



Da ideação à avaliação de algoritmos de inteligência artificial para predição de sepse: relato de experiência

FROM IDEATION TO THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS FOR SEPSIS PREDICTION: EXPERIENCE REPORT

Antônio Diego Costa Bezerra¹, Lucilane Maria Sales da Silva

¹ Doutorando em Saúde Coletiva, Universidade Estadual do Ceará

ORCID: [0000-0002-2441-2961](https://orcid.org/0000-0002-2441-2961)

Email: diegocostamjc@gmail.com

² Doutora em Enfermagem, Universidade Estadual do Ceará

ORCID: [0000-0002-3850-8753](https://orcid.org/0000-0002-3850-8753)

Email: lucilane.sales@uece.br

Copyright: Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

Conflito de interesses: os autores declaram que não há conflito de interesses.

Como citar este artigo

Bezerra ADC, Silva LMS da. Da ideação à desenvolvimento de algoritmos de inteligência artificial para predição de sepse: relato de experiência. Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais. [online], volume 9, n. 2. Editor responsável: Luiz Roberto de Oliveira. Fortaleza, dez de 2024. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/resdite/index>. Acesso em "dia/mês/ano".

Data de recebimento do artigo: 08/02/2024

Data de aprovação do artigo: 11/03/2024

Data de publicação: 30/12/2024

Resumo

Introdução: A sepse, infecção que se apresenta como problema em unidades intensivas, gerando a necessidade de intervenções tecnológicas. Relatar a experiência de desenvolvimento de algoritmos de inteligência artificial para a predição da sepse em pacientes de UTI. **Método:** O estudo envolveu fases de ideação, planejamento e desenvolvimento. A ideação surgiu durante estágios de graduação, impulsionada por desafios observados, como erros de diagnóstico e infecções hospitalares. O planejamento incluiu uma revisão de escopo para identificar tecnologias existentes e a escolha de um hospital em Fortaleza como local de pesquisa. O desenvolvimento do algoritmo utilizou o processo *Knowledge Discovery in Databases*. **Resultados:** resultados preliminares indicaram eficácia acima de 80% nas métricas de avaliação. **Conclusão:** Destaca-se a importância de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias no contexto do sistema público de saúde, adaptadas às necessidades dos pacientes e serviços.

Palavras-chave: Sepse. Algoritmos. Inteligência Artificial.

Abstract

Introduction: Sepsis, an infection that presents itself as a problem in intensive units, generating the need for technological disciplines. Report the experience of developing artificial intelligence algorithms for predicting sepsis in ICU patients. Method: The study involved stages of ideation, planning, and development. Ideation arose during undergraduate internships, driven by observed challenges such as diagnostic errors and hospital infections. Planning included a scope review to identify existing technologies,

with the choice of a hospital in Fortaleza as the research site. Algorithm development utilized the Knowledge Discovery in Databases process. Results: Preliminary findings indicated efficacy exceeding 80% in evaluation metrics. Conclusion: Emphasizing the importance of research and technology development in the public healthcare system context, tailored to the needs of patients and services.

Keywords: Sepsis. Algorithms. Artificial Intelligence.

1. Introdução

A sepse é uma síndrome clínica caracteriza pela presença de mecanismos inflamatórios, em que ocorrem alterações celulares e circulatórias como a vasodilatação e o aumento da permeabilidade capilar, colaborando para a hipovolemia e a hipotensão, redução da densidade capilar, coagulação intravascular disseminada, o que incorre para a redução da oferta de oxigênio tecidual, acarretando o aumento do metabolismo anaeróbio e a hiperlactatemia¹.

Este cenário está presente em diversos hospitais públicos brasileiros, como os gerais de Fortaleza, dado que corrobora para a necessidade de um olhar clínico passível de utilizar recursos tecnológicos disponíveis ou atentar-se para novas tecnologias. A sepse é uma das principais causas de morte em UTI em todo o mundo, em vista disso, seu reconhecimento, especialmente nos estágios iniciais da doença, continua sendo um desafio na saúde².

Considerando este contexto e o desenvolvimento de estratégias que possam auxiliar os profissionais e o próprio paciente no processo de trabalho frente a sepse, as tecnologias apresentam-se primordiais, já que apesar de já existirem manuais, protocolos, aplicativos e outros, a sepse ainda apresenta altos índices de morbimortalidade³.

Assim, surge o uso de inteligência artificial (IA) para a predição da sepse em pacientes hospitalizados em UTI, sendo uma área de pesquisa promissora e a ideação de criação de algoritmos de predição de sepse deve partir dos cenários clínicos e intensivos, por parte dos trabalhadores da saúde, unindo aos conhecimentos em informática e saúde digital.

Diante do exposto, este trabalho tem o objetivo de relatar a experiência de ideação, planejamento e desenvolvimento de algoritmo de inteligência artificial para predição de

sepsis em pacientes hospitalizados em UTI.

2. Método

Esse estudo é um relato de experiência descritivo. Os cenários da experiência perpassam por um contexto formativo enquanto estudante de graduação e pós-graduação, respectivamente, do autor, sendo eles: um hospital geral da cidade de Fortaleza-CE, Secretária de Saúde do Estado do Ceará (SESA-CE) e o Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva da Universidade Estadual do Ceará (UECE).

Quanto à questão temporal, o mesmo delimita-se entre os períodos de novembro de 2019 a outubro de 2023. Os dados e passos aqui relatados traduzem as vivências pessoais e coletivas do observador, emergindo por meio de escritas, observações visuais, fontes de materiais, estudos e discussões nos cenários apresentados.

Afim de melhor apresentar as experiências, esta foram divididas nas fases de ideação, planejamento e desenvolvimento no tópico de resultados, onde na fase 1, apresenta-se o primeiro contato do autor com o objeto de pesquisa (a sepsis e seus desdobramentos) e necessidade de soluções advinhas da tecnologia, na fase 2, emerge-se o plano de trabalho e organização da criação dos algoritmos de inteligência artificial e por último, na fase 3, a escolha, criação e aperfeiçoamento dos modelos.

Por relatar uma experiência que envolveu instituições e dados não públicos, esta seguiu todos os preceitos éticos preconizados pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Geral de Fortaleza, sob o número 6.168.884. O trabalho seguiu ainda as normas gerais estabelecidas pela Lei nº 13.853, redação dada em 2019, denominada Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)⁴. A aplicação de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi dispensada já que todas as informações foram coletadas dos prontuários e com o mínimo de riscos aos pacientes.

3. Resultados

Ideação (fase 1):

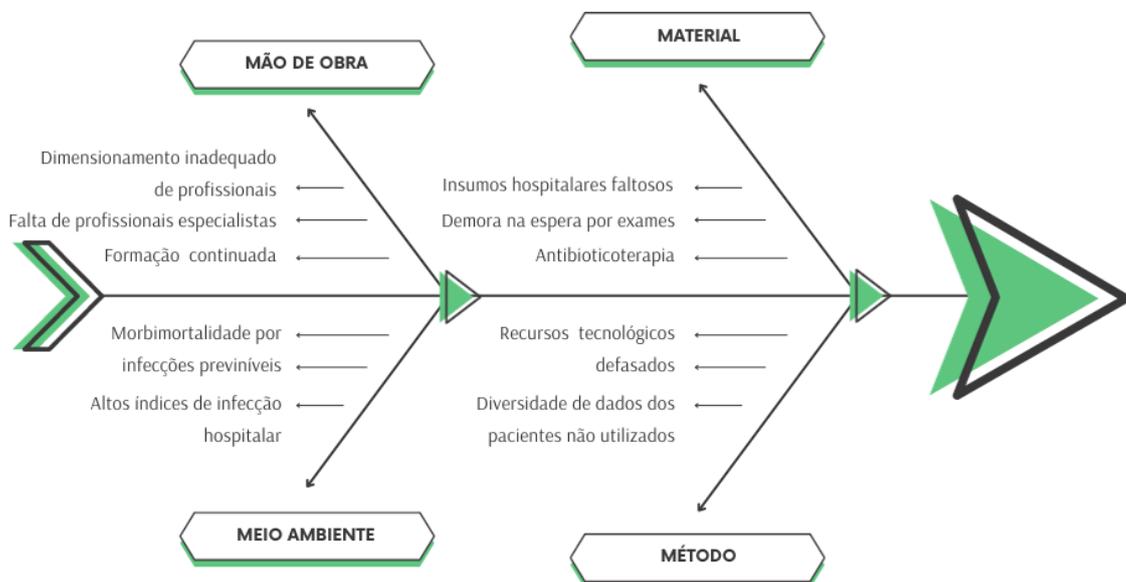
Em novembro de 2019, quando ainda na graduação, durante realização de estágios obrigatórios das disciplinas específicas do curso de graduação em Enfermagem, houveram por parte do pesquisador, inquietações enquanto no período estudante presente nos

cenários assistências de saúde, norteadas pelos correntes erros de diagnósticos, demoras na realização e resultados de exames e incidências de infecções hospitalares.

Enquanto pesquisador em formação no posterior ingresso no mestrado em Saúde Coletiva e no Laboratório de Práticas Coletivas em Saúde (LAPRACS), seria este o momento de pensar soluções alternativas aos já existentes processos tecnológicos de saúde hospitalar que corroborassem com a resolução e melhoria de indicadores.

Diante de um cenário com diversos problemas houve a utilização do Diagrama de *Ishikawa* (figura 1), sendo este um gráfico cuja finalidade é organizar o raciocínio em discussões de um problema prioritário, elencados os problemas divididos nos eixos: mão de obra, material, meio ambiente e material. Dentre os problemas destacaram-se a infecção hospitalar, erros de diagnóstico, demora por exames, recursos humanos escassos e grande número de pacientes internados. O efeito descoberto foi o aumento do número de pacientes com sepse, sendo está a variável alvo a ser estudada.

Figura 1 - Diagrama de *Ishikawa* dos problemas encontrados durante o estágio no contexto hospitalar.



Fonte: Adaptado de testes de regressão e classificação do tipo *Gradient Boosting* (GB), *K-Nearest Neighbors* (KNN), *Random Forest* (RF), *Naive Bayes* (NB), *DecisionTree* (DT) e *Logistic Regression* (LR). 2023.

O Diagrama de Ishikawa foi considerado por ser uma importante ferramenta nas áreas da gestão de saúde, como na identificação de possíveis falhas em processos de atendimento ao paciente, neste caso os pacientes com sepse, bem como na redução de custos operacionais e na melhoria da satisfação do paciente⁹. Infere-se que ferramentas como estas são passíveis de utilização na administração em saúde, quando deseja-se mapear e estreitar causas e efeitos.

Planejamento (fase 2):

Esta fase contou com a estratégia inicial de mapear na literatura por meio de revisão de escopo, as principais e já utilizadas evidências/tecnologias para predição da sepse, visando construir um algoritmo novo. Foi realizada nas bases de dados Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL); National Library of Medicine (MEDLINE/PubMed); Centro Latino-Americano e do Caribe de Informações e Ciências da Saúde (LILACS), Embase, Cochrane Library e Web of Science com pareamento cego, onde 3.864 estudos foram identificados e 17 deles atendiam às questões do estudo.

A revisão apontou não haver ainda definição sobre quais os melhores índices que possam predizer mais sensivelmente a ocorrência de alguma patologia ou a sobrevida do paciente em situações específicas como a sepse, embora demonstrar o modelo conjunto de votação (*voting ensemble machine learning algorithm*) que conseguiu prever o início da sepse com precisão de 12h a 48h^{5,6}.

O primeiro ponto foi a escolha do local de pesquisa, sendo considerado um hospital geral de Fortaleza-CE, referência estadual no tratamento intensivo, mas que ainda apresenta índices altos de morbimortalidade por sepse.

Decidiu-se utilizar as etapas do processo *Knowledge Discovery in Databases* (KDD), formalizado em 1989 em referência à procura de conhecimento a partir de bases de dados. Este processo orienta o fluxo de mineração de dados com etapas já estabelecidas: Seleção dos dados, Pré-processamento, Mineração de Dados, Avaliação/Análise e Pós-processamento, pois apresentava suporte metodológico apropriado diante das visitas prévias realizadas na Secretaria Estadual de Saúde do Ceará (SESA) aos dados que seriam disponibilizados para a pesquisa.

Desenvolvimento (fase 3):

Foi realizado um estudo de desenvolvimento por meio da tarefa de regressão e classificação. Considerando que a literatura apontava a falta de algoritmos para predição de sepse, decidiu-se utilizar os testes de regressão e classificação do tipo *Gradient Boosting* (GB), *K-Nearest Neighbors* (KNN), *Random Forest* (RF), *Naive Bayes* (NB), *DecisionTree* (DT) e *Logistic Regression* (LR).

Com base nos resultados obtidos, é recomendável o uso do *Random Forest*, *Gradient Boosting* ou *Decision Tree* para tarefas de classificação semelhantes a este estudo, pois esses modelos demonstraram equilíbrio entre precisão e *recall*. No entanto, é fundamental considerar o contexto clínico específico ao selecionar o algoritmo apropriado para aplicação prática.

O reconhecimento clínico precoce da sepse é um dos principais desafios da saúde na atualidade, sobretudo para pacientes internados em UTI. Com o avanço do aprendizado de máquina por meio da inteligência artificial, diversos modelos foram surgindo com a proposta de prever a sepse em tempo oportuno. O desenvolvimento de modelos de predição podem prever com precisão o início da sepse com antecedência, embora apresentem alternativas às tecnologias tradicionais⁷.

Os modelos aqui apresentados, apresentaram limitações quanto a pouca disponibilidade. o Brasil, no geral, ainda não se apresenta como um campo público de saúde informatizado, dificultando pesquisas como estas, já que os dados são escassos, incompletos e dificultosos. No entanto, os modelos ainda superam modelos existentes na literatura e na prática assistencial para prever o início da sepse. Além disso, estudos com pontuações semelhantes na avaliação apresentam comparações diretas difíceis devido aos diferentes desenhos de estudo subjacentes, além de definições incompletas de cortes e resultados ou uso de dados indisponíveis em tempo real^{7,8}.

4. Conclusão

Os resultados prévios dessa experiência, baseados em árvore de decisão, apresentaram resultados superiores a 80% nas métricas prévias de avaliação. Os processos apresentados indicam que pesquisas com IA e outras tecnologias, devem ser feitas com intuito de melhorar os serviços de saúde, isso desde a ideação até aplicação, para reduzir possibilidade de aplicação inadequada dos modelos na UTI. A experiência relatada destacou a importância do desenvolvimento de uma tecnologia através de dados do sistema público de saúde, a partir da realidade dos serviços e dos pacientes atendidos.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (PPSAC) da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão de bolsa.

5. Referências

1. Bloch E, Azaria A, Lieberthal G, et al. Machine learning models for analysis of vital signs dynamics: a case for sepsis onset prediction. *J Healthc Eng.* 2019;2019:1-10.
2. Brasil, Ministério da Saúde. Revolução da inteligência artificial: uso na saúde traz novas possibilidades. *Biblioteca Virtual em Saúde.* 2023.
3. Churpek MM, Yuen TC, Winslow C, et al. Multicenter comparison of machine learning methods and conventional regression for predicting clinical deterioration on the wards. *Crit Care Med.* 2016;44(2):368.
4. Brasil. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). (Redação dada pela Lei nº 13.853, de 2019). 2019.
5. Clark P, Niblett T. The CN2 induction algorithm. *Mach Learn.* 1989;3:261-83.
6. Husabø G, Næss-Pleyrn LE, Solligård E, et al. Early diagnosis of sepsis in emergency departments, time to treatment, and association with mortality: an observational study. *PLoS One.* 2020;15(1).
7. Churpek MM, Snyder A, Han X, 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.* 2017;195(7):906-11.
8. Johnson AEW, Pollard TJ, Shen L, et al. MIMIC-III, a freely accessible critical care database. *Sci Data.* 2016;3(1):1-9.
9. Passos, TS. Proposta de melhoria do acolhimento da demanda espontânea utilizando ferramentas de gestão da qualidade: estudo de caso em uma unidade básica de saúde do agreste sergipano. *Revista de Administração em Saúde.* 2023; 23.91.