



Revista Prevenção de Infecção e Saúde

The Official Journal of the Human Exposome and Infectious Diseases Network

ARTIGO ORIGINAL

DOI: <https://doi.org/10.26694/repis.v8i1.2744>

Concordância entre os escores qSOFA e NEWS no rastreamento de sepse por meio da simulação de Monte Carlo

Agreement between qSOFA and NEWS scores in the screening of sepsis through Monte Carlo simulation

Concordancia entre las puntuaciones de qSOFA y NEWS en el cribado de sepsis mediante simulación Monte Carlo

Miguel Damásio Cardoso Mendes¹ , Kelsner de Souza Kock¹ 

Como citar este artigo:

Mendes MDC, Kock KS. Concordância entre os escores qSOFA e NEWS no rastreamento de sepse por meio da simulação de Monte Carlo. Rev Pre Infec e Saúde [Internet]. 2022;8:2744. Disponível em: <http://periodicos.ufpi.br/index.php/repis/article/view/2744>. DOI: <https://doi.org/10.26694/repis.v8i1.2744>

¹ Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Departamento de Medicina. Tubarão, Santa Catarina, Brasil.

ABSTRACT

Introduction: The early warning scores used for sepsis have different risk stratification and accuracy metrics, which can delay diagnosis by the health team. **Aim:** The study aims to evaluate the agreement and differences between the qSOFA and NEWS criteria in the early detection of sepsis risk in a defined population through a computer simulation. **Outlining:** A computer simulation was performed using the Monte Carlo method. 10,000 cases were simulated based on the variables described by the NEWS and qSOFA scores. **Results:** After evaluating the 10,000 cases, qSOFA \geq 2 proved to be less sensitive (22.22% (95% CI 21.00 - 23.49)) than NEWS \geq 7 (93.41% (95% CI 91.72 - 94.78)). When analyzing specificity, NEWS \geq 7 (62.99% (CI 95% 61.98 - 63.98)) was lower than qSOFA \geq 2 (98.83% (CI 95% 98.52 - 99.08)). Agreement was 66.08% (95% CI 65.15 - 67.00). **Implications:** The study showed good agreement between the scores and also showed that NEWS is superior to qSOFA when analyzing sensitivity, but the result is reversed when talking about specificity.

DESCRIPTORS

Sepsis; Computer Simulation; Organ Dysfunction Scores; Diagnostic Techniques and Procedures; Sensitivity and Specificity.

Autor correspondente

Kelsner de Souza Kock
Endereço: Av. José Acácio Moreira, 787.
Bairro Dehon - Tubarão/SC.
CEP: 88704-900
Telefone: (48) 99996 9811
E-mail: kelserkock@yahoo.com.br

Submetido: 2022-06-09
Aceito: 2022-06-10
Publicado: 2023-02-05

INTRODUÇÃO

O conceito de sepse e sua identificação vem sofrendo modificações com o passar dos anos e, até o início da década de 90, era pouco claro e objetivo. Em 1991, foi redigido um consenso que definiu sepse como uma resposta inflamatória sistêmica (SIRS) decorrente a uma infecção. Caracterizou-se através dos critérios clínicos de SIRS, associado à duas ou mais das 5 seguintes variáveis (porém podendo haver outras manifestações): temperatura $>38^{\circ}\text{C}$ ou $<36^{\circ}\text{C}$; FC (frequência cardíaca) $>90\text{bpm}$; FR (frequência respiratória) $>20\text{irpm}$ (incursões respiratórias por minuto); Linfócitos >12000 ou <4000 ou $>10\%$ de formas imaturas; PaCO₂ (pressão arterial de dióxido de carbono) $<32\text{mmHg}$ (milímetros de mercúrio).¹

Em 2001, 10 anos após o primeiro consenso, foi realizada uma revisão dos critérios de definição, devido à baixa sensibilidade adquirida na identificação precoce de sepse. Nesse documento, a lista de critérios, dentre eles, gerais, hemodinâmicos, inflamatórios, orgânicos e de tecido foram adicionados aos critérios iniciais.²

Após 15 anos do último consenso, em 2016 foi realizada a “*Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock - Sepsis-3*” que estabeleceu uma nova definição do termo “sepse”. Ficou instituída como uma reação inflamatória desregulada do organismo humano, desencadeada devido à uma infecção pré-existente, que pode levar a complicações (como o choque séptico) até ao óbito.³

Além de uma síndrome extremamente grave, sua incidência, mortalidade e letalidade é extremamente relevante. Em 2017, foram estimados 48,9 milhões de casos de sepse em nível mundial. E, 11 milhões de mortes relacionadas, representando 19,7% de todos os óbitos.⁴ O Brasil apresentou uma taxa média de prevalência de 51,3 por 100 mil habitantes no período entre 2010 e 2019, com letalidade de aproximadamente 55%⁵ e tem acompanhado a tendência mundial, mostrando um aumento de internações nas Unidades de Terapia

Intensiva (UTI) brasileiras devido a síndrome, saltando de 19,4% em 2010 para 25,2% em 2016.⁶

Esse aumento de incidência encontrado pode ser justificado por alguns fatores, como o aumento da expectativa de vida, que faz com que exista em maior quantidade populações mais susceptíveis ao quadro, como os idosos, e também o esforço de diversos órgãos de saúde pública para o detecção precoce de quadros de sepse, levando assim à uma maior notificação e diagnóstico.⁷

Além do problema de saúde pública, somam-se os econômicos. Os custos com sepse e sua evolução para sepse grave e choque séptico aumentam dramaticamente com o aumento da severidade do problema.⁸ Em uma revisão sistemática sobre o custo hospitalar da sepse, foi demonstrado que a permanência na UTI por sepse pode variar de \$10.94247 a \$79.769.⁹ Isso faz com que países de baixa e média renda, que investem menos em saúde, concentrem 85% de todos os casos no mundo.^{4,10}

A atualização denominada “*Sepsis-3*”, surgiu como forma de identificar e estabelecer tratamento precoce dos pacientes em curso de infecção com risco de desfechos indesejados típicos de sepse, adaptando, do já existente escore SOFA (*Sequential [Sepsis-Related] Organ Failure Assessment Score*), um novo sistema de critérios que seria utilizado em atendimentos pré-hospitalares, emergências ou hospitais sem UTI. Esse novo sistema chama-se *quickSOFA* (qSOFA). Ele consiste em 3 variáveis, sendo necessária 2 delas positivas para início das medidas: FR ≥ 22 irpm; PAS ≤ 100 mmHg; Confusão mental (sim ou não).³ O qSOFA, dentro das situações para o qual foi indicado, mostrou-se superior ao próprio SOFA.¹¹

Outro critério utilizado largamente é o NEWS (*UK's National Early Warning Scores*).¹² Ele foi criado em 2012, adaptado do escore já existente EWS's (*Early Warning Scores*) e faz parte de um sistema conhecido como “*track and trigger*”, que consiste em avaliações de parâmetros fisiológicos do paciente para detectar rapidamente alterações que poderiam indicar o quadro de descompensação (*track*) e acionar

a equipe para o tratamento precoce (*trigger*). Esse mesmo critério se mostrou mais eficaz que outras EWS para detecção de eventos cardiovasculares e internações inesperadas em UTIs,¹³ mostrando que, associado à um julgamento clínico adequado, é um método muito confiável para detecção de deterioração clínica precoce.¹⁴

Foi implementado em diversos sistemas de saúde e passou a ser usado também para quadros como o de detecção precoce de sepse.¹⁵ O NEWS baseia-se em 7 critérios: Temperatura; FC; FR; PAS (pressão arterial sistólica), SpO2 (Saturação periférica de oxigênio); uso de Oxigenoterapia; Nível de Consciência. Ele estabelece parâmetros e os pontua de 0 a 3, e, através da soma, pode-se inferir nível de risco de sepse em pacientes em vigência de infecção.

Ainda é importante comentar que a implementação de novas estratégias para rastreamento e diagnóstico de sepse estão constantemente sendo atualizadas, como exemplo o *update* do score NEWS 2¹⁶ e a utilização de biomarcadores como proteína C-reativa, procalcitonina, lactato, entre outros.¹⁷

Simulações computacionais são largamente utilizadas dentro da medicina. Elas têm a capacidade de criar situações semelhantes à realidade, porém dão a possibilidade ao pesquisador de alterar variáveis para que se tornem cada vez mais próximas ao que é visto no dia-a-dia.¹⁸

Um desses métodos é conhecido como “Método de Monte Carlo”. Esse método tem caráter matemático e estatístico, e para realizar sua simulação, utiliza de números aleatórios dentro de um intervalo predefinido (valor médio e desvios padrões) e os distribui dentro de uma situação desejada. Isso faz com que diversos cenários possam ser desenvolvidos e alterados, gerando inúmeras situações hipotéticas, abrindo um leque de opções quase infinito.¹⁹

Ao longo dos anos, o tema “sepse” vem se tornando mais estudado, visto que a incidência dessa afecção segue um crescente importante e seu

impacto na saúde pública e na economia é muito relevante. Como ainda não existe padrão-ouro para o seu diagnóstico precoce, diversas ferramentas foram e estão sendo criadas para esse fim. Portanto, esse estudo tem como objetivo avaliar a concordância e as diferenças entre os critérios qSOFA e NEWS na detecção precoce do risco de sepse em uma população definida através de simulação computacional.

MÉTODO

Foi realizado um estudo de acurácia diagnóstica por meio de uma simulação computacional utilizando o método de Monte Carlo. Foram simulados 10.000 casos com base nas variáveis descritas pelos escores NEWS e qSOFA. A geração dos números foi realizada no software Microsoft Excel. Foram incluídos no estudo todos os casos simulados.

Para as variáveis abaixo, foi conduzida a geração de números aleatórios com distribuição normal (Gaussiana), utilizando os dados de média e desvio padrão:

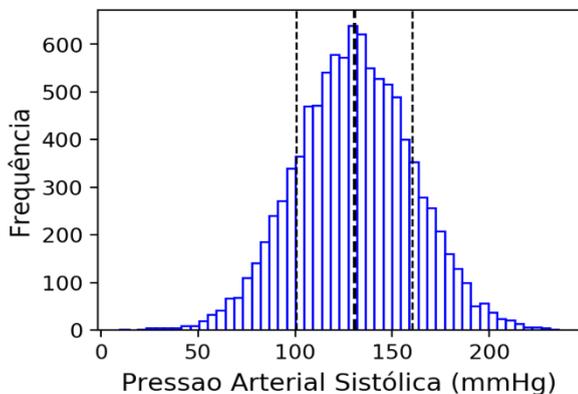
- Frequência Respiratória: 18irpm (Desvio Padrão - 4irpm)
- Saturação de O2: 94% (Desvio Padrão - 2%)
- Temperatura axilar: 36,5°C (Desvio Padrão - 1,5°C)
- Pressão Arterial Sistólica: 130 mmHg (Desvio Padrão - 30mmHg)
- Frequência cardíaca: 90bpm (Desvio Padrão - 30bpm)

Para as variáveis abaixo, foi realizada geração de números aleatórios com distribuição discreta:

- Uso de oxigenoterapia: 70% SIM - 30% NÃO
- Estado de consciência: 70% Glasgow 15 (Alerta) - 30% Glasgow <15 (sendo relacionado com V: responde a comando verbal; P: responde a estímulo doloroso ou U: irresponsivo)

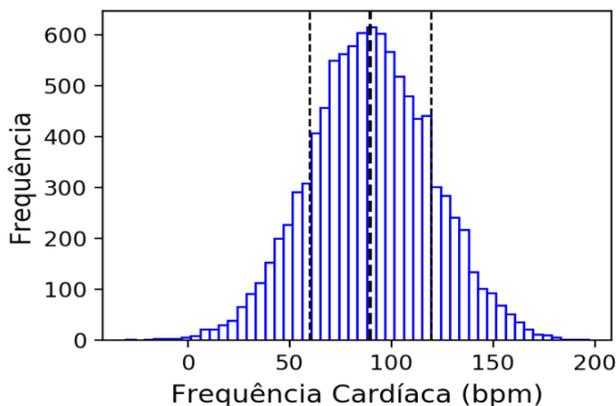
As Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 apresentam a distribuição dessas variáveis:

Figura 1 - Geração de número aleatórios da Pressão Arterial Sistólica - Distribuição normal ou Gaussiana



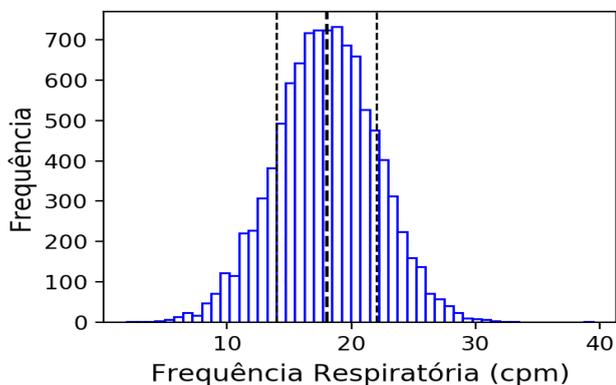
Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Figura 2 - Geração de número aleatórios da Frequência Cardíaca - Distribuição normal ou Gaussiana



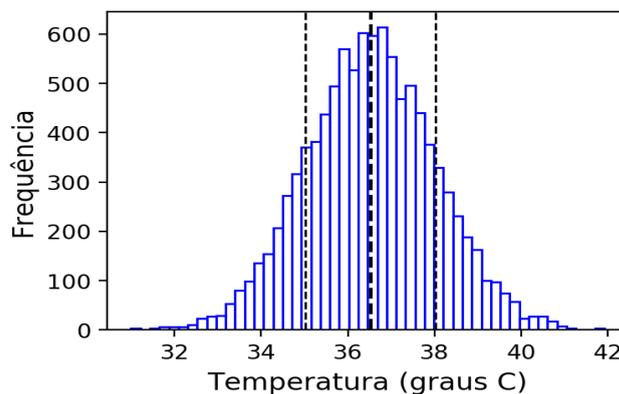
Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Figura 3 - Geração de número aleatórios da Frequência Respiratória - Distribuição normal ou Gaussiana



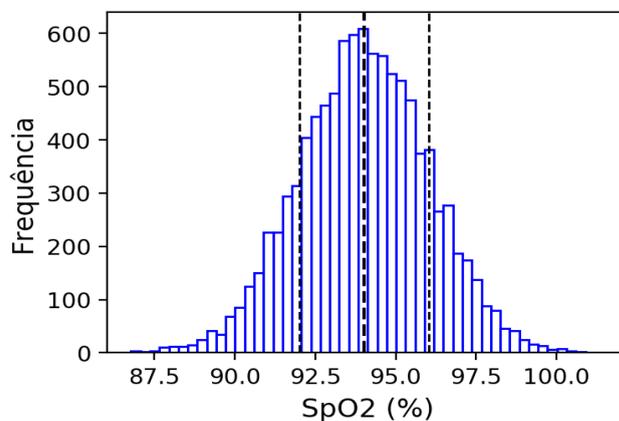
Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Figura 4 - Geração de número aleatórios da Temperatura - Distribuição normal ou Gaussiana



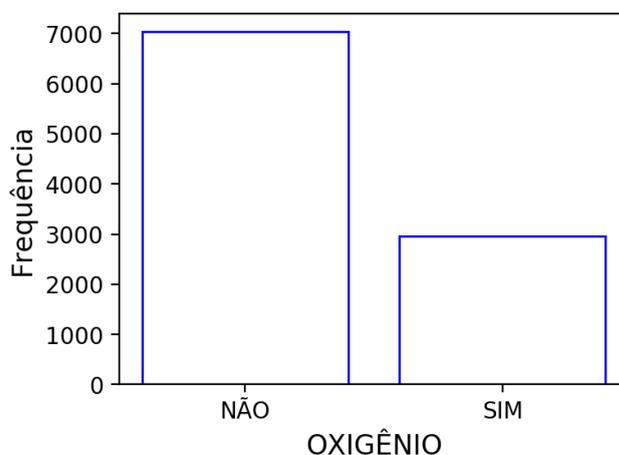
Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Figura 5 - Geração de número aleatórios da SpO2 - Distribuição normal ou Gaussiana

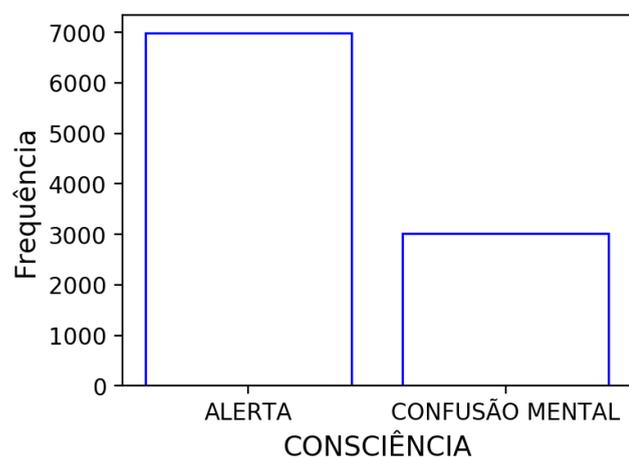


Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Figura 6 - Geração de número aleatórios da Oxigenoterapia - Distribuição Discreta



Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Figura 7 - Geração de número aleatórios do Estado de Consciência - Distribuição Discreta

Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Tabela 1 - Variáveis qSOFA.

| | 0 | 1 |
|-----------------------------|---|--|
| Frequência respiratória | < 22 irpm | ≥ 22 irpm |
| Confusão Mental: | NÃO | SIM |
| Pressão arterial sistólica: | Escala de Coma de Glasgow = 15 >100 mmHg | Escala de Coma de Glasgow < 15 ≤ 100 mmHg |

Fonte: Elaboração dos autores (2022).

- NEWS¹²

- O escore NEWS é caracterizado pela soma das pontuações dos parâmetros abaixo. Cada um

deles tem uma pontuação de 0 a 3. A soma dessas pontuações dá ao examinador a probabilidade de um desfecho grave em pacientes já hospitalizados (Tabela 2).

Tabela 2 - Variáveis NEWS.

| | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
|--------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| FR | ≤ 8 | | 9-11 | 12-20 | | 21-24 | ≥ 25 |
| Oximetria SpO2 (%) | ≤ 91 | 92-93 | 94-95 | ≥ 96 | | | |
| Oxigênio? | | Sim | | Não | | | |
| T | ≤ 35,0 | | 35,1-36 | 36,1-38 | 38,1-39 | ≥ 39,1 | |
| PAS | ≤ 90 | 91-100 | 101-110 | 111-219 | | | ≥ 220 |
| FC | ≤ 40 | | 41-50 | 51-90 | 91-110 | 111-130 | ≥ 131 |
| Consciência | | | | A | | | V, P ou U |

FR: Frequência respiratória; SpO2: Saturação periférica de oxigênio; T: Temperatura; PAS: Pressão arterial sistólica; FC: Frequência cardíaca; V: responde a comando verbal; P: responde a estímulo doloroso; U: irresponsivo.

Fonte: Adaptado de *Royal College of Physicians. National Early Warning Score (NEWS) (2012)*.

Os dados foram armazenados em um banco de dados criado com o auxílio do software Excel, e posteriormente foram exportados para o software SPSS 20.0®. Os mesmos foram apresentados por meio de números absolutos e percentuais, medidas de tendência central e dispersão. Foram analisados o grau de concordância e acurácia da detecção de sepse do escore qSOFA para valores maiores ou iguais

a 2, e, em relação ao escore NEWS, os maiores ou iguais a 7. Foi considerado intervalo de confiança de 95% com nível de significância estatística de 5%.

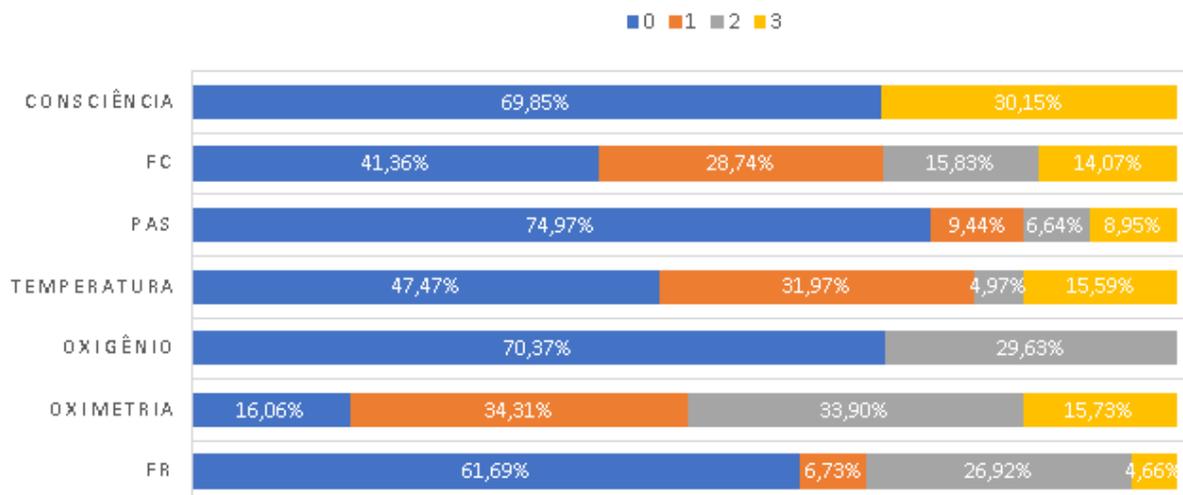
RESULTADOS

Por meio de uma simulação computacional utilizando o método de Monte Carlo, foi avaliado o

critério de NEWS em uma população de 10.000 casos fictícios. Como mostrado nas Figuras 8 e 9, pode-se identificar que, em 2982 (29,8%) casos os pacientes pontuaram entre 1-4, indicando que teriam risco mínimo de sepse quando consideramos que os mesmos estão em vigência de infecção. Já 2743

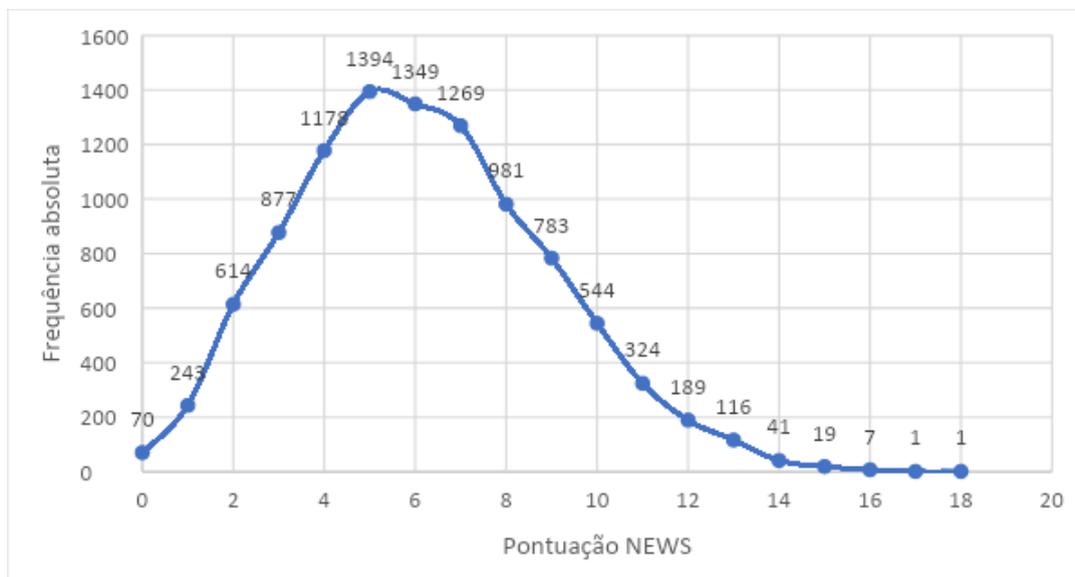
(27,4%) pontuaram entre 5-6, indicando risco médio. A maioria, 4275 (42,8%), teve sua pontuação de 7 ou mais pontos, que indica risco alto do desfecho esperado.

Figura 8 - Frequência relativa dos parâmetros do escore NEWS



FR: Frequência respiratória; T: Temperatura; PAS: Pressão arterial sistólica; FC: Frequência cardíaca
 Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Figura 9 - Histograma do escore NEWS

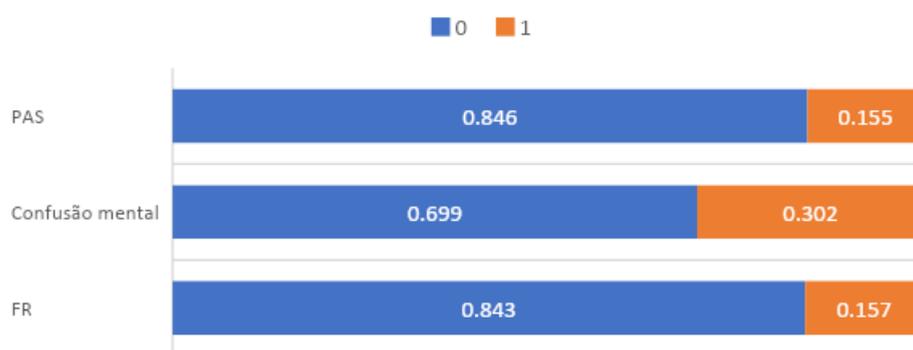


Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Nas Figuras 10 e 11, quando os casos simulados foram avaliados sob a óptica de outro critério, o qSOFA, resultados distintos são observados. Da amostra preestabelecida, apenas 1017 (10,2%) tinham mais de duas ou três variáveis alteradas, que significa que, segundo esse critério, teriam alto risco

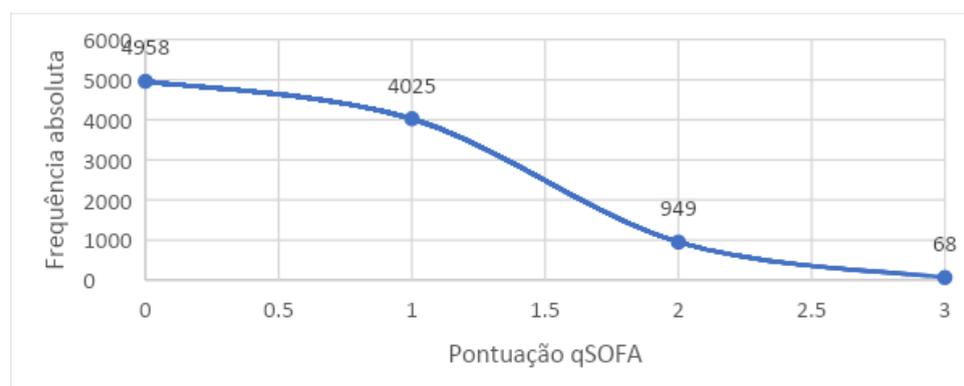
de estarem em quadro de sepse. Já 8983 (89,8%) pontuaram menos que duas variáveis, não entrando nos critérios para serem considerados pacientes de alto risco clínico e alta probabilidade de sepse, quando se assume que essa população está em vigência de infecção.

Figura 10 - Frequência relativa dos parâmetros do escore qSOFA



FR: Frequência respiratória; PAS: Pressão arterial sistólica
 Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Figura 11 - Histograma do escore qSOFA



Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Ao comparar $qSOFA \geq 2$ e $NEWS \geq 7$, foi observada uma concordância entre os dois testes de 66,08% (IC 95% 65,15 - 67,00). As tabelas 3 e 4 demonstram a análise diagnóstica entre os escores.

Tabela 3 - Comparação $qSOFA \geq 2$ com $NEWS \geq 7$

| | $NEWS \geq 7$ | $NEWS < 7$ | |
|----------------|---|--|---|
| $qSOFA \geq 2$ | 950 | 67 | VPP 93.41% (IC 95% 91,72 - 94,78) |
| $qSOFA < 2$ | 3325 | 5658 | VPN 62.99% (IC 95% 61,98 - 63,98) |
| | Sensibilidade 22,22% (IC 95% 21,00 - 23,49) | Especificidade 98.83% (IC 95% 98,52 - 99,08) | |

VPP: Valor preditivo positivo; VPN: Valor preditivo negativo; IC: Intervalo de confiança.
 Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Tabela 4 - Comparação NEWS \geq 7 com qSOFA \geq 2

| | qSOFA \geq 2 | qSOFA $<$ 2 | |
|---------------|---|---|--|
| NEWS \geq 7 | 950 | 3325 | VPP 22,22% (IC 95% 21,00 - 23,49) |
| NEWS $<$ 7 | 67 | 5658 | VPN 98,83% (IC 95% 98,52 - 99,08) |
| | Sensibilidade 93,41% (IC 95% 91,72 - 94,78) | Especificidade 62,99% (IC 95% 61,98 - 63,98). | |

VPP: Valor preditivo positivo; VPN: Valor preditivo negativo; IC: Intervalo de confiança.

Fonte: Elaboração dos autores (2022).

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo mostram que há uma concordância de 66,08% entre os critérios de NEWS e qSOFA, ou seja, na população simulada realizada neste estudo, em aproximadamente dois terços dela os critérios concordam que há uma alta probabilidade do paciente ter sepse.

Quando são comparados os dois testes diagnósticos, nota-se que o NEWS \geq 7 está relacionado com uma sensibilidade maior que o qSOFA \geq 2, sendo o primeiro com 93,41% e o segundo com apenas 22,22%. Ou seja, o NEWS tem uma capacidade maior de incluir a população como alto risco para sepse quando comparado ao outro critério.

Porém, em relação à especificidade, que é a capacidade de identificar os verdadeiros negativos, o qSOFA apresenta uma porcentagem maior, com 98,83%, destoando significativamente do NEWS, que tem uma especificidade em torno dos 63%.

Outra análise realizada foi sobre os valores preditivos. Chegou-se ao resultado de VPP = 93,41% e VPN = 62,99% para o qSOFA \geq 2 e VPP = 22,22% e VPN = 98,83% para o NEWS \geq 7. Quando se analisa os valores, nota-se que o critério de NEWS tem uma alta taxa de identificar os verdadeiros negativos, ou seja, os não doentes que não foram identificados como suspeitos de sepse, porém tem uma baixa taxa de identificação dos verdadeiros positivos. Esse resultado vai ao encontro de um estudo²⁰ realizado em um hospital de Seattle, EUA, que avaliou 880 pessoas recém transplantadas que vivenciaram pelo menos

uma suspeita de infecção após a cirurgia, e identificou, para NEWS \geq 7 um valor de VPP = 9,3% e de VPN = 97,8%. E de outro trabalho,²¹ que chegou a um VPP = 33,9% e um VPN = 87,6%.

Contudo, quando analisados os valores de qSOFA \geq 2, nota-se que o presente estudo indica uma alta identificação de verdadeiros positivos, indo na contramão dos estudos²⁰⁻²¹ citados anteriormente, que apresentam um VPP de respectivamente 7,8% e 33,8%. E, colocando-se em evidência o VPN, é notável que os estudos acima citados concluíram que o qSOFA apresenta uma detecção mais alta de casos verdadeiros negativos, com VPN de 96,4%²⁰ e 81,5%.²¹

O qSOFA foi criado em 2016 através do SEPSES-3 *TASKFORCE*³ com o objetivo de padronizar e facilitar a suspeita de sepse, já que os outros critérios utilizados, como o NEWS, necessitavam de mais infraestrutura, tempo e habilidade técnica e, em alguns casos, já foram descritos erros de cálculo.²² Nesse estudo foram descritos 6,7% de erros e 0,6% de omissões quando foi utilizado o método “papel e caneta”.²² Como forma de amenizar esse erro, os pesquisadores sugeriram que se utilizasse a tecnologia como forma de obter-se um cálculo mais fiel e não se perdessem variáveis durante essa avaliação.

Porém, em se tratando do escore de NEWS, seu uso não é apenas limitado a pacientes com suspeita de infecção. Ele é utilizado para todas as doenças agudas que chegam à emergência, como sepse, mas também como doenças cardiovasculares,

afecções do pulmão e qualquer outra intercorrência grave que possa levar a morte. O seu uso é de grande importância, incluindo: gravidade e indicador de mortalidade, acompanhamento da progressão clínica do paciente e indicador de início ou manutenção de tratamentos.¹²

Diversos estudos após a implementação do qSOFA foram lançados avaliando seu uso na prática. A maioria dos estudos chegou à conclusão que esse critério tem diversas falhas, sendo a principal delas a baixa sensibilidade em detectar possíveis desfechos como a sepse e a morte.^{20,23} Como demonstrada na presente simulação, que indicou uma maior inclusão de casos pelo NEWS \geq 7, quando comparado ao qSOFA \geq 2, onde reforça os resultados anteriormente apresentados.

Outro estudo,²⁴ que incluiu mais de 8 mil pacientes e avaliou a sensibilidade e a especificidade do teste qSOFA, revelou uma sensibilidade de 29,7% e uma especificidade de 96,1%, corroborando os resultados do presente estudo já anteriormente destacados.

Ao ter-se essa informação, entende-se o motivo de, quando comparado ao qSOFA no presente estudo, o NEWS apresentar uma maior sensibilidade na detecção de suspeita de sepse, já que ele também foi desenvolvido pensando em englobar outras doenças além dessa.

Em uma pesquisa²⁰ com mais de 30 mil pessoas que chegaram na emergência entre os anos de 2008 e 2016 nos EUA, com suspeita de infecção e tiveram um dos critérios acima analisados, pode-se afirmar que houve uma convergência entre os resultados quando comparados ao do presente estudo. Segundo Churpek,²⁰ o teste qSOFA \geq 2 obteve uma sensibilidade de 53,6% quanto ao desfecho de sepse, enquanto o NEWS \geq 7 teve uma sensibilidade maior, chegando ao valor de 76,5%. E quando se analisa especificidade, observa-se que o qSOFA foi superior ao NEWS, onde o primeiro apresentou 66,7% e o segundo, 52,7%.

Em um estudo¹⁵ de 2018, que comparou os critérios de NEWS e qSOFA segundo diversos desfechos, dentre eles a morte por sepse, obteve resultados semelhantes a outro trabalho²⁰ e ao presente estudo. Segundo ele, o NEWS \geq 7 conseguiu ser mais útil na identificação de pacientes com infecção e sepse (sensibilidade), porém quando analisados pacientes sem infecção, o qSOFA \geq 2 obteve um desempenho maior, mostrando-se mais específico.

Diferentemente desta pesquisa, que tem o objetivo de comparar os critérios através de uma população simulada virtualmente, utilizando a sepse como desfecho, um trabalho¹⁵ utilizou uma amostra de mais de 241 mil pacientes através de um estudo retrospectivo, e analisou o desfecho quanto a mortalidade. A conclusão foi que o NEWS, quando há suspeita de infecção, é uma ferramenta mais acurada para prever morte em comparação ao qSOFA.

Outro estudo de coorte retrospectiva,²³ realizado em 2018, avaliou a capacidade dos testes qSOFA e NEWS de prever mortalidade em pacientes com suspeita de sepse, e os resultados, mais uma vez, concordam com os estudos supracitados e com o presente estudo. A sensibilidade do NEWS foi de 74% enquanto do qSOFA foi de 37%, e as especificidades foram de 43% e 79%, respectivamente.

Outros trabalhos^{15,23} chegaram a mesma conclusão quando a capacidade preditiva dos testes destacados nesse estudo, onde o NEWS seria um melhor preditor de mortalidade em pacientes com suspeita de sepse, e o SEPSE-TASKFORCE³ deveria rever o seu posicionamento quanto ao qSOFA ser ou não o melhor método de rastreamento na emergência. Os autores embasam esse argumento através das análises estatísticas demonstradas acima, onde foi identificado com base na sensibilidade e especificidade de ambos em prever mortalidade, um ganho superior ao utilizar-se o critério de NEWS como preditor de sepse em pacientes na emergência.^{15,23}

Para chegar aos resultados descritos acima, foi utilizado uma população fictícia de 10.000 casos e

aplicado o modelo de Simulação de Monte Carlo. Esse modelo já é empregado dentro da medicina há mais de 60 anos, sendo o estudo mais antigo encontrado no *Publisher MEDLINE (PUBMED)* no ano de 1950.²⁵

Dentre os estudos que utilizam a simulação de Monte Carlo, pode ser citado um trabalho²⁶ realizado em 2017, que utilizou essa ferramenta para prever o uso de leitos hospitalares em caso de situação de emergência, como em um grande desastre com inúmeras vítimas. Além desse, um estudo²⁷ realizado também em 2017, utilizou a simulação de Monte Carlo para demonstrar o ganho econômico e na área da saúde quando implementadas clínicas-escolas (*Student Run Clinics*) em uma área com acesso a saúde defasado. Também, uma pesquisa²⁸ de 2019, utilizou a mesma ferramenta para simular o impacto nos custos de um hospital quando feito um controle da hipotensão em pacientes com suspeita de sepse na emergência. Todos esses exemplos justificam a escolha da simulação computacional através do Método de Monte Carlo para esse estudo, mostrando que há um ganho significativo quando se associa tecnologia e ciência na medicina.

Para implementar a simulação de Monte Carlo dentro do presente estudo, considerações foram feitas. Dentre as considerações positivas quanto à introdução desse método de estudo, foi destacada a maior rapidez para chegar aos resultados esperados, não sendo necessário adentrar ao ambiente hospitalar ou banco de dados. Outra seria a capacidade de incluir uma maior população no estudo, e utilizar a mesma população para avaliar ambos os critérios (NEWS e qSOFA), não necessitando estar em um grande centro para realização de um estudo com

tamanha importância. Também, pode-se afirmar como vantagem em utilizar a simulação a presença de todas as variáveis necessárias para que se tenha um resultado de confiança, diferentemente de quando utiliza-se dados reais, onde muitas vezes o pesquisador encontra dificuldade para localizar todas as informações necessárias.

Porém, há limitações no uso da simulação pelo método de Monte Carlo. Dentre elas, a utilização de dados simulados que, podem não corresponder fielmente a realidade. Contudo, pondera-se que essa limitação tenha sido minimizada, devido à utilização dos parâmetros fisiológicos simulados dentro de um intervalo de confiança realístico.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou, através de uma simulação computacional pelo método de Monte Carlo, a concordância e os testes diagnósticos dos critérios de qSOFA e NEWS, quando utilizados para avaliar risco de sepse em paciente na emergência.

O estudo demonstrou uma boa concordância entre os escores e que o teste de NEWS obtém superioridade ao qSOFA quando analisado a sua sensibilidade, porém o resultado se inverte quando relacionado à especificidade.

Esse achado, portanto, quando comparado aos estudos atuais, corrobora os resultados dos mesmos, demonstrando que o SEPSE-3 *Taskforce* deveria rever o qSOFA como método de escolha para prever sepse.

RESUMO

Introdução: Os escores de alerta precoce utilizados para sepse possuem diferentes métricas de estratificação de risco e acurácia, que podem atrasar o diagnóstico pela equipe de saúde. **Objetivo:** O estudo tem como objetivo avaliar a concordância e as diferenças entre os critérios qSOFA e NEWS na detecção precoce do risco de sepse em uma população definida através de uma simulação computacional. **Delineamento:** Foi realizada uma simulação computacional utilizando o método de Monte Carlo. Foram simulados 10.000 casos com base nas variáveis descritas pelos escores NEWS e qSOFA. **Resultados:** Após avaliação dos 10.000 casos, o qSOFA \geq 2 mostrou-se menos sensível (22,22% (IC 95% 21,00 - 23,49)) do que o NEWS \geq 7 (93,41% (IC 95% 91,72 - 94,78)). Quando se analisa a especificidade, o NEWS \geq 7 (62,99% (IC 95% 61,98 - 63,98)) foi inferior ao qSOFA \geq 2 (98,83% (IC 95% 98,52 - 99,08)). A concordância foi de 66,08% (IC 95% 65,15 - 67,00). **Implicações:** O estudo demonstrou uma boa concordância entre os escores e que o NEWS obtém superioridade ao qSOFA quando analisado a sua sensibilidade, porém o resultado se inverte quando se fala em especificidade.

DESCRITORES

Simulação por Computador; Escores de Disfunção Orgânica; Técnicas e Procedimentos Diagnósticos; Sensibilidade e Especificidade.

RESUMEN

Introducción: Los puntajes de alerta temprana utilizados para la sepsis tienen diferentes estratificaciones de riesgo y métricas de precisión, lo que puede retrasar el diagnóstico por parte del equipo de salud. **Objetivo:** El estudio tiene como objetivo evaluar la concordancia y las diferencias entre los criterios qSOFA y NEWS en la detección temprana de riesgo de sepsis en una población definida a través de una simulación por computadora. **Delineación:** Se realizó una simulación por computadora utilizando el método Monte Carlo. Se simularon 10.000 casos en base a las variables descritas por los puntajes NEWS y qSOFA. **Resultados:** Después de evaluar 10.000 casos, qSOFA \geq 2 fue menos sensible (22,22% (IC 95% 21,00 - 23,49)) que NEWS \geq 7 (93,41% (IC 95% 91,72 - 94,78)). Al analizar la especificidad, NEWS \geq 7 (62,99% (IC 95% 61,98 - 63,98)) fue menor que qSOFA \geq 2 (98,83% (IC 95% 98,52 - 99,08)). La concordancia fue del 66,08 % (IC del 95 %: 65,15 - 67,00). **Implicaciones:** El estudio mostró buena concordancia entre las puntuaciones y que NEWS es superior a qSOFA al analizar su sensibilidad, pero el resultado se invierte al hablar de especificidad.

DESCRIPTORES

Sepsis; Simulación por Computador; Puntuaciones en la Disfunción de Órganos; Técnicas y Procedimientos Diagnósticos; Sensibilidad y Especificidad.

REFERÊNCIAS

- Bone RC, Balk RA, Cerra FB, Dellinger RP, Fein AM, Knaus WA, et al. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Chest* [Internet]. 1992 Jun [cited 2021 Nov 02];101(6):1644-55. Available from: <https://doi.org/10.1378/chest.101.6.1644>
- Levy MM, Fink MP, Marshall JC, Abraham E, Angus D, Cook D, et al. 2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS International Sepsis Definitions Conference. *Crit Care Med* [Internet]. 2003 Apr [cited 2021 Nov 02];31(4):1250-6. Available from: <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000050454.01978.3B>
- Singer M, Deutschman CS, Seymour C, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3). *JAMA - J Am Med Assoc* [Internet]. 2016 Feb [cited 2021 Nov 12];315(8):801-10. Available from: <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0287>
- Rudd Ke, Johnson SC, Agesa KM, Shackelford KA, Tsoi D, Kievlan DR, et al. Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990-2017: analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet* [Internet] 2020 [cited 2022 Jun 07];395:200-11. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32989-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32989-7)
- Almeida NRC, Pontes GF, Jacob FL, Deprá JVS, Porto JPP, Lima FR, et al. Analysis of trends in sepsis mortality in Brazil and by regions from 2010 to 2019. *Revista de Saúde Pública* [Internet] 2022 [cited 2022 Jun 07]; 56(25):1-13. Available from: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056003789>
- Lobo SM, Rezende E, Mendes CL, de Oliveira MC. Mortality due to sepsis in Brazil in a real scenario: The Brazilian ICUs project. *Rev Bras Ter Intensiva* [Internet]. 2019 [cited 2021 Nov 02];31(1):1-4. Available from: <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20190008>
- Harpaz R, Dahl RM, Dooling KL. Prevalence of immunosuppression among US adults, 2013. *JAMA - J Am Med Assoc* [Internet]. 2016 Dec [cited 2021 Nov 02];316(23):2547-8. Available from: <https://doi.org/10.1001/jama.2016.16477>
- Paoli CJ, Reynolds MA, Sinha M, Gitlin M, Crouser E. Epidemiology and Costs of Sepsis in the United States-An Analysis Based on Timing of Diagnosis and Severity Level. *Crit Care Med* [Internet] 2018 Dec [cited 2021 Nov 02];46(12):1889-1897. Available from: <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003342>
- Arefian H, Heublein S, Scherag A, Brunkhorst FM, Younis MZ, Moerer O, Fischer D, Hartmann M. Hospital-related cost of sepsis: A systematic review. *J Infect* [Internet] 2017 Feb [cited 2021 Nov 02];74(2):107-117. Available from <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2016.11.006>
- Rudd KE, Kissoon N, Limmathurotsakul D, Bory S, Mutahunga B, Seymour CW, et al. The global burden of sepsis: barriers and potential solutions. *Crit Care* [Internet] 2018 [cited 2021 Nov 02]; 22:232. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2157-z>

11. Seymour CW, Liu VX, Iwashyna TJ, Brunkhorst FM, Rea TD, Scherag A, et al. Assessment of clinical criteria for sepsis for the third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3). *JAMA - J Am Med Assoc* [Internet]. 2016 Feb [cited 2021 Nov 02];315(8):762-74. Available from: <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0288>
12. Royal College of Physicians (UK). National Early Warning Score (NEWS):Standardising the assessment of acute-illness severity in the NHS. London; 2012 [cited 2021 Nov 12]. Available from: <https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/national-early-warning-score-news-2>
13. Smith GB, Prytherch DR, Meredith P, Schmidt PE, Featherstone PI. The ability of the National Early Warning Score (NEWS) to discriminate patients at risk of early cardiac arrest, unanticipated intensive care unit admission, and death. *Resuscitation* [Internet]. 2013 Apr [cited 2021 Nov 12];84(4):465-70. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.12.016>
14. Spagnolli W, Rigoni M, Torri E, Cozzio S, Vettorato E, Nollo G. Application of the National Early Warning Score (NEWS) as a stratification tool on admission in an Italian acute medical ward: A perspective study. *Int J Clin Pract* [Internet]. 2017 Mar [cited 2021 Nov 02];71(3-4):1-8. Available from: <https://doi.org/10.1111/ijcp.12934>
15. Redfern OC, Smith GB, Prytherch DR, Meredith P, Inada-Kim M, Schmidt PE. A comparison of the Quick sequential (Sepsis-related) Organ failure assessment score and the National early warning score in non-ICU patients with/without infection. *Crit Care Med* [Internet]. 2018 Dec [cited 2021 Nov 02];46(12):1923-33. Available from: <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003359>
16. National Early Warning Score (NEWS) 2: Standardising the assessment of acute-illness severity in the NHS. Royal College of Physicians; 2017 [cited 2021 Nov 15]. Available from: <https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/national-early-warning-score-news-2>
17. Pierrakos C, Velissaris D, Bisdorff M, Marshall JC, Vincent JL. Biomarkers of sepsis: time for a reappraisal. *Crit Care* [Internet]. 2020 Jun [cited 2021 Nov 15];24(1):287. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02993-5>
18. Yousefi M, Yousefi M, Fogliatto FS, Ferreira RPM, Kim JH. Simulating the behavior of patients who leave a public hospital emergency department without being seen by a physician: A cellular automaton and agent-based framework. *Brazilian J Med Biol Res* [Internet]. 2018 [cited 2021 Nov 02];51(3):1-10. Available from: <https://doi.org/10.1590/1414-431X20176961>
19. Yoriyaz H. Monte Carlo Method: principles and applications in Medical Physics. *Rev Bras Física Médica* [Internet]. 2009 [cited 2021 Nov 02];3(1):141-9. Available from: <https://doi.org/10.29384/rbfm.2009.v3.n1.p141-149>
20. Churpek MM, Snyder A, Han X, Sokol S, Pettit N, Howell MD, et al. Quick sepsis-related organ failure assessment, systemic inflammatory response syndrome, and early warning scores for detecting clinical deterioration in infected patients outside the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2017 Apr [cited 2021 Nov 02];195(7):906-11. Available from: <https://doi.org/10.1164/rccm.201604-0854OC>
21. Lind ML, Phipps AI, Mooney S, Liu C, Fohner A, Patel K, et al. Predictive value of three clinical criteria for sepsis (qSOFA, SIRS, and NEWS) with respect to short-term mortality in allogeneic hematopoietic cell transplant recipients with suspected infections. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2021 Apr [cited 2021 Nov 02];72(7):1220-9. Available from: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa214>
22. Prytherch DR, Smith GB, Schmidt P, Featherstone PI, Stewart K, Knight D, et al. Calculating early warning scores-A classroom comparison of pen and paper and hand-held computer methods. *Resuscitation* [Internet]. 2006 Aug [cited 2021 Nov 02];70(2):173-8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2005.12.002>
23. Goulden R, Hoyle MC, Monis J, Railton D, Riley V, Martin P, et al. QSOFA, SIRS and NEWS for predicting inhospital mortality and ICU admission in emergency admissions treated as sepsis. *Emerg Med J* [Internet]. 2018 Jun [cited 2021 Nov 02];35(6):345-9. Available from: <https://doi.org/10.1136/emermed-2017-207120>
24. Williams JM, Greenslade JH, McKenzie J V., Chu K, Brown AFT, Lipman J. Systemic Inflammatory Response Syndrome, Quick Sequential Organ Function Assessment, and Organ Dysfunction: Insights From a Prospective Database of ED Patients With Infection. *Chest* [Internet]. 2017 Mar [cited 2021 Nov 02];151(3):586-96. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2016.10.057>
25. Rogers DWO. Fifty years of Monte Carlo simulations for medical physics. *Phys Med Biol* [Internet]. 2006 Jul [cited 2021 Nov 02];51(13). Available from: <https://doi.org/10.1088/0031-9155/51/13/R17>
26. Toerper MF, Kelen GD, Sauer LM, Bayram JD, Catlett C, Levin S. Hospital Surge Capacity: A Web-Based Simulation Tool for Emergency Planners. *Disaster Med Public Health Prep* [Internet]. 2018 Aug [cited 2021 Nov 02];12(4):513-22. Available from: <https://doi.org/10.1017/dmp.2017.93>
27. Arenas DJ, Lett E, Klusaritz H, Teitelman AM. A Monte Carlo simulation approach for estimating the health and economic impact of interventions provided at a student-run clinic. *PLoS One* [Internet]. 2017 Dec 28 [cited 2021 Nov 02];12(12):e0189718. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189718>
28. Keuffel EL, Stevens M, Gunnarsson C, Rizzo J, Sessler DI, Maheshwari K. A Monte Carlo simulation estimating US hospital cost reductions associated with hypotension control in septic ICU patients. *J Med Econ* [Internet]. 2019 Apr [cited 2021 Nov 02];22(4):383-9. Available from: <https://doi.org/10.1080/13696998.2019.1576695>

COLABORAÇÕES

MDCM: contribuições substanciais na redação do artigo, revisão crítica e aprovação da versão final. KSK: contribuições substanciais no delineamento, análise e interpretação de dados, na revisão crítica e aprovação da versão final. **Todos os autores concordam e são responsáveis pelo conteúdo desta versão do manuscrito a ser publicado.**

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Não se aplica.

FONTE DE FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONFLITOS DE INTERESSE

Não há conflitos de interesses a declarar.