



Tecnologias para mensuração de feridas crônicas

Technologies for measuring chronic wounds

Tecnologías para medir heridas crónicas

Walkiria Ferreira Pontes¹, Thaís Honório Lins Bernardo¹, Alba Regina Cartaxo¹, Anderson da Silva Moreira¹, Patrícia de Albuquerque Sarmento¹.

RESUMO

Objetivo: Identificar as tecnologias utilizadas para mensurar feridas crônicas. **Métodos:** Revisão integrativa de literatura que seguiu as recomendações do método PRISMA. Foram identificados artigos por meio de pesquisas nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* e *Scientific Electronic Library Online*, em que se utilizou estratégias de busca específicas com termos em português e inglês. **Resultados:** Foram incluídos 09 artigos que evidenciaram tecnologias que são utilizadas para mensurar feridas crônicas, sendo elas: dispositivo de medição de ferida assistida por laser (relatado por dois artigos), planimetria com uso do aplicativo *Planimator*[®], planimetria digital associada à calibração adaptável, *Tissue analytics*[®], *Scout*[®], *AutoCAD*[®], *Image Tool*[®], *MolecuLight i:X*[®] e *SFM-3DULC*[®]. **Conclusão:** Foi possível identificar diferentes tecnologias para mensurar feridas crônicas, apresentando variações na aplicabilidade e uma abordagem ampla que fornece subsídios para aplicação na prática clínica e em pesquisas nessa área.

Palavras-chave: Ferimentos e Lesões, Pesos e Medidas, Precisão da Medição Dimensional, Tecnologia.

ABSTRACT

Objective: To identify the technologies used to measure chronic wounds. **Methods:** Integrative literature review that followed the recommendations of the PRISMA method. Articles were identified through searches in the Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences databases, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* e *Scientific Electronic Library Online*, in which specific search strategies were used with terms in Portuguese and English. **Results:** 09 articles were included that showed technologies that are used to measure chronic wounds, namely: laser-assisted wound measurement device (reported by two articles), planimetry using the *Planimator*[®] application, digital planimetry associated with adaptive calibration, *Tissue analytics*[®], *Scout*[®], *AutoCAD*[®], *Image Tool*[®], *MolecuLight i:X*[®] and *SFM-3DULC*[®]. **Conclusion:** It was possible to identify different technologies to measure chronic wounds, showing variations in applicability and a broad approach that provides subsidies for application in clinical practice and research in this area.

Keywords: Wounds and Injuries, Weights and Measures, Dimensional Measurement Accuracy, Technology.

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió - AL.

RESUMEN

Objetivo: Identificar las tecnologías utilizadas para la medición de heridas crónicas. **Métodos:** Revisión integrativa de la literatura que siguió las recomendaciones del método PRISMA. Los artículos fueron identificados a través de búsquedas en las bases de datos Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences, Medical Literature Analysis and Retrieval System Online y Scientific Electronic Library Online, en las que se utilizaron estrategias de búsqueda específicas con términos en portugués e inglés. **Resultados:** Se incluyeron 09 artículos que mostraron tecnologías que se utilizan para medir heridas crónicas, a saber: dispositivo de medición de heridas asistido por láser (reportado por dos artículos), planimetría mediante la aplicación *Planimator*[®], planimetría digital asociada a calibración adaptativa, *Tissue analytics*[®], *Scout*[®], *AutoCAD*[®], *Image Tool*[®], *MolecuLight i:X*[®] e *SFM-3DULC*[®]. **Conclusión:** Fue posible identificar diferentes tecnologías para medir heridas crónicas, mostrando variaciones en la aplicabilidad y un enfoque amplio que proporciona subsidios para la aplicación en la práctica clínica y la investigación en esta área.

Palabras clave: Heridas y Lesiones, and Injuries, Pesos y Medidas, Precisión de la Medición Dimensional, Tecnología.

INTRODUÇÃO

Mundialmente, as feridas crônicas apresentam alta prevalência e custos, por exemplo, nos Estados Unidos, 3% da população com mais de 65 anos possuem feridas abertas (SEN CK, 2021). No Brasil, existem poucos dados estatísticos de feridas na população, mas há estudos que indicam alta prevalência e incidência em pessoas idosas (ALMONDES FME, 2020; NOAL HC e LIMA SBS, 2023; VIEIRA CPB e ARAÚJO TME, 2018).

As feridas crônicas apresentam um processo de cicatrização prolongada e podem ser decorrentes de diversas condições clínicas, como doenças circulatórias, diabetes *mellitus* e pressão prolongada em áreas específicas do corpo (BRANCO MLL, et al., 2023; ANDRADE RV, et al., 2020). Podem ser definidas como aquelas que falharam em progredir através das fases ordenadas e sobrepostas de cicatrização que são: 1) homeostasia e inflamação, 2) proliferação e 3) maturação e remodelação. Na fase inflamatória, as feridas permanecem estacionárias, apesar do manejo adequado (MEHL AA, et al., 2020).

Vários fatores podem contribuir para o atraso no processo de cicatrização, seja pela gravidade do local da lesão ou pelo estado de saúde precário do paciente. Os fatores associados à deficiência cicatricial incluem aqueles considerados sistêmicos, como envelhecimento, desnutrição, diabetes, doença crônica, doença arterial periférica, doença falciforme, vasculite e uso de medicamentos como corticosteroides. Os fatores locais incluem isquemia, edema e infecção da ferida (CESAR ARR, 2019; COSTA CV, et al., 2021; MEHL AA, et al., 2020).

As feridas crônicas podem ter um impacto significativo na qualidade de vida dos pacientes, como as úlceras venosas, que muitas vezes é acompanhada por uma dor descrita como latejante ou dolorida, podendo ser debilitante e limitar as atividades diárias dos pacientes. Além disso, a presença da ferida, juntamente com as restrições nas atividades de vida diária, contribui na redução da mobilidade e da independência, afetando a qualidade de vida global. A dor e a incapacidade de realizar atividades normais podem levar a um ciclo negativo, o que também colabora para o isolamento social e afeta o bem-estar emocional (SANTOS LSF, et al., 2015).

O avanço contínuo de tecnologias nessa área pode auxiliar os profissionais de saúde na tomada de decisões mais embasadas e individualizadas, contribuindo para uma melhor gestão e acompanhamento das feridas crônicas. Diante disso, se faz importante investir em pesquisas contínuas para compreender melhor as dificuldades enfrentadas na assistência aos pacientes feridas crônicas, assim como, desenvolver abordagens inovadoras de tratamento e de avaliação e o acompanhamento dessas feridas (SANTOS LSF, et al., 2015; OLIVEIRA AC, et al., 2019).

Dentro das abordagens inovadoras na assistência aos pacientes com feridas crônicas, está a utilização de tecnologias de mensuração dessas feridas, ferramentas desenvolvidas para monitorar a evolução do processo de cicatrização e avaliar a eficácia dos tratamentos utilizados. Por isso, este estudo teve como objetivo identificar as tecnologias utilizadas para mensurar feridas crônicas.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura construída conforme com as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), um *checklist* com 27 itens e um fluxograma com quatro etapas (GALVÃO TF, et al., 2015).

Para a formulação da questão norteadora, utilizou-se a estratégia PICO, no qual “P” representa a população/fenômeno, o “I” refere-se à intervenção/interesse, o “C” a comparação e o “O” o desfecho (MENDES KDS, et al., 2019). A seguinte estratégia PICO foi utilizada para essa revisão: P – feridas crônicas; I – tecnologias para medição de feridas; C – não se aplica; O – identificar os métodos que são utilizados para mensurar feridas crônicas. Assim, estabeleceu-se como pergunta norteadora: Quais são as tecnologias utilizadas para mensurar as feridas crônicas?

As buscas foram conduzidas na base de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE/PubMed) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO).

Para realização da estratégia de busca, foram utilizados descritores indexados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e na *Medical Subject Headings* (MeSH), em português e inglês, utilizando a estratégia de busca avançada com o operador booleano “AND” (Quadro 1).

Quadro 1- Descritores e estratégias de busca utilizadas.

Tesouro	Termos/vocabulário	Estratégia de busca	Base
Decs	“Ferimentos e Lesões”	<i>Wound AND Measurement</i>	SciELO
	“Precisão de medição dimensional” “Cicatrização” “Pesos e medidas”	“Precisão de medição dimensional” AND Feridas “Mensuração de Feridas”	LILACS
MeSH	“Wound” “Measurement” “Wounds AND Injuries” “Dimensional measurement accuracy” “Wound healing” “Weights AND measures”	<i>(Wound healing [MeSH Terms]) AND (Weights and measures [MeSH Terms])</i> <i>((Wound healing [MeSH Terms]) AND (Dimensional measurement accuracy [MeSH Terms]))</i> <i>((Measurement [Title]) AND (Wound [Title]))</i>	MEDLINE/PubMed

Fonte: Pontes WF, et al., 2024.

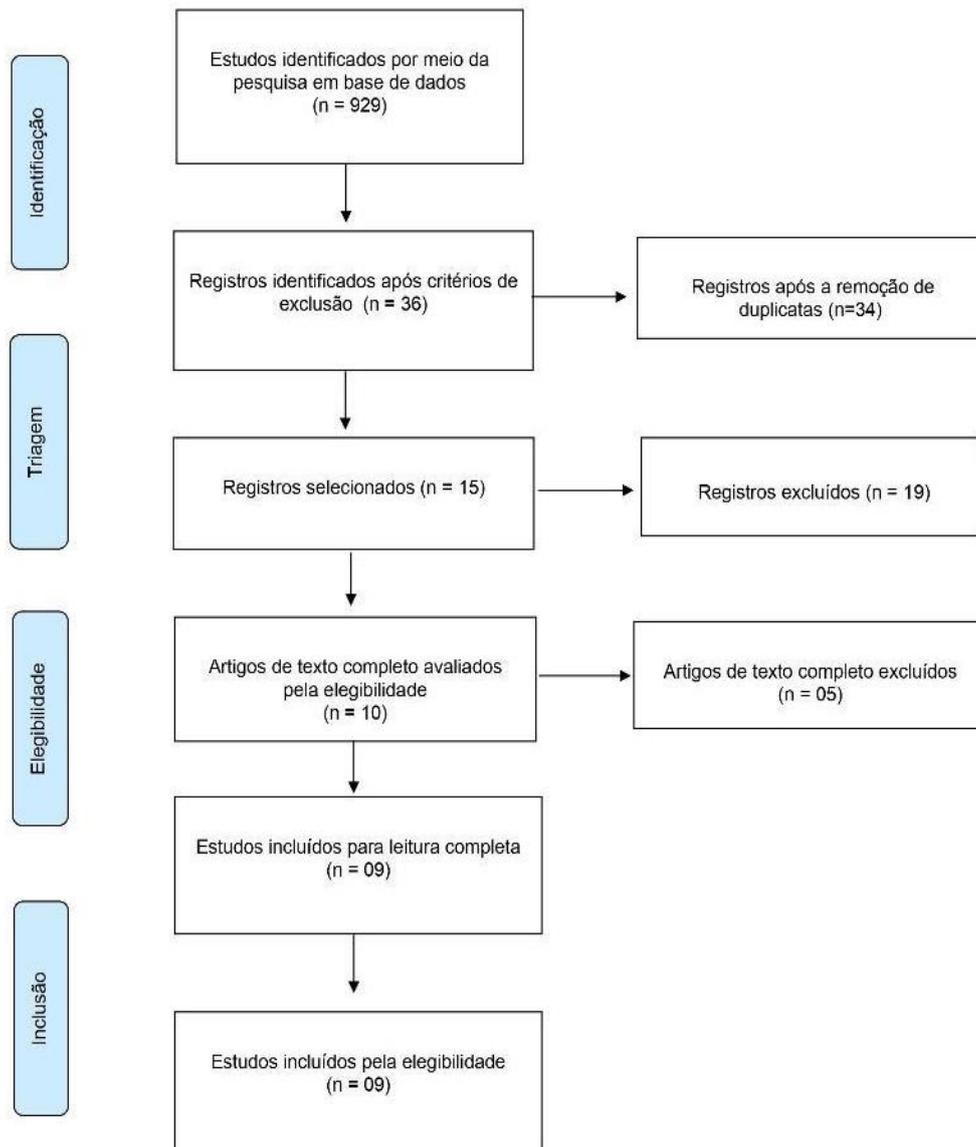
Foram incluídos artigos que abordassem as tecnologias utilizadas para mensurar feridas crônicas, entre junho de 2023 a agosto de 2023, em adultos e idosos, nos idiomas português e Inglês. Foram excluídos relatos de casos ou experiência, editorial, resumo, carta ao editor, artigo de opinião, monografias, teses e

dissertações, publicações pesquisas aplicadas em animais. Os artigos duplicados foram considerados apenas uma vez. A análise dos dados iniciou-se pela leitura do título, seguida pela leitura dos resumos com a verificação da disponibilidade gratuita do artigo. Posteriormente, foram excluídos os artigos duplicados e os demais eram separados para leitura do texto completo. Após a leitura na íntegra, foi realizado um levantamento sobre as principais informações.

RESULTADOS

A pesquisa nas bases de dados resultou na identificação de 929 estudos. Após a realização da triagem e da aplicação dos critérios de elegibilidade, foram incluídos 9 artigos nesta revisão. O fluxograma completo de seleção pode ser visualizado a seguir, na **Figura 1**.

Figura 1 - Diagrama de acordo com o método PRISMA.



Fonte: Pontes WF, et al., 2024.

Desses artigos incluídos, 1 (11,1%) corresponde a publicação brasileira, 8 (88,9%) publicações em outros países. Dos artigos avaliados, 4 (44,4%) são de autoria de enfermeiros, 3 (33,3%) publicados por médicos e 2 (22,2%) foram publicados por profissionais de outra área da saúde. A identificação dos profissionais foi feita através da leitura minuciosa do artigo, na qual constava uma descrição do profissional envolvido na pesquisa e na coleta de informações encontradas nas bases de dados.

Os métodos identificados nos artigos pesquisados foram: método de medição de volume assistido por laser, na qual se utiliza laser para medir a profundidade de feridas (CONSTANTINE FC, et al., 2013; DAVIS KE, et al., 2016). Além disso, temos o aplicativo *Planimator*[®] para medição de área de feridas, na qual se usa dispositivos inteligentes para melhorar a precisão na medição (FOLTYNSKI P, 2018). Outro método consiste na calibração adaptativa para planimetria digital, a qual possibilita um aumento da precisão da medição da área de feridas em superfícies curvas (FOLTYNSKI P e LADZYNSKI P, 2022).

Ainda, outro método consistiu no uso do aplicativo de smartphone para medição automatizada, o *Tissue analytics*[®] (FONG KY, et al., 2023). Foi também utilizado *softwares* para medição de úlceras venosas, em que se usou dois *softwares* comparando seu uso nos *Apps AutoCAD*[®] e *Image Tool*[®] na medição de úlceras venosas (EBERHARD TD, et al., 2016). O uso da tecnologia de imagem de fluorescência bacteriana também foi um método utilizado, servindo para detecção infecciosa bacteriana precoce (RAIZMAN R, et al., 2019). Por fim, os últimos métodos consistiram no uso do dispositivo *Scout*[®], que realiza a captura de imagens visuais e térmicas, e o método de medição em 3D por fotografias (LANGEMO D, et al., 2015; SÁNCHEZ-JIMÉNEZ D, et al., 2022).

As características dos estudos, como autores, título, objetivos, características investigadas/comparadas, tipos de tecnologias de mensuração, a descrição do método, vantagens e desvantagens, aplicabilidade e conclusões podem ser visualizadas no **Quadro 2**.

Quadro 2 - Apresentação da síntese de artigos incluídos na revisão integrativa.

Autores e ano	Objetivos	Características investigadas/comparadas	Tecnologias de mensuração	Descrição do método	Vantagens	Desvantagens	Aplicabilidade	Conclusões
Constantine FC, et al. (2013)	Determinar se um novo dispositivo, que é de medição de ferida assistida por laser, fornece medições válidas para a área, profundidade e volume da ferida.	Realizou a avaliação de fotografia digital com o <i>software National Institutes of Health ImageJ®</i> , medições de profundidade com uma régua e avaliação de peso para volume com pasta dental.	Dispositivo de medição de ferida assistida por laser.	Laser.	Mede a área da ferida com precisão.	Imprecisão nas medições de profundidade e volume.	Feridas em geral.	A imprecisão nas medições de profundidade e volume com o dispositivo resulta em uma medição artificialmente baixa. No entanto, isso pode não afetar as medições de diferença de porcentagem.
Davis KE, et al. (2016)	Mensurar se um novo dispositivo fornece medições válidas para a área, profundidade e volume da ferida.	Validou o dispositivo através de avaliação de fotografia digital com o <i>software National Institutes of Health ImageJ®</i> , medições de profundidade com uma régua e avaliação de peso para volume com pasta dental.	Dispositivo de medição de ferida assistida por laser.	Laser.	Mede de forma confiável a taxa de mudança percentual em profundidade e volume, oferece uma alternativa potencialmente asséptica às técnicas tradicionais de medição.	Ocasionalmente e impreciso em sua medição absoluta.	Feridas em geral e feridas diabéticas, mede de forma confiável a taxa de mudança de percentual de volume e profundidade da lesão.	Mais estudos deverão ser realizados para determinar se este dispositivo pode determinar com precisão as alterações da ferida no ambiente clínico.

Autores e ano	Objetivos	Características investigadas/comparadas	Tecnologias de mensuração	Descrição do método	Vantagens	Desvantagens	Aplicabilidade	Conclusões
Foltynski P (2018)	Melhorar a exatidão e a precisão da medição da área da ferida usando recursos de dispositivos inteligentes.	Propôs-se a correção da medida da área com base no ângulo de inclinação da câmera calculado e o cálculo do coeficiente de calibração das dimensões lineares como média ponderada.	Planimetria com uso do aplicativo <i>Planimator</i> [®] .	A medição da área da ferida com planimetria digital baseada em fotografias da ferida e contagem de pixels dentro de um contorno da ferida.	Método acessível, eficaz.	Requer o rastreamento manual do contorno da ferida.	Feridas planas.	O aplicativo <i>Planimator</i> [®] apresentou a mesma exatidão e precisão que as medições com planimetria digital com calibração de 2 réguas e com base em fotos de uma câmera compacta ou uma câmera D-SLR.
Foltynski P e ladyzynski P (2022)	Determinar a precisão da medição da área da ferida em uma superfície curva usando uma planimetria digital com a calibração adaptativa recentemente proposta.	Quarenta formas de feridas foram impressas e colocadas nas superfícies laterais de cilindros com diâmetros de 9,4 e 6,2 cm. As medições de área foram realizadas usando um dispositivo comercial <i>SilhouetteMobile</i> [®] (Aranz, Nova Zelândia) e o aplicativo planimétrico <i>Planimator</i> [®] .	Planimetria digital associada à calibração adaptável	Planimetria com 2 marcadores de calibração unidimensionais colocados acima e abaixo da forma da ferida	O uso da calibração adaptativa resultou em um aumento significativo de exatidão e precisão e remoção de erro sistemático.	----	Lesões em áreas curvas	O uso da calibração adaptativa em planimetria digital para medir as áreas em superfície curva resultou em um aumento significativo de exatidão e precisão e remoção de erro sistemático.

Autores e ano	Objetivos	Características investigadas/comparadas	Tecnologias de mensuração	Descrição do método	Vantagens	Desvantagens	Aplicabilidade	Conclusões
Fong KY, et al. (2023)	Validar clinicamente a precisão de um aplicativo de ferida de smartphone <i>Tissue Analytics@, Net Health Systems Inc, Flórida, EUA</i>), versus medições de feridas convencionais (aproximação visual e régua de papel), em pacientes de etnia asiática com úlceras venosas nas pernas.	Foi realizado um estudo de coorte prospectivo de pacientes com úlceras venosas em uma clínica especializada em feridas durante 5 semanas. Cada paciente recebeu sete medições de feridas: uma por um enfermeiro clínico treinado e três medições de feridas separadas usando <i>Tissue Analytics@</i> em cada um dos sistemas operacionais iOS e Android.	<i>Tissue analytics@</i>	Aplicativo usado em smartphone que captura imagens da ferida, facilita o acompanhamento longitudinal e avaliação da evolução da ferida. Gráficos e outras análises são fornecidos.	Boa aplicabilidade em úlceras venosas.	Bom desempenho entre os sistemas iOS e Android, o aplicativo pode ser facilmente utilizado por várias instituições sem necessidade de customização.	O estudo limitou-se a avaliar (comprimento, largura e área); outras funções, como profundidade da ferida e caracterização da ferida, não foram estudadas.	A confiabilidade entre avaliadores entre <i>Tissue analytics@</i> usado nos sistemas iOS e Android também foi excelente (0,987-0,989, P < 0,001). Este aplicativo de smartphone para feridas é um complemento útil para avaliação e vigilância de feridas em pacientes com úlceras venosas de etnia asiática.
Langemo D, et al. (2015)	Examinar a precisão na medição da ferida usando um dispositivo <i>Scout@ (WoundVision</i>	O perímetro da ferida e uma régua de medição de L e W também foram feitos. Imagens de 40 feridas reais de pacientes foram medidas usando o dispositivo <i>Scout@</i> .	Dispositivo <i>Scout@</i> .	O dispositivo <i>Scout@</i> realiza a captura de imagens visuais e térmicas.	Método não invasivo e sem radiação. Considerado seguro de usar (tanto para o paciente quanto para o usuário).	Dispositivo <i>Scout@</i> se apresenta mais caro do que uma régua de papel mais comumente usada.	Várias.	Todas as 3 técnicas (comprimento, largura, perímetro) demonstraram precisão aceitável

Autores e ano	Objetivos	Características investigadas/comparadas	Tecnologias de mensuração	Descrição do método	Vantagens	Desvantagens	Aplicabilidade	Conclusões
	, LLC, Indianapolis, Indiana) recentemente aprovado pela <i>Food and Drug Administration</i> para medir o comprimento (L) e a largura (L) da ferida.							dentro e entre leitores; no entanto, a melhor precisão foi na medição do perímetro da ferida.
Eberhard TD, et al. (2016)	Comparar a mensuração de área de úlceras venosas por meio dos softwares <i>AutoCAD</i> [®] e <i>Image Tool</i> [®] .	Foi realizado um estudo de avaliação de reprodutibilidade de testes com pacientes que possuíam úlceras venosas em que se realizou fotografias de suas lesões com ambos os dispositivos.	<i>Softwares AutoCAD</i> [®] e <i>Image Tool</i> [®] .	Por meio da captura de imagens através de câmera fotográfica e processamento de imagem em softwares.	Parecem ser mais precisos quando utilizados para mensurar feridas com área > 10 cm ² .	Apresenta imprecisões em lesões <10 cm ² .	Úlceras venosas	Ambos os dispositivos são úteis para a mensuração de úlceras venosas, sendo mais precisos quando utilizados para mensurar feridas com área > cm ² .
Raizman R, et al. (2022)	Avaliar a precisão, a incorporação clínica e as capacidades de documentação de um dispositivo	Modelos de feridas de bancada com dimensões conhecidas e imagens clínicas de feridas foram medidos repetidamente por médicos treinados para quantificar a precisão e os coeficientes de variação intra/interusuário (COV) do	<i>MolecuLight i:X</i> [®]	<i>MolecuLight i:X</i> [®] é um dispositivo portátil de imagem de fluorescência bacteriana	Facilita o desbridamento direcionado, implementado de forma rápida e reprodutível para avaliação de feridas no local de	Não indica quais espécies bacterianas estão presentes nem fornece sensibilidades sobre as bactérias a	Feridas infectadas passíveis de desbridamento	O dispositivo de imagem de fluorescência bacteriana pode ser prontamente implementado para avaliação e

Autores e ano	Objetivos	Características investigadas/comparadas	Tecnologias de mensuração	Descrição do método	Vantagens	Desvantagens	Aplicabilidade	Conclusões
	portátil de imagem de fluorescência bacteriana (<i>MolecuLight i:X[®]</i>)	<i>software</i> de medição do dispositivo de imagem.			atendimento. Apresenta alta precisão na medição.	antibióticos, requer escuridão.		documentação de feridas objetivas e baseadas em evidências à beira do leito.
Sánchez-jiménez D, et al. (2022)	Fazer uso de fotografias para medir nove variáveis de ferida usando um novo procedimento (Estrutura de movimento [<i>SfM</i>]- <i>3DULC</i>). Também objetivou-se analisar as diferenças entre as medições feitas por dermatologistas e não especialistas	Um grupo de cinco especialistas em dermatologia e cinco não especialistas mediu 33 ferimentos nas pernas cinco vezes por procedimento. Os escores de confiabilidade intra-avaliadores e interavaliadores do <i>SfM-3DULC</i> foram avaliados com o coeficiente de correlação intraclasse (ICC 2,1). A acurácia dos dois novos procedimentos (<i>SfM-3DULC</i> e <i>Ortho-ImageJ</i>) na mensuração da área projetada foi avaliada comparando seus valores com os obtidos pelo <i>ImageJ[®]</i> , com o teste <i>Wilcoxon Matched-Pairs Signed Rank Test</i> ($\alpha = 0,05$).	<i>SfM-3DULC[®]</i>	Procedimento de medição de feridas utilizando <i>SfM-3DULC[®]</i> e que realiza a calibração de imagem através da imagem e projeção 3D com o uso do ortofoto.	Baixo custo, não requer dispositivos de digitalização específicos, preciso para a medição da área projetada	Não eficiente para feridas muito amplas que circundam o membro	Feridas de diferentes etiologias	O procedimento de medição de feridas <i>SfM-3DULC[®]</i> tem excelente confiabilidade, é preciso para a medição da área projetada e pode ser usado por dermatologistas para monitoramento de feridas na prática clínica diária.

Fonte: Pontes WF, et al., 2024.

DISCUSSÃO

Constantine FC, et al. (2013) e Davis KE, et al. (2016) apresentaram a validação de um dispositivo de medição assistida por laser para a mensuração do volume da ferida. Ambos os estudos demonstraram a precisão e confiabilidade desse dispositivo na medição do volume de feridas, fornecendo informações valiosas para a avaliação do processo de cicatrização.

Os dispositivos utilizam tecnologias de imagem a laser para escanear a ferida e calcular seu volume. A organização do método envolve a colocação do dispositivo próximo à ferida, seguido pelo escaneamento tridimensional da lesão. O dispositivo então processa os dados coletados para gerar um modelo 3D e calcular o volume da ferida (CONSTANTINE FC, et al., 2013; DAVIS KE, et al., 2016).

Uma das limitações desse método é o custo do dispositivo, que pode ser relativamente alto, tornando-o menos acessível em algumas configurações de cuidados de saúde. Além disso, a necessidade de treinamento adequado para operá-lo corretamente é uma consideração importante. Esse método é particularmente indicado para feridas com volume irregular ou complexo, uma vez que permite a avaliação tridimensional e oferece informações detalhadas sobre a morfologia da ferida. O dispositivo em si não requer internet para operar, mas podem ser usados *softwares* ou plataformas de análise de dados associados que podem exigir conectividade (CONSTANTINE FC, et al., 2013; DAVIS KE, et al., 2016).

Já Foltynski P (2018) desenvolveu o aplicativo "*Planimator*", que utiliza dispositivos inteligentes para aumentar a precisão e acurácia da medição da área de feridas. O estudo destaca a eficiência dessa abordagem e sua aplicabilidade para melhorar a medição de feridas em diversas situações clínicas. A validação desse método envolveu testes em amostras conhecidas e comparou os resultados obtidos pelo aplicativo com as medições de referência. O aplicativo é organizado de forma que o usuário tire uma foto da ferida usando a câmera do dispositivo inteligente e utiliza algoritmos para processar a imagem, delinear a borda da ferida e calcular automaticamente a área.

No entanto, algumas limitações podem incluir a necessidade de calibração adequada do aplicativo e a dependência da qualidade da imagem capturada pelo dispositivo. É um método adequado para avaliar a área de feridas de diferentes tipos e tamanhos (FOLTYNSKI P, 2018).

Outro estudo realizado por Foltynski P e Ladyzynski P (2022) propuseram uma nova calibração adaptativa para a planimetria digital, resultando em medições mais precisas e acuradas da área de feridas em superfícies curvas. Esse método apresentou melhorias significativas na mensuração de feridas com características não lineares, o que pode ser relevante para casos de feridas complexas e irregulares.

Em concordância, Fong KY, et al. (2023) validaram um aplicativo de smartphone automatizado para medição de feridas em pacientes com úlceras venosas. O estudo demonstrou que o aplicativo é uma ferramenta útil para a avaliação e vigilância de feridas em pacientes de etnia asiática. A abordagem automatizada pode oferecer rapidez e facilidade na obtenção de medidas precisas, contribuindo para uma gestão mais eficiente das úlceras venosas.

É um método que se trata de um *software* instalado em dispositivos inteligentes, como smartphones ou tablets. O usuário captura uma imagem da ferida utilizando a câmera do dispositivo, e o aplicativo processa a imagem para calcular automaticamente a área da ferida. Essa abordagem inovadora visa melhorar a medição de feridas em diversas situações clínicas. No entanto, é importante calibrar adequadamente o aplicativo para obter resultados precisos, e a qualidade da imagem capturada também pode influenciar a acurácia das medições (FONG KY, et al., 2023).

Ademais, Langemo D, et al. (2015) compararam diferentes técnicas de medição, incluindo o uso de régua e um dispositivo *Scout®* de medição assistida por imagem. Embora todas as técnicas tenham apresentado precisão aceitável na medição do comprimento e largura da ferida, o dispositivo apresentou a melhor precisão na medição do perímetro da ferida. Essa informação pode ser relevante para uma avaliação mais abrangente da extensão da lesão e monitoramento de sua evolução.

O dispositivo *Scout®* foi validado por meio de comparações com as medições manuais obtidas por uma equipe de profissionais de saúde. A validação foi realizada por meio de análises estatísticas para verificar a concordância entre as medições feitas pelo dispositivo e as medições manuais. A organização do método envolve a colocação do dispositivo diretamente sobre a ferida, capturando uma imagem dela. O dispositivo utiliza algoritmos internos para calcular automaticamente as dimensões da ferida, incluindo comprimento, largura e perímetro (LANGEMO D, et al., 2015).

Cabe também destacar que o estudo de Eberhard TD, et al. (2016) comparou a mensuração da área de úlceras venosas usando os *softwares AutoCAD®* e *Image Tool®*. As conclusões revelaram que os programas de computador são apropriados para a avaliação de úlceras venosas, apresentando uma maior acurácia ao serem empregados na medição de lesões com dimensão superior a 10 centímetros quadrados. Essa informação pode auxiliar na seleção do método mais apropriado para medir úlceras venosas de diferentes tamanhos.

A validação dos métodos foi realizada por meio da comparação das medições obtidas pelos *softwares* com medições manuais realizadas por profissionais de saúde. As medidas manuais foram tomadas como referência para verificar a concordância e a acurácia das medidas feitas pelos *softwares*. Essa validação envolveu análises estatísticas para avaliar a correlação e a diferença entre as medidas (EBERHARD TD, et al., 2016).

Tanto o *AutoCAD®* quanto o *Image Tool®* são *softwares* de processamento de imagens e não se trata de uma régua convencional. Eles não requerem conexão com a internet para funcionar, uma vez que operam localmente nos computadores onde estão instalados. Quanto ao custo, requerem bom investimento do local para serem adquiridos (EBERHARD TD, et al., 2016).

Já Raizman R, et al. (2019) utilizaram um dispositivo de imagem de fluorescência bacteriana para medir feridas e detectar a presença de bactérias. Esse método possibilitou um direcionamento mais preciso de desbridamentos em casos com cargas bacterianas moderadas a pesadas. A utilização de tecnologias para detecção bacteriana pode ser útil na identificação precoce de infecções, auxiliando no tratamento adequado de feridas.

A validação desse método se deu por meio de testes laboratoriais, nos quais diferentes tipos de bactérias foram cultivadas e submetidas à técnica de fluorescência para verificar a capacidade do dispositivo em detectar esses organismos. Os resultados desses testes foram comparados com métodos de cultura padrão para verificar a sensibilidade e especificidade da técnica (RAIZMAN R, et al., 2019). O método é organizado mediante a aplicação de uma solução fluorescente à ferida e, em seguida, a iluminação da área com luz ultravioleta. O dispositivo de imagem capta a fluorescência emitida pelas bactérias presentes na ferida. A intensidade da fluorescência pode indicar a carga bacteriana na ferida (RAIZMAN R, et al., 2019).

Uma limitação desse método é a necessidade de preparação da ferida com a aplicação da solução fluorescente, o que pode afetar a rotina de cuidados e o conforto do paciente. Além disso, pode haver limitações na capacidade do dispositivo em detectar diferentes tipos de bactérias ou em distinguir bactérias viáveis de não viáveis (RAIZMAN R, et al., 2019).

Por fim, Sánchez-Jiménez D, et al. (2022) desenvolveram um novo procedimento de medição de feridas em 3D (SfM-3DULC) utilizando fotografias. Os resultados demonstraram que o procedimento possui excelente confiabilidade e precisão na medição da área projetada de feridas. Essa abordagem pode ser uma alternativa útil para avaliar feridas de forma objetiva e baseada em evidências.

A validação desse método envolveu testes de comparação das medições obtidas através do SfM-3DULC com medidas obtidas por outros métodos já validados, como régua ou *software* de medição. O método é organizado através da captura de fotografias da ferida a partir de diferentes ângulos. Essas fotografias são processadas através de técnica de fotogrametria para reconstruir a ferida em 3D e calcular sua área projetada. A técnica de fotogrametria envolve a análise das imagens para identificar pontos de referência e reconstruir a forma tridimensional do objeto (SÁNCHEZ-JIMÉNEZ D, et al., 2022).

Limitações desse método incluem a necessidade de um ambiente controlado para a captura das fotografias, a fim de garantir uma reconstrução precisa em 3D. Além disso, pode haver limitações na aplicabilidade do método em feridas com características muito complexas, como bordas irregulares ou contornos pouco definidos (SÁNCHEZ-JIMÉNEZ D, et al., 2022).

Em relação às concordâncias, é possível observar que a maioria dos métodos de medição apresentados nos estudos são capazes de fornecer informações precisas e confiáveis sobre as feridas crônicas. Além disso, a utilização de tecnologias como dispositivos assistidos por laser, aplicativos para smartphones e procedimentos de medição em 3D mostrou-se vantajosa para uma avaliação mais abrangente e individualizada das feridas.

Conforme destacado por Raizman R, et al. (2019) o dispositivo de imagem de fluorescência bacteriana pode ajudar na identificação precoce de infecções e direcionar o tratamento de forma mais efetiva, contribuindo para a prevenção de complicações e a melhoria do prognóstico do paciente. O dispositivo de medição a laser utiliza um laser para medir a área da ferida. Ele apresentou uma precisão aceitável na medição da área, mas apresentou imprecisão na medição de profundidade e volume. Seu percentual de precisão na medição da área foi de aproximadamente 91,5% (Davis KE, et al., 2016).

Quanto ao aplicativo *Planimator*®, este foi projetado para medir a área de feridas utilizando dispositivos inteligentes, demonstrou ser duas vezes mais preciso que o *software ImageJ*® baseado em fotografias tiradas com o mesmo smartphone, com um percentual de precisão em torno de 97,8% (FOLTYNSKI P, 2018).

Já a calibração adaptativa em planimetria digital foi usada para medir as áreas de feridas em superfície curva e resultou em uma precisão de aproximadamente 99,2% na medição da área projetada, superando outros dispositivos como o *Visitrak*® e o *SilhouetteMobile*® (FOLTYNSKI P e LADYZYNSKI P, 2022). Outro dispositivo, o *Scout*® de medição por régua, é caracterizado como um dispositivo portátil, apresentou boa precisão na medição do comprimento e largura da ferida, com um percentual de precisão acima de 95% (Langemo D, et al., 2015). Cabe ainda elencar que o dispositivo de imagem de fluorescência bacteriana, *MolecuLight i:X*®, mostrou excelente confiabilidade e precisão na medição de feridas, especialmente na medição da área projetada, com um percentual de precisão superior a 95% (RAIZMAN R, et al., 2019).

O Procedimento *SfM-3DULC*® que utiliza fotografias para medir nove variáveis de ferida em um modelo 3D, apresentou uma precisão média de 98,7% na medição da área projetada, quando comparado com o *software ImageJ*® (SÁNCHEZ-JIMÉNEZ D, et al., 2022). Através desta revisão integrativa de literatura, foi possível apresentar as abordagens variadas empregadas na medição de feridas crônicas, cada uma com suas particularidades, vantagens e características. É evidente a importância da precisão e confiabilidade das medições de feridas crônicas, visando à melhoria do acompanhamento e tratamento dos pacientes. Ao analisar os estudos selecionados, foi possível perceber que diferentes métodos e tecnologias estão sendo desenvolvidos e validados para atender a esse propósito. Em relação às limitações do estudo, foi observado lacunas sobre a aplicabilidade dos métodos, acessibilidade com relação aos custos além do número limitado de material nas bases de busca, uma vez que os métodos apresentados se mostram ser de tecnologias avançadas e requerem habilidade e treinamento dos profissionais que os aplicam.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias para medir feridas crônicas identificadas neste estudo foram: dispositivo de medição de ferida assistida por laser (relatado por dois artigos), planimetria com uso do aplicativo *Planimator*®, planimetria digital associada à calibração adaptável, *Tissue analytics*®, *Scout*®, *AutoCAD*®, *Image Tool*®, *MolecuLight i:X*® e *SfM-3DULC*®. Cada abordagem possui suas vantagens e limitações, mas, de forma geral, todas podem fornecer informações valiosas para o monitoramento e tratamento adequado das feridas crônicas, não existindo um "padrão-ouro" universal para a mensuração de feridas crônicas, assim, a escolha do método mais adequado dependerá das características da ferida, da disponibilidade de recursos e das habilidades e conhecimentos dos profissionais envolvidos.

REFERÊNCIAS

1. ALMONDES FME, et al. Perfil sociodemográfico-clínico e de lesões cutâneas de internados no programa melhor em casa. *Brazilian Journal of Development*, 2020; 6:10.
2. ANDRADE RV, et al. Avaliação da ferida e cuidados do enfermeiro em pacientes diabéticos portadores de úlcera venosa. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 2020; 45:e3070.
3. BRANCO MLL, et al. Lower extremity thermographic profile of individuals undergoing ulcerative wound treatment: a qualitative exploration of images. *Fisioterapia e Pesquisa*, 2023; 30:e19029723pt.
4. CESAR ARR. Intervenção do enfermeiro frente ao tratamento de úlcera venosa: revisão bibliográfica. *Revista Eletrônica Acervo Científico*, 2019; 6:e1803.
5. CONSTANTINE FC, et al. Validation of a laser-assisted wound measurement device for measuring wound volume. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 2013; 7:5.
6. COSTA CV, et al. Conhecimento da enfermagem no tratamento de feridas. *Revista Eletrônica Acervo Enfermagem*, 2021; 15:e9221.
7. DAVIS KE, et al. Validation of a laser-assisted wound measurement device in a wound healing model. *Internacional Wound Journal*, 2016; 13:5.
8. EBERHARD TD, et al. Medida da área de úlceras venosas usando dois softwares. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 2016; 24:e2862.
9. FOLTYNSKI P e LADYZYNSKI P. Digital Planimetry With a New Adaptive Calibration Procedure Results in Accurate and Precise Wound Area Measurement at Curved Surfaces. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 2022, 16:1.
10. FOLTYNSKI P. Ways to increase precision and accuracy of wound area measurement using smart devices: Advanced app Planimator. *PLoS One*, 2018, 13:3.
11. FONG KY, et al. Clinical validation of a smartphone application for automated wound measurement in patients with venous leg ulcers. *Internacional Wound Journal*, 2023; 20:3.
12. GALVÃO TF, et al. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 2015; 24:2.
13. LANGEMO D, et al. Comparison of standardized clinical evaluation of wounds using ruler length by width and Scout length by width measure and Scout perimeter trace. *Advances in skin & wound care*, 2015; 28:3.
14. MEHL AA, et al. Measurement of wound area for early analysis of the scar predictive factor. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 2020; 28:e3299.
15. MENDES KDS, et al. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & Contexto Enfermagem*, 2019, 17:4.
16. NOAL HC e LIMA SBS. Custo-efetividade do tratamento de feridas crônicas. *Revista Eletrônica Acervo Enfermagem*, 2023; 23:2.
17. OLIVEIRA AC, et al. Qualidade de vida de pessoas com feridas crônicas. *Acta Paulista de Enfermagem*, 2019; 32:2.
18. RAIZMAN R, et al. Use of a bacterial fluorescence imaging device: wound measurement, bacterial detection and targeted debridement. *Journal of wound care*, 2019; 28:12.
19. SÁNCHEZ-JIMÉNEZ D, et al. R. SfM-3DULC: Reliability of a new 3D wound measurement procedure and its accuracy in projected area. *Internacional Wound Journal*, 2022; 19:1.
20. SANTOS LSF, et al. Influência da úlcera venosa na qualidade de vida dos pacientes: uma revisão integrativa. *Revista de Enfermagem UFPE On line*, 2015, 9:supl.3.
21. SEN CK. Human Wound and Its Burden: Updated 2020 Compendium of Estimates. *Advances in wound care*, 2021; 10:5.
22. VIEIRA CPB e ARAÚJO TME. Prevalência e fatores associados a feridas crônicas em idosos na atenção básica. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 2018; 52:e03415.