

Auxílio ao Diagnóstico de Pneumonia por Análise de Imagens de Raio-X Utilizando Aprendizado de Máquina

Darlene Buttenbender¹, Márcio R. Melo¹, Rodrigo M. Figueiredo¹, Ana P. Mallmann¹

¹Escola Politécnica – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)
93.022-750 – São Leopoldo – RS – Brazil

{darleneb, marciorod, marquesf, apmallmann}@unisinos.br,

Abstract. *Pneumonia is a lung disease that requires rapid diagnosis. This study proposes the use of Artificial Intelligence (AI) at assist this diagnosis by analyzing x-ray images to identify the presence and type of pneumonia (viral or bacterial) before a specialist's report is available. Linear Regression (LR) and Artificial Neural Network (ANN) models were tested. The Neural Networks showed the best results, reflecting an accuracy of 96.2% in detecting the disease and 91.3% in identifying its type. The study concludes that the tool has great potential for hospital application, speeding up diagnosis and treatment.*

Resumo. *A pneumonia é uma doença pulmonar que exige diagnóstico rápido. Este trabalho propõe o uso de Inteligência Artificial (IA) para auxiliar nesse diagnóstico, analisando imagens de raio-x para identificar a presença e o tipo de pneumonia (viral ou bacteriana) antes do laudo do especialista. Foram testados modelos de Regressão Linear (RL) e Redes Neurais Artificiais (RNA). As Redes Neurais apresentaram os melhores resultados, com acurácia de 96,2% na detecção da doença e 91,3% na identificação do seu tipo. O estudo conclui que a ferramenta tem grande potencial para aplicação hospitalar, agilizando o diagnóstico e o tratamento.*

1. Introdução

A pneumonia é uma doença inflamatória aguda dos pulmões que, apesar da queda na taxa de mortalidade no Brasil, ainda representa um desafio para a saúde pública devido ao alto número de internações e custos associados [de Lima Peres et al. 2025]. O diagnóstico rápido, que envolve exames clínicos e radiografias de tórax [Rajaraman et al. 2025], é fundamental para diferenciar os tipos viral e bacteriano, pois eles exigem condutas de tratamento e cuidados distintos. Diante disso, uma ferramenta que auxilie o diagnóstico torna-se valiosa para abreviar o atendimento e evitar o agravamento ou a proliferação da doença.

O uso de Inteligência Artificial (IA) e Aprendizado de Máquina (ML) já é uma realidade em outras áreas médicas, como no diagnóstico de glaucoma [Zhang et al. 2025] e melanoma [Naseri et al. 2025]. Este artigo propõe o uso de duas técnicas, Regressão Logística (RL) e Redes Neurais Artificiais (RNA), para analisar imagens de raio-x torácico de um banco de dados do Kaggle [Paul, 2019], previamente classificadas por especialistas. O objetivo é avaliar a precisão dessas ferramentas na identificação da

presença e do tipo de pneumonia, identificando qual dos modelos possui o melhor desempenho.

2. Materiais e Métodos

Este estudo utilizou um banco de dados público do Kaggle, com 5.863 imagens de raios-x de tórax pediátricos [Paul, 2019], para desenvolver modelos de auxílio ao diagnóstico de pneumonia. A ferramenta de código aberto Orange Data Mining foi empregada para criar os algoritmos de Regressão Logística (RL) e Redes Neurais Artificiais (RNA). Para preparar os dados, as imagens passaram por um processo de *Image Embedding* (usando Inception V3) para extrair suas características relevantes [Degadwala et al., 2021]. O conjunto de dados foi então dividido em três porções: 70% para treinamento, 20% para validação e 10% para teste. Foram aplicados dois modelos: a) Regressão Logística: Uma técnica de aprendizado de máquina supervisionado para classificar as imagens [Nazish et al., 2021]. Utilizando uma RL com regularizador Ridge; b) Redes Neurais Artificiais: Uma abordagem de inteligência artificial inspirada no cérebro humano, mais robusta para classificação de imagens [Tiwari et al., 2024]. RNA com arquitetura MLP possuindo 1024 entradas (uma para cada *feature embedding*) com uma camada escondida com 512 neurônios, com função e ativação ReLU e as saídas variando em 2 neurônios (Estudo 1) e 3 (Estudo 2), com função de ativação softmax. O otimizador Adam foi utilizado com 1.500 épocas de treinamento.

2.1 Avaliação dos Modelos por Estudos de Caso

A performance dos modelos foi avaliada em duas etapas diagnósticas distintas e complementares: a) Estudo 1 (detecção da doença): O foco desta etapa foi a triagem inicial. Os modelos foram treinados para analisar qualquer radiografia e realizar uma classificação binária fundamental: diferenciar entre um pulmão saudável (normal) e um que apresenta sinais de pneumonia. O objetivo é responder à pergunta: "O paciente tem pneumonia ou não?"; b) Estudo 2 (especificação da causa): Este estudo avança para um diagnóstico mais específico. Utilizando apenas as imagens previamente identificadas como positivas para pneumonia, os modelos foram avaliados em sua capacidade de determinar o agente causador da infecção. A tarefa aqui é classificar a pneumonia como sendo de origem viral ou bacteriana, ajudando a guiar o tratamento adequado. Com a metodologia e os estudos de caso devidamente estabelecidos, os modelos de RL e RNA foram sistematicamente desenvolvidos. Os modelos desenvolvidos são avaliados quanto a sua acurácia e sensibilidade através de validação cruzada mais realizada com 10 *folds*.

3. Resultados

Nesta seção é avaliada a eficácia de dois modelos de IA, a RL e as RNA, para a tarefa de diagnosticar pneumonia através da análise de imagens de raio-x de tórax. A pesquisa foi estruturada em dois estudos de caso distintos, cada um com um nível de complexidade crescente, a fim de determinar qual abordagem oferece maior precisão e confiabilidade para o auxílio diagnóstico. No primeiro cenário, correspondente ao Estudo de Caso 1, os modelos foram submetidos a uma tarefa de classificação binária, onde o objetivo era simplesmente distinguir entre imagens de pulmões saudáveis e imagens que apresentavam pneumonia. Os resultados desta fase demonstraram uma superioridade notável do modelo de RNA, que alcançou uma acurácia de 96,2% durante o treinamento, em comparação com os 90,3% obtidos pela RL. Essa vantagem se confirmou na fase

de testes, onde a RNA apresentou taxas de erro, tanto de falsos positivos quanto de falsos negativos, consideravelmente inferiores. Já no Estudo de Caso 2, a complexidade do desafio foi elevada. Os modelos precisavam realizar uma classificação multiclasse, diferenciando não apenas imagens normais daquelas com pneumonia, mas também especificando se a infecção era de origem viral ou bacteriana. Novamente, o modelo de Rede Neural Artificial manteve seu desempenho superior, atingindo 91,3% de acurácia contra 87,2% da Regressão Logística. Mais importante, a RNA demonstrou ser mais eficaz em evitar a confusão entre os tipos de pneumonia e em classificar erroneamente exames saudáveis como patológicos. Ao consolidar os resultados de ambos os estudos, a conclusão é clara: o modelo de RNA se estabelece como a abordagem mais robusta e precisa para a análise de imagens de raio-x torácico. Sua performance consistentemente superior em cenários de diferentes complexidades indica um maior potencial para ser implementado como uma ferramenta de apoio clínico confiável, auxiliando profissionais da saúde na detecção e na classificação da pneumonia.

4. Discussão

O modelo baseado em RNA demonstrou uma performance superior, apresentando maior acurácia e sensibilidade em comparação ao modelo de RL. Essa superioridade foi consistente em ambos os cenários avaliados: tanto na tarefa primária de distinguir imagens com e sem pneumonia, quanto no desafio mais complexo de classificar os casos positivos entre pneumonia viral e bacteriana. A capacidade da RNA em aprender padrões mais complexos e sutis nas imagens de raio-x justifica seu desempenho mais robusto. Contudo, embora o modelo de Regressão Logística tenha apresentado resultados inferiores, seu desempenho ainda pode ser considerado apropriado para uma ferramenta de auxílio ao diagnóstico. Sua principal vantagem reside no menor custo computacional exigido para treinamento e inferência. Em contextos com limitações de hardware ou onde a implementação precisa ser mais ágil e menos onerosa, o modelo RL surge como uma alternativa viável, ainda que com uma assertividade ligeiramente menor. Na prática, a implementação de um sistema baseado em qualquer um desses modelos, especialmente o de RNA, pode gerar impactos positivos significativos no fluxo de trabalho clínico. Ao analisar e classificar automaticamente as imagens, a ferramenta pode aumentar a produtividade do especialista, que passaria a focar sua atenção nos exames com maior probabilidade de anomalia. Essa otimização do processo de triagem permite uma antecipação de condutas médicas e, consequentemente, pode levar à redução do tempo e dos custos de internação, representando um ganho de eficiência para todo o sistema de saúde. Importante ressaltar que para a aplicação deste tipo de sistema está intimamente ligado com a qualidade da imagem, portanto aplica-se aos sistemas digitais, sendo necessária uma investigação para entender o comportamento dos sistemas analógicos digitalizados.

5. Conclusão

Com base no exposto, conclui-se que o modelo de RNA é a abordagem mais adequada e promissora para o desenvolvimento de uma ferramenta de diagnóstico por imagem de alta performance. Sua capacidade de classificação refinada o qualifica como um forte candidato para auxiliar especialistas na tomada de decisão clínica, tanto para a detecção quanto para a diferenciação da pneumonia. Sugere-se a implementação de algoritmos dedicados à avaliação da qualidade da imagem, permitindo que o sistema filtre ou sinaliza-

lize exames de baixa qualidade antes do pré-processamento, garantindo que apenas dados confiáveis sejam utilizados pelo classificador. Adicionalmente, a criação de um dataset próprio, desenvolvido em colaboração com a equipe médica. Isso permitiria um controle de qualidade mais rigoroso e o ajuste fino do pré-processamento das imagens de acordo com as características específicas dos equipamentos de raio-x utilizados, potencializando a precisão do modelo. Finalmente, para viabilizar a transição da pesquisa para a prática clínica, propõe-se o desenvolvimento de uma interface homem-máquina (HMI) intuitiva. Essa interface permitiria que técnicos e médicos submetessem facilmente as imagens ao sistema, que por sua vez apresentaria os resultados de forma clara, ranqueando os casos para uma avaliação final do especialista, consolidando a ferramenta como um verdadeiro apoio ao diagnóstico.

Referências

- de Lima Peres, G., Esperança, P. H. M., de Azevedo Torres, J. M., dos Reis, T., de Oliveira Magalhães, B. L. B., Antonio, K. L. R., ... & Smanioto, K. (2025). Tendências E Perfis Das Internações Hospitalares Por Pneumonia De 2020 A 2024. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 7(3), 1707-1720.
- Degadwala, S., Vyas, D., Biswas, H., Chakraborty, U., & Saha, S. (2021, July). Image captioning using inception V3 transfer learning model. In 2021 6th international conference on communication and electronics systems (ICCES) (pp. 1103-1108). IEEE.
- Mujahid, M., Rustam, F., Chakrabarti, P., Mallampati, B., de la Torre Diez, I., Gali, P., ... & Ashraf, I. (2024). Pneumonia detection on chest X-rays from Xception-based transfer learning and logistic regression. *Technology and Health Care*, 32(6), 3847-3870.
- Naseri, H., & Safaei, A. A. (2025). Diagnosis and prognosis of melanoma from dermoscopy images using machine learning and deep learning: a systematic literature review. *BMC cancer*, 25(1), 75.
- Nazish, Ullah, S. I., Salam, A., Ullah, W., & Imad, M. (2021, March). COVID-19 lung image classification based on logistic regression and support vector machine. In European, Asian, Middle Eastern, North African Conference on Management & Information Systems (pp. 13-23). Cham: Springer International Publishing.
- Paul, M. (2019). Chest x-ray images (pneumonia).
- Rajaraman, S., Liang, Z., Marini, N., Xue, Z., & Antani, S. (2025, June). The Hidden Threat of Hallucinations in Binary Chest X-Ray Pneumonia Classification. In 2025 IEEE 38th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS) (pp. 668-673). IEEE.
- Tiwari, V., Singhal, A., & Dhankhar, N. (2024). COVID-19 Detection from Chest X-Ray Using a Customized Artificial Neural Network. In Applied Intelligence for Medical Image Analysis (pp. 201-212). Apple Academic Press.
- Zhang, J., Tian, B., Tian, M., Si, X., Li, J., & Fan, T. (2025). A scoping review of advancements in machine learning for glaucoma: current trends and future direction. *Frontiers in Medicine*, 12, 1573329.