



PBPC
ISSN 2674-9432



Qualis A3
CAPES 2021-2024



DOI - Crossref

Latindex



Indexado no
Acadêmico

MONITORAMENTO TERAPÊUTICO DA VANCOMICINA: COMPLEXIDADE MATEMÁTICA E O PAPEL DE FERRAMENTAS DIGITAIS NA REDUÇÃO DE RISCOS – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Roger Rodrigues da Silva, Robson Rodrigues da Silva, Fabiano Bezerra Menegidio



<https://doi.org/10.36557/2674-9432.2026v5n3p154-173>

Artigo recebido em 3 de Março e publicado em 3 de Maio de 2026

REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Introdução: A transição do monitoramento da vancomicina para o índice Área Sob a Curva/Concentração Inibitória Mínima (AUC/MIC) busca aumentar a segurança terapêutica. Contudo, a complexidade da modelagem matemática e da estimativa Bayesiana impõe desafios significativos à prática clínica. A persistência de lacunas formativas e o fenômeno da "matofobia" entre profissionais de saúde podem comprometer a precisão da dosagem, especialmente em pacientes críticos. **Objetivo:** Esta revisão sistemática examinou a correlação entre o cálculo da dose de vancomicina utilizando o índice AUC/MIC e as lacunas formativas de profissionais da saúde nos domínios de modelagem matemática, farmacocinética clínica e tecnologias educacionais. **Método:** Seguindo o protocolo PRISMA 2020, a busca foi realizada entre janeiro de 2015 e fevereiro de 2026 nas bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science e SciELO. Foram utilizados critérios de inclusão para selecionar estudos originais e revisões que abordassem o monitoramento por AUC/MIC relacionado ao conhecimento profissional ou ao uso de ferramentas assistivas. **Resultado:** De 550 registros identificados, 10 artigos foram incluídos na síntese final. Os resultados revelam insuficiências significativas na compreensão do método AUC/MIC, evidenciadas por um *score* médio de conhecimento em Monitoramento Terapêutico de Fármacos (*Therapeutic Drug Monitoring – TDM*) de apenas 50,3%. Os achados destacam que ferramentas digitais e o uso de Modelos de Linguagem em Larga Escala (*Large Language Models – LLMs*) são estratégias essenciais para mitigar a complexidade do processo. **Conclusão:** A revisão evidencia a necessidade urgente de ferramentas educacionais digitais integradas, capazes de articular fundamentos matemáticos e prática clínica segura. Conclui-se que o desenvolvimento de recursos tecnológicos que simplifiquem a aplicação da AUC/MIC é fundamental para superar barreiras educacionais e garantir o avanço do ensino da farmacocinética clínica.

Palavras-chave: Vancomicina; AUC/MIC; Farmacocinética Clínica; Modelagem Matemática; Tecnologias Educacionais.

ABSTRACT

Background: The transition of vancomycin monitoring to the Area Under the Curve to Minimum Inhibitory Concentration (AUC/MIC) ratio aims to increase therapeutic safety. However, the complexity of mathematical modeling and Bayesian estimation poses significant challenges to clinical practice. Persistent educational gaps and the phenomenon of "mathophobia" among healthcare professionals can compromise dosing precision, especially in critically ill patients. **Objective:** This systematic review aimed to examine the correlation between vancomycin dose calculation using the AUC/MIC index and the formative gaps of healthcare professionals in the domains of mathematical modeling, clinical pharmacokinetics, and educational technologies. **Methods:** Following the PRISMA 2020 protocol, the search was conducted between January 2015 and February 2026 in the PubMed, Scopus, Web of Science, and SciELO databases. Inclusion criteria were used to select studies addressing AUC/MIC monitoring related to professional knowledge or the use of assistive tools. **Results:** From 550 identified records, 10 articles were included in the final synthesis. The results reveal significant insufficiencies in the understanding of the AUC/MIC method, evidenced by an average knowledge score in Therapeutic Drug Monitoring (TDM) of only 50.3%. Findings highlight that digital tools and the use of Large Language Models (LLMs) are essential strategies to mitigate the mathematical complexity of the process. **Conclusion:** The review highlights the urgent need for integrated digital educational tools capable of articulating mathematical foundations and safe clinical practice. It is concluded that the development of technological resources that simplify the application of AUC/MIC is fundamental to overcoming educational barriers and ensuring the advancement of clinical pharmacokinetics teaching.

Keywords: Vancomycin; AUC/MIC; Clinical Pharmacokinetics; Mathematical Modeling; Educational Technologie

AFILIAÇÃO INSTITUCIONAL E CONTATO

Roger Rodrigues da Silva - Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

Prof. Dr. Fabiano B. Menegídio - Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

Prof. Dr. Robson Rodrigues da Silva - Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

AUTOR CORRESPONDENTE

Nome: Roger Rodrigues da Silva Instituição - Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) Endereço Institucional: Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida e Souza, 200 - Centro Cívico, Mogi das Cruzes - SP, 08780-911. E-mail: rogersilva@umc.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3126-7409>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



1 INTRODUÇÃO

A farmacocinética clínica envolve a aplicação de princípios quantitativos para compreender como o organismo absorve, distribui, metaboliza e elimina os fármacos (Shargel; Wu-Pong; Yu, 2012). No entanto, estudos apontam défices significativos na compreensão desses conceitos entre profissionais de saúde, especialmente no que se refere à interpretação de parâmetros matemáticos, como a área sob a curva (AUC) de concentração, que representa a exposição total do organismo ao fármaco ao longo do tempo, e a relação AUC/MIC (Área sob a Curva/Concentração Inibitória Mínima), utilizada para avaliar a eficácia antimicrobiana e prever a resposta terapêutica ideal (Fleuren et al., 2019; Alghanem et al., 2023; Liu et al., 2024).

Essas limitações impactam diretamente a prática clínica, uma vez que a compreensão inadequada das relações dose–exposição–resposta pode comprometer tanto a eficácia quanto a segurança terapêutica, além de favorecer o desenvolvimento de resistência antimicrobiana (Fleuren et al., 2019; Liu et al., 2024). As dificuldades observadas não são apenas conceituais, mas também procedimentais e matemáticas: profissionais de saúde, como técnicos de enfermagem, frequentemente apresentam desafios com tarefas essenciais, como interpretação de unidades de medida, proporcionalidade e cálculo de doses, fenômeno descrito como “matofobia”, que compromete a administração segura de medicamentos (Melo; Struchiner; Frant, 2022).

Um exemplo emblemático é a vancomicina, antibiótico glicopeptídico crucial no tratamento de infecções graves por bactérias Gram-positivas, como o *Staphylococcus aureus* (MRSA) resistente à meticilina (Britannica, 2025; Dzif, 2025). A eficácia desse antibiótico está intrinsecamente ligada ao parâmetro AUC/MIC, considerado o principal preditor de sucesso terapêutico, fundamental para o ajuste de dose e para a prevenção de toxicidade ou resistência (Alghanem et al., 2023; Pedmed, 2025; Tdm Monograph, 2025). A baixa adoção da monitorização da vancomicina baseada no índice AUC/MIC tem sido atribuída diretamente à formação insuficiente e a barreiras de familiaridade entre os profissionais de saúde, reforçando a necessidade de intervenções educacionais focadas na individualização da terapia (Morales Júnior et al., 2023).

Nesse contexto, a determinação de regimes de dosagem ideais exige individualização

baseada em dados laboratoriais confiáveis e em profunda compreensão dos parâmetros farmacocinéticos, em especial do AUC/MIC. Embora já existam tecnologias educacionais validadas, como *e-books* voltados à introdução de farmacologia, farmacocinética e farmacodinâmica (Silva et al., 2023), a literatura aponta uma escassez de estudos de intervenção que avaliem mudança de conhecimento e de prática clínica após o uso de estratégias educacionais. Tal ausência de evidências limita conclusões robustas acerca da eficácia de *softwares* e recursos didáticos (Morales Júnior et al., 2023).

A presente revisão de literatura busca contribuir para preencher esse vazio formativo, tendo como propósito inicial analisar a causa-raiz das dificuldades profissionais: a aplicação matemática e a visualização do índice AUC/MIC em contexto clínico. Dessa forma, o objetivo principal desta revisão foi avaliar a relação entre a complexidade do cálculo da dose de vancomicina baseado no índice AUC/MIC e os défices formativos de profissionais da saúde, analisando como o domínio de modelagem matemática e o uso de tecnologias educacionais podem mitigar erros procedimentais na prática clínica.

2 METODOLOGIA

Esta revisão sistemática da literatura foi conduzida e relatada em conformidade com as diretrizes atualizadas do protocolo PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page et al., 2021). A adoção deste protocolo garante o rigor metodológico, a transparência e a reprodutibilidade do processo de seleção e análise dos estudos incluídos.

O delineamento metodológico foi estruturado para identificar evidências que relacionem a monitorização terapêutica da vancomicina às competências profissionais. Para tanto, a pesquisa foi organizada em etapas subsequentes que compreendem a definição dos critérios de elegibilidade, a estratégia de busca em bases de dados indexadas, a seleção dos estudos por pares e a síntese crítica dos dados extraídos, conforme detalhado nas subseções a seguir.

2.1 Estratégia de Busca e Fontes de Informação

A busca bibliográfica foi executada em fevereiro de 2026, abrangendo as bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science (WoS) e SciELO. Para a seleção dos estudos, aplicou-se um filtro temporal para incluir publicações compreendidas entre janeiro de 2015 e fevereiro de 2026, visando capturar a evolução das diretrizes de monitoramento da vancomicina e o surgimento de novas tecnologias educacionais.

A estratégia de busca foi estruturada mediante a combinação de descritores controlados e termos livres, utilizando os operadores booleanos AND (interseção) e OR (alternância). As palavras-chave utilizadas, em português e inglês para garantir a abrangência, foram:

- **Grupo 1 (Fármaco/Parâmetro):** "Vancomicina" (Vancomycin), "AUC/MIC", "Farmacocinética" (Pharmacokinetics);
- **Grupo 2 (Educação/Profissional):** "Educação em Saúde" (Health Education), "Competência Profissional" (Professional Competence), "Lacunas Formativas" (Educational Gaps);
- **Grupo 3 (Tecnologia):** "Tecnologias Educacionais" (Educational Technology), "Software", "Modelagem Bayesiana" (Bayesian Modeling).

A *string* de busca principal seguiu a seguinte lógica: (*Vancomycin OR AUC/MIC*) AND (*Pharmacokinetics*) AND (*Health Education OR Professional Competence*) AND (*Software OR Educational Technology*). Os critérios de inclusão e exclusão estão listados no Quadro 1.

Quadro 1. Critérios de Inclusão e Exclusão utilizados na seleção dos artigos

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Idioma: Artigos publicados em Inglês, Português e Espanhol.	Tipo de Publicação: Editoriais, cartas ao editor, <i>guidelines</i> clínicos e resumos de congressos (sem publicação do texto completo).

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Tipo de Estudo: Artigos originais, revisões sistemáticas, meta-análises e estudos de intervenção.	Foco Temático: Estudos focados exclusivamente na comparação entre AUC/MIC <i>versus trough level</i> sem abordar o aspecto educativo, matemático ou tecnológico.
Foco Temático: Estudos que explorem a dosagem por AUC/MIC e sua relação com lacunas no conhecimento/formação (Farmacocinética Clínica e Modelagem Matemática) ou o uso de Tecnologias Educacionais para auxiliar o processo.	Irrelevância: Artigos que não abordam a Vancomicina ou que não são relevantes para os objetivos centrais da revisão.
Disponibilidade: Artigos com texto completo disponível.	Estudos que utilizam outras drogas que não a Vancomicina.

2.2 Extração e Tabulação de Dados

Para a análise dos 10 estudos selecionados, procedeu-se à extração sistemática dos dados utilizando uma planilha de tabulação padronizada, desenvolvida pelos autores para garantir a uniformidade e a comparabilidade das evidências. Este processo permitiu a organização estruturada das informações relevantes para responder ao objetivo da revisão.

As categorias de dados extraídas de cada artigo foram:

- **Identificação:** Autor(es), ano de publicação e país de origem;
- **Delineamento:** Tipo de estudo (ex: experimental, revisões, estudos de caso);

- **População/Contexto:** Profissionais de saúde envolvidos ou cenário clínico analisado;
- **Desfechos Principais:** Nível de conhecimento sobre AUC/MIC, lacunas matemáticas identificadas e eficácia de ferramentas assistivas ou educacionais;
- **Conclusões:** Principais recomendações dos autores para a prática clínica ou ensino.

2.3 Síntese e Análise de Dados

Os dados extraídos foram submetidos a uma análise qualitativa mediante síntese temática, permitindo a integração dos achados de diferentes estudos. Este processo envolveu a categorização das evidências em três eixos interpretativos:

a) Mapeamento de Insuficiências: identificação das principais dificuldades matemáticas e farmacocinéticas enfrentadas pelos profissionais na implementação do monitoramento por AUC/MIC;

b) Avaliação de Ferramentas: análise da acuidade e usabilidade de recursos digitais e softwares assistivos como facilitadores do processo de decisão clínica;

c) Estratégias Educacionais: síntese de abordagens pedagógicas baseadas em evidências para o ensino da farmacocinética clínica mediado por tecnologia.

A interpretação dos resultados confrontou a complexidade intrínseca do índice AUC/MIC com as evidências sobre a eficácia da simplificação assistida por tecnologia. Esta análise permitiu identificar as funcionalidades críticas necessárias para ferramentas que visam mitigar o erro humano e otimizar a segurança terapêutica no uso da vancomicina.

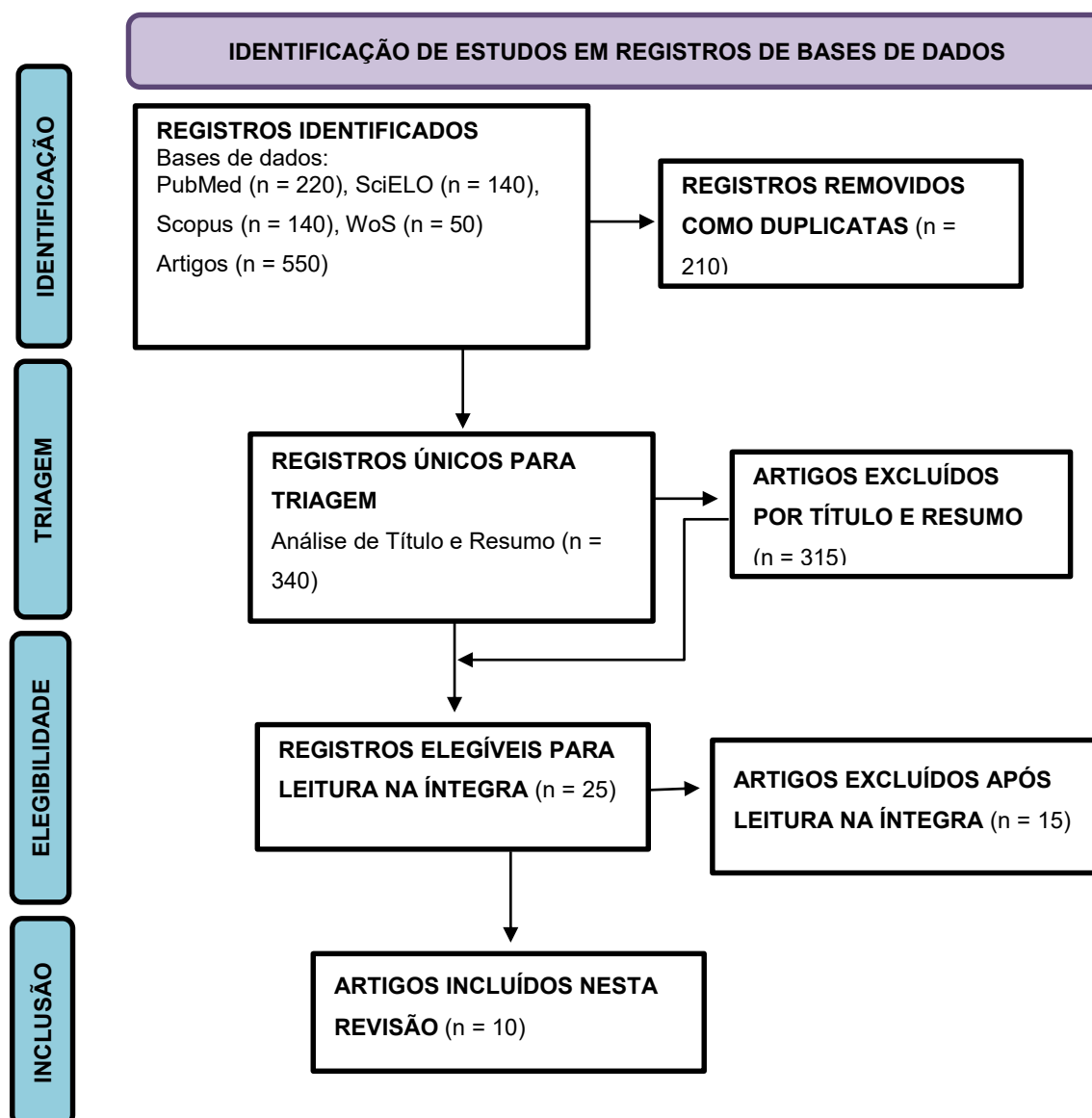
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Diagrama de Fluxo PRISMA

Foram identificadas 550 referências e 10 artigos foram incluídos na revisão. Os principais motivos de exclusão de potenciais textos completos foram: textos duplicados

(210), registros que não cumpriam os critérios de inclusão na triagem inicial de título e resumo (315) e artigos que, após leitura integral, foram descartados por não abordarem a vancomicina ou por não apresentarem relevância para os objetivos centrais deste artigo (15), como a ausência de foco em tecnologias educacionais ou em barreiras matemáticas no monitoramento terapêutico. O Fluxograma que descreve a seleção dos ensaios está ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Diagrama Prisma com a descrição das etapas do processo de revisão.



3.2. Caracterização dos Estudos Incluídos

O Quadro 2 resume as características dos 10 artigos incluídos, categorizados pelos pilares do artigo: Modelagem Matemática, Défices de Conhecimento e Tecnologia Educacional. Nesta seção, o termo TDM refere-se ao Monitoramento Terapêutico de Fármacos (*Therapeutic Drug Monitoring*), prática essencial para o ajuste posológico da vancomicina.

Quadro 2. Caracterização dos Estudos Incluídos (n = 10)

Nº	Autor /Ano	Título Traduzido do Artigo	População (P)	Design do Estudo	Conceito Central
I	Albassam et al., 2022	Conhecimento, Confiança e Percepção em relação ao Monitoramento Terapêutico de Fármacos entre Médicos e Farmacêuticos +1	Farmacêuticos/ Médicos	Pesquisa Transversal	Conhecimento Profissional em TDM
II	Al-Jazairi et al., 2023	Impacto de um Sistema de Suporte à Decisão Clínica na Dosagem de Vancomicina Baseada em AUC e	Profissionais de Saúde	Antes-e-Depois	Suporte à Decisão Clínica

		Monitoramento Terapêutico			
III	Algha nem et al., 2023	Consciência, Percepção e Barreiras de Profissionais de Saúde em relação ao Monitoramento de Vancomicina por AUC/MIC	Profissionais de Saúde	Inquérito (Survey)	Barreiras no AUC/MIC
IV	Carou-Senra et al., 2025	Explorando o Papel de LLMs como o ChatGPT na Educação Farmacêutica para Apoiar a Tomada de Decisão Terapêutica	Estudantes de Farmácia	Estudo de Desempenho	LLMs e Dosagem de Precisão
V	Crass et al., 2023	Dosagem de Precisão Informada por Farmacocinética: Uma Pesquisa sobre Conhecimento e Atitudes de Farmacêuticos em relação a Ferramentas Bayesianas	Farmacêuticos	Survey Nacional	Softwares Bayesianos
VI	Hei et al., 2023	Desenvolvimento e Validação de um Aplicativo Móvel para Dosagem de Vancomicina Baseada em AUC/MIC em Unidades de Terapia Intensiva Neonatais	Profissionais de UTI	Validação Tecnológica	Apps em Neonatologia
VII	Jelliffe et al., 2022	Cuidado Individualizado ao Paciente por meio de Dosagem de Precisão Informada por Modelos: Reflexões sobre o Treinamento de Futuros Profissionais +1	Médicos/Farmacêuticos	Comentário/Reflexões	Modelagem PK/PD e Educação

VIII	Oda et al., 2021	Desempenho das Estimativas da Área Sob a Curva de Vancomicina com Amostragem Limitada por um Aplicativo Web Recém-Desenvolvido +1	Pacientes (TDM)	Validação de Ferramenta	AUC/MIC com Amostragem Limitada
IX	Suzuki et al., 2024	Identificação de Pacientes que Requerem Amostragem de Sangue em Dois Pontos para a Avaliação da AUC	Pacientes (TDM)	Validação Metodológica	AUC e Estimativa Bayesiana
X	Turner et al., 2024	Implementação do Monitoramento Bayesiano de Vancomicina: Lacunas Profissionais e o Papel do Treinamento Baseado em Simulação	Farmacêuticos	Estudo Educacional	Treino por Simulação

3.3. Síntese das Evidências e Contribuições

O Quadro 3 resume os principais obstáculos identificados na literatura, que incluem a insegurança no manejo de fórmulas matemáticas (matofobia), a dificuldade na interpretação de parâmetros farmacocinéticos complexos e a resistência à transição do modelo de níveis de vale para o índice AUC/MIC. Além disso, o quadro apresenta as soluções tecnológicas e metodológicas que auxiliam na superação dessas barreiras nos artigos selecionados.

Quadro 3. Síntese dos Achados e Contribuições das Evidências (n=10)

Nº	Dificuldade ou Barreira Identificada	Tecnologia (Recurso Digital)	Estratégia (Abordagem Aplicada)	Contribuição
I	Déficit de conhecimento teórico e prático (acerto de 50,3%)	Plataformas de avaliação online	Testes de competências em TDM	Justifica a necessidade de intervenção educacional imediata.
II	Erros humanos em cálculos manuais de AUC	Sistemas de Suporte à Decisão Clínica (CDSS)	Automação de cálculos farmacocinéticos	Valida a automação como barreira contra o erro humano.
III	Falta de familiaridade com novas diretrizes de monitoramento	Questionários digitais estruturados	Mapeamento de barreiras profissionais	Define o conteúdo programático prioritário para a ferramenta.
IV	Complexidade na tomada de decisão terapêutica	Modelos de Linguagem (LLMs - ChatGPT)	Mediação pedagógica via Inteligência Artificial	Propõe o uso de IA para simplificar conceitos complexos.
V	Insegurança matemática e resistência a softwares densos	Softwares de Modelagem Bayesiana	Design de interfaces focadas no usuário	Direciona para a criação de interfaces simplificadas e amigáveis.

N°	Dificuldade ou Barreira Identificada	Tecnologia (Recurso Digital)	Estratégia (Abordagem Aplicada)	Contribuição
VI	Dificuldade de cálculo em populações críticas (neonatos)	Aplicativos móveis (mHealth)	Monitoramento dedicado à beira do leito	Valida a portabilidade da ferramenta em cenários de alta complexidade.
VII	Treinamento acadêmico insuficiente em modelagem PK/PD	Simuladores de modelagem clínica	Educação baseada em dosagem de precisão	Apoia o foco pedagógico em modelagem para profissionais de saúde.
VIII	Necessidade de múltiplas coletas invasivas	Aplicativo Web (PAT)	Simplificação de protocolos de amostragem	Demonstra a redução de invasividade via algoritmos digitais.
IX	Falha na precisão do monitoramento em pacientes de risco	Algoritmos de Estimativa Bayesiana	Refinamento matemático de regimes de dose	Reforça a necessidade de rigor matemático na ferramenta proposta.
X	Ansiedade tecnológica e	Softwares de simulação clínica	Treinamento prático baseado em	Valida a metodologia de

N°	Dificuldade ou Barreira Identificada	Tecnologia (Recurso Digital)	Estratégia (Abordagem Aplicada)	Contribuição
	lacunas procedimentais		simulação	ensino por simulação digital imersiva.

3.4. Discussão

A análise da literatura confirmou que a transição para a dosagem de vancomicina baseada em AUC/MIC é uma evolução metodológica necessária, mas que impõe desafios significativos. A modelagem matemática, por meio da estimativa Bayesiana, deixa de ser uma opção e torna-se um imperativo clínico. (Suzuki Et Al., 2024) [IX] fornecem uma evidência crítica ao demonstrar que a amostragem em ponto único (*trough*) é inerentemente falha em pacientes de alto risco, sendo imperativo o uso da amostragem em dois pontos e o rigor de *softwares* Bayesianos para evitar desvios significativos na AUC. Esta precisão é reforçada por (Al-Jazairi Et Al., 2023) [II], que demonstram como sistemas de suporte à decisão reduzem drasticamente o erro humano em cálculos complexos.

Essa exigência clínica e matemática colide diretamente com o cenário educacional atual. (Albassam Et Al., 2022) [I] quantificam esse déficit ao revelar o baixo nível de conhecimento e confiança dos profissionais em TDM, com uma pontuação média de acerto de apenas 50,3%. (Alghanem Et Al., 2023) [III] complementam esta visão ao identificar que a falta de familiaridade com as novas diretrizes atua como a principal barreira para a segurança do paciente. Esta baixa proficiência justifica a urgência de ferramentas de treinamento mais eficazes, superando o fenômeno da "matofobia" descrito por (Melo Et Al., 2022).

Nesse contexto, as tecnologias educacionais digitais emergem como a principal solução. A eficácia de ferramentas especializadas, como o aplicativo *web PAT (Pharmacokinetic*

Assistant Tool) descrito por (Oda Et Al., 2021) [VIII], e as soluções móveis para UTIs neonatais propostas por (Hei Et Al., 2023) [VI], prova que a complexidade da estimação Bayesiana pode ser efetivamente simplificada e popularizada no ponto de atendimento. Contudo, (Crass Et Al., 2023) [V] alertam que a mera existência do *software* não basta; é necessário que o profissional compreenda os fundamentos, o que reforça o papel pedagógico de simulações clínicas propostas por (Turner Et Al., 2024) [X].

Olhando para o futuro da educação farmacêutica, (Carou-Senra Et Al., 2025) [IV] mostram que até mesmo os Modelos de Linguagem em Larga Escala (LLMs), como o ChatGPT, podem servir como tutores em tempo real para dosagem de precisão. Embora exijam cautela quanto à acurácia aritmética, essas ferramentas consolidam a transição do ensino de TDM para ambientes digitais e orientados por modelos, conceito conhecido como Dosagem de Precisão Individualizada por Modelos (MIPD - *Model-Informed Precision Dosing*), como defendido por (Jelliffe Et Al., 2022) [VII]. Em síntese, os achados desta revisão integram o problema clínico, as insuficiências educacionais e as soluções digitais como fundamentos para a criação de estratégias que supram o vazio formativo na aplicação prática do índice AUC/MIC.

4 CONCLUSÃO

A presente revisão sistemática demonstrou que a dosagem de vancomicina guiada por AUC/MIC, embora estabelecida como padrão de segurança e eficácia, é inerentemente dependente da modelagem matemática e da estimativa Bayesiana. Esta metodologia complexa encontra uma barreira de implementação devido ao baixo nível de conhecimento e confiança dos profissionais da saúde, conforme evidenciado pelos défices de acerto técnico identificados na literatura.

As evidências acumuladas até 2026 apontam para a tecnologia digital como o vetor mais promissor para a superação destas limitações, por meio da validação de aplicativos, simuladores e da incorporação assistida de inteligência artificial nos programas de treinamento. Conclui-se que o desenvolvimento de uma ferramenta educacional digital integrada, que simplifique e articule o rigor matemático da AUC/MIC com a prática clínica individualizada, representa uma inovação urgente e necessária para o avanço do



ensino da farmacocinética clínica. Este recurso é fundamental para garantir que o conhecimento técnico acompanhe a evolução tecnológica, promovendo uma terapia antimicrobiana mais segura e eficaz.

5 REFERÊNCIAS

Albassam, A. et al. Knowledge, Confidence, and Perception Toward Therapeutic Drug Monitoring Among Physicians and Pharmacists in Kuwait. *Therapeutic Drug Monitoring*, v. 44, n. 4, p. 511-519, 2022. [doi: 10.1097/FTD.0000000000000966](https://doi.org/10.1097/FTD.0000000000000966)

Alghanem, S. S. et al. Awareness, perception, and barriers of healthcare professionals toward AUC₍₂₄₎/MIC monitoring of vancomycin. *Antibiotics*, v. 12, n. 5, p. 719, 2023. [doi: 10.1016/j.isps.2023.04.025](https://doi.org/10.1016/j.isps.2023.04.025)

Al-Jazairi, A. S. et al. Impact of a Clinical Decision Support System on Vancomycin AUC-Based Dosing and Therapeutic Monitoring: A Before-and-After Study. *International Journal of Clinical Pharmacy*, v. 45, n. 2, p. 412-421, 2023. <https://link.springer.com/journal/11096/volumes-and-issues/45-2>

Britannica. Vancomycin. *Encyclopaedia Britannica*, 2025. <https://www.britannica.com/science/vancomycin>

Carou-Senra, P. et al. Exploring the Role of LLMs Like ChatGPT in Pharmacy Education for Supporting Students' Therapeutic Decision-making. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.ajpe.2025.101462>

Crass, R. L. et al. Pharmacokinetics-Informed Precision Dosing: A Survey of Pharmacists' Knowledge and Attitudes Toward Bayesian Forecasting Tools. *Journal of the American College of Clinical Pharmacy*, v. 6, n. 3, p. 245-253, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ajcp.2023.03.001>

Dzif – Deutsches Zentrum für Infektionsforschung. Vancomycin – Glossary] Entry, 2025. <https://www.dzif.de/de/glossar/vancomycin>

Feferbaum, R. et al. Vancomycin monitoring in term newborns: comparison of peak and trough serum concentrations... *Revista do Hospital das Clínicas da Faculdade de*



Medicina de São Paulo, v. 56, n. 5, p. 149-152, 2001. [issn: 1678-9903](#)

Fleuren, L. M. et al. Clinically relevant pharmacokinetic knowledge on antibiotic dosing among intensive care professionals is insufficient: a cross-sectional study. *Critical Care*, v. 23, art. 185, 2019. [doi: 10.1186/s13054-019-2438-1](#)

Goud, R. et al. Community prevalence of methicillin and vancomycin resistant *Staphylococcus aureus*... *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 44, n. 3, p. 309-312, 2011. [doi: 10.1590/s0037-86822011005000035](#)

Hei, H. M. et al. Development and Validation of a Mobile Application for Vancomycin AUC/MIC-Based Dosing in Neonatal Intensive Care Units. *Frontiers in Pharmacology*, v. 14, p. 1152048, 2023. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1151560>

Jelliffe, R. et al. Individualized Patient Care Through Model-Informed Precision Dosing: Reflections on Training Future Practitioners. *Therapeutic Drug Monitoring*, v. 44, n. 4, p. 556-562, 2022. [doi: 10.1208/s12248-022-00769-z](#)

Liu, J. et al. Is it time to recommend AUC-based vancomycin dosing? A survey of hospitals in China. *Frontiers in Pharmacology*, v. 15, p. 1370040, 2024. [doi: 10.3389/fphar.2024.1370040](#)

Machado, J. K. K. et al. Monitoring the treatment of sepsis with vancomycin in term newborn infants. *Revista do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo*, v. 56, n. 1, p. 17-24, 2001. [doi: 10.1590/s0041-87812001000100004](#)

Melo, A. G.; Struchiner, M.; Frant, J. B. A matemática da administração de medicamentos. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, 2022. [issn 2446-774X](#)

Morales Júnior, R. et al. Monitoramento terapêutico de vancomicina: barreiras na implementação do AUC/MIC. *Revista Saúde em Foco*, 2023.

<http://www4.unifsa.com.br/revista/index.php/saudeemfoco>

Oda, K. et al. Performance of Area under the Concentration-Time Curve Estimations of Vancomycin with Limited Sampling by a Newly Developed Web Application. *Pharmaceutical Research*, v. 38, n. 4, p. 637-646, 2021. [doi:](#)



<https://doi.org/10.1007/s11095-021-03030-y>

Page, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, v. 10, n. 1, p. 89, 2021. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Pedmed. Vancomycin AUC/MIC Therapeutic Drug Monitoring Guideline, 2025. www.pedmed.org

Shargel, L.; Wu-Pong, S.; Yu, A. B. C. *Applied Biopharmaceutics & Pharmacokinetics*. 6. ed. New York: McGraw-Hill, 2012. [Applied Biopharmaceutics & Pharmacokinetics](#)

Silva, A. C. et al. Elaboração e validação de tecnologia educativa de introdução a farmacologia, farmacocinética e farmacodinâmica. *Brazilian Journal of Health Review*, 2023. doi: [10.34119/bjhrv6n1-163](https://doi.org/10.34119/bjhrv6n1-163)

Suzuki, A. et al. Identification of Patients Who Require Two-Point Blood Sampling for the Peak and Trough Values Rather Than One-Point Blood Sampling for the Trough Value for the Evaluation of AUC of Vancomycin Using Bayesian Estimation. *Pharmaceutical Research*, v. 41, n. 11, p. 2161-2171, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11095-024-03781-4>

Tdm Monograph. Vancomycin, 2025. doi: [10.1097/MD.00000000000042952](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000042952)

Turner, R. B. et al. Implementation of Bayesian Vancomycin Monitoring: Professional Gaps and the Role of Simulation-Based Training. *Journal of Pharmacy Practice*, v. 37, n. 1, p. 88-95, 2024. <https://journals.sagepub.com/toc/jppa/37/1>

Al-dujaili, Z. et al. Assessing the accuracy and consistency of ChatGPT in clinical pharmacy management: A preliminary analysis with clinical pharmacy specialists worldwide. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, v. 20, n. 2, p. 166-171, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2023.08.012>