Journal of Health Informatics

J Health Inform. 2026;18:e1640
DOI: https://doi.org/10.59681/2175-4411.v18.2026.1640

ARTIGO ORIGINAL

Desenvolvimento, usabilidade e aplicabilidade de um sistema para gestão do cuidado e geração de indicadores de pacientes com feridas

Development, usability, and applicability of a system for managing wound care and generating indicators for patients with wounds

Desarrollo, usabilidad y aplicabilidad de un sistema para gestionar el cuidado y generar indicadores relativos a pacientes con heridas

Taysa de Fátima Garcia[1], Roger Egito Martins da Silva[2], Diogo Martins de Almeida Faria[3], Claudiomiro da Silva Alonso[4], Flávio Luiz Seixas[5], Eline Lima Borges[6]

[1] Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil. 0000-0002-1191-9587
[2] Instituto de Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ), Brasil. 0000-0002-5180-5955
[3] Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil. 0000-0003-0608-2003
[4] Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil. 0000-0001-5868-1812
[5] Instituto de Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ), Brasil. 0000-0002-7160-0818
[6] Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), Brasil. 0000-0002-0623-5308

FICHA DO ARTIGO

TIPO
Artigo Original

IDENTIFICADOR
e1640

DOI
10.59681/2175-4411.v18.2026.1640

RECEBIDO
16/04/2026

APROVADO
30/05/2026

PROCESSO DE AVALIAÇÃO
Double Blind Review

EDITOR RESPONSÁVEL
Juliano Gaspar

ACESSO
Aberto, CC BY 4.0

AUTOR CORRESPONDENTE
Taysa de Fátima Garcia
taysafati@hotmail.com

LICENÇA

Este é um artigo publicado em acesso aberto sob a licença Creative Commons CC BY 4.0, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja corretamente citado.

CC BY 4.0

RESUMO

Objetivo: desenvolver um sistema para gestão do cuidado de pacientes com feridas atendidos em Atenção Primária e Secundária do Sistema Único de Saúde e avaliar a sua usabilidade e aplicabilidade. **Método:** estudo metodológico, realizado em três etapas: definição de requisitos, desenvolvimento do sistema, teste e avaliação de usabilidade em ambiente simulado e avaliação de usabilidade por enfermeiros em cenário real controlado. Os dados foram analisados por estatística descritiva e a usabilidade, por meio da escala System Usability Scale. **Resultados:** o sistema gera automaticamente 4 indicadores clínicos, 16 assistenciais e 5 financeiros. A usabilidade global no ambiente simulado foi 73. Na prática clínica, foi 79,4 na Atenção Primária e 76,9 na Secundária. Mostrou-se aplicável após o uso em 143 atendimentos. **Conclusão:** o sistema é inovador, gera indicadores clínicos, assistenciais e financeiros e apresentou aplicabilidade e usabilidade excelente nos cenários estudados.

Descritores: Administração dos Cuidados ao Paciente, Sistemas de Informação em Saúde, Indicadores Básicos de Saúde.

ABSTRACT

Objective: To develop a system for managing care for patients with wounds in primary and secondary care settings within the Brazilian Unified Health System and to evaluate its usability and applicability. **Methods:** A methodological study was conducted in three stages: requirements definition, system development, testing and usability evaluation in a simulated setting, and usability evaluation by nurses in a controlled clinical setting. Data were analyzed using descriptive statistics, and usability was assessed using the System Usability Scale. **Results:** The system automatically generates 4 clinical, 16 quality-of-care, and 5 financial indicators. The overall usability score in the simulated setting was 73. In clinical practice, the score was 79.4 in primary care and 76.9 in secondary care. The system was found to be applicable after use in 143 patient encounters. **Conclusion:** The system is innovative and generates clinical, quality-of-care, and financial indicators; it demonstrated applicability and excellent usability in the settings studied.

Keywords: Patient Care Management, Health Information Systems, Health Status Indicators.

RESUMEN

Objetivo: Desarrollar un sistema para la gestión del cuidado de pacientes con heridas atendidos en atención primaria y secundaria del Sistema Único de Salud brasileño y evaluar su usabilidad y aplicabilidad. **Métodos:** Estudio metodológico realizado en tres etapas: definición de requisitos, desarrollo del sistema, prueba y evaluación de la usabilidad en un entorno simulado y evaluación de la usabilidad por enfermeros en un entorno asistencial real y controlado. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva y la usabilidad se evaluó con la escala de usabilidad del sistema (SUS). **Resultados:** El sistema genera automáticamente 4 indicadores clínicos, 16 asistenciales y 5 financieros. La puntuación global de usabilidad en el entorno simulado fue de 73. En la práctica clínica, la puntuación fue de 79,4 en atención primaria y de 76,9 en atención secundaria. El sistema se mostró aplicable tras su uso en 143 atenciones. **Conclusión:** El sistema es innovador y genera indicadores clínicos, asistenciales y financieros; resultó aplicable y presentó una usabilidad excelente en los escenarios estudiados.

Descriptores: Manejo de Atención al Paciente, Sistemas de Información en Salud, Indicadores de Salud.

COMO CITAR ESTE ARTIGO: Garcia TF, Silva REM, Faria DMA, Alonso CS, Seixas FL, Borges EL. Desenvolvimento, usabilidade e aplicabilidade de um sistema para gestão do cuidado e geração de indicadores de pacientes com feridas. J Health Inform 2026;18:e1640. doi: https://doi.org/10.59681/2175-4411.v18.2026.1640

1 INTRODUÇÃO

A gestão de feridas crônicas é um desafio para os profissionais inseridos em serviços da Atenção Primária à Saúde e da Secundária, pois são cada vez mais frequentes, o que sobrecarrega os sistemas de saúde e requer aumento de recursos destinados a essa assistência. Portanto, conhecer o cenário de saúde e as condições desses pacientes é fundamental para alcançar êxito no gerenciamento assistencial e financeiro dos serviços [1,2].

Nessa perspectiva, o registro parametrizado de dados é extremamente importante, pois permite geração de indicadores de saúde, análise de resultados, melhoria de processos e otimização de recursos [2,3]. No Reino Unido, por exemplo, as análises de registros eletrônicos do banco de dados *The Health Improvement Network* (THIN), do *National Health Service* (NHS), permitiram identificar a prevalência de feridas tratadas na Atenção Primária e na Secundária, as características clínicas dos pacientes, a taxa de cicatrização e os custos para o sistema de saúde [3] com o seu manejo.

Nos Estados Unidos da América, os registros do sistema *Medicare* possibilitam avaliações como a prevalência por tipo de ferida dos pacientes cadastrados no sistema, recursos despendidos por etiologia e custos para os serviços de saúde [4]. As análises de banco de dados informatizados dos sistemas nacionais de saúde oferecem um panorama real das condições de interesse e fomentam a melhoria e o gerenciamento da qualidade assistencial e financeira.

No Brasil, a produção de dados e indicadores relacionados ao cuidado de pacientes com feridas crônicas atendidos nas unidades de Atenção Primária e Secundária não é uma realidade. Há sistemas de informatização sobre saúde pública implementados, mas não sob essa perspectiva. Os sistemas existentes limitam-se ao registro de informações de determinadas condições e doenças e da gestão do cuidado de grupos de risco [5]. Não dispõem de campos específicos para o registro da assistência multiprofissional, portanto, não contemplam as ações de enfermagem voltadas à população com ferida crônica [6]. Restringem-se às informações quanto a número de curativos simples e complexos realizados por região geográfica [7].

Assim, este estudo teve como objetivo desenvolver um sistema para gestão do cuidado de pacientes com feridas atendidos na Atenção Primária e na Secundária do Sistema Único de Saúde (SUS) e avaliar a sua usabilidade e aplicabilidade.

2 MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de desenvolvimento tecnológico em Saúde Digital, orientada por abordagem de *codesign* e *Design Science Research*, com enfoque no usuário e em resolução de problemas da prática clínica, sob avaliação preliminar de usabilidade e aplicabilidade no contexto assistencial [8,9]. A pesquisa foi realizada de março de 2020 a fevereiro de 2022, em quatro serviços integrantes da rede do Sistema Único de Saúde, localizados no estado de Minas Gerais, Brasil, sendo duas unidades da Atenção Primária à Saúde e dois ambulatórios especializados vinculados à Atenção Secundária.

O estudo foi conduzido por meio da abordagem ágil de desenvolvimento de *software* [10] em que as funcionalidades do sistema foram organizadas em ciclos de desenvolvimento, com definição de *sprints* (semanais ou quinzenais), utilizando a metodologia de gestão *Scrum*, entregas parciais, validação progressiva e ajustes sucessivos conforme as necessidades identificadas no processo de cuidado. Estruturaram-se três etapas, a saber: 1) Levantamento de requisitos do sistema e desenvolvimento do sistema Sistematização da Assistência de Enfermagem em Feridas – gerencial (SAEF-g); 2) Testagem em ambiente simulado e avaliação de usabilidade para refinamento do sistema; 3) Incorporação do SAEF-g em cenário real controlado e avaliação de usabilidade. As etapas são descritas a seguir:

2.1 Levantamento dos requisitos do sistema e desenvolvimento do SAEF-g

Iniciou-se com a análise do fluxo de trabalho relacionado à gestão do cuidado de feridas e a elaboração de protótipos de telas. Essa fase foi orientada pelos princípios do desenho centrado no usuário, conforme a ISO 9241-210, considerando os contextos de uso e o envolvimento dos usuários durante o desenvolvimento [11]. No presente estudo, esses princípios foram operacionalizados por meio de reuniões entre equipe de enfermagem e equipe de computação, nas quais foram discutidos o processo assistencial, os dados clínicos necessários, a organização das telas, a linguagem utilizada no sistema e as funcionalidades prioritárias.

A equipe de desenvolvimento foi constituída por duas enfermeiras vinculadas à Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, sendo uma mestra em Enfermagem e uma estomaterapeuta, doutora em Enfermagem, além de dois acadêmicos do curso de Sistemas de Informação, um professor doutor em Ciência da Computação do Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense e um programador e engenheiro de *software* sênior.

Nessa etapa, foi desenvolvido um *Minimum Viable Product* (MVP) do SAEF-g e, para a construção da solução tecnológica, utilizaram-se as linguagens de programação *Node.js* e *React*, no ambiente *Visual Studio Code*. Para a identificação de possíveis erros ou falhas da aplicação, empregou-se a ferramenta *Sentry*, que possibilita o rastreamento do desempenho e do comportamento do sistema em uso. A aplicação e o

banco de dados foram hospedados no ambiente *Heroku* no *Amazon Web Services* (AWS), considerando as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e os aspectos éticos da pesquisa com seres humanos.

As unidades modulares do SAEF-g foram estruturadas em telas de: 1) cadastro: de paciente, enfermeiro, unidade de saúde, materiais e insumos; 2) processo de Enfermagem: admissão do paciente, histórico de enfermagem, anamnese e exame físico; evolução, diagnósticos e intervenções de enfermagem; 3) indicadores: clínicos, assistenciais e financeiros.

A definição do referencial técnico-científico que compôs as unidades modulares do SAEF-g se fundamentou em diretrizes nacionais e internacionais específicas por etiologia, incluindo as recomendações da *Wound, Ostomy and Continence Nurses Society* para úlceras arteriais, neuropáticas e venosas, bem como a diretriz do *National Pressure Injury Advisory Panel* em parceria com a *Pan Pacific Pressure Injury Alliance* e o Manual do Pé Diabético do Ministério da Saúde. Em seguida, foram incorporados instrumentos validados para qualificar a avaliação clínica, como a *Bates-Jensen Wound Assessment Tool* (versão validada no Brasil), o ABC *Model for Leg Ulcer Management* e a classificação de odor baseada no método TELERs.

Posteriormente, estruturaram-se os diagnósticos e as intervenções de enfermagem com base em subconjuntos terminológicos validados no Brasil e fundamentados na *International Classification for Nursing Practice* (CIPE®), adotada por sua padronização e reconhecimento internacional, conforme recomendações da Organização Mundial da Saúde.

Também foram elaborados os indicadores clínicos, financeiros e assistenciais do SAEF-g, alinhados à matriz brasileira de indicadores e às proposições da Organização Pan-Americana da Saúde, considerando critérios de validade, confiabilidade, mensurabilidade e custo-efetividade. Os indicadores foram definidos por contagem direta ou cálculo de taxas, contemplando perfil clínico e microbiológico, custos do tratamento e qualidade assistencial, incluindo desfechos como cicatrização, alta por cura ou abandono e tempo de tratamento. Assim, os requisitos foram consolidados com embasamento científico, padronização terminológica e estrutura de monitoramento clínico e gerencial. Posteriormente, o conteúdo elaborado foi validado em estudo prévio [12].

2.2 Testagem em ambiente simulado e avaliação de usabilidade para refinamento do sistema

Na etapa 2, o SAEF-g foi testado e avaliado quanto à usabilidade por cinco enfermeiros, mediante a utilização de casos clínicos em ambiente simulado e controlado. Nesse momento, realizou-se a prova de conceito, denominada *Proof of Concept*, com o objetivo de demonstrar e testar o MVP e verificar a possibilidade de sua validação no contexto real de uso [13], com foco em pertinência clínica, clareza das informações, adequação das telas, coerência com o processo de enfermagem e gerenciamento de feridas. Essa etapa foi realizada em novembro de 2021, na Unidade Acadêmica da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais. Os avaliadores foram selecionados por amostragem não probabilística, por meio da técnica *snowball*.

A seleção do primeiro avaliador ocorreu com base na lista de egressos do curso de estomaterapia da referida instituição, o que resultou na indicação de um representante da comissão de curativos de um município da região central do estado. A partir desse profissional, foram realizadas novas indicações, até que se alcançasse o total de cinco avaliadores.

A definição do número de avaliadores, para a etapa simulada e em ambiente real de uso, fundamentou-se no modelo de estimativa de problemas de usabilidade [14]. Apesar de não haver, na literatura, determinação quanto ao número ideal de avaliadores, no modelo utilizado neste estudo, as estimativas variam de 9 a 21 avaliadores heurísticos, e de 7 a 20 usuários de teste. Este modelo também considera a análise de custo-benefício de acordo com o porte do projeto, estimando que, para projetos de médio a grande porte, cerca de 3,2 usuários em teste e 4,4 avaliadores heurísticos são suficientes para identificação de problemas de usabilidade [14].

Portanto, um número reduzido de usuários é capaz de identificar a maior parte dos problemas de usabilidade de um sistema, seja na etapa de teste com usuários, seja na avaliação heurística. Assim, delimitaram-se neste estudo cinco profissionais para a etapa em ambiente simulado, oito para o ambiente real e 16 pacientes que teriam os dados inseridos no sistema em avaliação.

Para a avaliação do SAEF-g na etapa de teste, os profissionais deveriam atender aos seguintes critérios de inclusão: possuir, no mínimo, dois anos de experiência no atendimento a pacientes com ferida crônica em serviços de Atenção Primária à Saúde ou Secundária e estar em exercício profissional no momento da coleta de dados.

Após a recepção dos profissionais, o sistema foi apresentado a eles, e cada um deles recebeu um *tablet* e dois casos clínicos para registrar no sistema de maneira individual e sem trocas entre eles; não foi determinado tempo para realização dessa atividade. Essa etapa foi monitorada pela equipe de desenvolvedores e pela pesquisadora. Ao término da atividade, os profissionais responderam ao questionário de usabilidade por meio da *System Usability Scale* [15] e apontaram as possibilidades de melhoria do sistema; os ajustes indicados foram implementados.

2.3 Incorporação do SAEF-g em cenário real controlado e avaliação de usabilidade

O sistema foi incorporado em quatro serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, sendo duas unidades da Atenção Primária e duas especializadas no tratamento de lesões da Atenção Secundária, localizadas nas regiões central e centro-oeste do estado. Os serviços foram selecionados considerando: a disponibilidade institucional; a fase de implementação do Processo de Enfermagem e o alinhamento institucional com a incorporação de tecnologias no processo de trabalho do enfermeiro no cuidado de lesões cutâneas.

Nessa etapa, participaram oito enfermeiros, sendo dois de cada unidade. Os participantes foram selecionados com base nos seguintes critérios de inclusão: atuar na assistência aos pacientes com feridas, ter experiência profissional mínima de dois anos e não ter participado da etapa de testagem em ambiente simulado.

O SAEF-g foi apresentado aos profissionais de forma presencial, em cada unidade correspondente, por meio de um vídeo explicativo e de material descritivo, contendo informações básicas sobre a utilização do sistema. Para cada serviço, foi disponibilizado um dispositivo móvel do tipo *tablet*, equipado com acesso à internet, destinado ao registro dos dados dos atendimentos.

O período de uso do SAEF-g na prática clínica foi de 60 dias, entre dezembro de 2021 e fevereiro de 2022. Cada enfermeiro registrou no sistema os dados de dois pacientes atendidos no serviço, a partir do fluxo assistencial, resultando em um total de 16 pacientes. Ressalta-se que tanto os profissionais quanto os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando a utilização dos dados para fins de pesquisa.

Foram incluídos pacientes que apresentavam alguma ferida, independentemente da etiologia, atendidos na unidade ou em domicílio, ao menos uma vez por semana. Foram excluídos pacientes não assíduos ao tratamento ou com atendimento irregular. O monitoramento da entrada de dados no sistema ocorreu de forma semipresencial, com visitas quinzenais aos serviços e avaliação remota do banco de dados pela equipe de desenvolvedores.

Os enfermeiros responderam a quatro questionários: 1) caracterização sociodemográfica e laboral, formação acadêmica e perfil tecnológico; 2) avaliação da usabilidade do SAEF-g na prática clínica; 3) avaliação da capacidade de geração de indicadores e sua aplicabilidade na assistência e 4) avaliação dos módulos do SAEF-g, contemplando pontos favoráveis, possibilidades de melhoria e sugestões.

A análise dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva. Para a avaliação da normalidade das variáveis numéricas, aplicou-se o teste de *Shapiro-Wilk*. A usabilidade foi analisada a partir do cálculo específico da escala *System Usability* Scale [15]. Os escores de usabilidade foram classificados conforme os intervalos sugeridos na literatura [16] em sete níveis: "pior do que o esperado" (escore entre 0 e 12,5), "horrível" (entre 12,6 e 20,3), "ruim (ou pobre)" (entre 20,4 e 35,7), "razoável" (entre 35,8 e 50,9), "bom" (entre 51,0 e 71,4), "excelente" (entre 71,5 e 85,5) e "melhor do que o esperado" (entre 85,6 e 100).

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, sob Parecer n. 4.329.008. Todos os participantes da pesquisa, em todas as etapas do estudo, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O SAEF-g foi registrado no programa de patentes da Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica da UFMG, sob o número 20210034 e identificação N-PC-37-2021.

3 RESULTADOS

3.1 Levantamento dos requisitos do sistema e desenvolvimento do SAEF-g

No tocante à construção do sistema, após estabelecer o fluxo de funcionamento e interação das variáveis do SAEF-g, as interfaces foram desenvolvidas. Ao acessar o sistema, o enfermeiro deve realizar o seu cadastro e, em seguida, o seu *login*. Ao efetuar o *login*, o usuário é direcionado a uma *home page* do SAEF-g, em que ele é apresentado.

Nessa tela inicial, podem ser cadastrados materiais e insumos de cada unidade de atendimento; os registros e o histórico de informações de pacientes cadastrados podem ser acessados por meio de algum identificador (Cadastro de Pessoa Física, nome completo ou Cartão Nacional de Saúde). Também um novo cadastro pode ser efetuado. O SAEF-g possibilita a inserção e o cadastro de unidades de atendimento e, para cada uma delas, é possível registrar insumos e materiais de maneira parametrizada e personalizada de acordo com a realidade de cada serviço, respeitando os valores licitados em cada município.

Ao acessar a tela do paciente, é possível realizar a primeira consulta por meio da admissão do paciente e registrar as consultas subsequentes na aba "evolução". Essa interface se compõe das seções "*Histórico de Enfermagem*", "*Anamnese e Exame Físico*" e "*Diagnósticos e Intervenções de Enfermagem*". Assim que o enfermeiro salva os dados na tela "Histórico de Enfermagem", o sistema SAEF-g automaticamente conduz o profissional à seção "Anamnese e Exame Físico/Clínico", na qual dados específicos de avaliação e tratamento da ferida são inseridos.

Quadro 1. Indicadores clínicos, assistenciais e financeiros gerados no SAEF-g, interpretação e base de cálculo. Belo Horizonte, 2022

Indicadores		Interpretação/uso	Base de cálculo
Clínicos	Doenças prevalentes.	Expressam o panorama do perfil clínico dos pacientes com ferida, principais etiologias, perfil microbiano em casos de infecção. Podem auxiliar a avaliação, a gestão e o manejo clínico dos pacientes.	Contagem direta de casos*
	Etiologia das feridas.		
	Microrganismos prevalentes em feridas infectadas.		
	Antibióticos prevalentes no tratamento de feridas infectadas.		
Financeiros	Custo geral do tratamento no serviço.	Demonstram os custos com o tratamento de feridas crônicas. Permitem gestão, otimização e alocação de insumos e recursos conforme a avaliação financeira por localidade e serviço.	Contagem direta dos custos, em reais (R$)
	Custo do tratamento por etiologia.		
	Custo com terapias de compressão.		
	Custo com coberturas interativas.		
	Custo com solução de polihexametileno biguanida (PHMB) para limpeza da ferida.		
Assistenciais	Pacientes com infecção na ferida.	Evidenciam a qualidade da assistência prestada aos pacientes. Possibilitam a análise de eventuais problemas que podem impactar a cicatrização e a cura da ferida e de fatores que prolongam o tratamento do paciente e sua permanência no serviço.	Número de ocorrências/Número total de casos × 100
	Exames de cultura em feridas com infecção.		
	Eventos adversos.		
	Tempo total de tratamento no serviço.		
	Tempo de tratamento conforme etiologia.		
	Limpeza da ferida com solução fisiológica.		
	Limpeza da ferida com PHMB.		
	Registro de mensuração da área lesada.		
	Percentual de diagnósticos de enfermagem.		
	Pacientes com úlcera venosa e terapia de compressão.		
	Pacientes com úlcera diabética e avaliação dos pés.		
	Pacientes com colonização crítica e infecção recebendo cobertura com antimicrobiano.		
	Pacientes com infecção recebendo antibiótico sistêmico.		
	Taxa de cicatrização da ferida por etiologia.		
	Taxa de alta por cura.		
	Taxa de alta por abandono.		

*Frequência absoluta e relativa.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Quando o paciente apresenta mais de uma ferida, um campo específico para esse registro é aberto e, ao término do preenchimento dos dados referentes à ferida 1, o profissional, ao salvar os dados, é direcionado automaticamente para a janela correspondente à ferida 2 e, assim, sucessivamente até que tenha preenchido as características de todas as feridas registradas.

Em seguida, o profissional acessa a interface de "*Diagnósticos e Intervenções de Enfermagem*", embasados nos subconjuntos terminológicos da CIPE. Nessa interface, para cada diagnóstico elencado pelo enfermeiro, são propostos grupos de intervenções que o profissional pode escolher ou acrescentar, conforme a necessidade de cada paciente.

No que diz respeito ao módulo de indicadores, cabe ressaltar que estes são gerados automaticamente e projetados em gráficos de maneira dinâmica, conforme o sistema é alimentado com os dados. Eles podem ser consultados diariamente e são representados mensal, semestral e anualmente. No total, o SAEF-g gera 25 indicadores, sendo quatro clínicos, dezesseis assistenciais e cinco financeiros (Quadro 1).

As interfaces do SAEF-g podem ser visualizadas (com dados fictícios e de testes) por meio do *link* disponível ao final do texto.

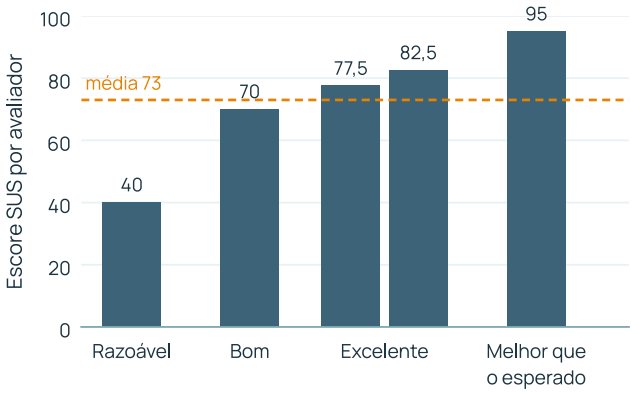
3.2 Avaliação da usabilidade em ambiente simulado e real

Os cinco enfermeiros da etapa de teste em ambiente simulado eram estomaterapeutas e possuíam idade entre 36 e 47 anos, média de 41 anos, quatro eram do sexo feminino. A média do tempo de experiência profissional dos enfermeiros foi de 11 anos. Quando

analisados separadamente por nível de atenção, as médias foram de 7 anos na Atenção Primária e 6 anos na Atenção Secundária.

O escore de usabilidade do SAEF-g em ambiente simulado variou entre 40 (razoável) e 95 (melhor que o esperado). Houve um *outlier*, ou seja, uma avaliação que se distanciou das demais, conforme demonstrado na Figura 1. O escore global entre os cinco avaliadores resultou, assim, em 73 (excelente). A consistência das respostas dos avaliadores foi avaliada pelo coeficiente de *Alfa de Cronbach*, obtendo valor de 0,88, que confere alta confiabilidade das respostas.

Figura 1. Escore individual de usabilidade em ambiente simulado. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2021

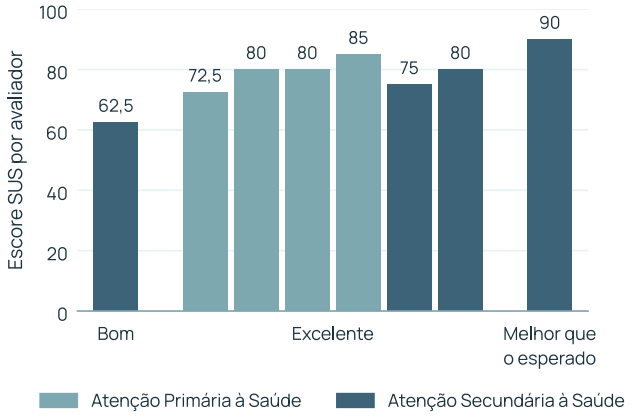


Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Na etapa de teste, os principais pontos de melhoria recomendados pelos enfermeiros foram: validação de campos obrigatórios antes do envio dos dados para o banco; sinalização de mensagens de erro, no item de cadastros, quanto ao número de caracteres de senha; inabilitação de campos repetitivos correspondentes à avaliação da ferida. As sugestões foram analisadas pelo time de desenvolvimento e as alterações foram realizadas antes do início da etapa da prática clínica.

Todos os enfermeiros da prática clínica possuíam pelo menos uma especialização, sendo três em Enfermagem em Estomaterapia, e dois profissionais da Atenção Secundária possuíam o título de mestre. A média de idade foi 40 anos e o tempo de experiência mediano como enfermeiros foi de 14 anos. O tempo de experiência no atendimento ao paciente com ferida na Atenção Primária variou de 1 a 5 anos, mediana 3,5 anos e, na Atenção Secundária, de 7 a 20 anos, mediana de 7,5 anos. O perfil tecnológico dos participantes foi homogêneo, caracterizado pela habilidade no uso de Prontuário Eletrônico, computadores e *notebooks* e ausência de experiência no manuseio de aplicativos específicos para feridas.

Figura 2. Escore de usabilidade individual dos participantes da Atenção Primária e da Secundária. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2022

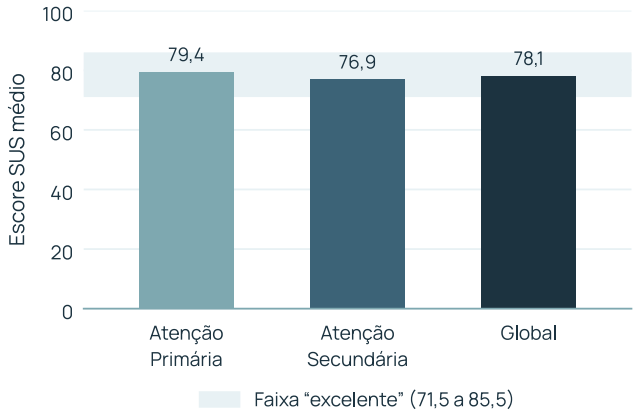


Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Após 143 atendimentos registrados no SAEF-g, tendo sido realizadas 16 admissões e 127 evoluções de enfermagem, a classificação do escore individual de usabilidade variou entre "bom" e "melhor que o esperado" na Atenção Primária e na Secundária (Figura 2).

O escore de usabilidade na Atenção Primária e na Atenção Secundária, tanto separadamente quanto na média global entre as duas, foi classificado como excelente (Figura 3).

Figura 3. Escore global de usabilidade da Atenção Primária e da Secundária. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2022



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A funcionalidade de todos os indicadores foi considerada pelos profissionais da prática clínica como condizente com a realidade dos serviços e os indicadores, aplicáveis e úteis para o gerenciamento assistencial por todos os profissionais que os avaliaram.

Ao término da avaliação, os participantes não identificaram problemas que impediam o uso do SAEF-g e destacaram como pontos favoráveis à sua aplicação: adequação e completude dos conteúdos do sistema; possibilidade de gestão e organização assistencial;

auxílio no raciocínio clínico; facilidade de manuseio e intuitividade durante o uso. Foram recomendadas pequenas melhorias relativas ao fluxo interno e à funcionalidade.

4 DISCUSSÃO

O estudo resultou no desenvolvimento do sistema denominado SAEF-g, que permite a implementação das etapas do Processo de Enfermagem de maneira sistemática e parametrizada. Esse sistema é inovador porque é capaz de gerar indicadores (clínicos, assistenciais e financeiros) essenciais para o gerenciamento do serviço.

Sistemas específicos para feridas são amplamente estudados e desenvolvidos para apoio ao profissional. Envolvem modelos preditivos, com sugestões de tratamento, descrição de aspectos específicos do leito da lesão, incluindo tecido de granulação, área, características de exsudato. Em alguns casos, são limitados a etiologias específicas (como para úlceras venosas e diabéticas) [17-19].

Apesar de sistemas preditivos auxiliarem os enfermeiros na assistência ao paciente com ferida, esses profissionais devem considerar que a determinação final de sua conduta e a tomada de decisão são embasadas na análise crítica e no julgamento clínico. O SAEF-g difere de outros sistemas, essencialmente por ser capaz de gerar indicadores que possibilitam a análise e raciocínio reflexivos e críticos sobre a assistência prestada, sobre o perfil clínico dos pacientes e do dimensionamento de recursos financeiros.

No entanto, alguns aspectos são desafiadores para a aceitação e a utilização de uma nova tecnologia. Entre eles, a inadequabilidade dos sistemas à prática clínica, a dificuldade de uso e a insatisfação do usuário final [20,21]. Nesse sentido, a usabilidade pode ser avaliada a fim de otimizar a aceitação tecnológica de um *software*. A usabilidade consiste em um atributo de qualidade de um *software* e é medida pela eficiência e eficácia deste e pela satisfação do usuário [21]. Portanto, a sua avaliação é fundamental no desenvolvimento de novos sistemas, pois impacta a facilidade de uso, a vontade ou não dos profissionais de utilizar sistemas informatizados e a melhoria dos requisitos internos do sistema [22].

A usabilidade do SAEF-g na prática clínica obteve escore global entre os dois níveis de atenção à saúde de 78,1, superior ao observado na prática simulada, que foi 73,0. Essa diferença pode ser justificada pelo fato de haverem sido atendidas as recomendações feitas pelos avaliadores da primeira etapa. Essa experiência reforça a importância de implementar a simulação e a prova de conceito por meio dos estudos de casos clínicos capazes de representar complexidade dos casos reais. Essa atividade permite identificar os prováveis erros do sistema e propor soluções para mitigar as falhas, antes da utilização pelo usuário final.

Sob essa perspectiva, a otimização dos sistemas eletrônicos centrados no usuário, a partir da incorporação da percepção e experiência de uso, possibilita melhor desempenho na usabilidade e maior alinhamento com os processos de trabalho do profissional, bem como congruência, simplicidade e eficiência no manuseio das interfaces [23].

O sistema SAEF-g foi avaliado positivamente em relação à adequação e à completude de seus conteúdos. Esse êxito pode estar relacionado ao fato de o desenvolvimento do SAEF-g haver sido projetado e implementado com participação próxima de representantes da área de interesse, e, por isso, possui aderência aos processos de saúde. Os usuários destacaram a facilidade de manuseio e a intuitividade durante o uso, além do auxílio no raciocínio clínico e da geração automática de indicadores clínicos, assistenciais e financeiros.

A produção de dados parametrizados que resultem na geração de indicadores de saúde da população com feridas não existe no Brasil, diferentemente do que ocorre em países como Estados Unidos da América e Reino Unido [3,4], nos quais são gerados e analisados indicadores como o tempo de tratamento do paciente e da ferida, custos despendidos, avaliação da prática assistencial de enfermagem, ocorrência de infecção e complicações na ferida [2].

O SAEF-g contempla um número expressivo de indicadores, totalizando 25, que podem impactar positivamente a avaliação dos cenários assistenciais e a tomada de decisão, pois refletem o real perfil clínico dos pacientes, instrumentalizam a avaliação de custo-efetividade dos processos, da qualidade do atendimento e gestão de recursos humanos e financeiros na Atenção Primária à Saúde e na Secundária.

Isso permite que gestores e enfermeiros possam analisar e promover mudanças importantes no serviço e na comunidade. O estudo dos indicadores repercute na avaliação e na mudança de práticas, na mobilização para adoção e criação de políticas de saúde, estratégias para melhorias no conhecimento e habilidades de profissionais [24,25]. Os benefícios clínicos e a otimização de custos e processos de trabalho podem ocorrer a partir da adoção de medidas como prevenção do surgimento de feridas, diagnósticos e cuidados precisos e melhoria das taxas de cicatrização [3].

Todavia, é fundamental reconhecer que muitos desafios cercam a implantação de novas tecnologias e sistemas como o SAEF-g no cenário brasileiro. Alguns desses desafios estão relacionados a barreiras geográficas, à infraestrutura dos serviços de Atenção Primária e Secundária do país, como falta de equipamentos, informatização, acessibilidade à rede de internet e conectividade, falta de suporte técnico,

fragilidades quanto ao perfil tecnológico dos profissionais ou mesmo resistência destes na adesão a novas tecnologias, além da escassez de treinamentos [26-28].

Outros fatores igualmente desafiadores são aqueles relacionados à infraestrutura tecnológica da arquitetura da aplicação, como usabilidade, funcionalidade, integração e interoperabilidade entre diferentes sistemas de saúde. Como exemplo, cita-se o Prontuário Eletrônico do Cidadão (PEC) da estratégia e-SUS APS, que é uma ferramenta de referência e extremamente importante para a informatização dos dados da saúde pública no campo da Atenção Primária. Contudo, inicialmente não foi desenvolvido com a finalidade de se integrar a outros sistemas para extração ou compartilhamento de informações entre os diferentes níveis de atenção e serviços do SUS [27]. Em contrapartida, muitos esforços têm sido envidados por políticas e iniciativas de Saúde Digital no Brasil, ampliando os horizontes e fortalecendo os caminhos para a integração dos dados à Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS) [27].

Embora o SAEF-g tenha sido estruturado e projetado para possibilitar a coleta de dados sistemática e a geração automática de indicadores para uma área extremamente necessária e relevante para a saúde pública, ele é um sistema que foi desenvolvido e testado em cenários controlados de uso. Sendo assim, não é possível inferir que represente a totalidade dos desafios e das diversidades assistenciais desse público em Minas Gerais e no Brasil. No entanto, trata-se de uma iniciativa que traz inovação, mas também lacunas e perspectivas para que novos estudos sejam realizados a fim de verificar aspectos mais amplos que envolvem o desenvolvimento de tecnologias digitais em saúde no âmbito do SUS.

Este estudo apresenta como limitação o fato de ser avaliado de maneira controlada, em apenas quatro cenários assistenciais, sendo dois serviços da Atenção Primária e dois da Atenção Secundária do estado de Minas Gerais, o que impossibilita realizar inferências externas aos locais estudados. Outra limitação é a ausência de indicadores relacionados às medidas temporais, como tempo de registro da assistência e diagnóstico pelo profissional de saúde, além de registros multiprofissionais. Assim, ampliar as pesquisas na prática clínica é fundamental para o refinamento e a maturidade do sistema, a fim de que sejam avaliadas diferentes necessidades e funcionalidades da ferramenta, considerando as peculiaridades dos cenários do sistema de saúde brasileiro, bem como aspectos da interoperabilidade com os sistemas já existentes.

5 CONCLUSÕES

Este estudo culminou no desenvolvimento de um sistema inovador no contexto avaliado e pouco explorado no Brasil. O SAEF-g possui foco na assistência de enfermagem, com atenção especial para o registro parametrizado dos dados relacionados ao atendimento do paciente com feridas, na Atenção Primária à Saúde e Secundária do Sistema Único de Saúde brasileiro. O sistema apresentou usabilidade considerada excelente e aplicabilidade na prática clínica dos profissionais que o utilizaram em ambos os cenários. A partir dos dados registrados, o SAEF-g gera automaticamente gráficos de indicadores clínicos, assistenciais e financeiros que podem auxiliar profissionais e gestores no gerenciamento da qualidade assistencial desses serviços.

Links: as interfaces do SAEF-g podem ser visualizadas (com dados fictícios e de testes) por meio do link: https://www.youtube.com/watch?v=kuxBtmekFqg.

Contribuição dos autores. Todos os autores contribuíram significativamente para o estudo.

Agradecimentos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil (Capes) por apoio financeiro na concessão de bolsa de doutorado, Código de Financiamento 001.

Financiamento. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil (Capes), Código de Financiamento 001, por meio de bolsa de doutorado.

Disponibilidade de dados e materiais. Os dados da pesquisa e o código-fonte da aplicação não estão disponibilizados publicamente, por integrar uma solução de uso institucional e conter componentes de propriedade intelectual dos pesquisadores. Informações adicionais poderão ser disponibilizadas mediante solicitação aos autores, quando aplicável e respeitados os requisitos éticos e legais.

Conflitos de interesse. Os autores Garcia TF, Borges EL, Seixas FL e Faria DMA possuem participação na idealização, invenção e desenvolvimento da tecnologia e, portanto, possuem os direitos autorais do sistema registrado no programa de patentes da UFMG.

Declaração de uso de IA. Os autores declaram que não utilizaram ferramentas de Inteligência Artificial na elaboração deste manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Lima VCN, Garcia AM, Weirich A, Gonçalves AOS, Galdino-Júnior H. Tratamento de pessoas com feridas crônicas nos diferentes níveis de atenção à saúde no Brasil. Contrib Cienc Soc. 2024;17(10):e11777. doi: https://doi.org/10.55905/revconv.17n.10-269
2. Milne J, Searle R, Styche T. The characteristics and impact of hard-to-heal wounds: results of a standardised survey. J Wound Care. 2020;29(5):282-8. doi: https://doi.org/10.12968/jowc.2020.29.5.282
3. Guest JF, Fuller GW, Vowden P. Cohort study evaluating the burden of wounds to the UK's National Health Service in 2017/2018: update from 2012/2013. BMJ Open. 2020;10(12):e045253. doi: https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-045253
4. Tettelbach W, Forsyth A. Specialty specific quality measures needed to improve outcomes in wound care. Int Wound J. 2023;20(5):1662-6. doi: https://doi.org/10.1111/iwj.14027
5. Santos LPR, Pereira AG, Graever L, Guimarães RM. e-SUS AB na cidade do Rio de Janeiro: projeto e implantação do sistema de informação em saúde. Cad Saude Colet. 2021;29(spe):199-204. doi: https://doi.org/10.1590/1414-462x202199010232
6. Silva TIM, Cavalcante RB, Santos RC, Gontijo TL, Guimarães EAA, Oliveira VC. Diffusion of the e-SUS Primary Care innovation in Family Health Teams. Rev Bras Enferm. 2018;71(6):2945-52. doi: https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0053
7. Mai S, Micheletti VCD, Herrmann F, Machado DO, Prazeres S. Analysis of the dressing production records carried out in Brazil, 2017-2019. ESTIMA Braz J Enterostomal Ther. 2021;19:e0821. doi: https://doi.org/10.30886/estima.v19.1009_in
8. Hevner AR, March ST, Park J, Ram S. Design science in information systems research. MIS Q. 2004;28(1):75-105. doi: https://doi.org/10.2307/25148625
9. Peffers K, Tuunanen T, Rothenberger MA, Chatterjee S. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. J Manag Inf Syst. 2007;24(3):45-77. doi: https://doi.org/10.2753/mis0742-1222240302
10. Kane DW, Hohman MM, Cerami EG, McCormick MW, Kuhlmman KF, Byrd JA. Agile methods in biomedical software development: a multi-site experience report. BMC Bioinformatics. 2006;7:273. doi: https://doi.org/10.1186/1471-2105-7-273
11. International Organization for Standardization. ISO 9241-210:2019. Ergonomics of human-system interaction. Part 210: Human-centred design for interactive systems. 2nd ed. Geneva: ISO; 2019. [citado 2026 out 15]. Disponível em: https://www.iso.org/standard/77520.html
12. Garcia TF, Borges EL, Alonso CS, Abreu MNS. Instrument for the evaluation of the chronic wounded patient: clinical, care and financial indicators. Rev Rene. 2022;23:e80793. doi: https://doi.org/10.15253/2175-6783.20222380793
13. Schebesta H. Content Analysis Software in Legal Research: A Proof of Concept Using ATLAS.ti. Tilburg Law Rev. 2018;23(1):23-33. doi: https://doi.org/10.5334/tilr.1
14. Nielsen J, Landauer TK. A mathematical model of the finding of usability problems. In: Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems; 1993 abr 24-29; Amsterdam. New York: ACM; 1993. p. 206-13. doi: https://doi.org/10.1145/169059.169166
15. Brooke J. SUS: a "quick and dirty" usability scale. In: Jordan PW, Thomas B, Weerdmeester BA, McClelland IL, editors. Usability evaluation in industry. London: Taylor & Francis; 1996. p. 189-94.
16. Bangor A, Kortum P, Miller J. Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale. J Usability Stud. 2009;4(3):114-23. [citado 2026 out 15]. Disponível em: https://uxpajournal.org/wp-content/uploads/sites/7/pdf/JUS_Bangor_May2009.pdf
17. Medeiros RM, Santos MN, Moraes VM, Kaiser DE, Duarte ÊRM, Viegas K. Validação e aplicabilidade do software Wounds Monitoring na avaliação e monitoramento de feridas. Glob Acad Nurs J. 2022;3(2):e249. doi: https://doi.org/10.5935/2675-5602.20200249
18. Zhang J, Mihai C, Tüshaus L, Scebba G, Distler O, Karlen W. Wound Image Quality From a Mobile Health Tool for Home-Based Chronic Wound Management With Real-Time Quality Feedback: Randomized Feasibility Study. JMIR Mhealth Uhealth. 2021;9(7):e26149. doi: https://doi.org/10.2196/26149
19. Galvão AMN, Dalbon VA, Mota LMLA, Moura FRE, Magalhães AKG, Menezes ASOP, et al. A usabilidade de novas tecnologias "Up Ferida" para o monitoramento de pacientes diabéticos com feridas na Atenção Básica: Um estudo prospectivo. Res Soc Dev. 2021;10(1):e42010111906. doi: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11906
20. Dege T, Glatzel B, Borst V, Grän F, Goller S, Glatzel C, et al. Patient-Centered Chronic Wound Care Mobile Apps: Systematic Identification, Analysis, and Assessment. JMIR Mhealth Uhealth. 2024;12:e51592. doi: https://doi.org/10.2196/51592
21. Deniz-Garcia A, Fabelo H, Rodriguez-Almeida AJ, Zamora-Zamorano G, Castro-Fernandez M, Alberiche Ruano MDP, et al. Quality, Usability, and Effectiveness of mHealth Apps and the Role of Artificial Intelligence: Current Scenario and Challenges. J Med Internet Res. 2023;25:e44030. doi: https://doi.org/10.2196/44030
22. Hajesmaeel-Gohari S, Khordastan F, Fatehi F, Samzadeh H, Bahaadinbeigy K. The most used questionnaires for evaluating satisfaction, usability, acceptance, and quality outcomes of mobile health. BMC Med Inform Decis Mak. 2022;22:22. doi: https://doi.org/10.1186/s12911-022-01764-2
23. Drews S, Thompson C, Gerlach H. Usability of electronic health records by clinicians in acute care: a scoping review. Can J Nurs Inform [Internet]. 2025 [cited 2026 Mar 29];20(2). Available from: https://cjni.net/journal/?p=14803
24. Heatley F, Saghdaoui LB, Salim S, Onida S, Gohel MS, Davies AH. UK primary care survey of venous leg ulceration management and referral – Post-EVRA trial. Phlebology. 2021;36(1):48-53. doi: https://doi.org/10.1177/0268355520944102

25. Munro JA, Beck AD. The Effect of UK Nursing Policy on Higher Education Wound Care Provision and Practice: A Critical Discourse Analysis. Policy Polit Nurs Pract. 2021;22(2):134-45. doi: https://doi.org/10.1177/1527154421994069

26. Melo CB, Freire JCG, Souto MG, Medeiros ACR, Siebra CA, Piagge CSLD, et al. e-SUS na Atenção Primária à Saúde: uma revisão integrativa. J Health Inform. 2024;16(Especial). doi: https://doi.org/10.59681/2175-4411.v16.iespecial.2024.1330

27. Celuppi IC, Mohr ETB, Felisberto M, Rodrigues TS, Hammes JF, Cunha CL, et al. Dez anos do Prontuário Eletrônico do Cidadão e-SUS APS: em busca de um Sistema Único de Saúde eletrônico. Rev Saude Publica. 2024;58:23. doi: https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2024058005770

28. Costa MVS, Camargos MCS, Viana SMN, Mendes UVS. Avanços e desafios da interoperabilidade no Sistema Único de Saúde. J Health Inform. 2025;17:1112. doi: https://doi.org/10.59681/2175-4411.v17.2025.1112

NOTAS EDITORIAIS

O Journal of Health Informatics é uma publicação científica mantida pela Sociedade Brasileira de Informática em Saúde, associação científica sem fins lucrativos dedicada ao desenvolvimento da Informática em Saúde e da Saúde Digital no Brasil. O processo editorial é conduzido com independência científica, sem interferência institucional, comercial ou de patrocinadores, e segue as boas práticas internacionais de ética em publicação científica.

Este artigo foi avaliado por pares, em sistema duplo-cego, por especialistas da área. A equipe editorial usou ferramentas de inteligência artificial, com supervisão humana, na triagem inicial, na conferência do texto, das referências e dos números e, quando necessário, no redesenho de figuras, quadros e tabelas, aprovado pelos autores na prova. As ferramentas e as salvaguardas estão na Política de uso de inteligência artificial da revista. As decisões editoriais foram tomadas por pessoas.

SBIS Sociedade Brasileira de Informática em Saúde