRESSÃO	11
1.3. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E SAÚDE	12
2. OBJETIVO	15
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. MÉTODO	16
3.1. TIPO DE ESTUDO.....	16
3.2. LOCAL E AMOSTRA DO ESTUDO.....	17
3.3. COLETA DE DADOS	17
3.4. ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	20
3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
3.6. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE APRENDIZAGEM.....	23
3.6.1. Lasso.....	23
3.6.2. PCA	24
3.6.3. <i>Random Forest</i>	24
3.7. VALIDAÇÃO DO MODELO DE APRENDIZAGEM.....	24
3.8. ASPECTOS ÉTICOS	26
3.9. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	26
4. RESULTADOS	27
4.1. 1º Artigo - Utilização da inteligência artificial no contexto da lesão de pele: protocolo de revisão de escopo	27
4.2. 2º Artigo - <i>Mapping the use of artificial intelligence for skin injury assessment and care in hospitalized patients: A scoping review</i>	28
4.3. 1º Manuscrito – Fatores associados a lesão por pressão em pacientes pediátricos críticos: um estudo transversal.....	29
4.4. 2º Manuscrito - Predição de lesão por pressão em pacientes pediátricos internados em terapia intensiva utilizando <i>Random Forest</i>	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICES	65
Apêndice 1. Artigo 1	65
Apêndice 2. Artigo 2	76

1. INTRODUÇÃO

1.1. SEGURANÇA DO PACIENTE

A segurança do paciente é alvo de preocupação a décadas, visto os danos causados aos pacientes devido a ocorrência de eventos adversos. Diante disso, em 2004 a Organização Mundial da Saúde (OMS) criou o *World Alliance for Patient Safety*¹.

O programa foi estruturado com base nas deliberações de um seminário realizado em Londres em 2003 e nas discussões da Assembleia Mundial da Saúde em 2004, estabelecendo seis áreas de ação, sendo: desafio global para a segurança do paciente; envolvimento do paciente e do consumidor; desenvolvimento de uma taxonomia de segurança do paciente; pesquisa na área de segurança do paciente; soluções para reduzir os riscos da assistência à saúde e melhorar sua segurança; e notificação e aprendizagem para melhorar a segurança do paciente¹.

Recentemente, a OMS implantou o Plano de Ação Global para a Segurança do Paciente (2021-2030), com o objetivo de estabelecer estratégias em todos os níveis do sistema de saúde global. Esse plano busca fornecer orientação estratégica às partes interessadas, visando a eliminação de danos evitáveis na assistência à saúde e o fortalecimento da segurança do paciente em diferentes contextos de prática².

No Brasil, a enfermagem teve um papel pioneiro na criação da Rede Brasileira de Enfermagem e Segurança do Paciente (REBRAENSP) em 2008, inspirada na formação da Rede Internacional de Enfermagem e Segurança do Paciente, estabelecida em 2005, no Chile. A REBRAENSP configura-se como uma estratégia de articulação e cooperação técnica entre instituições, direta e indiretamente, vinculadas à saúde e à educação de profissionais da área, com o propósito de fortalecer a assistência de enfermagem, garantindo maior segurança ao paciente e qualidade nos cuidados prestados³.

No Brasil, o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP) foi instituído a partir da Portaria nº 529, de 1º de abril de 2013, sendo o principal objetivo contribuir para a qualificação do cuidado em saúde em todos os estabelecimentos de saúde do território nacional⁴.

Como objetivos específicos, podemos citar: promover e apoiar a implementação de iniciativas voltadas à segurança do paciente em diferentes áreas da atenção, organização e gestão de serviços de saúde, por meio da implantação da gestão de risco e de Núcleos de Segurança do Paciente nos estabelecimentos de saúde; envolver os pacientes e familiares nas ações de segurança do paciente; ampliar o acesso da sociedade às informações relativas à segurança do paciente; produzir, sistematizar e difundir conhecimentos sobre segurança do

paciente; e fomentar a inclusão do tema segurança do paciente no ensino técnico e de graduação e pós-graduação na área da saúde⁴.

Ademais, o Programa alinhado as recomendações da OMS estabeleceram protocolos básicos como a prática de higiene das mãos em estabelecimentos de Saúde; cirurgia segura; segurança na prescrição, uso e administração de medicamentos; identificação de pacientes; comunicação no ambiente dos estabelecimentos de Saúde; prevenção de quedas e lesões por pressão (LPPs); transferência de pacientes entre pontos de cuidado; e uso seguro de equipamentos e materiais⁵.

Destaca-se que foram definidas essas prioridades a partir de pesquisas em países desenvolvidos, ressaltando a fundamental importância da implementação dessas estratégias no Brasil, soma-se a isso, as pesquisas na área da segurança do paciente⁵.

Desde 2016, o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) conduz a Avaliação Nacional das Práticas de Segurança do Paciente, de forma anual e voluntária, direcionada aos serviços de saúde que possuem leitos de unidade de terapia intensiva (UTI)⁶.

Esse processo ocorre de forma integrada e articulada entre a Anvisa, os Núcleos de Segurança do Paciente da Vigilância Sanitária (NSP VISA) nos estados, no Distrito Federal e nos municípios, além das Coordenações Estaduais, Distrital e Municipais de Controle de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde. A iniciativa visa estimular a adesão e avaliar a implementação dessas práticas, no intuito de melhorar a qualidade do cuidado prestado aos pacientes⁶.

O Relatório da Avaliação Nacional das Práticas de Segurança do Paciente liberado em 2023 contou com a participação de 66% das instituições do país com serviço de UTI, não alcançando a meta de 80%. Além disso, apenas 13 dos 27 estados, obtiveram a meta de participação superior a 80%. Destaca-se a baixa adesão do estado de São Paulo, sendo um dos estados com menor participação do país, com somente 36%, ou seja, 182 dos 505 hospitais com UTI⁷.

Adicionalmente, observou-se uma maior participação de hospitais com 100 a 199 leitos, seguida por hospitais com 1 a 99 leitos. A maioria desses estabelecimentos era privada, sendo aproximadamente 32% com fins lucrativos⁷.

O Relatório de Incidentes Relacionados à Assistência à Saúde de 2023 registrou um total de 368.895 incidentes, com o estado de Minas Gerais apresentando o maior número de notificações, seguido por São Paulo⁸. Vale ressaltar as categorias mais frequentemente reportadas incluíram falhas na assistência à saúde, incidentes relacionados a cateter venoso e LPP⁸.

Além do mais, o relatório apresenta a distribuição dos incidentes e a gravidade dos danos por faixa etária, evidenciando a vulnerabilidade de diferentes grupos etários a eventos adversos na assistência à saúde. Os dados demonstram que os incidentes ocorrem em todas as faixas etárias, desde neonatos até idosos, com variação na severidade dos danos. Destaca-se uma elevada incidência no grupo de 0 a 1 ano, com a ocorrência de incidentes também nas faixas etárias de 2 a 17 anos, sendo predominante a gravidade leve⁸.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. World Alliance for Patient Safety: forward programme. Geneva: World Health Organization; 2005.

2. World Health Organization. Global patient safety action plan 2021-2030: towards eliminating avoidable harm in health care. Geneva: World Health Organization; 2021.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 529, de 1º de Abril de 2013. Aprova o Programa Nacional de Segurança do Paciente (PNSP). Diário Oficial da União. 1 Apr 2013; Sec. 1, p. 30.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Documento de referência para o Programa Nacional de Segurança do Paciente. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2014.
5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Relatório da Avaliação Nacional das Práticas de Segurança do Paciente em Serviços de Saúde - 2021. Brasília, DF: Anvisa; 2022.
6. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Incidentes relacionados à assistência à saúde: resultados das notificações realizadas no Notivisa - Brasil, janeiro a dezembro de 2023. Brasília, DF: Anvisa; 2023.
7. National Pressure Injury Advisory Panel. NPIAP pressure injury stages [Internet]. Chicago: NPIAP; 2016 [citado 4 Nov 2024]. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/npiap.com/resource/resmgr/online_store/npiap_pressure_injury_stages.pdf
8. Jesus MAP, Pires PS, Biondo CS, Matos RM. Incidence of pressure injury in hospitalized patients and associated risk factors. *Rev Baiana Enferm.* 2020;34:e36587.
9. Zhang H, Ma Y, Wang Q, Zhang X, Han L. Incidence and prevalence of pressure injuries in children patients: a systematic review and meta-analysis. *J Tissue Viability.* 2022;31(1):142-51.
10. Roger M, Fullard N, Costello L, Bradbury S, Markiewicz E, O'Reilly S, et al. Bioengineering the microanatomy of human skin. *J Anat.* 2019;234(4):438-55.
11. Monteiro DS, Borges EL, Spira JAO, Garcia TF, Matos SS. Incidence of skin injuries, risk and clinical characteristics of critical patients. *Texto Contexto Enferm.* 2021;30:e20200125.
12. Delmore B, Deppisch M, Sylvia C, Luna-Anderson C, Nie AM. Pressure injuries in the pediatric population: a National Pressure Ulcer Advisory Panel white paper. *Adv Skin Wound Care.* 2019;32(9):394-408.
13. Bay CC, Grush AE, Buchanan EP, Highfield L, Krasnosky R. Under pressure: shedding light on the issue of pediatric pressure injury treatment. *Adv Skin Wound Care.* 2023;36(7):344-5.
14. Bargas-Munárriz M, Bermúdez-Pérez M, Martínez-Alonso AM, García-Molina P, Orts-Cortés MI. Prevention of pressure injuries in critically ill children: a preliminary evaluation. *J Tissue Viability.* 2020;29(4):310-8.
15. Chen YP. Do the chi-square test and Fisher's exact test agree in determining extreme for 2×2 tables? *Am Stat.* 2011;65(4):239-45.
16. Agresti A. Categorical data analysis. 3rd ed. Hoboken: Wiley; 2013.
17. Sweeting MJ, Sutton AJ, Lambert PC. What to add to nothing? Use and avoidance of continuity corrections in meta-analysis of sparse data. *Stat Med.* 2004;23(9):1351-75.
18. Anthony D, Alosaimi D, Shiferaw WS, Korsah K, Safari R. Prevalence of pressure ulcers in Africa: a systematic review and meta-analysis. *J Tissue Viability.* 2021;30(1):137-45.
19. Razmus I, Bergquist-Beringer S. Pressure injury prevalence and the rate of hospital-acquired pressure injury among pediatric patients in acute care. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2017;44(2):110-7.
20. Pellegrino DMS, Chacon JMF, Blanes L, Ferreira LM. Prevalence and incidence of pressure injuries in pediatric hospitals in the city of São Paulo, SP, Brazil. *J Tissue Viability.* 2017;26(4):241-5.
21. Freundlich K. Pressure injuries in medically complex children: a review. *Children (Basel).* 2017;4(4):25.

22. Schlüer AB, Schols JM, Halfens RJ. Risk and associated factors of pressure ulcers in hospitalized children over 1 year of age. *J Spec Pediatr Nurs.* 2014;19(1):80-9.
23. Luo W-J, Zhou X-Z, Lei J-Y, Xu Y, Huang R-H. Predictive risk scales for development of pressure ulcers in pediatric patients admitted to general ward and intensive care unit. *World J Clin Cases.* 2021;9(35):10956-68.
24. Semerci R, Umaç EH, Yılmaz D, Karadağ A. Analysis of the prevalence and risk factors of pressure injuries in the hospitalized pediatric population: a retrospective study. *J Tissue Viability.* 2023;32(3):333-8.
25. Hasan B, Bechenati D, Bethel HM, Cho S, Rajjoub NS, Murad ST, et al. A systematic review of length of stay linked to hospital-acquired falls, pressure ulcers, central line-associated bloodstream infections, and surgical site infections. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes.* 2025;9(3):100607.
26. Ahtiala M, Laitio R, Soppi E. Therapeutic hypothermia and pressure ulcer risk in critically ill intensive care patients: a retrospective study. *Intensive Crit Care Nurs.* 2018;46:80-5.
27. Cerquera CJ, Bermeo RNZ, Julio JEM. Relationship between skin temperature and pressure injuries: a systematic review. *Appl Sci.* 2025;15(17):9537.
28. Lv L, Wang N, Jiao Y, Wen A, Xu J, Xu X, et al. Biomarker of pressure injuries in critically ill adults based on large-scale medical datasets: a multi-center prospective study. *J Tissue Viability.* 2025;34(3):100912.
29. Nie AM, Hawkins-Walsh E, Delmore B. Risk factors related to the development of full-thickness pressure injuries in hospitalized pediatric patients. *Adv Skin Wound Care.* 2024;37(9):480-8.
30. Shields A, Lin J-HI. Risk Factors associated with pressure injury in critically ill children with congenital heart disease. *Am J Crit Care.* 2023;32(3):216-20.
31. Arai K, Yamamoto KH, Suzuki T, Mitsukawa N, Ishii I. Risk factors affecting pressure ulcer healing: Impact of prescription medications. *Wound Repair Regen.* 2020;28(3):409-15.
32. Sasabe Y, Niitani M, Teramoto C, Yamaga S, Shime N, Tanabe K, et al. Deep sedation predicts pressure injury in patients admitted to intensive care units. *Nurs Crit Care.* 2022;27(6):877-84.
33. McEvoy N, Patton D, Avsar P, Curley G, Kearney C, Clarke J, et al. Effects of vasopressor agents on the development of pressure ulcers in critically ill patients: a systematic review. *J Wound Care.* 2022;31(3):266-77.
34. Lee SY, Oh DK, Hong SB, Lim CM, Huh JW. Neuromuscular blocking agents and opioids are major risk factors for developing pressure injuries in patients in the intensive care unit. *Korean J Intern Med.* 2022;37(6):1186-94.
35. European Pressure Ulcer Advisory Panel. National Pressure Injury Advisory Panel. Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries: clinical practice guideline. 3rd ed. London: EPUAP/NPIAP/PPPIA; 2019.
36. Perin DC, Erdmann AL, Lazzari DD, Becker A. Competências do enfermeiro de terapia intensiva com foco na segurança do paciente: revisão de escopo. *Rev Enferm UFSM.* 2024;14:e85618.
37. Klaas N, Serebro RL. Intensive care nurses' knowledge of pressure injury prevention. *BMC Nurs.* 2024;23(1):876.