



**SNCT
2025**

**Semana Nacional De Ciência
e Tecnologia**

Planeta Água: a cultura oceânica para enfrentar
as mudanças climáticas no meu território



CompartilhaArte
Semana de Arte
e Cultura



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina
Câmpus
Florianópolis

Inteligência Artificial na TC: novas fronteiras para redução de dose e otimização de imagem

Layra Camargos Conceição¹ | E-mail: layracamargoscc@gmail.com

Sabrina Neves dos Santos² | E-mail: binaneves@gmail.com

Caroline de Medeiros³ | E-mail: carol@ifsc.edu.br

RESUMO

A Tomografia Computadorizada (TC) tem evoluído significativamente, com avanços tecnológicos voltados à melhoria da qualidade de imagem e redução da dose de radiação. Técnicas tradicionais, como a retroprojeção filtrada (FBP) e os métodos iterativos baseados em modelo (MBIR), apresentam limitações quanto a ruído, artefatos e tempo de processamento. A reconstrução por *deep learning* (DLR), baseada em inteligência artificial (IA), surge como alternativa promissora, permitindo imagens de alta qualidade em baixas doses, com reconstrução rápida e redução de ruído. A IA na TC também automatiza protocolos de exame e aprimora diagnósticos, com *softwares* aplicáveis à triagem de achados críticos, quantificação de doenças, detecção de nódulos pulmonares, avaliação de enfisema e fraturas, entre outros. O presente trabalho, por meio de uma revisão de literatura, tem como objetivo analisar a evolução, o impacto atual e os desafios das técnicas de reconstrução de imagem em TC, com foco no papel da IA e da reconstrução por DLR. Estudos demonstram que DLR melhora nitidez, contraste e relação sinal-ruído em exames cerebrais, torácicos, cardíacos, abdominais e pediátricos, possibilitando redução de dose de até 71%. Entretanto, desafios persistem, como alteração excessiva da textura da imagem, risco de mascarar pequenas lesões, viés de amostra, “*domain shift*” e questões ético-legais relacionadas à transparência e responsabilidade dos algoritmos. Conclui-se que a IA representa um avanço transformador na TC, mas sua aplicação clínica exige validação rigorosa, supervisão especializada e diretrizes éticas para equilibrar inovação tecnológica, segurança e precisão diagnóstica.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada; inteligência artificial; qualidade de imagem



1 INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada (TC) vem evoluindo de forma expressiva nas últimas décadas, impulsionada pelo avanço tecnológico que visa melhorar a qualidade das imagens e ao mesmo tempo, reduzir a exposição à radiação dos pacientes. A reconstrução de imagens em TC passou por uma evolução significativa nas últimas décadas. A retroprojeção filtrada (FBP) consolidou-se como padrão por cerca de 40 anos, devido à sua rapidez e confiabilidade, embora limitada por altos níveis de ruído e artefatos, sobretudo em exames de baixa dose.

Posteriormente, os métodos iterativos baseados em modelo (MBIR) trouxeram avanços importantes na qualidade da imagem, mas sua aplicação clínica foi restringida pelo tempo de processamento prolongado e pela aparência artificial das imagens, frequentemente descrita como “plástica”. Para contornar essas limitações, técnicas híbridas que combinam FBP e MBIR foram desenvolvidas e hoje estão presentes na maioria dos equipamentos disponíveis comercialmente.

Mais recentemente, a reconstrução por *deep learning* (DLR) surgiu como uma alternativa promissora, utilizando inteligência artificial para gerar imagens de alta qualidade mesmo em exames de baixa dose, com tempos de reconstrução reduzidos em comparação ao MBIR. A performance da DLR, entretanto, depende fortemente da qualidade e da representatividade dos dados empregados no treinamento dos algoritmos, fator determinante para sua robustez e aplicabilidade clínica (Koetzier *et al.*, 2023).

Este trabalho tem como objetivo analisar a evolução, o impacto atual e os desafios das técnicas de reconstrução de imagem em TC, com foco no papel da IA e da reconstrução por DLR. A reconstrução de imagens passou da técnica clássica (FBP), para métodos iterativos (MBIR) e híbridos, culminando na reconstrução por DLR.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a evolução, através de uma revisão de literatura, o impacto atual e os desafios das técnicas de reconstrução de imagem em Tomografia Computadorizada (TC), com foco no papel da Inteligência Artificial (IA) e da reconstrução por *deep learning* (DLR).

2.1 Objetivos Específicos

- Descrever a trajetória evolutiva de reconstrução;



- Avaliar os benefícios e as aplicações da IA na TC;
- Identificar e discutir os principais desafios e limitações da IA na TC;
- Promover uma reflexão sobre a necessidade de uma adoção criteriosa e responsável dessas tecnologias.

3 RESULTADOS

3.1 Desafios e Limitações para a Implementação da IA

A inteligência artificial (IA), especialmente métodos baseados em aprendizado profundo (*deep learning*), surge como uma ferramenta promissora para aprimorar a reconstrução de imagens, reduzir ruídos e automatizar protocolos de exames, contribuindo tanto para diagnósticos mais precisos quanto para maior segurança radiológica. Exemplos de *softwares* de IA para TC são:

Tabela 1 — Exemplos de *softwares* de IA para TC

Aplicação na TC	Softwares
Triagem de Achados Críticos (AVC, hemorragia)	Aidoc, Viz.ai, RapidAI
Quantificação de AVC Isquêmico	Brainomix (e-Stoke), Viz.ai
Deteção e <i>Follow-up</i> de Nódulos Pulmonares	ClearRead CT, IntelliSpace AI Workflow Suite, AI-RAD Companion Chest CT
Quantificação de Enfisema/Esteatose	AI-Rad Companion Chest CT, Revolution™ Vibe e True Fidelity DL, Altivity
Escore de Cálcio Coronariano	SmartScore™ 4.0, AI-Rad Companion
Reconstrução de Imagem (redução de dose)	AIR™ Recin DL, AiCE, SAFIRE
Análise Óssea/Fraturas	Aidoc, Gleamer

Fonte: das próprias autoras (2025).

O DLR tem demonstrado desempenho consistente em diversas áreas da tomografia computadorizada. No cérebro, reduz significativamente ruído e artefatos, permitindo melhor diferenciação entre substância cinzenta e branca e maior confiabilidade na detecção de hemorragias, com resultados comparáveis ao MBIR. Em exames de tórax e cardíacos, melhora a relação sinal-ruído, preserva a resolução



espacial e reduz artefatos, possibilitando redução da dose em até 40%, embora alguns algoritmos possam gerar artefatos falsos.

Na TC abdominal, DLR aprimora a qualidade subjetiva e objetiva das imagens, favorecendo a avaliação de fígado e outras estruturas, mas exige cautela quanto ao possível desfoque de pequenas lesões. Na população pediátrica, destaca-se pela redução de dose de até 52%, mantendo nitidez, contraste e confiança diagnóstica. Em resumo, DLR supera técnicas tradicionais como FBP, HIR e MBIR, especialmente em protocolos de baixa dose, embora sua aplicação ainda requeira validação cuidadosa para garantir segurança diagnóstica em situações específicas (Koetzier *et al.*, 2023).

Há evidências que a aplicação da IA na reconstrução de imagens em TC proporciona melhorias significativas na nitidez, contraste e redução de artefatos, mesmo quando realizadas com doses reduzidas de radiação (YAN *et al.*, 2023; MELAZZINI *et al.*, 2025). Dois estudos recentes mostram isso. O primeiro, de Yan *et al.* (2023), revisou diversas técnicas de IA e concluiu que elas são muito melhores que os métodos antigos, porque conseguem se adaptar a diferentes situações clínicas. Já o segundo, de Melazzini *et al.* (2025), complementa essa ideia. Eles destacam que a IA pode melhorar as imagens médicas, ajustando os equipamentos para captar dados com mais qualidade, eliminando ruídos e aumentando o contraste.

Além da melhoria da qualidade das imagens, a IA apresenta grande potencial para otimizar a dose de radiação. Bani-Ahmad *et al.* (2025) destacam que técnicas de reconstrução iterativa baseadas em aprendizado profundo permitem reduzir a exposição sem comprometer a qualidade diagnóstica. Complementando essas evidências, Wu *et al.* (2021) propuseram a abordagem *Split Unrolled Grid-like Alternative Reconstruction* (SUGAR), que possibilita reconstruir imagens de alta qualidade a partir de doses ultra-baixas, minimizando significativamente a exposição do paciente. Zhang *et al.* (2025), em uma meta-análise, evidenciaram que intervenções baseadas em IA melhoram de forma significativa a qualidade das imagens e mostram tendências positivas na redução da dose de radiação, embora não estatisticamente significativas.

Outro aspecto relevante é a automação de protocolos de TC, relatórios do *Radiological Society of North America* (RSNA) demonstram que a IA pode padronizar parâmetros de aquisição e auxiliar na escolha dos ajustes ideais para cada paciente, reduzindo variabilidades entre centros de diagnóstico e aumentando a eficiência operacional. Essa combinação de qualidade de imagem aprimorada, redução de ruído e otimização de dose evidencia que a IA não atua apenas como uma tecnologia de suporte, mas como um elemento transformador da prática radiológica, impactando diretamente a segurança do paciente.



3.2 Desafios e Limitações para a Implementação da IA

Embora a inteligência artificial (IA) tenha demonstrado ser uma ferramenta promissora na tomografia computadorizada, sua aplicação ainda apresenta desafios. Entre eles, destaca-se a alteração da “textura” das imagens reconstruídas por algoritmos de *deep learning*, que frequentemente resultam em uma aparência excessivamente suavizada ou “plástica”, em contraste com a granulação natural geralmente preservada pelos métodos convencionais. Tal alteração levanta a questão de se essa suavização artificial poderia mascarar patologias sutis, como pequenas lesões ou metástases de baixo contraste, que podem ser erroneamente “apagadas” no processo de otimização da imagem (WONG *et al.*, 2021). Em vez de simplesmente limpar a imagem, há um risco de a IA gerar detalhes que parecem corretos, mas são, na verdade, incorretos. Isso sugere que podemos estar trocando um ruído visível, que já conhecemos, por um erro diagnóstico invisível (BHADRA *et al.*, 2022).

Para além das questões visuais, a implementação da IA na prática clínica é dificultada por desafios de confiabilidade e validação. O fenômeno conhecido como “viés de amostra” ou *domain shift* ocorre quando um algoritmo treinado com dados de um fabricante ou população específica falha ao ser aplicado em um contexto diferente, exigindo validação externa rigorosa e demorada em cada ambiente hospitalar (YU *et al.*, 2022). Adicionalmente, a natureza de “caixa preta” de muitos sistemas proprietários de IA cria um dilema ético e jurídico significativo. A falta de transparência sobre como as decisões são tomadas pelo algoritmo complica a atribuição de responsabilidade em casos de erro de diagnóstico, questionando se a culpa recairia sobre o radiologista, a instituição de saúde ou o desenvolvedor do software (De-Giorgio *et al.*, 2025).

Nesse sentido, a IA representa um avanço transformador para a TC, oferecendo ganhos substantivos na qualidade da imagem e na segurança do paciente através da redução da dose de radiação. No entanto, sua integração na prática clínica não é isenta de desafios. A potencial alteração na textura das imagens, o risco de erros de diagnóstico invisíveis e os obstáculos relacionados à confiabilidade, avaliação e transparência dos algoritmos exigem cautela.

4 CONCLUSÃO

A aplicação da inteligência artificial na tomografia computadorizada representa um avanço significativo na prática radiológica, oferecendo potencial para melhoria da qualidade das imagens, redução de ruído e otimização da dose de radiação administrada aos pacientes. Técnicas como a reconstrução por *deep learning* (DLR) demonstram desempenho superior às metodologias tradicionais, especialmente em protocolos de



baixa dose, mantendo nitidez, contraste e confiabilidade diagnóstica em diferentes regiões anatômicas e populações, inclusive pediátricas.

Entretanto, a integração da IA na clínica exige cautela. Questões como alteração da textura das imagens, risco de erros diagnósticos invisíveis, viés de amostra e limitações de transparência dos algoritmos destacam a necessidade de validação externa rigorosa, supervisão humana especializada e estabelecimento de diretrizes éticas e regulatórias claras.

Portanto, embora a IA tenha o potencial de transformar a tomografia computadorizada, seu uso responsável deve equilibrar inovação tecnológica e segurança do paciente. A adoção criteriosa dessas ferramentas permitirá maximizar seus benefícios, garantindo diagnósticos mais precisos e uma prática radiológica mais eficiente e segura.

5 REFERÊNCIAS

BANI-AHMAD, M.; ENGLAND, A.; MCCLAUGHLIN, L.; HAD, Y. H.; MCENTEE, M. Potential of artificial intelligence for radiation dose reduction in computed tomography: A scoping review. *Radiography (Lond)*, v. 31, n. 4, p. 102968, jul. 2025.

BHADRA, S.; KELKAR, V. A.; BROOKS, F. J.; ANASTASIO, M. A. On hallucinations in tomographic image reconstruction. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, v. 40, n. 11, p. 3249–3260, 2021.

DE-GIORGIO, F.; BENEDETTI, B.; MANCINO, M.; SALA, E.; PASCALI, V. L. The need for balancing “black box” systems and explainable artificial intelligence: A necessary implementation in radiology. *European Journal of Radiology*, v. 185, p. 112014, abr. 2025.

KOETZIER, L. R.; MASTRODICASA, D.; SZCZYKUTOWICZ, T. P.; VAN DER WERF, N. R.; WANG, A. S.; SANDFORT, V.; VAN DER MOLEN, A. J.; FLEISCHMANN, D.; WILLEMINK, M. J. Deep learning image reconstruction for CT: Technical principles and clinical prospects. *Radiology*, v. 306, n. 3, e221257, 2023.

MELAZZINI, L.; BORTOLOTTI, C.; BRIZZI, L.; ACHILLI, M.; BASLA, N.; D’ONORIO DE MEO, A.; GERBASI, A.; BOTTINELLI, O. M.; BELLAZZI, R.; PREDA, L. AI for image quality and patient safety in CT and MRI. *European Radiology Experimental*, v. 9, n. 28, 2025.

RSNA. RSNA AI Challenge Reports. Radiological Society of North America.

WONG, K. K.; WANG, T. Y.; JO, U.; YAO, J.; LEUNG, A.; NG, S. H. Retrospective study of deep learning to reduce noise in head CT scans: Possible trade-off between noise reduction and preservation of fine detail. *Medical Physics*, v. 48, n. 4, p. 1905–1917, 2021.

WU, W.; NIU, C.; EBRAHIMIAN, S.; YU, H.; KALRA, M.; WANG, G. AI-enabled ultra-low-dose CT reconstruction. Cornell University (Electrical Engineering and Systems Science), 2021.



**SNCT
2025**

Semana Nacional De Ciência e Tecnologia

Planeta Água: a cultura oceânica para enfrentar as mudanças climáticas no meu território



CompartilhArte
Semana de Arte e Cultura



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina
Câmpus
Florianópolis

YAN, Q.; YE, Y.; XIA, J.; CAI, Z.; WANG, Z.; NI, Q. Artificial intelligence-based image reconstruction for computed tomography: A survey. *Intelligent Automation & Soft Computing*, v. 36, n. 3, p. 2545–2558, 2023.

YU, A. C.; MOHAJER, B.; ENG, J. External validation of deep learning algorithms for radiologic diagnosis: A systematic review. *Radiology: Artificial Intelligence*, v. 4, n. 4, e210064, 2022.

ZHANG, S.; ZHU, Z.; YU, Z.; SUN, H.; SUN, Y.; HUANG, H.; XU, L.; WAN, J. Effectiveness of AI for enhancing computed tomography image quality and radiation protection in radiology: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, v. 27, e66622, 2025.