

Desenvolvimento, validação e usabilidade de um software para o cálculo de escala de alerta precoce em enfermaria de um hospital de ensino

Development, validation and usability of software for calculating the early warning scale in a teaching hospital ward

Davi Tamamaru de Souza^{1*}, Maria Fernanda Almeida Oliveira², André Felipe Ribeiro Cordeiro³, Luiz Henrique Toffanetto e Marques⁴, Yandre Maldonado e Gomes da Costa⁵ e Cátia Millene Dell' Agnolo⁶

¹Pós-graduando do Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência, Departamento de Medicina, Universidade Estadual de Maringá (UEM); ²Acadêmico do Curso de Ciência da Computação, UEM; ³Professor do Departamento de Informática, UEM; ⁴Pós-graduando do Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, e Analista de Sistemas no Departamento de Informática, UEM; ⁵Professor do Departamento de Informática, UEM; ⁶Professor do Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência, Departamento de Medicina, UEM.

Resumo

Objetivo: desenvolver e avaliar a usabilidade de um software que foi utilizado como facilitador na implementação do cálculo do escore *Modified Early Warning Score* (MEWS), nos setores de enfermaria clínica e cirúrgica de um hospital de ensino. **Metodologia:** trata-se de um estudo tecnológico que demonstra o desenvolvimento e a avaliação da usabilidade de um software para o cálculo do escore MEWS durante a implementação em enfermarias clínica e cirúrgica. Os dados do MEWS foram calculados pelos enfermeiros do setor a partir dos sinais vitais e da avaliação neurológica do paciente, com a utilização do software. Os 29 enfermeiros participantes preencheram o questionário do *System Usability Scale* (SUS). Os dados obtidos mediante as respostas do SUS foram analisados por meio de medidas de tendência central, medidas de dispersão e medidas de localização. O índice de validade de conteúdo (IVC) foi utilizado para a avaliação do instrumento de pesquisa, verificando se os itens que compõem o instrumento estavam alinhados com o objetivo estabelecido. **Resultados:** entre os participantes, 31% (9/29) sugeriram a integração do software ao sistema eletrônico de gestão de prontuários do hospital de ensino. A maioria dos itens avaliados alcançou o IVC máximo de 1,0, demonstrando a alta aceitabilidade do instrumento utilizado na pesquisa. Além disso, a usabilidade do software, avaliada por meio do questionário SUS, obteve o melhor resultado possível. **Conclusão:** a usabilidade do software desenvolvido como facilitador na implementação do MEWS, nos setores de enfermaria clínica e cirúrgica de um hospital de ensino, teve um excelente resultado.

Palavras-chave: Escore de alerta precoce; ciência da implementação; segurança do paciente; deterioração clínica; indicadores de morbimortalidade.

Abstract

Objective: to develop and evaluate the usability of software used as a facilitator in implementing the *Modified Early Warning Score* (MEWS) in a teaching hospital's clinical and surgical wards. **Methodology:** this is a technological study describing the development and evaluation of the usability of software for calculating the MEWS score during implementation in clinical and surgical wards. The ward nurses calculated the MEWS data based on the patient's vital signs and neurological assessment using the software. The 29 participating nurses completed the *System Usability Scale* (SUS) questionnaire. The data obtained through the SUS responses were analysed using measures of central tendency, measures of dispersion and measures of location. The content validity index (CVI) was used to evaluate the research instrument, verifying whether the items that make up the instrument were aligned with the established objectives. **Results:** among the participants, 31% (9/29) suggested integrating the software with the teaching hospital's electronic medical record management system. Most of the items evaluated achieved the maximum CVI of 1.0, demonstrating the high acceptability of the instrument used in the research. In addition, the usability of the software, assessed through the SUS questionnaire, obtained the best possible result. **Conclusion:** the usability of the software developed as a facilitator in implementing MEWS in a teaching hospital's clinical and surgical wards had an excellent result.

Keywords: Early warning score; Implementation science; Patient safety; Clinical deterioration; Indicators of morbidity and mortality.

INTRODUÇÃO

Mais de 20% dos pacientes inicialmente internados em enfermarias, com baixo ou nenhum risco de piora,

apresentam condições que requerem cuidados intensivos dentro de 24 horas após a admissão¹. Além disso, entre 14% e 28% das transferências para as unidades de terapia intensiva (UTIs) ocorrem de forma não planejada².

Muitos desses casos de piora clínica não são identificados a tempo, resultando em um aumento significativo na morbidade e na mortalidade dos pacientes. Esses

Corresponding/ Correspondente: *Davi Tamamaru de Souza – End: Av. XV de Novembro 995, 87013-230, Bairro Zona 1, Maringá, Paraná, Brasil. – E-mail: davitamamaru@hotmail.com, tel.: (44) 99139-2133

desfechos, em grande parte, poderiam ser prevenidos com a instituição precoce de tratamentos adequados³. Nesse contexto, os escores de alerta precoce (EWSs) emergem como uma solução promissora³. Essas ferramentas têm como objetivo detectar precocemente pacientes em risco de agravamento clínico, permitindo intervenções em tempo hábil e aprimorando a qualidade da assistência prestada.

Dentre as várias ferramentas cientificamente difundidas e validadas, destaca-se o *Modified Early Warning Score* (MEWS), utilizado na admissão do indivíduo à emergência e durante a internação na enfermaria, a fim de reconhecer o risco de agravamento clínico.

Todavia, apesar da adoção generalizada de algoritmos EWS e protocolos de escalonamento associados, os resultados dos pacientes não melhoraram de forma considerável. Talvez porque erros no cálculo do EWS são comuns, resultando na falha em tomar a decisão correta. Outras barreiras para a implementação dos EWSs incluem atrasos na documentação, falta de familiaridade com o protocolo de escalonamento, falha em seguir o protocolo e comunicação deficiente⁴. Portanto, a simples implementação do MEWS para reconhecer precocemente pacientes com risco não se traduz em uma intervenção que possa prevenir a piora clínica⁵.

Diante do exposto, julgou-se necessária esta pesquisa, com o objetivo de desenvolver e avaliar a usabilidade de um *software* para o cálculo automático do MEWS. Ele foi utilizado como um facilitador na implantação e implementação do escore nos setores de enfermaria clínica e cirúrgica de um hospital de ensino, a fim de reconhecer precocemente os pacientes com agravamento clínico.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de produção tecnológica de um *software* para o cálculo do escore MEWS e da respectiva implementação nos setores de enfermaria clínica e cirúrgica de um hospital de ensino localizado no Noroeste do Paraná. Esses setores são compostos por 75 leitos distribuídos em três postos de enfermagem. Há 25 quartos com três leitos cada um.

Os setores contavam com 29 enfermeiros, que trabalhavam nos períodos da manhã (07 às 13h), da tarde (13 às 19h) e da noite (19 às 07h). A média de internados, entre os meses de março a agosto de 2024, foi de 54 pacientes, sendo 29 clínicos, 16 cirúrgicos e 9 de ortopedia⁶.

A operacionalização do estudo seguiu cinco fases, as quais são descritas a seguir.

Fase 1 – Pesquisa bibliográfica

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica para a construção do referencial teórico, de modo a fornecer a fundamentação necessária ao embasamento científico do estudo.

Fase 2 – Desenvolvimento do *software*

O desenvolvimento do *software* para o cálculo do MEWS foi feito em parceria com o Departamento de Informática (DIN) da Universidade Estadual de Maringá. Para esse desenvolvimento, foi adotada uma metodologia que engloba a revisão bibliográfica, o planejamento e *design* do sistema e a implementação técnica. Foram analisados artigos científicos, diretrizes clínicas e outras fontes especializadas para entender detalhadamente os critérios e as fórmulas utilizados no cálculo do escore.

Após a fase de pesquisa, passamos para o planejamento da aplicação. Definimos claramente os requisitos funcionais e não funcionais do sistema. O foco principal era permitir a inserção dos sinais vitais (pressão arterial, frequências cardíaca e respiratória e temperatura corporal) e do estado neurológico dos pacientes, calculando automaticamente o MEWS com base nos dados fornecidos, e exibindo os resultados e alertas de forma clara e compreensível. A ideia era garantir que a aplicação fosse acessível e fácil de usar para enfermeiros e médicos. Assim, foram desenvolvidos *wireframes* e protótipos que ilustraram o fluxo de trabalho, desde a inserção dos sinais vitais até a visualização dos resultados do cálculo MEWS. Esses protótipos foram testados e ajustados para assegurar que a aplicação fosse funcional e fácil de operar.

Para a implementação técnica, utilizamos a linguagem de programação *type script*, em conjunto com o *framework react* no desenvolvimento do *front-end*. Com isso, o cálculo do MEWS é realizado em tempo real, permitindo que resultados e alertas sejam gerados instantaneamente, de forma clara e rápida.

Fase 3 – Treinamento da equipe

O MEWS se destaca entre as várias ferramentas cientificamente difundidas e validadas para a utilização na admissão do indivíduo à emergência e durante a internação na enfermaria, a fim de reconhecer os pacientes com risco de agravamento clínico. Ele é composto por cinco parâmetros fisiológicos: frequência cardíaca, temperatura axilar, frequência respiratória, pressão arterial sistólica e nível de consciência. Qualquer valor fora da faixa considerada normal recebe uma pontuação entre um e três, com o total do escore podendo variar entre zero e 14⁷.

Os dados do MEWS foram calculados por meio do uso de um *software*, pelos enfermeiros do setor, a partir dos sinais vitais e das avaliações neurológicas dos pacientes. Diante disso, os enfermeiros preencheram o MEWS na admissão do paciente no setor e uma vez a cada período ou turno de trabalho – manhã, tarde e noite. O valor do MEWS e as condutas realizadas eram registrados no prontuário eletrônico do paciente.

O pesquisador realizou um treinamento presencial com todos os enfermeiros dos setores de enfermaria clínica e cirúrgica, com o intuito de abordar o uso do MEWS. Na oportunidade, orientou-se sobre a importância do escore para melhorar a assistência aos pacientes internados.

Demonstrou-se como realizar o manuseio e como calcular o MEWS com o *software*. Posteriormente, foi realizado um teste prático com os enfermeiros, sendo fornecidos dados de sinais vitais de um paciente virtual, para que fosse calculado o MEWS no *software* do computador. Além disso, foi disponibilizado um vídeo com orientações para o manuseio da ferramenta. O vídeo podia ser acessado mediante o QR Code presente na Figura 1, ou por meio do link: <https://youtu.be/pYF8nlhRZfc?si=W8JlZTIDqDleTDV7>

Figura 1 – Link de acesso ao vídeo demonstrativo de uso do *software* MEWS



Fonte: os autores, 2024.

Além do cálculo, o *software* apresentava as medidas a serem tomadas, dependendo da classificação do MEWS. As pontuações foram categorizadas em quatro grupos: normal, alterado, moderado e crítico. A frequência de controles e a resposta clínica, conforme a classificação, podem ser visualizadas no Quadro 1, que foi adaptado pelo pesquisador⁸.

Quadro 1 – Plano de ação segundo resultado do MEWS

Escore MEWS/Risco clínico	Frequência de controle	Equipe	Resposta clínica
Normal	6 horas	Enfermagem	Rotina de enfermagem
Alterado	4 horas	Enfermagem	- Verificar glicemia capilar - Verificar acessos venosos
Moderado	1 hora 15 minutos	Enfermagem Medicina	- Considerar abertura de protocolo de sepse - Monitor multiparamétrico - Aproximar carrinho de emergência - Condutas anteriores
Crítico	Avaliação imediata		- Fazer contato com a emergência e a terapia intensiva para transferência do paciente - Condutas anteriores

Fonte: adaptado de Comissão Permanente de Protocolos de Atenção à Saúde - CPPAS⁸ (2019).

Fase 4 – Implementação do MEWS

A implementação do MEWS ocorreu no período de 01 de março de 2024 a 30 de junho de 2024. O pesquisador acompanhou a equipe de enfermagem, de forma presencial, durante as duas primeiras semanas, oferecendo esclarecimentos e suporte imediato. Além disso, manteve um acompanhamento remoto via *WhatsApp*, ao longo de quatro meses. Esse suporte contínuo foi fundamental para assegurar que os profissionais se sentissem confiantes e seguros na adoção da nova ferramenta para a assistência aos pacientes

Por fim, todos os 29 enfermeiros participantes preencheram o *System Usability Scale* (SUS). Ele foi desenvolvido por Brooke em 1986 e contém dez questões que visam medir a usabilidade de diversos produtos e serviços⁹.

Fase 5 – Análise estatística. Avaliação

O banco de dados com informações coletadas dos 29 participantes enfermeiros foi compilado em uma planilha do *Microsoft Excel*[®] com as seguintes variáveis: identificação numérica dos participantes (dados desidentificados, de acordo com princípios éticos de sigilo e confidencialidade); escala SUS composta por 10 questões que foram respondidas com uma escala do tipo Likert, em que as questões 1, 3, 5, 7 e 9 apresentam uma pontuação crescente, indo de 1 (discordo totalmente), 2 (discordo), 3 (incapaz de opinar) e 4 (concordo), chegando até 5 (concordo totalmente). Já as questões pares, ou seja, 2, 4, 6, 8 e 10, são de pontuação invertida⁹.

O SUS possui uma classificação de acordo com a pontuação: < 20,5 (pior possível); 21 a 38,5 (pobre); 39 a 52,5 (mediano); 53 a 73,5 (bom); 74 a 85,5 (excelente); e 86 a 100 (melhor possível)⁹.

A normalidade dos dados foi avaliada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk, considerando que a amostra era composta por 29 participantes ($n < 30$). Além disso, as respostas do SUS foram analisadas por meio de diversas medidas estatísticas, incluindo tendência central (média e mediana), dispersão (desvio-padrão) e locação (valores máximo e mínimo).

O índice de validade de conteúdo (IVC) é uma medida que serve para verificar se os itens que compõem o instrumento são realmente relevantes e representativos do conceito que se pretende medir. Em outras palavras, o IVC avalia se o conteúdo do instrumento está alinhado com o objetivo da pesquisa, não comprometendo a qualidade dos dados e, consequentemente, a confiabilidade da pesquisa¹⁰. Logo, esse índice foi aplicado para avaliar o instrumento de pesquisa, verificando se os itens que o compõem estavam adequadamente alinhados com os objetivos do estudo.

Também foi realizada a análise de ajuste de escala ideal (*Ideal Scale Adjustment*), com o intuito de minimizar a perda de informações e facilitar a simplificação e a interpretação de dados complexos. Essa análise é uma técnica de redução de dimensionalidade, que busca transformar

dados categóricos em uma escala (dados quantitativos) que minimiza a perda de informação e preserva a estrutura original dos dados, facilitando a aplicação técnica das estatísticas que requerem dados numéricos, como quando analisamos dados de uma escala do tipo Likert¹¹.

Para a análise de fiabilidade ou confiabilidade de escala e das respostas do SUS (itens), foram empregados dois índices de consistência interna: o *alfa de Cronbach* e o *ômega de McDonald*^{12,13}. O *alfa de Cronbach* é um coeficiente de confiabilidade que varia de 0 a 1, em que valores mais próximos de 1 indicam alta consistência interna entre os itens do instrumento. Valores superiores a 0,70 são geralmente considerados aceitáveis, indicando que os itens têm uma boa correlação entre si e medem, de forma consistente, o mesmo construto¹⁴. O cálculo do *ômega de McDonald* é considerado como uma medida mais confiável de consistência interna, pois considera a estrutura fatorial dos itens e proporciona uma estimativa mais precisa da verdadeira confiabilidade do instrumento¹⁴⁻¹⁵⁻¹⁶.

Os resultados dos coeficientes *alfa* e *ômega* foram assim interpretados. *Excelente* (> 0,90): alta consistência interna, itens são altamente correlacionados. *Muito bom* (0,80 – 0,89): boa consistência interna. *Bom* (0,70 – 0,79): aceitável para a maioria das pesquisas. *Aceitável* (0,60 – 0,69): pode ser aceitável em pesquisas exploratórias. *Precisa de revisão* (< 0,60): baixa consistência interna; a revisão do instrumento é recomendada¹⁷.

Para o cálculo desses índices, foi utilizado o *software* estatístico R, com o uso do pacote '*psych*'.

Questões éticas

Houve a aplicação do termo de consentimento aos enfermeiros do setor, para que participassem do treinamento e da implantação do MEWS na enfermaria, cumprindo os preceitos regulamentados na experimentação humana definidos pela Resolução nº 466/12 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Além disso, a pesquisa obteve parecer favorável pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

RESULTADOS

Dos formulários de pesquisa enviados, 29 foram devolvidos com respostas pelos participantes. Desses, 72,4% (21) pertenciam ao gênero feminino e 27,6% (8) ao gênero masculino. Cerca de 51,7% (15) dos participantes já possuíam experiência prévia no uso do escore.

No que concerne ao maior nível de formação, observou-se que a maioria (41,4%/12) dos profissionais tinha especialização (*lato sensu*); 34,5% (10) eram apenas graduados em suas profissões; 13,8% (4) eram mestres; e 10,3% (3) eram doutores em suas áreas de atuação.

A Tabela 1 apresenta um resumo das medidas descritivas das respostas das questões utilizadas no estudo.

Tabela 1 – Sumário de medidas descritivas

Medidas descritivas	Escore bruto	Escore padronizado	Idade (anos)	Tempo de formação (anos)	Tempo de atuação hospitalar (anos)
$\bar{x}$	35.0	87.6	38.8	12.7	10.1
Md	35.0	87.5	34.0	9	5
σ	3.74	9.18	12.0	11.6	11.0
Mínimo	26.0	65.0	22.0	1	1
Máximo	40.0	100	65.0	44	44

$\bar{x}$: média; Md: mediana; σ : desvio-padrão.

Fonte: dados da pesquisa

Na Tabela 2, temos a pontuação do questionário SUS respondido pelos participantes e, na Tabela 3, um resumo

das estatísticas descritivas.

Tabela 2 – Cálculo do questionário SUS, conforme enfermeiros e sua interpretação

Participantes	Questionários										SUS escore
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
1	5	2	5	1	5	2	4	1	5	4	85
2	5	2	5	2	3	1	5	1	5	2	87,5
3	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100
4	5	1	5	1	5	2	5	1	5	1	97,5
5	5	1	5	1	5	1	5	1	5	2	97,5
6	5	1	5	2	4	2	4	2	4	1	85
7	4	1	4	2	4	2	4	1	4	2	80
8	4	2	4	4	4	2	4	2	4	4	65
9	4	1	5	1	5	1	5	1	4	1	95

10	5	2	5	1	4	2	5	3	5	1	87,5
11	5	2	4	3	4	2	5	2	4	2	77,5
12	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	75
13	5	2	5	2	4	2	4	1	4	2	82,5
14	5	2	5	2	4	2	5	1	4	2	85
15	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	97,5
16	5	2	5	2	4	2	5	3	5	1	85
17	4	2	4	2	3	2	4	2	4	2	72,5
18	4	1	5	1	1	2	5	1	4	1	82,5
19	5	1	5	1	5	1	5	1	5	2	97,5
20	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100
21	4	1	5	1	1	4	5	1	3	1	75
22	4	1	5	1	4	2	5	1	5	1	92,5
23	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100
24	4	1	5	1	4	1	5	1	4	1	92,5
25	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100
26	4	1	5	1	2	2	5	1	5	2	85
27	5	1	4	1	4	1	4	1	4	4	82,5
28	4	1	5	1	4	3	5	1	5	1	90
29	5	1	5	2	5	2	5	2	4	2	87,5

Legenda: *Q= questão; 5 = concordo totalmente; 4 = concordo; 3 = incapaz de opinar; 2 = discordo; 1 = discordo completamente.

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 3 – Sumário de estatística descritiva das respostas das questões do instrumento SUS

Medidas descritivas	QUESTÕES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{x}$	4.59	1.34	4.79	1.48	4.03	1.72	4.72	1.34	4.48	1.69
Md	5	1	5	1	4	2	5	1	5	1
σ	0.501	0.484	0.412	0.738	1.12	0.702	0.455	0.614	0.574	0.930
Mínimo	4	1	4	1	1	1	4	1	3	1
Máximo	5	2	5	4	5	4	5	3	5	4
W	0.628	0.602	0.500	0.671	0.753	0.741	0.561	0.605	0.715	0.694
p	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001

Legenda: $\bar{x}$: média; Md: mediana; σ : desvio-padrão; W: estatística W de Shapiro-Wilk; p: valor da significância; α : 0,05.

Fonte: dados da pesquisa

A análise qualitativa das sugestões dos participantes da pesquisa revelou várias áreas prioritárias para a melhoria do sistema de integração entre o MEWS e o Sistema de Gestão de Prontuários do hospital estudado, o que foi reportado por nove participantes, bem como a realização do cálculo de forma automática pelo referido Sistema, ao serem inseridos os dados dos sinais vitais (três participantes). Similarmente, a importação automática de sinais vitais também foi sugerida por dois participantes, bem como a eliminação de *link* externo. A redução de trabalho duplicado foi citada por um dos entrevistados.

Esses dados oferecem uma visão clara das prioridades expressas nas sugestões, destacando-se a integração geral como a principal preocupação dos participantes, seguida pela automação e simplificação dos processos dentro do sistema hospitalar de prontuários.

A Tabela 4 apresenta o IVC das respostas das questões utilizadas, demonstrando altos índices de validade, o que reflete a consistência e a relevância dos itens avaliados.

Tabela 4 – Índice de validade de conteúdo das respostas do questionário SUS

Questões SUS	IVC
1. Eu gostaria de usar esse painel com frequência.	1,00
2. Achei o painel desnecessariamente complexo.	1,00
3. Achei o painel fácil de usar.	1,00
4. Acho que precisaria de um apoio técnico para ser capaz de interpretar esse painel	0,97
5. Encontrei várias funções bem definidas desse painel.	0,90
6. Achei muita inconsistência no painel.	0,97
7. Eu imagino que várias pessoas rapidamente aprenderiam a usar esse painel.	1,00
8. Achei o painel muito complicado de usar.	1,00
9. Eu me senti muito confiante usando o painel.	1,00
10. Eu preciso aprender a fazer a leitura antes de usar o painel	0,90

IVC: índice de validade de conteúdo.

Fonte: dados da pesquisa

Embora não exista um valor de referência consensual para o IVC, um índice acima de 0,8 é regularmente considerado um sinal de boa validade de conteúdo. Em resumo, os dados indicam que a maioria das questões utilizadas na avaliação do painel demonstrou alta validade de conteúdo, com a maioria dos itens atingindo o IVC máximo de 1,00, refletindo a clareza, a relevância e a aceitabilidade do instrumento utilizado na pesquisa.

A análise da Tabela 5, onde está a sumarização do modelo de ajuste de escala ideal, revela que a primeira dimensão apresenta um *Alfa de Cronbach* de 0.88, indicando uma alta consistência interna. O autovalor dessa dimensão é 4.82, a inércia é de 0.48, e a variância explicada é de 48.17%. Esses resultados sugerem que a primeira dimensão é bastante robusta e explica quase metade da variância total dos dados.

Tabela 5 – Sumarização do modelo de ajuste de escala ideal

Dimensão	Alfa de Cronbach	Variância contabilizada para		
		Total (autovalor)	Inércia	% de variância
1	0.880	4.817	0.482	48.166
2	0.717	2.822	0.282	28.224
Total		7.639	0.764	
Média	0.820*	3.820	0.382	38.195

*: a média de Alfa de Cronbach tem, como base, o autovalor médio.

Fonte: dados da pesquisa.

Para a segunda dimensão, o *Alfa de Cronbach* é de 0.72, o que indica uma consistência interna aceitável. O autovalor é 2.82, com inércia de 0.28 e variância explicada de 28.22%. Embora essa dimensão explique uma proporção menor da variância, ainda contribui significativamente para o modelo geral, somando-se à variância total explicada.

No total, as duas dimensões combinadas têm um autovalor de 7.64 e inércia de 0.76. A média do *Alfa de Cronbach* é de 0.82, considerando o autovalor médio de 3.82 e a inércia média de 0.38, com uma variância explicada média de 38.20. Esses resultados indicam que o modelo possui uma boa consistência interna e explica uma proporção significativa da variância total dos dados, reforçando a validade do modelo utilizado.

É importante destacar que, como alguns itens da escala são invertidos (Q2, Q4, Q6, Q8 e Q10), essa informação foi computada, a fim de permitir uma análise fidedigna do modelo proposto de questionário.

Neste estudo, o valor do *Alfa de Cronbach* para a escala foi de 0.74. Esse valor sugere uma consistência interna aceitável, embora não esteja extremamente alto. Valores próximos a 0.70 são geralmente considerados adequados para pesquisas, indicando que a escala possui uma razoável confiabilidade, mas ainda pode ser aprimorada.

O valor do *ômega de McDonald* para a escala foi de 0.79. Esse valor é superior ao *Alfa de Cronbach* e indica

uma confiabilidade interna mais robusta, sugerindo que a escala é mais consistente e confiável, na medida em que reflete o construto pretendido.

A combinação dos resultados do *Alfa de Cronbach* e do *ômega de McDonald* fornece uma visão abrangente da confiabilidade da escala. Enquanto o *Alfa de Cronbach* sugere uma consistência interna aceitável, o *ômega de McDonald* confirma uma maior robustez na confiabilidade da escala, destacando a eficácia da escala na medição do construto de interesse.

A Tabela 6 apresenta um resumo da análise de fiabilidade da escala SUS no presente estudo.

Tabela 6 – Sumário de análise de fiabilidade de escala SUS

Itens	Se o item for eliminado	
	Alfa de Cronbach	ômega de McDonald
Q2 ^a	0.708	0.770
Q4 ^a	0.683	0.747
Q6 ^a	0.705	0.785
Q8 ^a	0.731	0.789
Q10 ^a	0.738	0.778
Q1	0.733	0.801
Q3	0.700	0.746
Q5	0.751	0.792
Q7	0.705	0.758
Q9	0.692	0.767

^a item invertido.

Fonte: dados da pesquisa.

DISCUSSÃO

A implementação do MEWS, em ambientes hospitalares, representa um avanço significativo na identificação precoce de pacientes em risco de agravamento clínico. A respectiva implementação representa um avanço significativo na identificação precoce de pacientes em risco. Os EWSs são registrados em prontuários de observação em papel, mas são, cada vez mais, registrados digitalmente⁴. Contudo, apesar dos avanços tecnológicos, existem dificuldades na implementação das ferramentas digitais, e os resultados clínicos dos pacientes não melhoram significativamente.

Antes da implementação do MEWS, a enfermagem enfrentava desafios significativos para identificar precocemente os pacientes em risco de piora clínica. O processo se baseava principalmente em observações clínicas subjetivas, feitas por enfermeiros e técnicos, o que frequentemente resultava em atrasos na adoção de condutas que poderiam reduzir o risco de agravamento dos pacientes. Para facilitar essa implementação, foi utilizado um *software* na enfermagem, agilizando e facilitando o preenchimento do escore de risco desenvolvido pelos pesquisadores.

Na primeira reunião presencial para a orientação da equipe de enfermagem, houve muita apreensão por parte dela, por se tratar de uma nova ferramenta, gerando receio de sobrecarga de trabalho. Porém, no estudo realizado por Wong et al.⁴ (2024), houve um forte envolvimento clínico com o sistema, não se encontrando diferença alguma em nenhum dos resultados predefinidos do paciente. Isso sugere que a introdução de um sistema eletrônico altamente utilizável pode ser alcançada sem impactar o atendimento clínico.

Após o treinamento, a equipe relatou não ter dificuldades para calcular o escore pelo *software* e se comprometeu a utilizar o MEWS na rotina diária. Conjuntamente, foi acordado calcular e anexar as informações na evolução de enfermagem, pois o *software* não era integrado com o sistema de prontuário eletrônico utilizado no hospital de ensino. O apoio dos gerentes de enfermagem foi um facilitador para o uso do *software* na prática diária dos enfermeiros.

A identificação bem-sucedida do agravamento clínico precoce depende principalmente da qualidade e da frequência das medições de sinais vitais, da conscientização dos enfermeiros sobre mudanças relevantes no EWS e das ações subsequentes¹⁸. Em nosso estudo, 51,7% dos enfermeiros já possuíam experiência prévia com o uso do escore, o que se revelou um diferencial para o manuseio eficaz da ferramenta e para a implementação do MEWS na enfermaria.

A introdução de um escore de alerta precoce em sistemas de prontuários médicos eletrônicos é recomendada¹. Entre os pesquisados, nove sugeriram a integração do *software* com o sistema eletrônico de gestão de prontuários do hospital de ensino.

Em nosso artigo, a usabilidade do *software* teve um resultado melhor imaginável. Ele é parecido com o que Wong et al.⁴ (2024) observaram em um estudo utilizando o cálculo de um escore de alerta precoce de forma digital, atingindo a pontuação de 77,6 (excelente).

O instrumento SUS, aplicado ao *software* para o cálculo do MEWS, foi eficiente para avaliar a usabilidade mediante a percepção do usuário⁹. A maioria dos itens atingiu o IVC máximo de 1,00, refletindo a clareza, a relevância e a aceitabilidade do instrumento utilizado na pesquisa. Além disso, enquanto o *alfa de Cronbach* sugere uma consistência interna aceitável, o *ômega de McDonald* confirmou uma maior robustez na confiabilidade da escala, destacando a eficácia da escala na medição do construto de interesse.

O benefício da introdução de tecnologias na rotina assistencial depende fortemente da qualidade da implementação, da aceitação do utilizador e dos fatores culturais e organizacionais que contextualizam a introdução dessas ferramentas. Inclusive, uma implementação deficiente pode piorar os cuidados¹⁹. Sendo assim, consideramos positiva a implementação do MEWS, calculada com o auxílio de um *software* na enfermaria de um hospital de ensino, conferindo benefícios para

equipe assistencial multidisciplinar e, principalmente, para os pacientes.

CONCLUSÃO

A construção de um *software* para o cálculo do MEWS e a respectiva implantação foram realizadas, e a usabilidade desse *software*, que foi utilizado como facilitador na implantação e na implementação nos setores de enfermagem clínica e cirúrgica de um hospital de ensino, teve um resultado considerado o melhor possível, demonstrando a robustez na confiabilidade da escala. Isso destaca a respectiva eficácia na medição do instrumento.

Esta pesquisa evidencia a relevância de integrar tecnologias digitais na prática clínica, assim como a importância de uma implementação adequada, com facilitadores (uso de *software*) e boa aceitação e envolvimento das equipes. Consequentemente, é possível proporcionar uma assistência de melhor qualidade e segurança aos pacientes, além de incentivar outras instituições a considerarem a implementação de *softwares* similares como parte de suas estratégias para promover a segurança dos pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Hwang J-I, Kim SW. Using an early warning score for nurse shift patient handover: Before-and-after study. *Asian Nurs Res*. 2022 Feb;16(1):18-24. doi: 10.1016/j.anr.2021.12.005
2. Fu L-H, Schwartz J, Moy A, Knaplund C, Kang MJ, Schnock KO, et al. Development and validation of early warning score system: A systematic literature review. *J Biomed Inform*. 2020 May;105:103410. doi: 10.1016/j.jbi.2020.103410
3. Gerry S, Bonnici T, Birks J, Kirtley S, Virdee PS, Watkinson PJ, et al. Early warning scores for detecting deterioration in adult hospital patients: systematic review and critical appraisal of methodology. *BMJ*. 2020;369:m1501. doi: 10.1136/bmj.m1501
4. Wong D C-W, Bonnici T, Gerry S, Birks J, Watkinson PJ. Effect of Digital Early Warning Scores on Hospital Vital Sign Observation Protocol Adherence: Stepped-Wedge Evaluation. *J Med Internet Res*. 2024;26:e46691. doi: 10.2196/46691
5. Liu VX, Lu Y, Carey KA, Gilbert ER, Afshar M, Akel M, et al. Comparison of Early Warning Scoring Systems for Hospitalized Patients With and Without Infection at Risk for In-Hospital Mortality and Transfer to the Intensive Care Unit. *JAMA Netw Open*. 2020 May 1;3(5):e205191. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.5191
6. Hospital Universitário de Maringá. Núcleo Interno de Regulação de leitos -NIR. Maringá; 2024.
7. Monzon LDR, Boniatti MM. Use of the Modified Early Warning Score in intrahospital transfer of patients. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2020 July-Sep;32(3):439-43. doi: 10.5935/0103-507X.20200074
8. Governo do Distrito Federal (DF). Secretaria de Estado de Saúde. Subsecretaria de Atenção Integral à Saúde. Comissão Permanente de Protocolos de Atenção à Saúde - CPPAS. Protocolo de Atenção à Saúde. Segurança do Paciente: Prevenção da Deterioração Clínica em Pacientes Adultos em Serviço Hospitalar. Brasília, 2019. 10 p.
9. Padrini-Andrade L. Avaliação da usabilidade de um sistema de informação em saúde neonatal segundo a percepção do usuário. *Rev Paul Pediatr*. 2019;37(1):90-6.

10. Polit DF, Beck CT. Fundamentos de Pesquisa em Enfermagem: Avaliação de Evidências para a Prática da Enfermagem. 9. ed. Porto Alegre: Artmed; 2018.
11. Fujiwara T, Wei X, Zhao J, Ma, K-L. Interactive Dimensionality Reduction for Comparative Analysis. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. 2022;28(1):758-68. doi: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3114807>
12. Bonett DG, Wright TA. Cronbach's alpha reliability: Interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning. J Organ. Behav. 2015;36(1):3-15. doi: <https://doi.org/10.1002/job.1960>
13. Tavakol M, Dennick R. Making sense of Cronbach's alpha. Int J Med Educ. 2011;2:53-5. doi: [10.5116/ijme.4dfb.8dfd](https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd)
14. Deng L, Chan W. Testing the Difference Between Reliability Coefficients Alpha and Omega. Educ Psychol Meas. 2017;77(2):185-203. doi: [10.1177/0013164416658325](https://doi.org/10.1177/0013164416658325)
15. Brown TA. Confirmatory factor analysis for applied research. 2. ed. New York: The Guilford Press; 2015.
16. Revelle W, Zinbarg RE. Coefficients alpha, beta, omega, and the glb: Comments on sijtsma. Psychometrika. 2009;74(1):145-54.
17. Brooke J. SUS: A Retrospective. J. Usability Stud. 2013;8(2):29-40.
18. Eddahchouri Y, Koeneman M, Plokker M, Brouwer E, van de Belt TH, van Goor H, et al. Low compliance to a vital sign safety protocol on general hospital wards: A retrospective cohort study. Int J Nurs Stud. 2021 Mar;115:103849. doi: [10.1016/j.ijnurstu.2020.103849](https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103849)
19. Bonnici T, Tarassenko L, Clifton DA, Watkinson P. The digital patient. Clin Med (Lond). 2013 June;13(3):252-7. doi: [10.7861/clinmedicine.13-3-252](https://doi.org/10.7861/clinmedicine.13-3-252)

Submetido em 06/09/2024

Aceito em 27/03/2025