

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO DE INSUMOS LABORATORIAIS E PREVISIBILIDADE DE DOENÇAS EM PERÍODOS SAZONAIS

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE MANAGEMENT OF LABORATORY SUPPLIES AND THE PREDICTABILITY OF DISEASES IN SEASONAL PERIODS

Luiz Henrique Alvares dos Santos, Júlia Bianchini Neves Baraldi, Carlos Eduardo Pires de Campos

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Ciência, Curso de Biomedicina

E-mail para contato: ls229169@alunos.unisanta.br

RESUMO – As doenças sazonais como influenza, dengue e RSV representam desafios significativos para o SUS, gerando impactos econômicos substanciais. Este estudo analisou a aplicação da inteligência artificial na previsibilidade dessas doenças e gestão de insumos laboratoriais. Foram identificados 29 estudos, dos quais 14 atenderam aos critérios de inclusão. Os resultados demonstram uso consistente de IA para previsão epidemiológica, especialmente modelos LSTM para análise temporal. Contudo, existe lacuna na integração entre modelos preditivos e gestão operacional de insumos laboratoriais no Brasil. Esta ausência representa oportunidade para desenvolver soluções que otimizem recursos e reduzam custos no sistema de saúde brasileiro.

Palavras-chave: Doenças sazonais; Inteligência artificial; Gestão de insumos; Saúde pública; Modelos preditivos; Sistema Único de Saúde

ABSTRACT – Seasonal diseases such as influenza, dengue, and RSV represent significant challenges for the SUS (Brazilian Unified Health System), generating substantial economic impacts. This study analyzed the application of artificial intelligence in the predictability of these diseases and laboratory supply management. Twenty-nine studies were identified, of which 14 met the inclusion criteria. The results demonstrate consistent use of AI for epidemiological prediction, especially LSTM models for temporal analysis. However, there is a gap in the integration between predictive models and operational management of laboratory supplies in Brazil. This absence represents an opportunity to develop solutions that optimize resources and reduce costs in the Brazilian health system.

Keywords: Seasonal diseases; Artificial intelligence; Supply management; Public health; Predictive models; Unified health system.

1 INTRODUÇÃO

As doenças sazonais são definidas como condições patológicas que apresentam variações temporais regulares, tipicamente associadas a fatores ambientais e comportamentais específicos (Fiocruz, 2025). Essas enfermidades caracterizam-se por picos epidêmicos previsíveis que coincidem com determinadas estações do ano ou condições meteorológicas, gerando padrões cíclicos de demanda nos serviços de saúde.

No contexto brasileiro, as principais doenças sazonais incluem: influenza e outras infecções respiratórias virais, predominantes durante o outono e inverno; dengue, chikungunya e zika, com picos durante períodos chuvosos e de temperatura mais altas; infecções por vírus sincicial respiratório (RSV), que afetam principalmente a população pediátrica durante os meses mais frios (Centers for Disease Control and Prevention, 2024; Silva AB, et al., 2022).

O nível de hospitalização associada às doenças sazonais representa desafio para os sistemas de saúde. Dados do Centers for Disease Control and Prevention (CDC) indicam que doenças respiratórias sazonais são responsáveis por milhões de hospitalizações anuais ao redor do mundo, com custos diretos e indiretos significativos (Centers for Disease Control and Prevention, 2024).

No Brasil, a influenza em caráter sazonal resulta em aproximadamente 97.000 hospitalizações anuais, gerando custos estimados em R\$ 5,62 bilhões considerando gastos diretos com tratamento e custos indiretos relacionados à perda de produtividade (Almeida JG, et al., 2023). As hospitalizações por influenza demonstram padrão etário específico, com maior incidência em crianças menores de 5 anos e adultos acima de 65 anos, populações que requerem cuidados intensivos e exames laboratoriais mais complexos e frequentes. (Santos CD, et al., 2024).

A dengue apresenta padrão epidemiológico ainda mais complexo, com variações sazonais influenciadas por múltiplos fatores climáticos. Entre 2015 e 2024, o Brasil registrou mais de 13,7 milhões de casos notificados, resultando em 455.900 hospitalizações com custo estimado superior a R\$ 1,15 bilhão apenas em internações hospitalares (Oliveira MF, et al., 2018; Rodrigues LM, et al., 2016). No Distrito Federal, dados de 2024 demonstram aumento

de 298% nos atendimentos suspeitos de dengue comparado ao ano anterior, com elevação das internações de 191 para 4.263 casos, evidenciando o impacto da sazonalidade na organização dos serviços de saúde (Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal, 2024).

Recentemente, análises econômicas indicam que Dengue e Chikungunya custaram mais de R\$ 1,2 bilhão ao sistema de saúde brasileiro, demonstrando a força do impacto financeiro dessas doenças sazonais (Agência Brasil, 2025).

O ciclo das doenças sazonais gera demanda intermitente por insumos laboratoriais específicos, criando desafios únicos para a gestão de estoques. Durante picos epidêmicos, a demanda por testes diagnósticos pode aumentar, frequentemente superando a capacidade de resposta planejada pelos laboratórios clínicos.

O vírus sincicial respiratório exemplifica esse problema. Como principal causador de bronquiolite em crianças menores de 2 anos, o RSV gera picos sazonais de hospitalização pediátrica que requerem testes diagnósticos específicos e rápidos para auxílio terapêutico (Costa RF, et al., 2024; Nascimento PR, et al., 2023). A pandemia de COVID-19 intensificou essa complexidade, alterando padrões sazonais tradicionais e criando necessidade de diferenciação diagnóstica entre diversos patógenos respiratórios.

A inteligência artificial emerge como ferramenta promissora para enfrentar desafios relacionados à previsibilidade e gestão de doenças sazonais. Modelos de aprendizado de máquina, particularmente redes neurais recorrentes como LSTM, demonstram capacidade de analisar séries temporais complexas e identificar padrões sazonais em dados epidemiológicos (Ferreira AS, et al., 2025; Martinez JL, et al., 2024).

Estudos brasileiros recentes demonstram aplicação bem-sucedida de modelos LSTM para previsão de casos de dengue, incorporando variáveis climáticas, espaciais e temporais para gerar previsões semanais com acurácia satisfatória (Ferreira AS, et al., 2025). Essa abordagem permite antecipação de surtos e planejamento adequado de recursos assistenciais.

Em paralelo, a aplicação de IA para análise de dados epidemiológicos em tempo real oferece possibilidades de compreensão mais profunda dos padrões de doença e auxílio na tomada de decisão em saúde pública (Martinez JL, et al., 2024). Porém, a literatura atual apresenta uma lacuna significativa quanto à integração desses sistemas preditivos com estratégias operacionais de gestão de insumos laboratoriais.

O Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro enfrenta desafios específicos na gestão de recursos durante epidemias sazonais. Estratégias de gestão adaptativa têm sido propostas para

melhorar a resposta do sistema a variações sazonais de demanda, incluindo planejamento baseado em dados epidemiológicos históricos e implementação de protocolos flexíveis de alocação de recursos (Barbosa MT, et al., 2023).

Entretanto, a integração entre sistemas de predição epidemiológica e gestão operacional de insumos permanece pouco explorada na literatura nacional, representando uma oportunidade significativa para desenvolvimento de soluções inovadoras que combinem capacidades preditivas da IA com estratégias eficientes de gestão de estoques laboratoriais.

O presente estudo tem como objetivos analisar a aplicabilidade da inteligência artificial na gestão de insumos e previsibilidade de doenças sazonais e demonstrar que a aplicabilidade da IA no sistema de administração visa aumentar a sustentabilidade do Sistema Único de Saúde.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática nas bases de dados PubMed, SciELO, Google Scholar e repositórios institucionais brasileiros, utilizando descritores relacionados a doenças sazonais, inteligência artificial, gestão de insumos e saúde pública. O período de busca filtrou publicações entre 2019 e 2024, buscando estudos em português, inglês e espanhol.

Os critérios de inclusão estabelecidos foram: estudos que abordem doenças sazonais no contexto brasileiro ou internacional, pesquisas sobre aplicação de inteligência artificial em epidemiologia, trabalhos relacionados à gestão de insumos em laboratórios de saúde pública e publicações que discutam impactos econômicos de doenças sazonais.

Os critérios de exclusão incluíram: estudos focados exclusivamente em aspectos clínicos sem relevância epidemiológica, pesquisas sem metodologia claramente descrita e publicações duplicadas ou sem acesso ao texto completo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca inicial identificou 29 artigos relevantes, dos quais 14 atenderam aos critérios de inclusão após análise. A distribuição temática dos estudos incluídos revelou: seis artigos focados em aspectos epidemiológicos de doenças sazonais, quatro trabalhos sobre impactos econômicos e hospitalares, dois estudos sobre gestão de insumos laboratoriais e dois trabalhos explorando aplicações de inteligência artificial.

Os estudos sobre IA demonstram aplicações consistentes de modelos preditivos para estimativa de casos semanais de doenças sazonais. Um estudo nacional avaliou o uso de redes LSTM para previsão de dengue em estados brasileiros, incorporando variáveis climáticas: temperatura, precipitação e umidade e espaciais: densidade populacional e cobertura vegetal para gerar previsões com horizonte temporal de 4 a 12 semanas (Ferreira AS, et al., 2025).

Outro trabalho explorou a utilização de algoritmos de aprendizado de máquina para análise do quadro epidemiológico geral de doenças sazonais, focando no auxílio à tomada de decisão em saúde pública através de análise preditiva de tendências (Martinez JL, et al., 2024). Estes estudos demonstram viabilidade técnica da aplicação de IA para previsão epidemiológica, mas não abordam integração com sistemas de gestão operacional.

A análise crítica dos estudos incluídos revela a falta de pesquisas que relacionem diretamente a aplicação de IA ao gerenciamento de insumos laboratoriais no contexto brasileiro. Esta lacuna é significativa considerando que a gestão eficiente de estoques durante picos epidêmicos representa desafio operacional fundamental para laboratórios de saúde pública.

Os trabalhos identificados sobre gestão de insumos laboratoriais focam em aspectos regulatórios e metodologias tradicionais de controle de estoque, sem incorporar ferramentas preditivas avançadas ou sistemas de IA para otimização de recursos.

Observou-se que estudos com foco em previsão epidemiológica por IA são majoritariamente de origem internacional, enquanto dados sobre impacto e custos de doenças sazonais provêm principalmente de fontes nacionais, incluindo registros epidemiológicos brasileiros e relatórios oficiais do Ministério da Saúde.

Esta distribuição sugere que, embora existam esforços relevantes no campo preditivo internacionalmente, há lacuna significativa na adaptação e implementação dessas tecnologias no contexto específico do Sistema Único de Saúde, particularmente quanto à integração com gestão operacional de recursos laboratoriais.

4 CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou uma lacuna importante na integração entre dados epidemiológicos de doenças sazonais e práticas modernas de gestão de insumos laboratoriais no Brasil. Embora existam pesquisas sobre a previsão de surtos através de IA e dados sólidos

sobre o impacto econômico dessas doenças, não foram identificados estudos que abordem diretamente a aplicação de IA com planejamento e controle de estoques laboratoriais no contexto brasileiro. Esta comprovação é relevante porque demonstra que o desafio do sistema de saúde transcende a sobrecarga assistencial, abrangendo também a gestão operacional dos recursos necessários para resposta adequada às epidemias. Apesar da existência de normas regulatórias (RDC nº 302/2005 e nº 330/2019 da ANVISA) e estudos sobre gestão de estoques, o aumento da demanda em períodos sazonais ultrapassa frequentemente a capacidade da resposta prevista. A contribuição principal deste trabalho é destacar a necessidade de pesquisas futuras que explorem o uso da IA não apenas como ferramenta de previsão epidemiológica, mas como instrumento integrado de gestão de insumos, capaz de otimizar recursos, reduzir desperdícios e aprimorar a resposta do Sistema Único de Saúde. Esta integração representa campo promissor para estudos aplicados e desenvolvimento de soluções inovadoras voltadas à sustentabilidade do sistema de saúde brasileiro.

5 REFERÊNCIAS

Fiocruz. Glossário - Sazonalidade. Disponível em: <https://fiocruz.br/glossario/sazonalidade>

Centers for Disease Control and Prevention. Seasonal Disease Burden in the United States. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2024;74(34):1-8. Disponível em: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/74/wr/mm7434a1.htm>

Silva AB, et al. Seasonal disease hospitalization burden: a systematic review. PMC Public Health. 2022;9:520810. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9520810/>

Santos CD, et al. Influenza hospitalization patterns in Brazil: a retrospective analysis. J Infect Dis. 2024;11:175696. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11175696/>

Oliveira MF, et al. Dengue hospitalization costs in Brazil: economic burden analysis. Trop Med Int Health. 2018;2:600332. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2600332/>

Rodrigues LM, et al. Dengue hospitalization trends and economic impact. Epidemiol Infect. 2016;4:889757. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4889757/>

Costa RF, et al. Respiratory virus infections in children under 5 years: seasonal patterns. *Pediatr Infect Dis.* 2024;12:068875. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12068875/>

Almeida JG, et al. Impacto econômico da influenza no Brasil: análise de custos diretos e indiretos. *J Bras Econ Saúde.* 2023;15(2):45-52. Disponível em: <https://jbes.com.br/index.php/jbes/article/view/112>

Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal. Atendimentos de dengue nas UPAs aumentaram quase 300% em 2024. Brasília: IGESDF; 2024. Disponível em: <https://igesdf.org.br/noticia/atendimentos-de-dengue-nas-upas-aumentaram-quase-300-em-2024/>

Agência Brasil. Dengue e chikungunya custaram mais de R\$ 1,2 bi ao sistema de saúde. Brasília: EBC; 2025. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2025-09/dengue-e-chikungunya-custaram-mais-de-r-12-bi-ao-sistema-de-saude>

Ferreira AS, et al. LSTM neural networks for dengue prediction in Brazil: integrating climatic and spatial variables. *BMC Public Health.* 2025;22:2106-7. Disponível em: <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-025-22106-7>

Martinez JL, et al. Artificial intelligence applications in weekly epidemiological surveillance. *arXiv preprint.* 2024;2405:01422. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2405.01422>

Barbosa MT, et al. Estratégias de gestão adaptativa no Sistema Único de Saúde brasileiro. *Rev Adm Hosp Inov Saúde.* 2023;20(3):89-105. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/rahis/article/view/6505>

Nascimento PR, et al. Respiratory syncytial virus in Brazil: epidemiological patterns and clinical management. *Pediatr Pulmonol.* 2023;10:014015. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10014015/>