

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO XII

Capítulo 56

ACURÁCIA PROGNÓSTICA DOS ESCORES HACOR E ROX NA PREDIÇÃO DE FALHA DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA E PREVENÇÃO DE INTUBAÇÃO TARDIA

ANA BEATRIZ DANTAS BRANDINI¹
BRENO WILLIAM SANTANA ALVES²
LÍVIA FEITOSA DE ASSIS¹
MELL RIBEIRO CESPEDES MORENO SILVA¹

¹Graduanda em Medicina – Universidade Tiradentes (UNIT).

²Especialista em Medicina Intensiva – Hospital de Cirurgia.

Palavras-chave: Ventilação Não Invasiva; Escore HACOR; Índice ROX.

DOI

10.59290/2301027160

EP EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A insuficiência respiratória aguda (IRpA) é uma síndrome clínica crítica e prevalente no ambiente da unidade de terapia intensiva (UTI), caracterizada pela incapacidade do sistema respiratório de manter a oxigenação e/ou a ventilação adequadas (MENEZES *et al.*, 2025). A abordagem da IRpA grave frequentemente demanda intubação orotraqueal; contudo, a ventilação não invasiva (VNI) e a cânula nasal de alto fluxo (CNAF) passaram a integrar estratégias de primeira linha em indicações selecionadas. A VNI, ofertada por meio de pressão positiva contínua (CPAP) ou ventilação em dois níveis (BiPAP), reduz o trabalho respiratório e pode evitar complicações graves, como pneumonia associada à ventilação mecânica e necessidade de sedação profunda (CRUZ; ZAMORA, 2013).

Apesar dos benefícios fisiológicos reconhecidos, a VNI apresenta taxas de falha substanciais, que variam conforme a gravidade e a etiologia subjacente, como exacerbações de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) e infecções virais graves, como a COVID-19 (MOHAN *et al.*, 2026; VARPAEI *et al.*, 2023). A falha do suporte não invasivo não reconhecida precocemente pode culminar em atraso da intubação, evento associado ao aumento da morbimortalidade. Um dos mecanismos propostos para essa deterioração envolve o elevado *drive respiratório* do paciente, que pode gerar estresse mecânico no parênquima pulmonar e contribuir para a lesão pulmonar autoinfligida pelo paciente (P-SILI) (CARVALHO *et al.*, 2025).

Para reduzir a lacuna clínica entre o sucesso terapêutico e o agravamento associado ao atraso da intubação, ferramentas preditivas objetivas

podem contribuir para a avaliação seriada (PEARCE *et al.*, 2025). Entre os instrumentos estudados estão o escore HACOR (*Heart rate, Acidosis, Consciousness, Oxygenation, and Respiratory rate*) e o índice ROX (*Ratio of Oxygen Saturation to Fraction of Inspired Oxygen to Respiratory Rate*). Este capítulo tem por objetivo analisar evidências recentes sobre o desempenho prognóstico desses instrumentos e sua possível contribuição para o reconhecimento da falha da VNI e a prevenção da intubação tardia.

MÉTODO

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão da literatura. Foram consultadas as bases PubMed (MEDLINE), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Web of Science e Cochrane. A seleção concentrou-se em publicações prioritariamente entre 2020 e 2026 que avaliaram a área sob a curva ROC (AUC/AUROC) e a acurácia dos índices ROX, HACOR e HACOR atualizado em pacientes adultos sob VNI ou CPAP, além de estudos sobre a associação entre falha da VNI, P-SILI e mortalidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fisiopatologia: o atraso da intubação e o desenvolvimento da P-SILI

O manejo da insuficiência respiratória exige que o intensivista reconheça o limite entre o benefício da VNI e a exaustão muscular, que pode contribuir para a lesão pulmonar. A manutenção da respiração espontânea em pulmões previamente lesados, como na SDRA ou em pneumonia grave, pode induzir elevado *drive respiratório*. Esse esforço vigoroso pode resultar em grandes variações da pressão pleural e em pressão transpulmonar excessiva.

No fenômeno mecânico denominado *Pen-delluft*, o ar se desloca rapidamente das regiões não dependentes para as regiões dependentes do pulmão durante a contração diafragmática, o que pode gerar estiramento alveolar anômalo e inflamação (CARVALHO *et al.*, 2025). Carvalho *et al.* (2025, p. 4) descrevem esse processo patológico:

“Ocorre quando o paciente apresenta lesão pulmonar associado ao *drive respiratório*, resultando em sobredistensão do parênquima pulmonar, devido a alterações globais ou regionais de pressão ou volume, aumentando a pressão transvascular, favorecendo com que o paciente tenha um edema e lesões do diafragma, possivelmente agravando a lesão pré-existente devido a piora das trocas gasosas pulmonares e comprometimento da mecânica ventilatória.”

As implicações clínicas dessa lesão mecânica podem associar-se a maior mortalidade. Em uma coorte prospectiva, Mohan *et al.* (2026) observaram mortalidade de 22,2% entre pacientes com falha da VNI intubados precocemente, dentro de 12 horas, e de 80,0% entre

aqueles submetidos à intubação após esse período. Em outra investigação com pacientes com DPOC, Pratapa Reddy *et al.* (2024) relataram mortalidade de 33,3% no grupo de intubação precoce e de 75,0% no grupo de intubação tardia. Esses achados sugerem que a manutenção ineficaz da VNI pode associar-se a maior risco de morte.

Escore HACOR e a versão atualizada

Desenvolvido originalmente para prever a falha da VNI em pacientes hipoxêmicos, o escore HACOR avalia componentes sistêmicos e respiratórios em momentos definidos. A pontuação engloba frequência cardíaca, pH (acidose), nível de consciência, índice de oxigenação ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) e frequência respiratória. A composição e a pontuação do HACOR variam conforme a população e a versão empregada. A **Tabela 56.1** reproduz o sistema utilizado por Pratapa Reddy *et al.* (2024) em pacientes com exacerbação de DPOC.

Tabela 56.1 Parâmetros e pontuações do escore HACOR utilizados no estudo de Pratapa Reddy *et al.* (2024)

Categoria	Parâmetro	Pontos
Frequência cardíaca (bpm)	<100 100-119 120-139 ≥ 140	0 1 2 3
pH	$\geq 7,35$ 7,30-7,34 7,25-7,29 7,20-7,24 <7,20	0 2 3 4 8
Escala de Coma de Glasgow	15 14 13 12 ≤ 11	0 2 4 6 11
$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$	≥ 150 101-149 ≤ 100	0 1 2
Frequência respiratória (irpm)	<30 30-34 35-39 ≥ 40	0 1 2 3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Um escore HACOR igual ou superior a 5 nas reavaliações de 1 a 2 horas apresentou capacidade preditiva de falha em estudos específicos. Pratapa Reddy *et al.* (2024) demonstraram que, em exacerbações de DPOC, um HACOR ≥ 5 após 2 horas apresentou AUROC de 0,89, sensibilidade de 89,4% e especificidade de 86,2%. De forma semelhante, Vishnu *et al.* (2025) relataram sensibilidade de 82% na primeira hora em pacientes com IRpA.

Escore HACOR atualizado (*Updated HACOR score*)

Reconhecendo que a etiologia basal e a disfunção de múltiplos órgãos influenciam a tolerância ao esforço respiratório, foi desenvolvida uma versão atualizada do escore que incorpora seis variáveis basais (PEARCE *et al.*, 2025). O *Updated HACOR score* adiciona fatores ao valor da escala original por meio da seguinte

equação apresentada por Sodhi *et al.* (2025): HACOR original + $[0,5 \times \text{escore SOFA}] + [2,5 \text{ (se pneumonia)}] - [4 \text{ (se edema pulmonar cardiogênico)}] + [3 \text{ (se SDRa)}] + [1,5 \text{ (se imunossupressão)}] + [2,5 \text{ (se choque séptico)}]$.

A versão atualizada apresentou maior capacidade discriminativa que a original em coortes de desenvolvimento e validação, embora seu desempenho varie entre populações (PEARCE *et al.*, 2025). A estratificação proposta considera pontuações ≤ 7 como baixo risco; de 7,5 a 10,5, risco moderado; de 11 a 14, risco alto; e > 14 , risco muito alto de falha da VNI (SODHI *et al.*, 2025).

Índice ROX: dinâmica, praticidade e desempenho prognóstico

Originalmente concebido para a monitorização de terapias com cânula nasal de alto fluxo (CNAF), o índice ROX é definido pela razão entre a saturação periférica de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio, dividida pela frequência respiratória $[(\text{SpO}_2/\text{FiO}_2)/\text{FR}]$. Posteriormente, sua aplicabilidade foi estendida à população sob ventilação não invasiva (VNI): em estudo multicêntrico de delineamento prospectivo ($N = 1.286$), avaliou-se o valor preditivo do índice para falha de VNI em pacientes com insuficiência respiratória aguda de novo, estabelecendo-se pontos de corte estratificados por risco ($\text{ROX} \leq 2$; 2–6; 6–10; e > 10), associados

a taxas progressivamente decrescentes de insucesso terapêutico (DUAN *et al.*, 2022). Entre suas principais vantagens, destaca-se o caráter não invasivo do método, que dispensa a realização de gasometria arterial seriada e possibilita a monitorização contínua à beira-leito.

Valores decrescentes podem indicar piora da oxigenação e/ou aumento da frequência respiratória. Em uma coorte longitudinal de pacientes com COVID-19 moderada a grave e SDRa sob VNI, Anand *et al.* (2024) demonstraram aumento do desempenho discriminativo do ROX ao longo das avaliações, com AUROC de 0,84 no dia 1 e de 0,94 no dia 3. O limiar de 4,47 foi associado a menor probabilidade de falha; pacientes com $\text{ROX} > 4,47$ apresentaram odds ratio de 0,15 para falha da VNI (ANAND *et al.*, 2024). A redução do ROX nas avaliações de 6 e 12 horas também se associou à falha da VNI e à mortalidade hospitalar, devendo ser interpretada em conjunto com a avaliação clínica (VARPAEI *et al.*, 2023).

Análise comparativa: HACOR versus ROX

Estudos prospectivos compararam as duas métricas e, em momentos específicos, observaram maior capacidade discriminativa do índice ROX. A **Tabela 56.2** apresenta resultados do estudo observacional prospectivo conduzido por Mohan *et al.* (2026) em pacientes com insuficiência respiratória internados em UTI.

Tabela 56.2 Análise comparativa da curva ROC do índice ROX e do escore HACOR nas primeiras horas de VNI

Momento	Índice	AUROC (IC 95%)	Ponto de corte	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)
1 hora	ROX	0,69 (0,51-0,87)	$\leq 4,58$	71,4	68,2
1 hora	HACOR	0,66 (0,48-0,84)	> 5	64,3	68,2
6 horas	ROX	0,87 (0,75-0,98)	$\leq 4,88$	85,7	81,8
6 horas	HACOR	0,72 (0,55-0,89)	> 5	71,4	72,7
12 horas	ROX	0,78 (0,62-0,94)	$\leq 4,80$	78,6	77,3
12 horas	HACOR	0,70 (0,52-0,88)	> 5	71,4	68,2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na sexta hora de terapia, o ROX apresentou AUROC superior à do HACOR tradicional (0,87 versus 0,72; $p = 0,03$) na identificação de pacientes com falha da VNI (MOHAN *et al.*, 2026). Em pacientes com SDRA associada ao SARS-CoV-2, Anand *et al.* (2024) observaram aumento do AUROC do ROX ao longo das avaliações seriadas e desempenho não inferior ao do HACOR.

Em populações específicas, ambos os escores demonstram associações prognósticas, mas os limiares podem exigir calibração. Cipulli *et al.* (2025) relataram que, em pacientes com trauma torácico fechado sob pressão positiva, aqueles com falha apresentavam, na admissão à UTI, escores HACOR mais altos (mediana de 5 versus 2) e índices ROX mais baixos (8,5 versus 14,4). Os pontos de corte de risco foram 8,1 para o ROX e 4,5 para o HACOR. Esses achados sugerem utilidade prognóstica, embora os limiares possam variar conforme o quadro agudo e o emprego concomitante de analgesia.

Relevância prática e tomada de decisão

A transição da terapia não invasiva, por máscara ou capacete (*helmet*), para a intubação traqueal não deve ser guiada apenas pela avaliação clínica isolada ou por sinais tardios, como cianose e rebaixamento do nível de consciência (CRUZ; ZAMORA, 2013). A manutenção inadequada da VNI pode prolongar o esforço respiratório ineficaz e contribuir para a P-SILI.

Os escores podem ser utilizados de forma complementar. O HACOR atualizado incorpora informações metabólicas, neurológicas e etiológicas e auxilia na estratificação do risco nas primeiras horas. Contudo, a necessidade de gasometria arterial para obtenção de PaO_2 e pH (PEARCE *et al.*, 2025) limita avaliações muito frequentes. Nesse contexto, o índice ROX constitui alternativa de monitoramento não invasivo seriado. No estudo de Mohan *et al.* (2026), um $\text{ROX} \leq 4,88$ em 6 horas apresentou 81,8% de especificidade para falha da VNI. Esse resultado pode apoiar, mas não substituir, a avaliação clínica e os demais critérios para intubação (MOHAN *et al.*, 2026; VARPAEI *et al.*, 2023).

CONCLUSÃO

A manutenção inadequada da ventilação não invasiva diante de sinais de falha pode contribuir para o agravamento da lesão pulmonar e associar-se a maior mortalidade.

Os escores HACOR e ROX podem ser utilizados como ferramentas auxiliares para a segurança do paciente em UTI. O HACOR, especialmente em sua versão atualizada, auxilia na estratificação inicial do risco, enquanto o ROX se destaca pela possibilidade de monitoramento não invasivo seriado. A aplicação sistemática e integrada desses instrumentos pode reduzir a subjetividade e contribuir para o reconhecimento oportuno da falha, sem substituir o julgamento clínico e os demais critérios para intubação.

REFERÊNCIAS

- ANAND A. *et al.* Longitudinal Assessment of ROX and HACOR Scores to Predict Non-Invasive Ventilation Failure in Patients with SARS-CoV-2 Pneumonia. *The Journal of Critical Care Medicine*, v. 10, p. 147-157, 2024. DOI: <https://doi.org/10.2478/jccm-2024-0013>.
- CARVALHO A. C. *et al.* Retardo da intubação endotraqueal e desenvolvimento de lesão pulmonar autoinfligida pelo paciente (P-SILI) em indivíduos hipoxêmicos: revisão sistemática. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, v. 23, n. 5, e9921, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv23n5-075>.
- CIPULLI F. *et al.* Noninvasive ventilation failure in thoracic trauma: a retrospective study on predictive scores, ventilatory strategies and pain management. *Journal of Critical Care*, v. 89, 155137, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2025.155137>.
- CRUZ M. R.; ZAMORA V. E. C. Ventilação mecânica não invasiva. *Revista HUPE*, v. 12, n. 3, p. 92-101, 2013. DOI: <https://doi.org/10.12957/rhupe.2013.7535>.
- DUAN, J. *et al.* Prediction of noninvasive ventilation failure using the ROX index in patients with de novo acute respiratory failure. *Annals of Intensive Care*, v. 12, artigo 110, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13613-022-01085-7>.
- MENEZES M. A. B. *et al.* Modalidades e desfechos da ventilação não invasiva em cenários de insuficiência respiratória aguda. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 11, n. 10, p. 3030-3043, 2025. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v11i10.21557>.
- MOHAN S. *et al.* Comparison of ROX Index and HACOR Score for Predicting NIV Success and Failure in ICU Patients: a prospective observational study. *SSR Institute International Journal of Life Sciences*, v. 12, n. 2, p. 9601-9608, 2026. DOI: <https://doi.org/10.21276/SSR-IJLS.2026.12.2.42>.
- PEARCE A. K. *et al.* Can we predict the future of respiratory failure prediction? *Critical Care*, v. 29, n. 1, 253, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-025-05484-7>.
- PRATAPA REDDY D. V. *et al.* Early Prediction of Non Invasive Ventilation Failure and Mortality in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients using HACOR Score: a cross-sectional study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, v. 18, n. 12, p. OC05-OC09, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2024/73571.20404>.
- SODHI S. S. *et al.* Evaluating the *updated HACOR score*: implications for predicting NIV failure and enhancing patient management strategies. *International Journal of Scientific Research*, v. 14, n. 2, p. 45-48, 2025. Disponível em: <https://www.worldwidejournals.com/international-journal-of-scientific-research-%28IJSR%29/article/evaluating-the-updated-hacor-score-implications-for-predicting-niv-failure-and-enhancing-patient-management-strategies/NjE3MDA%3D/>. Acesso em: 15 jul. 2026.
- VARPAEI H. A.; BAYRAKTAR N.; MOHAMMADI M. Predictors of Non-invasive Ventilation Failure and Associated Factors Among the COVID-19 Patients Admitted to Intensive Care Unit. *Anesthesiology and Pain Medicine*, v. 13, n. 6, e140847, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5812/aapm-140847>.
- VISHNU S. H. R. *et al.* HACOR Score in Predicting Non-Invasive Ventilation Failure in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *International Journal of Environmental Sciences*, v. 11, n. 19s, p. 1901-1906, 2025. DOI: <https://doi.org/10.64252/x0kkj178>.