

APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA DETECÇÃO DE CARCINOMA ADENOIDE CÍSTICO

Maria Amélia Santos de Araújo¹; Evair Josino da Silva².

maria.amelia.araujo06@gmail.com

Área Temática: Temas livres em Medicina

RESUMO

Introdução: Carcinoma adenoide cístico (CAC) é tipo raro de câncer que apresenta crescimento lento e propensão a metástase. Nesse sentido, a inteligência artificial (IA), particularmente o aprendizado de máquina (ML) e aprendizado profundo (DL), destaca-se como ferramenta de auxílio a formulação de um plano terapêutico adequado as particularidades de cada paciente. **Objetivo:** Conhecer as diferentes aplicações da Inteligência Artificial (IA) na detecção e no tratamento de CAC. **Metodologia:** Pesquisa qualitativa, desenvolvida por meio de revisão integrativa da literatura, mediante busca nas bases EBSCO, DynaMed e PubMed com descritores controlados do DeCS/MeSH e descritores booleanos. O estudo incluiu artigos originais publicados nos últimos 5 anos, em português e inglês, de livre acesso, que abordassem os temas da IA e do CAC, assim como a relação entre eles. **Resultados e Discussão:** A IA pode ser introduzida de forma integrada em todas as etapas do tratamento de um paciente, desde o diagnóstico, planejamento e replanejamento, até o acompanhamento a longo prazo e prognóstico. **Conclusão:** Evidencia-se a importância de aprimorar os sistemas de informação com o intuito de atuar na prática clínica, integrando conhecimento de diferentes bases de dados a experiência clínica dos profissionais de saúde na formulação de um plano terapêutico individualizado.

Palavras-chave: Inteligência artificial; Carcinoma adenoide cístico.

1 INTRODUÇÃO

Carcinoma adenoide cístico (CAC) é tipo raro de câncer que pode afetar as glândulas salivares maiores, principalmente as glândulas submandibulares e parótidas, e as glândulas salivares menores, principalmente na cavidade oral. Ademais, esse tipo de tumor apresenta crescimento lento e propensão para invasão perineural, recorrência local e metástases à distância (Hou *et al.*, 2025). Muitos casos estão associados mutações genéticas, como rearranjos cromossômicos que induzem a superexpressão de PLAG1, fator de transcrição que promove a expressão de genes que aumentam o crescimento celular, incluindo componentes das vias de

sinalização dos receptores de fator de crescimento; além de mutações no gene HMGA2, que codifica uma proteína ligante a DNA (Kumar, 2010).

O CAC pode afetar todas as idades, sendo mais comum em mulheres entre na faixa etária de 50 a 60 anos. Histologicamente, o diagnóstico desse tipo de neoplasia apresenta controvérsias devido à dificuldade na diferenciação histopatológica entre adenocarcinoma polimórfico no aspecto cribiforme e adenocarcinoma de células basais quando sólido (Onório, 2025).

Aproximadamente 40% dos pacientes com CAC desenvolvem doença metastática. Os fatores de risco para metástase incluem recidiva local, presença de tumor sólido, tamanho do tumor maior que 3 cm e envolvimento dos linfonodos regionais, dado que, a associação entre esses fatores pode diminuir a sobrevida do paciente, dificultando o diagnóstico precoce da doença. O CAC está entre um dos tipos mais comuns de câncer das glândulas salivares, representando 10-15% dos tumores das glândulas salivares. Além disso, essa neoplasia apresenta uma taxa de sobrevida global de 5 anos de 68-90%. Entretanto, resultados a longo prazo revelaram uma queda na sobrevida global de 10 e 15 anos de 52% e 28%, respectivamente, em virtude de invasão perineural, falha no controle local e metástases distantes (Onório, 2025).

A radioterapia (RT) é a primeira linha terapêutica no tratamento do CAC, seguida de ressecção cirúrgica do tumor e quimioterapia. No entanto, a eficácia e a tolerância à RT também variam entre pacientes com tumores aparentemente semelhantes, que apresentam o mesmo subtipo de câncer, estágio anatômico e fatores de risco aparentes. (Bang *et al.*, 2023). O CAC apresenta diferentes manifestações conforme fatores clínicos, radiológicos e biológicos específicos do paciente, apresentando-se de forma distinta em cada caso (Hou *et al.*, 2025). Em relação a quimioterapia, não há recomendações padrão, uma vez que o crescimento do ACC é lento, reduzindo assim o efeito citotóxico do tratamento, mas ainda é utilizada devido à falta de alternativas eficazes para a doença, bem como pela característica heterogênea do CAC quando comparado a outros tipos de neoplasias. Com efeito, pacientes tratados cirurgicamente e com radioterapia, apresentaram uma taxa de sobrevivência maior do controle local quando comparados a pacientes tratados apenas com remoção cirúrgica (Onório, 2025).

A crescente aplicação da inteligência artificial (IA) em diversos campos do conhecimento, incluindo a área da saúde, é possível devido aos avanços tecnológicos e à redução dos custos de processamento computacional, armazenamento e aquisição de dados em

tempo real. Nesse viés, a IA pode ser definida como uma tecnologia com a capacidade de responder a informações provenientes de novos dados, alterando seu funcionamento para maximizar o desempenho ao imitar as capacidades de resolução de problemas e tomada de decisão da mente humana (Reis; Neves; Carvalho, 2023).

Aprendizado de máquina (ML), ou *machine learning*, é um subcampo da engenharia e das ciências da computação no ramo da IA que desenvolve algoritmos por meio da matemática, estatística, lógica e programação de computadores. Esse sistema tem como objetivo identificar padrões, melhorar previsões ou comportamentos com base em dados e experiências anteriores, sem a necessidade de uma programação explícita para realizar algo específico (Reis; Neves; Carvalho, 2023).

O Aprendizado profundo, ou *deep learning*, um subconjunto do aprendizado de máquina, orientado por redes neurais e inspirado na estrutura do cérebro humano, atua por meio de algoritmos que podem analisar imagens de tomografia computadorizada com alta precisão, detectando características de forma detalhada. Assim, essas ferramentas auxiliam na distinção entre neoplasias benignas e malignas, otimizando a tomada de decisões clínicas e reduzindo erros diagnósticos. A integração entre dados radiológicos e genômicos por meio da IA oferece *insights* sobre a evolução e o comportamento tumoral, possibilitando a personalização das intervenções terapêuticas (Feitosa Filho *et al.*, 2026).

Dessa forma, inteligência artificial (IA), particularmente o aprendizado de máquina (ML) e aprendizado profundo (DL), destaca-se como importante ferramenta de auxílio a formulação de um plano terapêutico adequado as particularidades de cada paciente, orientando decisões terapêuticas para melhores desempenhos na prática clínica (Bang *et al.*, 2023).

Assim, torna-se essencial compreender de forma abrangente as diferentes aplicações da inteligência artificial na detecção precoce, no diagnóstico e no tratamento do CAC, destacando seu potencial para aprimorar a acurácia clínica, otimizar a tomada de decisão e contribuir para melhores desfechos terapêuticos.

2 METODOLOGIA

Pesquisa de forma qualitativa, desenvolvida por meio de revisão integrativa da literatura, através da base de dados do EBSCO, DynaMed e PubMed com descritores controlados do DeCS/MeSH e descritores booleanos, para melhorar a sensibilidade e especificidade da busca. Os termos utilizados foram: “Adenoid cystic carcinoma” e “Artificial Intelligence”,

“Inteligência artificial” e “Carcinoma adenoide cístico”, associados a expressão “AND” e “OR” para busca avançada nas bases de dados em questão. O estudo incluiu artigos originais publicados nos últimos 5 anos (2022-2026), em português e inglês, de livre acesso, que abordassem a relação entre a IA com o CAC, bem como artigos que tratassem da fisiopatologia do CAC e da aplicação da IA na medicina.

Após a coleta de dados, procedeu-se à leitura criteriosa dos títulos e resumos para aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, seguida da leitura integral dos artigos selecionados. Em seguida, foi realizada a extração das informações relevantes por meio de um instrumento previamente elaborado, contemplando aspectos como objetivo do estudo, metodologia, principais resultados e conclusões. Os dados foram então organizados de forma sistemática, permitindo a comparação entre os estudos. Posteriormente, realizou-se uma análise qualitativa e interpretativa das evidências, com categorização temática dos achados, a fim de identificar padrões, lacunas na literatura e contribuições da inteligência artificial na detecção e no tratamento do carcinoma adenoide cístico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de IA apresenta resultados promissores na previsão de resultados terapêuticos associados ao CAC. Os diferentes algoritmos analisados apresentaram bom desempenho, ajudando a identificar características que fornecem compreensão sobre as manifestações do CAC, como características demográficas, fatores moleculares e terapêuticos. A integração desses dados aos algoritmos de decisão clínica atuais tem o potencial de melhorar a detecção, a estratificação de risco e a seleção de opções terapêuticas ideais (Bang *et al.*, 2023).

De modo específico, esses sistemas podem processar grandes volumes de dados automaticamente de forma simultânea, incluindo dados clínicos e experimentais, a fim de detectar padrões, regras e dependências causais, prever ou classificar dados futuros, extrair informações e identificar subgrupos nos dados para obter novos *insights* e ajudar a compreender a complexidade do CAC. A exemplo disso, tem-se o uso da IA na classificação de fatores de risco, no diagnóstico, identificação de biomarcadores genéticos que podem influenciar mutações genéticas responsáveis pelo CAC, bem como previsão da resposta ao tratamento, automanejo, monitoramento e prognóstico (Reis; Neves; Carvalho, 2023).

Por exemplo, diferentes estudos desenvolveram um modelo de *deep learning* multicanal baseado em imagens de TC sem contraste, relatando valores de acurácia de 0,966 e 0,898 para validação interna e externa, respectivamente, na diferenciação de tumores. De forma

semelhante, a *machine learning* com análise quantitativa de textura aplicada para distinguir manifestações heterogêneas de neoplasia alcançaram uma precisão de 93,9%. Em um estudo multicêntrico, um algoritmo de *deep learning* totalmente automatizado foi desenvolvido para a detecção de pequenos carcinomas em TC com contraste, alcançando taxas de precisão de 88,3% e 87,5% em conjuntos de dados internos e externos, respectivamente (Feitosa Filho *et al.*, 2026).

A integração da imagem usada ao longo da RT para capturar dinamicamente a resposta do tumor poderia guiar a decisão terapêutica ou intervenções precoces de forma mais eficiente. A disponibilidade crescente da IA nos sistemas de informação de saúde em várias instituições levará a um aumento da qualidade e das informações anatômicas e funcionais das imagens diárias de RT, aumentando o potencial de desbloquear biomarcadores dinâmicos baseados em imagem e a precisão das previsões de resultados clínicos dinâmicos ao longo do tratamento e nos acompanhamentos pós-tratamento (Bang *et al.*, 2023).

Além disso, a IA demonstrou alto rendimento em outras partes do processo de diagnóstico de CAC, como detecção e segmentação de estruturas anatômicas e classificação de grau de tumor e lesão, proporcionando a análise de grandes volumes de dados. A IA pode ser introduzida de forma integrada em todas as etapas do tratamento de um paciente, desde o diagnóstico, planejamento e replanejamento, até o acompanhamento a longo prazo e prognóstico, permitindo ou se beneficiando da contribuição de diferentes especialistas ao longo do processo, quando associada ao uso da telemedicina (Bang *et al.*, 2023).

Entretanto, percebe-se a multiplicidade de desafios associados ao uso da IA na prática clínica, especialmente na dificuldade de padronização metodológica e na heterogeneidade do CAC. Por conseguinte, percebe-se a necessidade de introdução dos oncologistas na área da IA para integrar conhecimento e facilitar a tomada de decisão, garantindo a implementação clínica dessas ferramentas de forma integrada e eficiente (Bang *et al.*, 2023).

Nesse contexto, apesar da variedade de aplicações dessas tecnologias no cuidado ao saúde, o desenvolvimento e a implementação de modelos de IA confiáveis na área de saúde ainda enfrentam desafios, como: a qualidade e disponibilidade dos dados; a interpretabilidade e transparência dos modelos; a generalização das informações; a coleta, armazenamento, compartilhamento, privacidade e segurança dos dados do paciente; e aspectos éticos e legais do uso dessas ferramentas na tomada de decisão clínica (Reis; Neves; Carvalho, 2023).

A padronização dos processos de extração radiômica entre os estudos é fundamental para reduzir a variabilidade entre os estudos e aumentar a validade externa, com o intuito de

minimizar erros diagnósticos e na escolha do plano terapêutico específico para cada paciente. Além disso, o desempenho do modelo pode variar significativamente, dependendo tanto do método de *machine learning* quanto do processo utilizado para selecionar as características radiômicas a serem analisadas, podendo oscilar de forma negativa entre diferentes abordagens conforme disponibilidade de recursos tecnológicos, materiais e humanos (Feitosa Filho *et al.*, 2026).

As futuras aplicações da IA na detecção de CAC devem se concentrar em três direções principais: integração de marcadores radiogenômicos, a fim de fornecer um planejamento terapêutico personalizado; desenvolvimento de bancos de dados colaborativos multi-institucionais, com o intuito de superar a escassez de dados e reduzir o viés algorítmico; e uso de assistência de IA em tempo real durante a avaliação radiológica, com o objetivo de apoiar a tomada de decisões clínicas. Essas estratégias, em conjunto, sinalizam uma mudança de paradigma em direção a diagnósticos minimamente invasivos e de alta precisão oncológica (Feitosa Filho *et al.*, 2026).

Ainda, é importante ressaltar que – a nível mundial – a desigualdade socioeconômica de acesso a serviços de saúde de qualidade qualifica-se como um dos desafios regulatórios e de implementação da IA na medicina, especialmente em países em desenvolvimento, onde a infraestrutura de saúde pode ser limitada. Esses desafios incluem a ausência de marcos regulatórios abrangentes e padronizados para a IA na medicina, a disponibilidade limitada de profissionais treinados para a implantação e manutenção da IA, além de recursos financeiros limitados para apoiar a aquisição e integração da tecnologia (Feitosa Filho *et al.*, 2026).

Entre as limitações deste estudo, percebe-se a escassez de pesquisas que abordem de forma específica o uso da inteligência artificial na detecção do carcinoma adenoide cístico (CAC). Trata-se de um tema ainda emergente, especialmente considerando que as aplicações da IA ganharam maior destaque apenas nos últimos anos, o que restringe a disponibilidade de evidências robustas e consolidadas. Ademais, a raridade do CAC contribui para a limitação do número de estudos e amostras analisadas, dificultando a generalização dos achados. Nesse contexto, o conhecimento acerca dessas aplicações ainda se mostra incipiente, com resultados heterogêneos e, por vezes, inconclusivos, o que reforça a necessidade de investigações futuras mais abrangentes e metodologicamente consistentes para validar e ampliar o uso dessas tecnologias na prática clínica.

Portanto, destaca-se que métodos de IA podem ser um importante instrumento auxiliar quando aplicados a prática clínica na abordagem terapêutica do CAC, apresentando boa sensibilidade e alta especificidade. Essa ferramenta pode produzir uma mudança de paradigma na área da saúde, processando e analisando grandes volumes de dados, o que pode impactar significativamente o futuro da pesquisa, da prática clínica e da vida de pessoas acometidas por CAC. Consequentemente, decisões clínicas não devem ser tomadas exclusivamente aplicando um algoritmo, dado que se percebe a necessidade de integrar a IA de forma prudente e razoável ao fluxo de trabalho dos profissionais da saúde. Por fim, são necessários estudos adicionais envolvendo populações maiores e multicêntricas para que a IA possa ser cada vez mais aprimorada e utilizada por diversos países ao redor do mundo na área da medicina aplicada a oncologia e a imagem de cabeça e de pescoço (Reis; Neves; Carvalho, 2023).

4 CONCLUSÃO

A padronização dos protocolos de aquisição de imagens, dos processos radiômicos e da integração com dados clínicos é crucial para uma aplicação mais ampla da IA. Por isso, tem-se a importância de reforçar a necessidade de protocolos padronizados de aquisição de imagens para pesquisa futuras, principalmente no que se refere à reprodutibilidade e generalização dos modelos de forma prática e acessível. Pesquisas futuras devem se concentrar na validação desses modelos em populações diversas e em diferentes campos da medicina, como também na avaliação da relação custo-benefício, a fim de abrir caminho para ferramentas diagnósticas mais precisas e seguras, oferecendo um cuidado centrado no indivíduo de forma integral e equitativa, de acordo com a sua realidade e particularidades.

Portanto, evidencia-se a necessidade de aprimoramento contínuo dos sistemas de informação voltados ao carcinoma adenoide cístico (CAC), de modo a torná-los mais eficientes e aplicáveis à prática clínica. A articulação entre essas bases de dados e a experiência clínica dos profissionais de saúde é fundamental para qualificar a tomada de decisão, especialmente diante do comportamento biológico heterogêneo e da evolução frequentemente indolente, porém agressiva, desse tipo de neoplasia. Dessa forma, o uso integrado dessas tecnologias possibilita a elaboração de planos terapêuticos mais precisos e individualizados, considerando diferentes variáveis como condições clínicas do paciente, contribuindo, assim, para melhores desfechos clínicos e maior qualidade de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HOU, Chengsu; ZHANG, Ye; WANG, Yang. Um estudo cientiscientométrico sobre tendências de pesquisa e características do carcinoma cístico adenóide salivare. **Journal of Dental Sciences**, v. 20, n. 3, p. 1899-1903, 2025.

BANG, Chulmin et al. Inteligência artificial para prever os resultados da radioterapia de cabeça e pescoço. **Oncologia radioterápica clínica e translacional**, v. 39, p. 100590, 2023.

ONÓRIO, D. C. S. e outros. Classificação tumoral do carcinoma cístico adenoide: revisão sistemática e meta-análise. **Brazilian Journal of Biology**, v. 85, p. e289405, 2025.

REIS, Felipe JJ; NEVES, Gabriela de Assis; CARVALHO, Matheus Bartholazzi Lugão de. Inteligência artificial e dor: oportunidades e desafios para pesquisa e prática clínica. **BrJP**, v. 6, n. 1, p. 1-2, 2023.

FEITOSA FILHO, Helvécio Neves et al. Modelos de tomografia computadorizada baseados em inteligência artificial para a distinção entre tumores de Wilms e não-Wilms: revisão sistemática e meta-análise. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 48, p. e20250010, 2026.

KUMAR, Vinay et al. Robbins & Cotran bases patológicas das doenças. In: Robbins & Cotran bases patológicas das doenças. 2010.