



QUALIS
A2



USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ANÁLISE CEFALOMÉTRICA EM ORTODONTIA: REVISÃO DE LITERATURA¹

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CEPHALOMETRIC ANALYSIS IN ORTHODONTICS: A LITERATURE REVIEW

Érika Sabrina Machado da SILVA
Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)
E-mail: machadodasilvaerikasabrina9@gmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-6932-2323>

Paulo de Tarso Silva de MACEDO
Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)
E-mail: paulodetarso101@hotmail.com
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4092-9829>

32

RESUMO

A inteligência artificial (IA) tem origem no campo da ciência da computação e consiste em uma tecnologia baseada em softwares capazes de oferecer diversos benefícios por meio de sua aplicação. Além dos benefícios técnicos, a aplicação da IA na odontologia contribui para a melhoria da experiência do paciente. Nesse sentido, o uso de algoritmos de IA e técnicas de aprendizado de máquina tem se mostrado promissor no aprimoramento do diagnóstico ortodôntico. Portanto, o presente estudo trata-se de uma revisão de literatura narrativa, de caráter qualitativo, descritivo e exploratório, tendo como objetivo analisar os impactos do uso da IA na análise cefalométrica em ortodontia. A pesquisa foi realizada por meio de levantamento bibliográfico em bases de dados eletrônicas, sendo elas *Medical Publications* (PubMed), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram utilizados os descritores em inglês “Cephalometry”, “Artificial intelligence” e “Orthodontics”. Foram incluídos artigos publicados entre 2021 e 2025, nos idiomas português e inglês. Com base nos achados desta revisão de literatura, observa-se que a utilização de sistemas totalmente automatizados para análise cefalométrica ainda não se encontra plenamente consolidada na prática clínica.

Palavras-chave: Cefalometria. Inteligência Artificial. Ortodontia.

¹ COMO CITAR: (ABNT): SILVA, E. S. M.; MACEDO, P. T. S. Uso Da Inteligência Artificial na Análise Cefalométrica em Ortodontia: Revisão de Literatura. **JNT Facit Business and Technology Journal**. Qualis A2. ISSN: 2526-4281, Mês de Março de 2026 - Ed. 72. VOL. 02. Págs. 32-46. Disponível: <http://revistas.faculdadefacit.edu.br>. Acesso em: __/__/__.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) originates from the field of computer science and consists of a technology based on software capable of providing several benefits through its application. In addition to technical advantages, the application of AI in dentistry contributes to improving the patient experience. In this context, the use of AI algorithms and machine learning techniques has shown promise in enhancing orthodontic diagnosis. Therefore, the present study is a narrative literature review, with a qualitative, descriptive, and exploratory approach, aiming to analyze the impacts of the use of AI in cephalometric analysis in orthodontics. The research was conducted through a bibliographic survey in electronic databases, namely *Medical Publications* (PubMed), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), and the *Virtual Health Library* (BVS). The descriptors used in English were “Cephalometry,” “Artificial intelligence,” and “Orthodontics.” Articles published between 2021 and 2025, in Portuguese and English, were included. Based on the findings of this literature review, it is observed that the use of fully automated systems for cephalometric analysis has not yet been fully consolidated in clinical practice.

Keywords: Cephalometry. Artificial Intelligence. Orthodontics.

INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) tem origem no campo da ciência da computação e consiste em uma tecnologia baseada em softwares capazes de oferecer diversos benefícios por meio de sua aplicação. Fundamenta-se no desenvolvimento de sistemas computacionais que simulam processos cognitivos humanos, como aprendizado, reconhecimento de padrões, tomada de decisão e resolução de problemas (Spezzia, 2023).

Na área da saúde seu emprego tem se mostrado satisfatório, pois essa tecnologia apresenta potencial significativo para auxiliar nos processos de promoção e recuperação da saúde, principalmente no que tange a obtenção de diagnósticos mais precisos, minimizando erros que possam afetar negativamente a saúde dos pacientes (Spezzia, 2023).

Além dos benefícios técnicos, a aplicação da IA na odontologia contribui para a melhoria da experiência do paciente. A obtenção de diagnósticos mais ágeis e precisos reduz a necessidade de repetição de exames, minimiza intervenções desnecessárias e favorece a adoção de tratamentos precoces, prevenindo a

progressão de condições clínicas mais complexas. Ademais, essas tecnologias possibilitam a implementação de estratégias de triagem e monitoramento remoto, permitindo o acompanhamento contínuo da saúde bucal, inclusive à distância (Medeiros *et al*, 2024).

Entretanto, apesar dos avanços tecnológicos, a IA não substitui a atuação do cirurgião-dentista. Trata-se de uma ferramenta complementar, cujo papel é auxiliar no processo diagnóstico e no planejamento terapêutico. A análise crítica dos resultados, a tomada de decisão clínica e a relação interpessoal com o paciente permanecem como atribuições fundamentais do profissional (Batista; Dantas; Zampieri, 2025).

Nesse cenário de inovação tecnológica, a ortodontia se insere como especialidade voltada à prevenção, diagnóstico e tratamento das irregularidades dentárias e das discrepâncias entre dentes e maxilares, denominadas más oclusões, com o propósito de restabelecer função e estética. O tratamento ortodôntico convencional, baseado no uso de aparelhos fixos ou removíveis que aplicam forças contínuas para promover a movimentação dentária gradual, é amplamente eficaz, porém pode demandar longos períodos e apresentar limitações clínicas. Assim, alinhada aos avanços tecnológicos na área da saúde, a ortodontia tem incorporado novas abordagens, como terapias assistidas por dispositivos, com o objetivo de otimizar o tempo de tratamento e reduzir potenciais efeitos adversos (Sangle *et al*, 2023; Ferlias; Michelotti e Stoustrup, 2024).

Nesse sentido, o uso de algoritmos de IA e técnicas de aprendizado de máquina tem se mostrado promissor no aprimoramento do diagnóstico ortodôntico, na automatização da traçagem cefalométrica, na estimativa do crescimento e desenvolvimento, na avaliação das proporções faciais, no auxílio ao planejamento do tratamento ortodôntico, na orientação das decisões sobre cirurgia ortognática e na facilitação da segmentação de imagens e da identificação de pontos de referência (La Rosa *et al*, 2025).

A radiografia cefalométrica é uma ferramenta essencial para o planejamento do tratamento de discrepâncias dentárias e esqueléticas subjacentes e também para avaliar o resultado do tratamento e para pesquisa. A análise convencional/manual envolve o traçado de pontos de referência anatômicos em uma folha de acetato e a medição dos parâmetros cefalométricos. Nesse contexto, a análise cefalométrica utilizando software digital tem ganhado destaque e minimizado muitas falhas relacionadas ao traçado manual. Outro benefício é a possibilidade de realizar diversas

análises em um curto período de tempo, minimizando consideravelmente o erro humano devido à fadiga (Prince *et al*, 2023).

Portanto, diante do avanço tecnológico e da crescente incorporação de recursos de inteligência artificial nas ciências odontológicas, o presente estudo teve como objetivo analisar a literatura científica acerca da aplicação da Inteligência Artificial na análise cefalométrica em ortodontia, com a finalidade de identificar suas principais vantagens, limitações e implicações clínicas.

METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura narrativa, de caráter qualitativo, descritivo e exploratório, tendo como objetivo analisar os impactos do uso da IA na análise cefalométrica em ortodontia. Ademais, esse tipo de estudo permite reunir, descrever e discutir os principais achados científicos disponíveis sobre o tema, promovendo uma compreensão ampla e atualizada.

A pesquisa foi realizada por meio de levantamento bibliográfico em bases de dados eletrônicas, sendo elas *Medical Publications* (PubMed), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e *Biblioteca Virtual em Saúde* (BVS). Foram utilizados os descritores em inglês “Cephalometry”, “Artificial intelligence” e “Orthodontics”. Foram incluídos artigos publicados entre 2021 e 2025, nos idiomas português e inglês, que abordassem a utilização da IA na análise cefalométricos no tratamento ortodôntico. Foram excluídos estudos duplicados, resumos de eventos científicos, dissertações, monografias e artigos sem acesso ao texto completo, assim como publicações que tratassem do uso da IA na qual não fosse relacionada a análise cefalométrica em ortodontia.

O recorte temporal de 2021 a 2025 foi definido com o objetivo de contemplar as publicações mais recentes e relevantes sobre o tema, considerando que, a partir desse período, houveram avanços significativos nas pesquisas sobre o papel da IA na análise cefalométrica nos procedimentos ortodônticos, bem como na compreensão de seus benefícios e limitações.

Em seguida, após a busca nas bases selecionadas, os artigos encontrados foram submetidos à triagem e leitura crítica, sendo selecionados aqueles que atendiam aos critérios de inclusão. As informações extraídas dos estudos foram organizadas e analisadas de forma qualitativa, por meio de uma síntese temática integrativa, buscando identificar a aplicação da IA na análise cefalométrica em ortodontia, bem como suas vantagens e desvantagens.

RESULTADOS

Ao realizar a etapa de levantamento dos estudos, foram inicialmente identificados 183 artigos científicos relacionados à temática proposta. Dentre esses, 90 estavam disponíveis na base de dados PubMed, 38 na base SciELO e 55 na base BVS. O processo de identificação, triagem e inclusão dos estudos seguiu critérios previamente estabelecidos, com o objetivo de garantir a seleção de publicações relevantes para a análise proposta, até a obtenção da amostra final composta por 12 artigos.

Os artigos inicialmente selecionados foram reunidos por meio de uma leitura criteriosa dos títulos e resumos, com o objetivo de identificar aqueles alinhados ao tema aplicação da Inteligência Artificial na análise cefalométrica em ortodontia. Nessa etapa, foram excluídos estudos duplicados, documentos indisponíveis em texto completo, publicações em idioma diferente do português e do inglês, além de trabalhos que não abordavam diretamente o tema proposto.

Inicialmente foi realizada a filtragem dos artigos de acordo com o recorte temporal estabelecido, considerando publicações entre os anos de 2021 e 2025. Após a aplicação desse critério, dos 183 artigos inicialmente identificados, permaneceram 142 estudos para a etapa subsequente de análise. Após a leitura dos títulos e resumos, 33 estudos foram selecionados para análise preliminar. Durante o processo de triagem, foram excluídos 109 estudos por serem duplicados, por não estarem disponíveis em texto completo, por estarem em idioma diferente do português ou inglês. Ao final do processo de seleção, 12 artigos atenderam a todos os critérios de inclusão e foram incorporados à revisão.

Esse processo permitiu a eliminação de estudos que não atendiam aos critérios metodológicos estabelecidos, garantindo maior consistência à amostra final. Foram incluídos artigos publicados entre 2021 e 2025. Esse procedimento possibilitou a formação de uma base bibliográfica direcionada à análise crítica proposta no presente estudo. No Quadro 1, são apresentados os artigos que compuseram a amostra final da revisão, detalhando o ano de publicação, autores, objetivo e conclusão dos artigos.

Quadro 1: Levantamento da síntese bibliográfica.

Autores e ano de publicação	Objetivo	Conclusão
Çoban <i>et al.</i> , 2022.	Comparar as medidas realizadas com análise cefalométrica manual digital (DM) e análise cefalométrica automática obtida por meio de uma plataforma online de inteligência artificial (IA), de acordo com diferentes maloclusões esqueléticas sagitais.	Embora tenham sido detectadas diferenças significativas em algumas medidas entre os dois métodos de análise cefalométrica, nem todas as diferenças foram clinicamente relevantes. O método de análise cefalométrica baseado em IA precisa ser aprimorado para maloclusões mais específicas.
Mahto <i>et al.</i> , 2022.	Comparar as medidas cefalométricas lineares e angulares obtidas pela plataforma online totalmente automatizada e baseada em IA WebCeph com as obtidas por traçado manual, e avaliar a validade e a confiabilidade das medidas cefalométricas automatizadas obtidas pelo WebCeph.	As medições cefalométricas automatizadas obtidas pelo WebCeph são bastante precisas em comparação com o traçado manual. Além da rápida análise e interpretação cefalométrica, recursos como o armazenamento em nuvem dos registros dos pacientes, a simulação visual do tratamento e a sobreposição de imagens podem tornar o WebCeph uma ferramenta eficiente e promissora para a prática clínica ortodôntica de rotina.
Jiang <i>et al.</i> , 2023.	Desenvolver e validar um sistema de inteligência artificial capaz de localizar automaticamente marcadores cefalométricos e realizar análises cefalométricas em radiografias laterais, visando aumentar a eficiência e a precisão do diagnóstico ortodôntico.	Em conclusão, este sistema automático de análise cefalométrica, apoiado por amplas amostras de treinamento e um algoritmo inovador, demonstrou alta precisão e aplicabilidade. Espera-se que este sistema facilite o trabalho dos ortodontistas e aumente significativamente sua eficiência.
Kunz <i>et al.</i> , 2023.	Avaliar a precisão de vários parâmetros cefalométricos esqueléticos e dentários produzidos por diferentes fornecedores comerciais que utilizam análise cefalométrica automatizada assistida por inteligência artificial (IA) e comparar a sua qualidade com um padrão de referência estabelecido por especialistas em ortodontia.	As análises cefalométricas totalmente automatizadas são promissoras em termos de economia de tempo e prevenção de erros humanos individuais. No entanto, atualmente, elas só devem ser utilizadas sob a supervisão de clínicos experientes.
Bor <i>et al.</i> , 2024.	Comparar e avaliar três plataformas de análise cefalométrica assistida por IA — CephX, WeDoCeph e WebCeph — com o método tradicional de traçado digital utilizando o software NemoCeph.	Plataformas de análise cefalométrica assistidas por IA, como WebCeph, WeDoCeph e CephX, apresentam variações notáveis em precisão e confiabilidade quando comparadas ao traçado digital manual tradicional, principalmente em relação às medidas angulares e lineares. Esses resultados enfatizam a importância da seleção e avaliação criteriosas dos métodos de análise no diagnóstico e planejamento do tratamento ortodôntico.
Khabadze; Mordanov; Shilyaeva, 2024.	Comparar a análise cefalométrica 3D realizada por meio de inteligência	A IA, na forma do Diagnocat, mostrou-se eficaz na avaliação da direção do

	artificial (IA) com a análise manual realizada por um ortodontista especialista. Métodos: As tomografias computadorizadas de feixe cônico (CBCT) (campo de visão de 15 × 15 cm) utilizadas no estudo foram obtidas de 30 pacientes consecutivos, com idades entre 18 e 50 anos.	crescimento mandibular, na definição da classe esquelética e na estimativa da sobremordida, do trespasse horizontal e do parâmetro de Wits.
Mercier <i>et al.</i> , 2024.	Avaliar a confiabilidade, a precisão e o tempo de processamento de um software baseado em inteligência artificial (IA) em comparação com um método convencional de análise cefalométrica digital em telerradiografias laterais 2D.	O estudo demonstrou uma diferença estatística na precisão entre a técnica digital convencional e duas alternativas de software baseadas em IA, mas essas diferenças não foram clinicamente significativas, exceto para medidas específicas. A opção semiautomática foi mais precisa do que a automática e mais rápida do que o traçado convencional.
Zaheer <i>et al.</i> , 2024.	Realizar comparações intra e intergrupos da precisão e confiabilidade do traçado e avaliação cefalométrica feitos manualmente e com ferramentas baseadas em IA, como os softwares WebCeph e CephX.	Não há diferença significativa entre os métodos manuais, semiautomáticos e totalmente automáticos de traçado e análise cefalométrica em termos das variáveis medidas por esses métodos. Os erros médios de detecção foram maiores na análise manual e menores no método totalmente automático. Portanto, o software de IA totalmente automático apresenta os resultados mais reprodutíveis e precisos.
Foroozandeh <i>et al.</i> , 2025.	Comparar a precisão do software AudaxCeph, baseado em IA, do software Dolphin e da técnica manual para identificar pontos de referência ortodônticos e traçar cefalogramas laterais.	O software semiautomático AudaxCeph oferece uma solução robusta e econômica para análise cefalométrica. Sua alta precisão e preço acessível o tornam uma alternativa atraente ao software Dolphin e ao método manual.
Pandey <i>et al.</i> , 2025.	Avaliar e comparar estatisticamente a precisão, a confiabilidade e a eficiência da traçagem cefalométrica digital manual versus a traçagem assistida por inteligência artificial (IA), utilizando as análises de Steiner e Down no diagnóstico ortodôntico.	O traçado cefalométrico digital assistido por IA é tão preciso e confiável quanto os métodos manuais, oferecendo maior eficiência e consistência. Esses resultados apoiam sua integração ao diagnóstico ortodôntico de rotina.
Polizzi <i>et al.</i> , 2025.	Avaliar a precisão de três sistemas de software totalmente automatizados em comparação com um software de análise cefalométrica não automatizado, testado usando cefalogramas com posições corretas e incorretas da cabeça.	O software cefalométrico baseado em IA demonstrou precisão variável dependendo da medida cefalométrica, e esse padrão foi exacerbado em condições que envolviam erros de posicionamento nas cefalometrias. Consequentemente, a supervisão por clínicos experientes ainda é necessária para minimizar erros marginais.
Zughair <i>et al.</i> , 2025.	Avaliar a confiabilidade e a precisão de três métodos de traçado cefalométrico: traçado digital automático baseado em IA, traçado digital semiautomático e traçado digital manual.	O traçado automático baseado em IA tendeu a superestimar certos valores esqueléticos, enquanto os métodos manuais demonstraram maior consistência. As medidas dentárias foram, em grande parte, comparáveis entre os métodos. A abordagem semiautomática proporcionou um

		equilíbrio prático entre precisão e eficiência, indicando potencial para aplicação clínica com aprimoramentos adicionais.
--	--	---

Fonte: Elaboração própria (2026).

DISCUSSÃO

Uso Da Inteligência Artificial Na Odontologia

A inteligência artificial (IA) foi descrita pela primeira vez em 1956 por John McCarthy como a capacidade das máquinas de reproduzir ou simular o comportamento lógico humano. Atualmente, a IA tem se tornado parte integrante da vida cotidiana e, em virtude da crescente disponibilidade de poder computacional, tem sido amplamente aplicada em diferentes áreas do conhecimento, incluindo os campos médico e odontológico (Kunz *et al*, 2025).

Suas aplicações na odontologia têm se destacado, pois os algoritmos de IA auxiliam nas decisões terapêuticas, ajudando os dentistas a analisar e interpretar as imagens radiográficas e planejar o tratamento individualizado para cada paciente (Mahto *et al*, 2022). Os algoritmos de IA podem ser úteis ainda no diagnóstico de cáries dentárias, doenças periapicais ou periodontais, classificação de cistos ou tumores maxilofaciais e localização de pontos de referência cefalométricos (Khabadze; Mordanov; Shilyaeva, 2024).

Diante desse cenário, a implementação da IA impactou substancialmente em diferentes áreas da odontologia. Na ortodontia, seu uso promoveu grande avanço na análise cefalométrica automatizada. Vários softwares cefalométricos automatizados e semiautomatizados foram desenvolvidos utilizando IA e alegando serem confiáveis (Mahto *et al*, 2022).

UTILIZAÇÃO DA IA PARA IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CEFALOMÉTRICOS

Desde 1931, quando Broadbent e Hofrath desenvolveram simultaneamente um método padronizado para obter radiografias cefalométricas laterais, a análise cefalométrica permanece uma ferramenta fundamental na ortodontia. Esse método permite avaliar as relações esqueléticas e dentoalveolares, bem como as características morfométricas e os padrões de crescimento dos pacientes (Khabadze; Mordanov; Shilyaeva, 2024).

No entanto, um dos principais desafios na identificação precisa de pontos cefalométricos incluem o tempo necessário, o alto nível de especialização exigido e a possibilidade de variabilidade entre os operadores (Khabadze; Mordanov; Shilyaeva,

2024). Nesse sentido, a implementação da IA para a localização semiautomatizada e automatizada de pontos de referência tem se mostrado viável e conveniente. Além disso, a implementação da IA aprimorou a confiabilidade, a consistência e a precisão do posicionamento de pontos de referências para análises cefalométricas 2D e 3D (Jiang *et al*, 2023).

Todavia, apesar dos benefícios da utilização dessa tecnologia para a análise cefalométrica, é importante ressaltar que o traçado dos pontos de referência deve ser realizado de forma manual e por um profissional devidamente qualificado. A precisão dessa análise depende muito da experiência do especialista e até mesmo de sua condição em um determinado dia, podendo levar à inconsistência nos resultados (Khabadze; Mordanov; Shilyaeva, 2024). Além disso, esses sistemas são afetados por fatores como artefatos de imagem, calibração inadequada e variabilidade no projeto do algoritmo em diferentes plataformas de software (Pandey *et al*, 2025).

SOFTWARES CEFALOMÉTRICOS E SEUS RESULTADOS ATUAIS

Tradicionalmente, a análise cefalométrica é realizada por meio de técnicas de traçado manual, que utilizam papel vegetal, réguas e transferidores para a identificação dos pontos de referência e realização das mensurações (Polizzi *et al*, 2025). Diante disso, com o objetivo de avaliar e comparar estatisticamente a precisão, a confiabilidade e a eficiência da traçagem cefalométrica digital manual versus a traçagem assistida por inteligência artificial (IA), foi realizado um estudo retrospectivo utilizando 20 cefalogramas laterais obtidos com o sistema de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC).

Os resultados obtidos com os traçados cefalométricos digitais assistidos por IA foram tão precisos e confiáveis quanto os métodos manuais, além de oferecerem maior eficiência e consistência, o que apoia sua integração ao diagnóstico ortodôntico de rotina (Pandey *et al*, 2025).

Já Jiang e colaboradores (2023), avaliaram um sistema automatizado de análise cefalométrica baseado em redes neurais convolucionais, capaz de realizar a localização automática de pontos de referência e a classificação de medidas cefalométricas. O estudo indicou que esse sistema foi capaz de identificar diferentes cefalogramas, independentemente dos aparelhos de cefalografia ou da variabilidade craniofacial dos pacientes. Além disso, em relação ao conjunto de dados de teste multicêntrico, o erro médio de localização do sistema foi de $0,94 \pm 0,74$ milímetros (mm), indicando resultados promissores, uma vez que a maioria dos estudos apontam que o erro médio aceitável de localização é de 2 mm.

Buscando comparar a análise cefalométrica 3D realizada por meio de inteligência artificial com a análise realizada manualmente por um ortodontista especialista, os autores Khabadze, Mordanov e Shilyaeva (2024), selecionaram imagens de tomografias computadorizadas de feixe cônico (CBCT) de 30 pacientes. O método envolvendo o uso de IA foi gerado pelo sistema Diagnocat (Diagnocat Ltd., San Francisco, CA, EUA). Eles concluíram que a IA, na forma do Diagnocat, mostrou-se eficaz na avaliação da direção do crescimento mandibular, na definição da classe esquelética e na estimativa da sobremordida, do trespasse horizontal e do parâmetro de Wits. No entanto, foi observado discrepâncias em alguns parâmetros, como aqueles que descrevem as posições das arcadas dentárias superior e inferior, a inclinação dos incisivos e o ângulo da mandíbula, mas que poderiam ser solucionados com a associação dos dois métodos.

Em consonância, Mercier e colaboradores (2024) obtiveram resultados semelhantes ao avaliarem 408 cefalometrias laterais por meio de três métodos distintos: localização manual de pontos de referência, localização automática e localização semiautomática com software baseado em inteligência artificial. O estudo demonstrou diferença estatística na precisão entre a técnica digital convencional e duas alternativas de software baseadas em IA; contudo, tais diferenças não foram clinicamente significativas, exceto para medidas específicas. A abordagem semiautomática apresentou maior precisão em comparação ao método automático e maior rapidez quando comparada ao traçado convencional.

Mais recentemente, Zughair e colaboradores (2025) também avaliaram três métodos distintos. Nesse estudo, foram analisados cefalogramas laterais pré-tratamento de 120 pacientes, comparando-se o traçado digital automático baseado em IA, o traçado digital semiautomático e o traçado digital manual, utilizado como grupo controle. Os resultados indicaram que o traçado automático baseado em IA tendeu a superestimar determinados valores esqueléticos, enquanto os métodos manuais demonstraram maior consistência. As medidas dentárias mostraram-se, em grande parte, comparáveis entre os diferentes métodos. Além disso, os métodos automáticos e semiautomáticos baseados em IA demonstraram uma economia de tempo significativa em comparação com a técnica digital convencional. No entanto, o método automático foi o mais rápido. Portanto, é possível observar que a abordagem semiautomática, por sua vez, permite a correção humana da identificação de pontos de referência gerada por IA, com o potencial de melhorar a precisão, aproveitando os pontos fortes da experiência humana e da precisão orientada por IA.

É importante ressaltar que, atualmente, a utilização do software WebCeph em estudos tem sido encorajada, uma vez que foi recentemente introduzido e aprovado para diagnóstico ortodôntico pela Food and Drug Administration (FDA) e pela Korean Food and Drug Administration (KFDA) (Mercier *et al*, 2024; Zughair *et al*, 2025).

Esse software é baseado em inteligência artificial fundamentada em aprendizado de máquina, sendo treinado a partir de um conjunto de dados composto por imagens craniofaciais, registros clínicos e informações relacionadas a diagnósticos e tratamentos associados (Mercier *et al*, 2024; Zaheer *et al*, 2024; Zughair *et al*, 2025). Atualmente, diversos estudos têm avaliado a utilização desse software na análise cefalométrica. Os dados obtidos por Çoban e colaboradores (2022) demonstraram que a análise cefalométrica manual digital e a análise realizada com o uso de inteligência artificial por meio do software WebCeph apresentaram diferenças em alguns parâmetros; entretanto, nem todas foram consideradas clinicamente relevantes.

Zaheer e colaboradores (2024) realizaram uma investigação acerca da precisão e confiabilidade do traçado e da avaliação cefalométrica realizados manualmente e por meio de ferramentas baseadas em inteligência artificial, utilizando os softwares WebCeph, de caráter semiautomático, e CephX, de caráter totalmente automático. Os autores não observaram diferenças estatisticamente significativas entre os métodos baseados em IA. No entanto, os erros médios de detecção foram maiores na análise manual e menores no método totalmente automático, sugerindo que o software de IA totalmente automático apresenta resultados mais reprodutíveis e precisos.

Além disso, o estudo de Mahto e colaboradores (2022) também corrobora esses achados. Os autores concluíram que as medições cefalométricas automatizadas obtidas por meio do software WebCeph apresentam elevada precisão quando comparadas ao traçado manual. Ademais, destacaram que, além de possibilitar uma análise e interpretação cefalométrica mais rápidas, recursos como o armazenamento em nuvem dos registros dos pacientes, a simulação visual do tratamento e a sobreposição de imagens tornam o WebCeph uma ferramenta eficiente e promissora para a prática clínica ortodôntica de rotina.

Após comparar três sistemas de software totalmente automatizados em relação a um software de análise cefalométrica não automatizado, foi observado que os softwares testados apresentaram um bom nível de consistência para medições angulares, enquanto as medições lineares foram mais propensas a erros. O AudaxCeph demonstrou a precisão mais consistente, alcançando excelente

concordância no Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI > 0,90) para diversos parâmetros esqueléticos; no entanto, apresentou falhas na detecção precisa de tecidos moles. O WebCeph e o Ceph Assistant mostraram maior variabilidade, especialmente para medições lineares (CCI < 0,50). Erros posicionais reduziram drasticamente a precisão das medições (Polizzi *et al*, 2025).

Em contrapartida, outro estudo identificou que o software AudaxCeph apresentou desvios significativos em sete de nove parâmetros analisados. O objetivo do estudo era investigar e avaliar a precisão de vários parâmetros cefalométricos esqueléticos e dentários produzidos por diferentes fornecedores comerciais que utilizam análise cefalométrica automatizada assistida por inteligência artificial (IA) e comparar a sua qualidade com um padrão de referência estabelecido por especialistas em ortodontia. Os autores concluíram que as análises cefalométricas totalmente automatizadas são promissoras em termos de economia de tempo e prevenção de erros humanos individuais.

No entanto, é fundamental o acompanhamento do profissional especializado (Kunz *et al*, 2025). Foroozandeh e colaboradores (2024) também obtiveram resultados semelhantes após avaliarem esse software. Eles destacaram que o AudaxCeph semiautomático demonstrou maior concordância e precisão em comparação com sua versão automática, além disso, com apenas pequenos ajustes, o software pode atingir níveis de precisão comparáveis à traçagem manual, tornando-se uma alternativa prática e de baixo custo.

Segundo Bor e colaboradores (2024), plataformas de análise cefalométrica assistidas por IA, como WebCeph, AudaxCeph e CephX, apresentam variações consideráveis em precisão e confiabilidade quando comparadas ao traçado digital manual tradicional, principalmente em relação às medidas angulares e lineares. Esses resultados enfatizam a importância da seleção e avaliação criteriosas dos métodos de análise no diagnóstico e planejamento do tratamento ortodôntico.

CONCLUSÃO

Com base nos achados desta revisão de literatura, observa-se que a utilização de sistemas totalmente automatizados para análise cefalométrica ainda não se encontra plenamente consolidada na prática clínica. Evidências apontam que sistemas de análise cefalométrica semiautomatizados, associados à avaliação de um profissional experiente e qualificado, apresentam melhor desempenho, contribuindo para a redução de possíveis erros e para o aumento da acurácia das medições.

Nesse contexto, torna-se necessária a realização de estudos adicionais, metodologicamente mais robustos, a fim de estabelecer com maior clareza o potencial e as limitações do uso dessa tecnologia na ortodontia, especialmente no que se refere à análise cefalométrica. Espera-se que o avanço e o aprimoramento desses sistemas possam contribuir para a otimização do trabalho do ortodontista, aumentando a eficiência e a precisão no diagnóstico e no planejamento do tratamento dos pacientes.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho à minha mãe, ao meu pai e ao meu noivo, que muitas vezes deixaram de viver suas próprias vidas para que eu pudesse viver a minha e realizar este sonho. Sem o apoio, o amor e o incentivo de vocês, nada disso seria possível. Sou eternamente grata por todo o esforço, cuidado e dedicação que tiveram comigo ao longo dessa caminhada.

REFERÊNCIAS

BATISTA, Thales Whelderson Lima; DANTAS, Ellinton Araújo; ZAMPIERI, Maurilio de Souza. A inclusão do cirurgião-dentista na era digital. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 14, n. 9, p. e2552-e2552, 2025. DOI: <https://doi.org/10.23900/2359-1552v14n9-52-2025>. Acesso em: 12 fev. 2026.

BOR, Sabahattin; CIĞERIM, Saadet Çınarsoy; KOTAN, Seda. Comparison of AI-assisted cephalometric analysis and orthodontist-performed digital tracing analysis. **Progress in orthodontics**, v. 25, n. 1, p. 41, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40510-024-00539-x>. Acesso em: 11 mar. 2026.

ÇOBAN, Gökhan et al. Comparison between cephalometric measurements using digital manual and web-based artificial intelligence cephalometric tracing software. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 27, p. e222112, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.27.4.e222112.oar>. Acesso em: 13 mar. 2026.

FERLIAS, Nikolaos; MICHELOTTI, Ambrosina; STOUSTRUP, Peter. Patient safety in orthodontic care: a scoping literature review with proposal for terminology and future research agenda. **BMC Oral Health**, v. 24, n. 1, p. 702, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04375-7>. Acesso em: 12 fev. 2026.

FOROOZANDEH, Maryam et al. Comparative accuracy of artificial intelligence-based AudaxCeph software, Dolphin software, and the manual technique for orthodontic landmark identification and tracing of lateral cephalograms. **Imaging science in dentistry**, v. 55, n. 1, p. 11, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5624/isd.20240089>. Acesso em: 13 mar. 2026.

JIANG, Fulin et al. Artificial intelligence system for automated landmark localization and analysis of cephalometry. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 52, n. 1, p. 20220081, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1259/dmfr.20220081>. Acesso em: 11 mar. 2026.

KHABADZE, Zurab; MORDANOV, Oleg; SHILYAEVA, Ekaterina. Comparative analysis of 3D cephalometry provided with artificial intelligence and manual tracing. **Diagnostics**, v. 14, n. 22, p. 2524, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14222524>. Acesso em: 11 mar. 2026.

KUNZ, Felix et al. Assessment of the quality of different commercial providers using artificial intelligence for automated cephalometric analysis compared to human orthodontic experts. **Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie**, v. 86, n. 3, p. 145-160, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00056-023-00491-1>. Acesso em: 11 mar. 2026.

LA ROSA, Salvatore et al. The impact of artificial intelligence on orthodontics: a systematic review of applications and implications. **Minerva Dental and Oral Science**, v. 74, n. 3, 2025. DOI: <https://doi.org/10.23736/s2724-6329.24.04930-1>. Acesso em: 12 fev. 2026.

MAHTO, Ravi Kumar et al. Evaluation of fully automated cephalometric measurements obtained from web-based artificial intelligence driven platform. **BMC Oral Health**, v. 22, n. 1, p. 132, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02170-w>. Acesso em: 11 mar. 2026.

MEDEIROS, Raylandia de Carvalho et al. As possibilidades de uso de inteligência artificial em ortodontia: uma revisão de literatura. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 10, p. 3289-3297, 2024. Acesso em: 12 fev. 2026.

MERCIER, Jean-Philippe et al. Reliability and accuracy of artificial intelligence-based software for cephalometric diagnosis. A diagnostic study. **BMC Oral Health**, v. 24, n. 1, p. 1309, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05097-6>. Acesso em: 13 mar. 2026.

PANDEY, Aparajita et al. Assessing Diagnostic Accuracy in Cephalometry: A Comparative Study of Manual and Digital Tracing Techniques. **Cureus**, v. 17, n. 8, p. e89412, 2025. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.89412>. Acesso em: 11 mar. 2026.

POLIZZI, Alessandro et al. Influence of head positioning errors on the accuracy of fully automated artificial intelligence-based cephalometric software. **The Angle Orthodontist**, v. 1, n. aop, 2025.

PRINCE, S. Tsander Tito et al. Reproducibility of linear and angular cephalometric measurements obtained by an artificial-intelligence assisted software (WebCeph) in comparison with digital software (AutoCEPH) and manual tracing method. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 28, n. 01, p. e2321214, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.28.1.e2321214.oar>. Acesso em: 12 fev. 2026.

SANGLE, Rushikesh et al. Effective techniques and emerging alternatives in orthodontic tooth movement: A systematic review. **Medicine in Novel Technology and Devices**, v. 20, p. 100274, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.medntd.2023.100274>. Acesso em: 12 fev. 2026.

SPEZZIA, Sérgio. Aplicabilidade da inteligência artificial em odontologia. **Int J Sci Dent Available Online**, v. 223, n. 1, p. 60, 2023. DOI: 10.22409/ijosd.v1i60.52985. Acesso em: 12 fev. 2026.

ZAHEER, Rumeesha et al. Comparison of semi and fully automated artificial intelligence driven softwares and manual system for cephalometric analysis. **BMC medical informatics and decision making**, v. 24, n. 1, p. 271, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12911-024-02664-3>. Acesso em: 13 mar. 2026.

ZUGHAIIR, Saif Aldeen Kareem et al. Evaluation of artificial intelligence-based cephalometric tracing versus semi-automatic and manual tracing. **BMC Oral Health**, v. 25, n. 1, p. 1429, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06765-x>. Acesso em: 13 mar. 2026.