

INTRODUÇÃO

A deterioração clínica é um fenômeno complexo que afeta a saúde mental e física de pessoas em estado grave no serviço de saúde, como em Unidades de Terapia Intensiva (UTI). Esses setores concentram indivíduos que necessitam de cuidados especializados e monitorização constante. Conforme Padilla e Mayo (2018), esses pacientes podem sofrer alterações hemodinâmicas, aumentando disfunções orgânicas, podendo evoluir a óbito.

Nesse contexto, observa-se a necessidade de reformular metodologias de ensino-aprendizagem acerca da avaliação de deterioração clínica em pacientes de UTI, as tecnologias podem ser um meio, que podem auxiliar nessa mudança, sendo a base de uma aplicação *web* de simulação realística para o treino de tomada de decisão, com a finalidade de promover profissionais com rápida resposta ao prestar cuidados de enfermagem diante de uma rápida mudança de cenário, contribuindo para a maior chance de preservação da vida do paciente e redução de custos por complicações.

Em concordância com o que diz Nascimento; Macedo; Borges; (2019), esses pacientes demandam acurácia nos cuidados prestados. A deterioração manifesta-se por meio de alterações em sinais fisiológicos que são essenciais para avaliar o estado de saúde. Destacam-se a frequência cardíaca, frequência respiratória, pressão arterial, temperatura e nível de consciência, afetando significativamente o progresso do quadro clínico do usuário.

Nessa perspectiva, é preciso resguardar informações acerca de um cuidado prestado e documentar esse processo. A Resolução Cofen N° 736 de 17 de janeiro de 2024 prevê que os Registros Eletrônicos de Saúde são essenciais para isso. Ao reunir o histórico e a evolução da enfermagem, o registro torna-se um recurso valioso para a tomada de decisão (Oliveira; Dias, 2025; Araújo *et al.*, 2025).

Entretanto, em conformidade com os estudos de Al-Shwaheen et al, 2022, é um grande desafio identificar nuances de deterioração em tempo adequado utilizando apenas a observação humana, gerando consequências econômicas negativas no sistema de saúde, visto que, assim, poderá aumentar a morbidade, ou seja, tornando as internações mais demoradas. Esse desafio da prática assistencial reflete diretamente na formação profissional, exigindo que os estudantes de enfermagem sejam treinados de forma segura antes de atuarem em cenários reais.

Neste viés, o uso de simulações clínicas destaca-se como uma estratégia educativa fundamental. Rosa et al. (2020) afirmam que essa prática contribui para a formação do raciocínio crítico. Além disso, desenvolve habilidades de tomada de decisão em situações

previamente planejadas, preparando melhor o aluno para a rotina hospitalar e para os cuidados clínicos que serão prestados, em direção a segurança ao paciente a partir das ações assistenciais mais assertivas nos serviços de saúde.

Um modelos de linguagem de larga escala (LLM), multimodais, podem descrever imagens, responder a perguntas sobre vídeos, realizar tarefas de reconhecimento óptico de caracteres (OCR) ou até mesmo participar de conversas em tempo real que envolvam visão e fala (Varugheese, 2026)

Nessa perspectiva, para potencializar essas simulações, o advento da Quarta Revolução Industrial e da Indústria 4.0 trouxe novas ferramentas. A Inteligência Artificial e seus algoritmos, como um deles os (LLM), se propagam como tecnologias modernas capazes de inovar o ensino em saúde, pois permitem o cruzamento de dados reais de evolução clínica para criar cenários avançados de aprendizagem (Gondim et al., 2022; Shamout et al., 2023).

Portanto, faz-se necessário unir o treinamento seguro ao uso de dados reais em saúde. O objetivo deste estudo é desenvolver uma aplicação *web* para o ensino de deterioração clínica.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo de desenvolvimento tecnológico, de natureza aplicada e voltada à inovação, focado na criação de pacientes virtuais interativos para o ensino em saúde (Araujo, 2023; Polit; Beck, 2019; Gil, 2017; Polit; Beck, 2011). O processo metodológico foi estruturado em duas etapas principais: a organização dos registros contidos nas evoluções de enfermagem e, posteriormente, a estruturação tecnológica da aplicação.

A pesquisa integrou um projeto maior apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), intitulado “Computação de Alto Desempenho em Nuvens Aplicada à Escalabilidade de um Sistema de Predição de Riscos de Deterioração Clínica de Pacientes via Aprendizagem de Máquina” Com número do processo nº 25/12449-0. O estudo foi desenvolvido no período de dezembro a abril, conduzido por uma equipe multiprofissional composta por desenvolvedores e enfermeiros. O projeto obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Ceará (UECE) sob o Parecer nº 6.815.449.

Na primeira etapa, utilizou-se um *dataset* com registros de pacientes adultos internados em um hospital público de grande porte. A extração de dados contemplou evoluções de enfermagem provenientes das seguintes unidades assistenciais: Centro Cirúrgico, Estabilização, Postos de Internação (II, III e IV), Unidade de Cuidados Cardiológicos (UCC), Unidade de Alta Complexidade em Oncologia (UNACON), Unidades

de Internação Geral e Unidades de Terapia Intensiva (Coronariana, Pós-Adulto, Respiratória e Semi-Intensiva). Foram excluídos os registros das unidades codificadas como 2, 48, 13, 15, 43, 27 e 33. Após o processo de anonimização, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), um enfermeiro especialista realizou a seleção intencional de uma amostra de 100 evoluções que apresentavam indicadores clínicos de deterioração.

Na segunda etapa, as evoluções serviram de base para a simulação, estruturada sob o método de desenvolvimento ágil. Segundo Sommerville (2011), os processos ágeis focam na entrega rápida de softwares úteis, intercalando especificação, projeto e implementação.

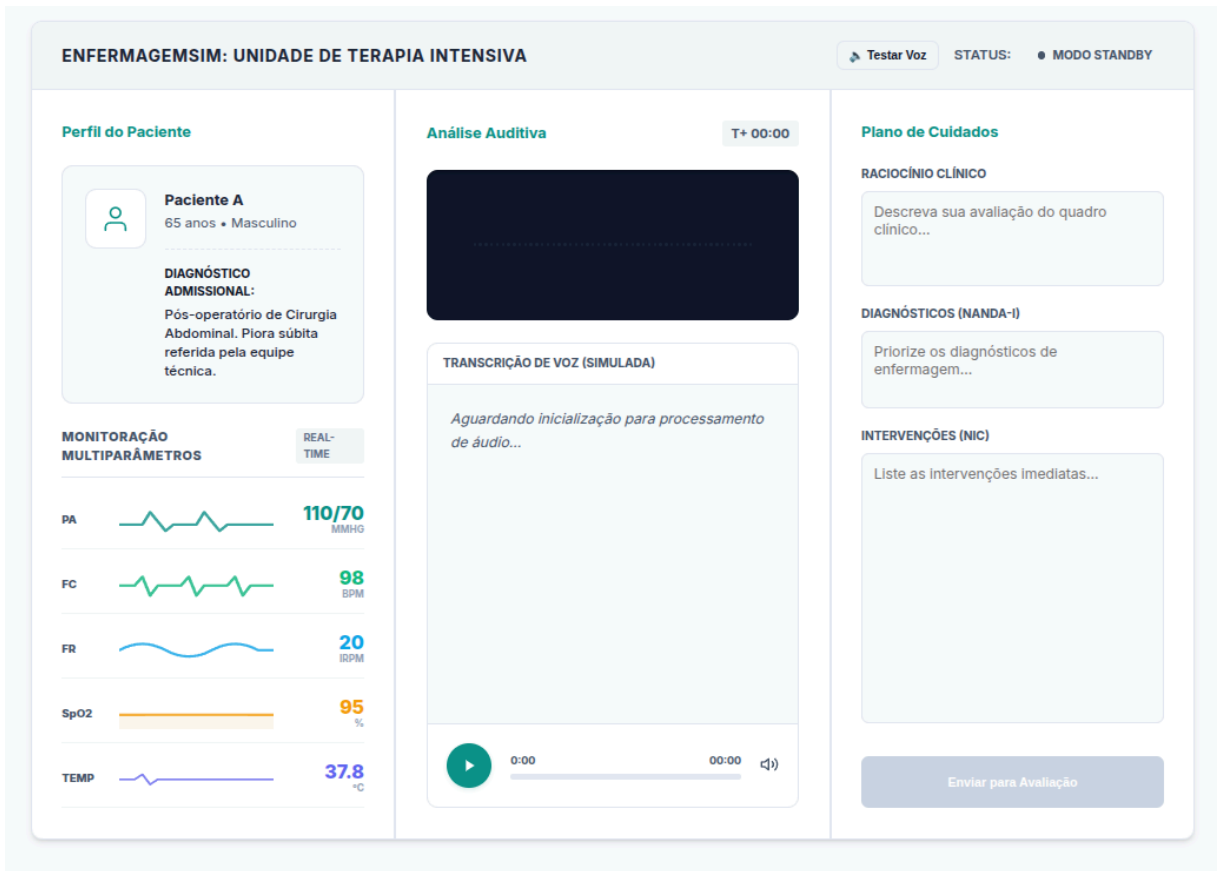
O sistema evoluiu em versões incrementais em duas frentes: o backend, desenvolvido na linguagem Python, foi responsável pelo processamento e integração com a API multimodal para conversão de texto em síntese de voz; simultaneamente, ocorreu o desenvolvimento da interface *web* utilizando as linguagens *HyperText Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS) e *JavaScript* (JS).

A arquitetura permite que os estudantes interajam com o quadro clínico simulado via áudio, exercitando o raciocínio clínico e a tomada de decisão. O desenvolvimento desses pacientes virtuais está em consonância com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) de saúde e bem-estar e educação de qualidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

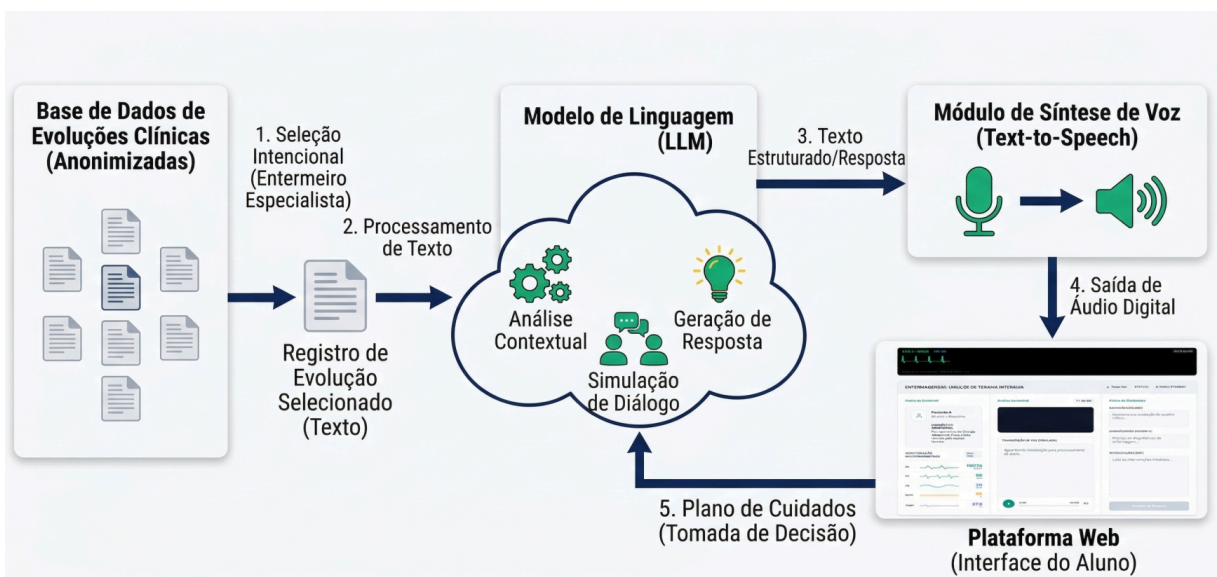
Como resultado deste desenvolvimento tecnológico, apresentam-se a caracterização clínica dos perfis selecionados e a prototipação das telas da aplicação *web*. A Figura 1 ilustra a interface principal da simulação, onde ocorrerá a interação auditiva e a tomada de decisão do plano de cuidados.

Figura 02 - Ambiente interativo. Fortaleza, Ceará, 2026.



Fonte: Elaboração pelos autores, 2026.

Figura 02 - Mecanismos de funcionamento do sistema. Fortaleza, Ceará, 2026.



Fonte: Elaboração pelos autores, 2026.

A figura 02, representa o funcionamento do mecanismo, das bases de dados dessa evolução clínicas anonimizadas, e o processo de organização das evoluções de enfermagem, os módulos de voz e o sistemas de conversão e integração com a aplicação *web*.

Em relação a utilização da aplicação *web*, o usuário precisará entrar no navegador e acessar o link, ou usar o desenvolvimento local, em sequência, selecionar a simulação e iniciar o uso. A aplicação *web* fornece um caso real, baseado nas evoluções, para o treinamento do discente. O paciente virtual, após o clique do usuário, no botão selecionado da voz, inicia-se o diálogo entre discente e paciente, no qual a sua condição, bem como os seus sintomas.

Foram desenvolvidos 15 simulações clínicas, divididas nos seguintes blocos: choque cardiogênico, arritmia letal súbita, insuficiência respiratória aguda, falha do desmame ventilatório, sepse neutropênica, choque hemorrágico por plaquetopenia, hemorragia oculta no pós-operatório, tromboembolismo pulmonar, depressão respiratória pós-anestésica, deterioração neurológica súbita, choque séptico de foco urinário, anafilaxia grave, com hipoglicêmico, edema agudo de pulmão, parada cardiorrespiratória em leito não monitorado.

No cenário educacional, fica evidente a necessidade de aperfeiçoar as metodologias de ensino no curso de enfermagem. Nesse contexto, os avanços tecnológicos, como o uso da Inteligência Artificial, têm contribuído para esse fim.

A interconexão de metodologias ativas relaciona teoria e prática, convergindo para cenários de simulação. Essa abordagem constrói o conhecimento de maneira colaborativa (Rosa et al. 2020), colocando os estudantes como protagonistas do aprendizado e proporcionando uma prática realística baseada em casos reais.

Esse cenário coopera para a formação de alunos de enfermagem mais capacitados. Muitas vezes, os discentes ingressam nos campos práticos temerosos quanto às condutas que devem seguir na assistência direta.

Dessa forma, o treinamento com pacientes virtuais promove o aperfeiçoamento do raciocínio lógico e amplia o espectro da prática. O acadêmico atua como co-participante do cenário, com a oportunidade de treinar condutas e planos de cuidados, especialmente no manejo da deterioração clínica.

Uma limitação do modelo é o fato de ainda precisar por treinamentos práticos com estudantes de enfermagem, para a validação do modelo de ensino-aprendizagem. Além disso, há o desafio de adaptar essa nova metodologia de ensino à grade curricular do curso. Existem também possíveis barreiras tecnológicas e de acessibilidade entre os estudantes, demandando um treinamento prévio para o manuseio das ferramentas.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a tecnologia desenvolvida atendeu ao objetivo proposto, ao viabilizar a criação de uma aplicação web para o ensino da deterioração clínica, baseada em pacientes virtuais interativos estruturados a partir de dados reais de enfermagem. A ferramenta demonstrou potencial para qualificar o processo de ensino-aprendizagem, ao possibilitar a simulação de cenários clínicos complexos com interação por áudio, favorecendo o raciocínio clínico, a tomada de decisão e o reconhecimento precoce de sinais de deterioração.

Além disso, o uso de metodologias ágeis e a integração de recursos multimodais ampliam as possibilidades de escalabilidade e adaptação da ferramenta a diferentes contextos educacionais. Assim, a aplicação configura-se como uma estratégia promissora para o treinamento seguro de estudantes e profissionais de saúde, contribuindo para a melhoria da prática clínica e, potencialmente, para a segurança do paciente.

REFERÊNCIAS

Araújo EM, Bastos IB, Silva TS, Silva TL, Carvalho Junior FH, Araujo CC, et al. Deterioração clínica do adulto hospitalizado baseada em registros de enfermagem: scoping review. *Acta Paul Enferm.* 2025;38:eAPE00694. DOI: <http://dx.doi.org/10.37689/acta-ape/2025AR0000694>. Acesso em: 5 mar. 2026.

ARAUJO, Renata Mendes. Pesquisa Aplicada, Inovação e Produção Tecnológica em Mestrados Profissionais. Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada. Universidade Presbiteriana Mackenzie. ISBN: 978-65-00-70215-6. 2023. Acesso em: 5 mar. 2026.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (COFEN). **Resolução COFEN nº 736, de 17 de janeiro de 2024**. Dispõe sobre a implementação do Processo de Enfermagem em todo contexto socioambiental onde ocorre o cuidado de enfermagem. Brasília, DF: COFEN, 2024. Disponível em: <https://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-736-de-17-de-janeiro-de-2024/>. Acesso em: 5 mar. 2026.

OLIVEIRA, R. R. de; DIAS, C. G. Uso de Aprendizado de Máquina em Registros Eletrônicos de Saúde para Prever Deteriorações Clínicas e Mortalidade em Pacientes Adultos Hospitalizados . *Revista de Gestão e Secretariado, [S. l.]*, v. 16, n. 4, p. e4882, 2025. DOI:

10.7769/gesec.v16i4.4882.

Disponível

em:

<https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/4882>. Acesso em: 5 mar. 2026.

Padilla RM, Mayo AM. Clinical deterioration: A concept analysis. *J Clin Nurs*. 2018 Apr;27(7-8):1360-1368. doi: 10.1111/jocn.14238. Epub 2018 Feb 15. PMID: 29266536. Acesso em: 5 mar. 2026.

POLIT, Denise F.; BECK, Cheryl Tatano. Fundamentos de pesquisa em enfermagem: avaliação de evidências para a prática da enfermagem. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. Acesso em: 5 mar. 2026.

Gondim, É. S., Gomes, E. B., Matos, J. H. F. de, Pinto, S. de L., Oliveira, C. J. de, & Alencar, A. M. P. G. (2022). Tecnologias utilizadas pela enfermagem para predição de deterioração clínica em adultos hospitalizados: revisão de escopo. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 75(5). <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0570pt>. Acesso em: 5 mar. 2026.

NASCIMENTO, J. da S. G.; MACEDO, G. de O.; BORGES, G. B. Poder preditivo de uma escala de alerta precoce para deterioração clínica de pacientes críticos. *Revista de Enfermagem da UFSM, [S. l.]*, v. 10, p. e5, 2020. DOI: 10.5902/2179769238300. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reufsm/article/view/38300>. Acesso em: 5 mar. 2026.

ROSA, Maria Ercília Chagas et al. **Aspectos positivos e negativos da simulação clínica no ensino de enfermagem**. *Escola Anna Nery*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, e20190353, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2019-0353>. Acesso em: 5 mar. 2026.

Shamout, F. E. (2023). Machine Learning for Decision Support Systems: Prediction of Clinical Deterioration (pp. 85 99). https://doi.org/10.1007/978-3-031-17666-1_7. Acesso em: 5 mar. 2026.

VARUGHESE, Jobit. What is a multimodal LLM (MLLM)?. IBM, Disponível em: <https://www.ibm.com/think/topics/multimodal-llm>. Acesso em: 26 mar. 2026.