



FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

**Inteligência Artificial e o Planeamento Digital Ortodôntico:  
Repercussões na Perceção Estética e na Autoestima do Paciente**  
Revisão da Literatura

**Artificial Intelligence and Digital Orthodontic Planning:  
Repercussions on Aesthetic Perception and Patient Self-Esteem**  
Literature Review

**Tháisa Perrone Maciel**

Mestrado Integrado em Medicina Dentária  
Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto  
Porto, 2026

## **Revisão da Literatura**

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

**Ano Letivo:** 2025/2026

**Modalidade:** Revisão da Literatura em Medicina Dentária

### **ESTUDANTE**

**Nome:** Thaísa Perrone Maciel

**Número de Estudante:** 202500065

**Telefone:** 964 347 419

**Email:** up202500065@up.pt

### **ORIENTADORA**

**Nome:** Maria Cristina Pinto Coelho Mendonça de Figueiredo Pollmann

**Grau Académico:** Doutoramento

**Título Profissional:** Professora Associada com agregação, Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

### **COORIENTADORA**

**Nome:** Maria João Feio Ponces Ramalhão

**Grau Académico:** Doutoramento

**Título Profissional:** Professora Auxiliar, Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

### **TEMA DO TRABALHO**

**Área Científica:** Medicina Dentária

**Título:** Inteligência Artificial e o Planeamento Digital Ortodôntico: Repercussões na Perceção Estética e na Autoestima do Paciente — Revisão da Literatura

Artificial Intelligence and Digital Orthodontic Planning: Repercussions on Aesthetic Perception and Patient Self-Esteem — Literature Review

## **Agradecimentos**

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus e à minha espiritualidade amiga, pela força, proteção e direcionamento ao longo de todo este percurso.

Aos meus filhos, Lara Cecília Perrone e Jorge Benício Perrone, razão maior da minha vida, por serem a minha motivação diária, a minha força nos dias mais desafiadores e a minha inspiração constante para seguir em frente, mesmo quando tudo parecia impossível.

Aos meus familiares, pelo apoio, compreensão e presença, mesmo à distância.

Aos meus amigos, aos que caminham comigo desde sempre no Brasil e aos que a vida me presenteou aqui em Portugal, pela escuta, incentivo e companheirismo em todas as fases desta jornada.

À minha orientadora, Professora Doutora Maria Cristina Pinto Coelho Mendonça de Figueiredo Pollmann, e à minha coorientadora, Professora Doutora Maria João Feio Ponces Ramalhão, pela orientação, disponibilidade e partilha de conhecimento ao longo deste trabalho.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para que eu conseguisse reunir a documentação necessária e concretizar a minha candidatura à Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, tornando possível a realização deste mestrado.

À minha psicóloga, Doutora Luciana Freitas, que me acompanha desde 2017, por ter testemunhado a construção deste sonho desde a sua origem, apoiando, incentivando e fortalecendo em mim a capacidade de acreditar e persistir até à sua concretização.

A mim mesma, por ter tido a coragem de acreditar, de recomeçar, de atravessar desafios e de reunir forças para continuar, mesmo nos momentos mais desafiadores.

Como disse Walt Disney, “It’s kind of fun to do the impossible.”

## Resumo

**Introdução:** A crescente incorporação de tecnologias digitais e de inteligência artificial na ortodontia tem vindo a transformar os processos de diagnóstico e planeamento terapêutico, bem como a forma como os pacientes percecionam os resultados do tratamento. **Objetivos:** Analisar a influência do planeamento digital ortodôntico e da inteligência artificial na percepção estética e na autoestima dos pacientes, considerando também a dimensão psicossocial da experiência terapêutica. **Materiais e Métodos:** Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, com base em estudos publicados entre 2020 e 2025, selecionados em bases de dados científicas relevantes. Foram incluídos trabalhos que abordassem tecnologias digitais, simulações estéticas, inteligência artificial em ortodontia, percepção do sorriso, satisfação do paciente e impacto psicossocial. **Desenvolvimento:** A literatura analisada indica que a estética dentária desempenha um papel relevante na construção da autoimagem e da autoestima, sendo frequentemente um fator determinante na procura de tratamento ortodôntico. As simulações digitais favorecem a comunicação entre clínico e paciente, facilitam o alinhamento de expectativas e aumentam o envolvimento no tratamento. A inteligência artificial reforça a personalização do planeamento terapêutico e melhora a previsibilidade dos resultados. Contudo, a percepção estética continua a depender de fatores subjetivos, não sendo integralmente determinado pelos modelos digitais. **Conclusões:** A integração destas tecnologias promove uma abordagem mais centrada no paciente, combinando precisão técnica com a dimensão psicossocial do tratamento. Persistem, no entanto, limitações na literatura quanto à compreensão integrada do seu impacto na percepção estética e na experiência do paciente. **Palavras-chave:** inteligência artificial; planeamento digital ortodôntico; percepção estética; digital smile design; autoestima; ortodontia

## **Abstract**

**Introduction:** The increasing incorporation of digital technologies and artificial intelligence in orthodontics has transformed diagnostic and treatment planning processes, as well as the way patients perceive treatment outcomes. **Objectives:** To analyse the influence of digital orthodontic planning and artificial intelligence on patients' aesthetic perception and self-esteem, while also considering the psychosocial dimension of the treatment experience. **Materials and Methods:** A narrative literature review was carried out based on studies published between 2020 and 2025 and selected from relevant scientific databases. Studies addressing digital technologies, aesthetic simulations, artificial intelligence in orthodontics, smile perception, patient satisfaction and psychosocial impact were included. **Development:** The reviewed literature indicates that dental aesthetics plays an important role in the construction of self-image and self-esteem and is often a determining factor in seeking orthodontic treatment. Digital simulations improve communication between clinician and patient, help align expectations and increase treatment engagement. Artificial intelligence enhances treatment planning personalization and improves result predictability. However, aesthetic perception remains anchored in each patient's subjective experience and is not fully determined by digital models. **Conclusions:** The integration of these technologies supports a more patient-centered approach, combining technical precision with the psychosocial dimension of orthodontic treatment. Nevertheless, the literature still shows limitations regarding an integrated understanding of their impact on aesthetic perception and patient experience.

**Keywords:** artificial intelligence; digital orthodontic planning; aesthetic perception; digital smile design; self-esteem; orthodontics

## **Lista de Abreviaturas**

AI – Artificial Intelligence

DSD – Digital Smile Design

IA – Inteligência Artificial

OHRQoL – Oral Health-Related Quality of Life

## ÍNDICE

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| Agradecimentos                                                     | III       |
| Resumo                                                             | IV        |
| Abstract                                                           | V         |
| Lista de Abreviaturas                                              | VI        |
| Índice                                                             | VIII      |
| Índice de Tabelas/Figuras                                          | VIII      |
| <b>1. Introdução</b>                                               | <b>1</b>  |
| <b>2. Objetivos</b>                                                | <b>3</b>  |
| <b>3. Materiais e Métodos</b>                                      | <b>4</b>  |
| <b>4. Desenvolvimento</b>                                          | <b>6</b>  |
| 4.1 Psicologia da estética do sorriso                              | 6         |
| 4.2 Impacto psicossocial                                           | 13        |
| 4.3 Simulações digitais e percepção estética                       | 18        |
| 4.4 Inteligência artificial no planejamento ortodôntico            | 19        |
| <b>5. Discussão</b>                                                | <b>21</b> |
| 5.1 Integração entre estética, autoestima e ortodontia             | 21        |
| 5.2 Papel das simulações digitais na percepção do paciente         | 22        |
| 5.3 Inteligência artificial como extensão do planejamento estético | 24        |
| 5.4 Limitações da literatura                                       | 25        |
| 5.5 Implicações clínicas e futuras direções                        | 27        |
| <b>6. Conclusão</b>                                                | <b>29</b> |
| <b>7. Referências</b>                                              | <b>30</b> |

## **ÍNDICE DE TABELAS**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Características dos estudos incluídos | 7  |
| Tabela 2 – Principais resultados dos estudos     | 15 |

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

|                                                  |   |
|--------------------------------------------------|---|
| Figura 1 – Características dos estudos incluídos | 5 |
|--------------------------------------------------|---|

## 1. Introdução

A ortodontia contemporânea tem expandido o seu âmbito para além da sua dimensão tradicionalmente funcional, assumindo também um papel relevante na perceção estética e no bem-estar psicossocial dos pacientes. Para além da correção das más oclusões, o tratamento ortodôntico é cada vez mais procurado pela sua capacidade de melhorar a aparência do sorriso e influenciar a forma como o indivíduo se percebe e se posiciona socialmente [2,7].

A estética dentária, em particular a harmonia do sorriso, está associada à construção da autoimagem e da autoestima. O sorriso constitui uma das principais formas de comunicação não verbal, estando frequentemente relacionado com atributos como confiança, atratividade e saúde. Contudo, esta relação não é uniforme, sendo influenciada por fatores individuais, sociais e culturais, o que limita a generalização dos seus efeitos. Assim, alterações na estética dentária podem repercutir-se não apenas na aparência facial, mas também na dimensão emocional e social do indivíduo, influenciando a sua qualidade de vida e as suas interações interpessoais [1,4].

Paralelamente, o desenvolvimento de tecnologias digitais tem transformado de forma significativa a prática ortodôntica. Ferramentas como o planeamento digital do sorriso e as simulações tridimensionais permitem a visualização antecipada dos resultados, possibilitando uma troca mais transparente de informação entre profissional e paciente sobre os objetivos terapêuticos. Esta capacidade de antecipação introduz uma nova dimensão na experiência terapêutica, uma vez que a perceção do tratamento pode ser influenciada não apenas pelo resultado final, mas também pela forma como este é apresentado e interpretado ao longo do processo.

Neste contexto, a integração da inteligência artificial representa um avanço significativo no planeamento ortodôntico, permitindo a análise automatizada de dados clínicos e a previsão de resultados com maior precisão. Estas tecnologias podem contribuir para uma abordagem mais personalizada e previsível; contudo, a evidência disponível permanece heterogênea, e a sua aplicação levanta questões relevantes quanto ao modo como influenciam a perceção estética, a formação de expectativas e a experiência subjetiva do paciente [12].

Apesar do crescente interesse na aplicação de tecnologias digitais e inteligência artificial em ortodontia, permanece limitada a evidência disponível que analisa de forma integrada o impacto destas ferramentas nos resultados clínicos e nos resultados reportados pelos pacientes, nomeadamente no que diz respeito à perceção estética, à autoestima e à satisfação com o

tratamento [7,12,15]. A maioria dos estudos disponíveis tende a abordar separadamente os domínios técnicos e psicossociais, o que compromete uma compreensão abrangente do impacto real destas intervenções na experiência do paciente.

Deste modo, a presente revisão tem como objetivo analisar criticamente e de forma integrada o impacto do planeamento digital ortodôntico e da inteligência artificial na percepção estética e na autoestima dos pacientes, procurando compreender de que forma estas tecnologias influenciam não apenas os resultados clínicos, mas também a dimensão psicológica e a experiência global do tratamento.

## **2. Objetivos**

### **Objetivo geral**

Analisar criticamente o impacto do planejamento digital ortodôntico e da inteligência artificial na percepção estética e na autoestima dos pacientes, considerando as dimensões tecnológicas, clínicas e psicossociais do tratamento ortodôntico.

### **Objetivos específicos**

- Avaliar a relação entre estética do sorriso, autoimagem, autoestima e impacto psicossocial em pacientes com necessidade de tratamento ortodôntico.
- Analisar criticamente a evidência disponível sobre o contributo das tecnologias digitais e da inteligência artificial no planejamento ortodôntico, na percepção estética e na experiência do paciente.
- Identificar limitações, lacunas e inconsistências na literatura relativamente à integração entre inovação tecnológica e dimensão psicossocial do tratamento ortodôntico.

### **3. Materiais e Métodos**

O presente trabalho consiste numa revisão da literatura de carácter narrativo, com o objetivo de analisar criticamente a influência do planeamento digital ortodôntico e da inteligência artificial na percepção estética e na autoestima dos pacientes.

A pesquisa bibliográfica foi realizada em bases de dados científicas relevantes, nomeadamente PubMed, Scopus, ScienceDirect, BMC Oral Health e MDPI, de forma a reunir literatura atual sobre tecnologias digitais, inteligência artificial, percepção estética, satisfação do paciente e impacto psicossocial em ortodontia.

A estratégia de pesquisa baseou-se na combinação de palavras-chave relacionadas com o tema, utilizando operadores booleanos, tais como: “orthodontics AND artificial intelligence AND self-esteem”, “digital smile design AND aesthetic perception”, “orthodontics AND psychosocial impact” e “orthodontic treatment AND patient satisfaction”.

Foram considerados estudos publicados entre 2020 e 2025, por se tratar de um período em que se verificou maior desenvolvimento e aplicação de tecnologias digitais e de inteligência artificial em ortodontia.

A pesquisa inicial permitiu identificar aproximadamente 60 artigos. Após a remoção de duplicados, análise dos títulos e resumos e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 20 estudos para integrar a presente revisão.

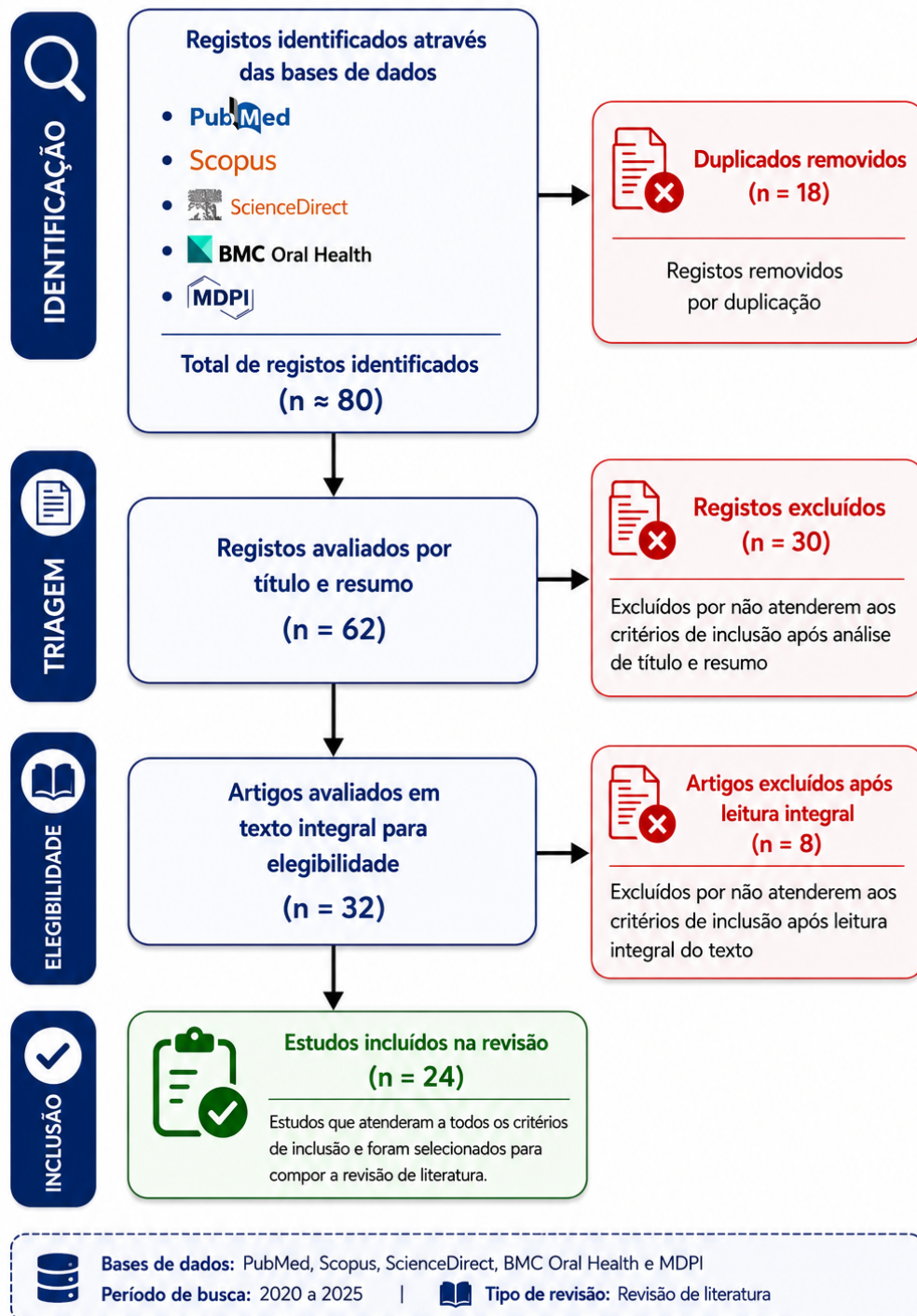
Foram incluídos artigos científicos que abordassem a aplicação de tecnologias digitais, simulações estéticas e inteligência artificial em ortodontia, bem como a sua relação com a percepção estética, satisfação do paciente, autoestima e impacto psicossocial. Foram excluídos estudos duplicados, artigos sem acesso ao texto completo, capítulos de livros, opiniões e trabalhos sem relação direta com o tema da investigação.

A seleção dos estudos foi realizada em duas fases: numa primeira fase, através da análise dos títulos e resumos, e numa segunda fase, através da leitura integral dos artigos considerados relevantes.

Adicionalmente, foi realizada uma apreciação crítica da evidência incluída, considerando o tipo de estudo, a consistência dos resultados e potenciais limitações metodológicas, nomeadamente o risco de viés e a heterogeneidade entre estudos.

**Figura 1. Fluxograma da seleção dos estudos**

(Adaptado do modelo PRISMA 2020)



## **4. Desenvolvimento**

### **4.1 Psicologia da estética do sorriso**

A estética do sorriso desempenha um papel relevante na percepção da autoimagem e na forma como os indivíduos se apresentam socialmente. O sorriso é frequentemente associado à atratividade, à saúde e à confiança, constituindo uma das expressões faciais mais importantes na comunicação interpessoal [1,2]. Assim, alterações na harmonia dentária podem influenciar não apenas a aparência facial, mas também a forma como o indivíduo se percebe e acredita ser percebido pelos outros.

A literatura indica que a insatisfação com a estética dentária pode estar associada a níveis mais baixos de autoestima e a um impacto negativo no bem-estar relacionado com a saúde oral [1,3]. Importa, contudo, referir que os estudos disponíveis utilizam predominantemente metodologias observacionais de natureza transversal, o que restringe a inferência de relações de causalidade. Indivíduos que percebem o seu sorriso como pouco estético podem apresentar maior preocupação com a aparência facial e desconforto em situações sociais, evitando, por vezes, sorrir ou expor os dentes em público [4]. Estes achados, embora consistentes entre diferentes populações e metodologias, devem ser interpretados tendo em conta as limitações metodológicas dos estudos incluídos.

Importa considerar que a avaliação estética do sorriso não depende apenas de parâmetros clínicos objetivos, como o alinhamento dentário ou proporções faciais ideais. Trata-se de um fenómeno complexo e subjetivo, influenciado por fatores culturais, sociais e individuais [3,5], incluindo processos de comparação social e expectativas estéticas construídas em contextos digitais. Assim, diferentes indivíduos podem interpretar de forma distinta a atratividade do sorriso, mesmo perante condições clínicas semelhantes.

Adicionalmente, muitos dos estudos utilizam instrumentos de autorrelato para avaliar a percepção estética e a autoestima, o que pode introduzir variabilidade nos resultados e limitar a sua comparabilidade. Esta dimensão subjetiva reforça a necessidade de interpretar os resultados com cautela, sobretudo quando se pretende estabelecer relações diretas entre alterações estéticas e impacto psicossocial.

Compreender a dimensão psicológica da estética dentária torna-se particularmente relevante na prática ortodôntica. A evidência disponível indica que a estética dentária constitui um fator central na motivação para a procura de tratamento ortodôntico e que pacientes com motivações estéticas tendem a apresentar maior impacto psicológico e social [2,4,6]. Contudo, a magnitude destes efeitos varia com fatores individuais, o que reforça a necessidade de abordagens centradas no paciente.

Para facilitar a compreensão dos estudos incluídos, apresenta-se na Tabela 1 uma síntese estruturada das principais características dos artigos analisados.

**Tabela 1 – Características dos estudos incluídos na revisão**

| <b>Autor / Ano</b>      | <b>País</b>    | <b>Tipo de estudo</b>            | <b>Amostra</b>     | <b>Tecnologia / Método</b>              | <b>Variável psicológica avaliada</b>                      | <b>Principais resultados</b>                                                                                 |
|-------------------------|----------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ben Gassem et al., 2023 | Arábia Saudita | Estudo observacional transversal | 355 adultos jovens | PIDAQ, IOTN, DAI                        | Autoestima, impacto psicossocial, percepção estética      | A maloclusão associou-se a impacto psicossocial negativo, influenciando a autoestima e a percepção estética. |
| Zhang et al., 2023      | China          | Estudo observacional             | 243 adultos        | Questionários de percepção psicossocial | Motivação estética, impacto psicológico, percepção social | A estética dentária influenciou a motivação para o tratamento e o impacto psicossocial percebido.            |
| Gasparello et al., 2025 | Brasil         | Estudo transversal               | 250 participantes  | Questionários psicossociais             | Autoestima, percepção estética, influência social         | A insatisfação com a estética dentária associou-se a menor autoestima e maior influência social percebida.   |

|                            |                      |                      |                      |                                           |                                                           |                                                                                                                                          |
|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dzemidzic et al., 2023     | Bósnia e Herzegovina | Estudo observacional | 100 adolescentes     | PIDAQ, IOTN                               | Impacto psicossocial, autoconfiança, comportamento social | A maloclusão associou-se negativamente à autoconfiança e interação social, particularmente em indivíduos com maior preocupação estética. |
| Puthenpurayil et al., 2025 | Índia                | Revisão narrativa    | Não aplicável        | Software ortodôntico, simulações digitais | Percepção estética do paciente                            | Os softwares digitais podem melhorar diagnóstico e comunicação, mas dependem de mediação clínica.                                        |
| Almasri et al., 2024       | Internacional        | Revisão sistemática  | 14 estudos incluídos | PROMs, questionários de satisfação        | Satisfação do paciente, após tratamento ortodôntico       | O tratamento ortodôntico apresentou elevados níveis de satisfação, sobretudo com boa relação clínico-paciente.                           |

|                           |        |                     |                      |                                                                                 |                                                                         |                                                                                                                 |
|---------------------------|--------|---------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Shaadoun et al., 2023     | Síria  | Revisão sistemática | 16 estudos incluídos | Revisão de estudos sobre tratamento ortodôntico e autoestima                    | Autoestima                                                              | O tratamento ortodôntico pode melhorar a autoestima, embora a qualidade da evidência seja heterogênea.          |
| Mandava et al., 2021      | Índia  | Revisão sistemática | 28 estudos incluídos | Revisão da relação entre tratamento ortodôntico, autoestima e qualidade de vida | Autoestima, qualidade de vida relacionada com a saúde oral              | O tratamento ortodôntico melhora a qualidade de vida relacionada com a saúde oral e pode aumentar a autoestima. |
| Shrivastava et al., 2025  | Índia  | Revisão narrativa   | Não aplicável        | Revisão da literatura sobre impacto psicológico e social da ortodontia          | Autoestima, autoconfiança, interação social, qualidade de vida          | O tratamento ortodôntico melhorou qualidade de vida e autoestima, sobretudo em jovens.                          |
| Corradi-Dias et al., 2022 | Brasil | Estudo longitudinal | 69 adolescentes      | Questionário B-IFAM aplicado em diferentes momentos                             | Qualidade de vida relacionada com a saúde oral, percepção do tratamento | O tratamento ortodôntico melhora a qualidade de vida ao longo do tempo e influencia a percepção psicossocial.   |

|                          |               |                                         |                                   |                                             |                                                              |                                                                               |
|--------------------------|---------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Xie et al., 2026         | China         | Estudo transversal com modelo preditivo | 500 pacientes + 500 ortodontistas | Modelo KAC com IA                           | Satisfação do paciente.                                      | Conhecimento e atitude positiva aumentaram satisfação com ortodontia digital. |
| Khan et al., 2025        | Paquistão     | Estudo transversal                      | 420 pacientes                     | PIDAQ + escala Likert                       | Satisfação psicossocial, autoconfiança.                      | IA associou-se a maior autoconfiança e satisfação psicossocial.               |
| Subramanian et al., 2024 | Internacional | Revisão sistemática                     | 11 estudos                        | IA em diagnóstico e planeamento ortodôntico | Participação do paciente, satisfação, comunicação clínica    | IA aumentou precisão diagnóstica e eficiência clínica.                        |
| Alwabel et al., 2025     | Internacional | Revisão sistemática                     | 7 estudos                         | Digital Smile Design DSD                    | Satisfação, percepção estética,                              | DSD melhorou comunicação, satisfação e aceitação do tratamento.               |
| Babaei et al., 2025      | Irão          | Estudo transversal descritivo analítico | 20 participantes                  | Métodos de DSD e simulação digital          | Satisfação, aceitação do tratamento, motivação, preferências | Todos os métodos de DSD apresentaram elevada satisfação.                      |
| Kaushik et al., 2025     | Índia         | Estudo transversal                      | 320 participantes                 | Exo-CAD + IA para smile design              | Preferência estética, aceitação visual.                      | Designs manuais foram mais preferidos; IA mostrou boa aceitação.              |

|                              |                             |                     |                                 |                                             |                                                  |                                                                                       |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Mehra et al., 2024           | Índia / Arábia Saudita      | Estudo experimental | Dataset cefalométrico           | Deep learning VGG-16                        | Não aplicável                                    | IA melhorou a precisão e consistência da detecção cefalométrica.                      |
| Gao e Tang, 2025             | China                       | Estudo experimental | Três bases clínicas multimodais | DeepFuse multimodal deep learning           | Predição terapêutica e apoio à decisão           | Modelo multimodal aumentou precisão de diagnóstico e previsão terapêutica.            |
| Olawade et al., 2025         | Reino Unido / internacional | Revisão narrativa   | Não aplicável                   | IA aplicada à ortodontia personalizada      | Satisfação do paciente e experiência terapêutica | IA favoreceu personalização, monitorização e satisfação do paciente.                  |
| Rizaldy et al., 2025         | Indonésia                   | Revisão sistemática | 15 estudos incluídos            | IA em diagnóstico e planeamento ortodôntico | Não aplicável                                    | IA demonstrou elevada precisão e redução do tempo diagnóstico.                        |
| Mohammad-Rahimi et al., 2021 | Irão / Internacional        | Scoping review      | 49 estudos                      | Machine learning, deep learning, ANN, CNN   | Apoio diagnóstico, tomada de decisão clínica     | A IA mostrou elevada precisão em cefalometria, diagnóstico e planeamento ortodôntico. |

|                     |                   |                                    |               |                                              |                                                 |                                                                                                                    |
|---------------------|-------------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bichu et al., 2021  | Internacional     | Scoping review                     | 62 estudos    | IA e machine learning em ortodontia          | Aplicabilidade clínica e desempenho diagnóstico | As aplicações mais frequentes envolveram diagnóstico, planeamento e deteção automática de marcos anatómicos.       |
| Liu et al., 2023    | China / Hong Kong | Revisão narrativa                  | Não aplicável | IA aplicada à ortodontia, CNN, deep learning | Eficiência clínica, apoio ao planeamento        | A IA pode aumentar eficiência diagnóstica e previsibilidade, embora persistam limitações clínicas e metodológicas. |
| Ardila et al., 2026 | Colômbia          | Revisão sistemática e meta-análise | 7 estudos     | IA aplicada a CBCT para reabsorção radicular | Precisão diagnóstica e reprodutibilidade        | Modelos de IA apresentaram elevada precisão diagnóstica e forte concordância com avaliação humana.                 |

A Tabela 1 evidencia a diversidade metodológica dos estudos incluídos, integrando estudos observacionais, estudos transversais, revisões sistemáticas e revisões narrativas. Esta variedade permite uma visão ampla sobre a relação entre estética dentária, autoestima, impacto psicossocial e tecnologias digitais em ortodontia.

Contudo, a predominância de estudos observacionais e de instrumentos baseados em autorrelato limita a comparação direta entre os resultados e exige uma interpretação cautelosa da evidência. Assim, embora os estudos apontem para uma associação entre percepção estética, satisfação do paciente e autoestima, a força desta relação varia conforme o desenho metodológico, a amostra e os instrumentos utilizados.

#### **4.2 Impacto psicossocial do tratamento ortodôntico**

O tratamento ortodôntico tem sido associado a benefícios que transcendem a dimensão funcional do tratamento. Embora o objetivo clínico tradicional esteja centrado na melhoria da oclusão e da saúde oral, a evidência disponível sugere, embora com variação entre estudos, que os resultados do tratamento também podem influenciar dimensões psicológicas e sociais da vida dos pacientes [7,8]. Entre estes fatores, destacam-se a autoestima, a percepção da aparência facial e o impacto no bem-estar geral relacionado com a saúde oral.

A presença de más oclusões pode afetar negativamente a percepção da própria aparência, estando frequentemente associada a sentimentos de insatisfação com o sorriso. Em vários estudos, esta percepção negativa tem sido relacionada com maior constrangimento social, diminuição da confiança e maior preocupação com a imagem facial [8,9]. No entanto, a magnitude destes efeitos varia entre estudos e populações, refletindo a influência de fatores individuais e contextuais.

Estudos longitudinais sugerem que a correção ortodôntica pode contribuir para melhorias na percepção da aparência dentária e no bem-estar psicossocial dos pacientes [7,10]. Após o tratamento, muitos indivíduos relatam maior satisfação com a sua imagem, aumento da confiança durante interações sociais e redução do desconforto associado à exposição do sorriso. Ainda assim, estes efeitos não são uniformes entre todos os indivíduos, sendo influenciados por expectativas prévias e pela percepção individual do resultado.

Importa referir que a experiência do paciente durante o tratamento não depende exclusivamente dos resultados clínicos finais. Fatores como expectativas estéticas, percepção do progresso terapêutico e qualidade da comunicação entre profissional e paciente podem influenciar significativamente a forma como o tratamento é vivenciado [9,11]. Esta dimensão evidencia que o impacto psicossocial do tratamento é mediado por variáveis subjetivas e contextuais, e não apenas por alterações clínicas objetivas.

Com o desenvolvimento de tecnologias digitais aplicadas à ortodontia, novas ferramentas passaram a permitir a visualização prévia de resultados estéticos e a simulação do sorriso ao longo do planeamento terapêutico. Estas tecnologias tendem a aproximar a compreensão do paciente dos resultados clinicamente possíveis, podendo influenciar positivamente a percepção do tratamento por parte do paciente [11,12].

Neste enquadramento, torna-se evidente que a evolução das abordagens terapêuticas não se limita aos resultados clínicos, sendo progressivamente influenciada por fatores que moldam a experiência do paciente, nomeadamente através da integração de recursos digitais no planeamento ortodôntico.

Para sistematizar os principais resultados identificados na literatura, apresenta-se na Tabela 2 uma síntese estruturada dos estudos analisados, destacando as variáveis avaliadas e os respetivos resultados psicossociais

**Tabela 2 – Principais resultados dos estudos incluídos na revisão**

| <b>Autor / Ano</b>         | <b>Objetivo do estudo</b>                                     | <b>Principais achados</b>                                                              | <b>Contributo para o tema da revisão</b>                                    |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Ben Gassem et al., 2023    | Avaliar o impacto psicossocial da maloclusão                  | A maloclusão esteve associada a maior impacto psicossocial e a menor autoestima.       | Sustenta a relação entre estética dentária e impacto psicossocial. .        |
| Zhang et al., 2023         | Avaliar motivações e percepções em tratamento ortodôntico     | Motivações estéticas pareceram influenciar a percepção psicossocial do tratamento.     | Reforça o papel da estética na procura por tratamento ortodôntico.          |
| Gasparello et al., 2025    | Analisar a influência das redes sociais na percepção estética | A insatisfação estética está associada a menor autoestima e a maior comparação social. | Evidencia a influência de fatores sociais e digitais na percepção estética. |
| Dzemidzic et al., 2023     | Avaliar o impacto psicossocial da maloclusão em adolescentes  | A maloclusão reduz a autoconfiança e influencia o comportamento social.                | Confirma o impacto negativo da estética dentária na vida social.            |
| Puthenpurayil et al., 2025 | Rever o papel de softwares na ortodontia moderna              | As simulações digitais melhoram a compreensão e o envolvimento do paciente.            | Introduz a tecnologia como mediadora da percepção estética.                 |
| Almasri et al., 2024       | Avaliar a satisfação após tratamento ortodôntico              | O tratamento melhora a satisfação e a qualidade de vida.                               | Reforça os benefícios psicossociais do tratamento ortodôntico.              |
| Shaadoun et al., 2023      | Avaliar o impacto do tratamento na autoestima                 | O tratamento pode melhorar a autoestima dos pacientes.                                 | Sustenta a relação entre tratamento e bem-estar psicológico.                |
| Mandava et al., 2021       | Analisar a relação entre autoestima e qualidade de vida       | O tratamento melhora a qualidade de vida e a autoestima.                               | Consolida evidência sobre benefícios globais do tratamento.                 |
| Shrivastava et al., 2025   | Rever o impacto psicológico da ortodontia                     | A maloclusão afeta negativamente a autoestima e a interação social.                    | Complementa a evidência sobre impacto psicossocial negativo.                |
| Corradi-Dias et al., 2022  | Avaliar o impacto longitudinal na qualidade de vida           | O tratamento melhora a qualidade de vida ao longo do tempo.                            | Demonstra efeitos positivos sustentados do tratamento.                      |

|                              |                                                               |                                                                                                                           |                                                                                   |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Xie et al., 2026             | Desenvolver um modelo preditivo de satisfação com IA          | A satisfação depende de conhecimento, atitude e barreiras psicológicas.                                                   | Introduz fatores humanos na relação com a IA.                                     |
| Khan et al., 2025            | Avaliar o impacto da IA na satisfação psicossocial            | A IA aumenta a satisfação, a autoconfiança e reduz o impacto psicológico.                                                 | Liga a IA diretamente a benefícios psicossociais.                                 |
| Subramanian et al., 2024     | Avaliar o papel da IA no diagnóstico e planeamento            | A IA melhora a precisão e a decisão clínica.                                                                              | Sustenta a base tecnológica da ortodontia digital.                                |
| Alwabel et al., 2025         | Avaliar o impacto do DSD nos resultados centrados no paciente | O DSD melhora a satisfação, a comunicação e a percepção estética.                                                         | Relaciona a simulação digital com a percepção do paciente.                        |
| Babaei et al., 2025          | Comparar métodos de design do sorriso                         | Todos os métodos apresentam alta satisfação.                                                                              | Mostra a relevância da personalização estética.                                   |
| Kaushik et al., 2025         | Comparar estética gerada por IA versus humano                 | Designs humanos ainda são preferidos, mas a IA tem boa aceitação.                                                         | Evidencia um limite atual da IA na percepção estética.                            |
| Mehra et al., 2024           | Avaliar a IA na detecção cefalométrica                        | A IA melhora a precisão e a consistência diagnóstica.                                                                     | Sustenta o ganho técnico da IA no diagnóstico.                                    |
| Gao e Tang, 2025             | Avaliar deep learning em planeamento ortodôntico              | A IA melhora a previsão de resultados e o planeamento.                                                                    | Reforça a capacidade preditiva da IA.                                             |
| Olawade et al., 2025         | Revisar aplicações da IA na ortodontia                        | A IA permite tratamento personalizado e mais eficiente.                                                                   | Consolida a IA como ferramenta de personalização.                                 |
| Rizaldy et al., 2025         | Avaliar a eficácia da IA em ortodontia                        | A IA aumenta a precisão e reduz o tempo clínico.                                                                          | Confirma a eficiência e o potencial clínico da IA.                                |
| Mohammad-Rahimi et al., 2021 | Rever aplicações de machine learning em ortodontia            | A IA apresentou elevada precisão em detecção cefalométrica, classificação esquelética e apoio ao planeamento ortodôntico. | Sustenta a expansão das aplicações da IA no diagnóstico e planeamento ortodôntico |

|                     |                                                                   |                                                                                                                                 |                                                                                        |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Bichu et al., 2021  | Mapear aplicações clínicas da IA em ortodontia                    | As aplicações mais frequentes envolveram diagnóstico, previsão terapêutica e automatização de análises ortodônticas.            | Consolida a IA como ferramenta emergente de apoio clínico em ortodontia.               |
| Liu et al., 2023    | Discutir estado atual e perspectivas futuras da IA em ortodontia  | A IA pode aumentar eficiência no diagnóstica e previsibilidade terapêutica, embora persistam limitações éticas e metodológicas. | Introduz perspectiva crítica sobre limitações e desafios da IA na prática ortodôntica. |
| Ardila et al., 2026 | Avaliar modelos de IA para detecção de absorção radicular em CBCT | Os modelos apresentaram elevada precisão diagnóstica e concordância com avaliação humana.                                       | Reforça o potencial da IA na análise imagiológica e apoio diagnóstico especializado.   |

A análise destes resultados permite compreender o impacto das alterações estéticas proporcionadas pelo tratamento ortodôntico na percepção e na dimensão psicossocial do paciente.

### **4.3 Simulações digitais e percepção estética**

O avanço das tecnologias digitais tem transformado significativamente o planejamento ortodôntico e a forma como os pacientes compreendem o tratamento proposto. Ferramentas digitais, como softwares de simulação estética e planejamento tridimensional, permitem visualizar possíveis resultados antes do início da terapêutica, favorecendo uma troca de informação mais objetiva entre profissional e paciente[13,14]. Este processo facilita a compreensão das etapas do tratamento e pode influenciar positivamente a percepção estética e as expectativas do paciente.

A possibilidade de visualizar antecipadamente o resultado do sorriso tem sido associada a maior envolvimento do paciente no processo terapêutico. Estudos indicam que as simulações digitais podem aumentar a motivação para o tratamento e melhorar a percepção dos benefícios estéticos esperados [14,15]. Além disso, estas ferramentas permitem discutir de forma mais objetiva as alterações propostas, favorecendo uma tomada de decisão compartilhada entre profissional e paciente.

Contudo, a avaliação estética do sorriso continua a ser influenciada por fatores subjetivos, não sendo totalmente determinada pela qualidade das simulações digitais [15,16]. Apesar da sua utilidade, estas ferramentas podem gerar expectativas que nem sempre correspondem ao resultado clínico final, sobretudo quando interpretadas como representações exatas do desfecho terapêutico. Este aspecto reforça a importância de uma comunicação clínica adequada e de uma utilização crítica destas tecnologias.

Com a crescente integração de tecnologias digitais na medicina dentária, estas ferramentas passaram a desempenhar um papel relevante na experiência do paciente durante o tratamento ortodôntico. A capacidade de prever e visualizar alterações estéticas reforça a importância do planejamento digital como elemento de apoio na comunicação clínica e na percepção dos resultados terapêuticos [13,16].

Neste sentido, a incorporação de sistemas baseados em inteligência artificial representa uma extensão natural destas tecnologias, permitindo uma análise mais precisa, personalizada e preditiva dos resultados, com potencial impacto direto na percepção estética e na experiência do paciente.

Além disso, importa considerar que o impacto das simulações digitais não se limita à fase inicial do planejamento, podendo influenciar a percepção do paciente ao longo de todo o tratamento. A visualização progressiva das alterações previstas pode contribuir para uma maior compreensão da evolução terapêutica, reforçando a adesão

ao tratamento e a confiança no processo clínico. Neste sentido, as simulações digitais assumem também um papel educativo, permitindo ao paciente compreender de forma mais clara as etapas e os objetivos do tratamento ortodôntico.

Por outro lado, a eficácia destas ferramentas depende da forma como são utilizadas na prática clínica. A ausência de uma adequada contextualização por parte do profissional pode levar a interpretações incorretas dos resultados simulados, comprometendo o alinhamento de expectativas. Assim, a utilização de tecnologias digitais deve ser acompanhada por uma comunicação clara e personalizada, que integre não apenas a componente visual, mas também a explicação das limitações e variabilidades inerentes ao tratamento ortodôntico.

#### **4.4 Inteligência artificial no planejamento ortodôntico**

A inteligência artificial tem emergido como uma das inovações mais relevantes na medicina dentária contemporânea, particularmente no contexto do diagnóstico e do planejamento ortodôntico. A aplicação de algoritmos de aprendizagem automática e de sistemas de análise de imagem permite processar grandes volumes de dados clínicos, contribuindo para uma avaliação mais precisa das estruturas dentárias e faciais [17,18]. Estas tecnologias têm sido utilizadas para apoiar a identificação de padrões em exames radiográficos, a análise cefalométrica e o planejamento digital do tratamento ortodôntico.

No contexto do planejamento terapêutico, a inteligência artificial pode auxiliar na previsão de movimentos dentários e na simulação de diferentes resultados estéticos, permitindo uma abordagem mais personalizada para cada paciente [18,19]. A integração destas ferramentas com sistemas de planejamento digital possibilita a criação de modelos tridimensionais que auxiliam na visualização das alterações previstas durante o tratamento, contribuindo para melhorar a comunicação clínica e facilitar a compreensão das opções terapêuticas.

Além das aplicações diagnósticas e de planejamento, a inteligência artificial tem sido associada ao desenvolvimento de sistemas capazes de otimizar a eficiência do tratamento ortodôntico. Alguns estudos indicam que algoritmos de inteligência artificial podem auxiliar na tomada de decisão clínica, sugerindo estratégias terapêuticas baseadas em grandes bases de dados e em resultados previamente documentados [19,20]. Apesar destes avanços, a evidência disponível apresenta heterogeneidade

quanto à estrutura dos estudos e aos instrumentos utilizados, o que limita a generalização dos resultados.

Para uma melhor compreensão do impacto destas tecnologias, importa distinguir a sua eficácia técnica do seu efeito na experiência do paciente. Para além da melhoria da precisão diagnóstica e da eficiência do planeamento, a integração da inteligência artificial com ferramentas de simulação digital pode influenciar a perceção estética, a satisfação e o alinhamento de expectativas durante o tratamento ortodôntico [12,15,19]. No entanto, estes efeitos não são uniformes, sendo influenciados por fatores como o grau de compreensão da tecnologia, a atitude do paciente e possíveis barreiras psicológicas.

Desta forma, a IA representa um recurso de apoio à decisão clínica, ampliando a capacidade diagnóstica sem prescindir da interpretação humana, ao articular aspetos técnicos e psicossociais do tratamento ortodôntico. Ainda assim, a perceção estética permanece parcialmente dependente do julgamento humano, uma vez que, embora os sistemas de inteligência artificial consigam reproduzir parâmetros objetivos de harmonia e proporção, a avaliação estética depende também da forma como cada indivíduo percebe o seu sorriso e do contexto em que está inserido, aspetos que não são totalmente captados por modelos automatizados.

## **5. Discussão**

### **5.1 Integração entre estética, autoestima e ortodontia**

A relação entre estética dentária e autoestima tem sido amplamente discutida na literatura ortodôntica contemporânea, sendo frequentemente apontada como um dos principais fatores associados à procura por tratamento. Os estudos analisados sugerem que a presença de maloclusões pode associar-se a impactos emocionais e sociais relevantes, incluindo diminuição da autoconfiança, maior preocupação com a aparência e limitações percebidas na interação social [1,4]. Contudo, a interpretação destes achados deve ser realizada com cautela, uma vez que grande parte da evidência disponível deriva de estudos observacionais e transversais, limitando a capacidade de estabelecer relações causais diretas entre alterações estéticas e autoestima.

Embora exista relativa convergência na literatura quanto à influência da estética dentária sobre a percepção individual da imagem corporal, observa-se os critérios de avaliação variam consideravelmente entre os estudos analisados, particularmente no que diz respeito aos instrumentos utilizados para avaliar autoestima, qualidade de vida e impacto emocional [6-8]. Esta variabilidade dificulta comparações diretas entre resultados e reduz a generalização dos achados. Além disso, alguns estudos recorrem predominantemente a medidas autorreportadas, o que pode introduzir viés de percepção e limitar a objetividade da análise.

Outro aspeto relevante refere-se ao facto de a percepção estética não depender exclusivamente da severidade clínica das alterações ortodônticas. Diversos autores sugerem que fatores emocionais, socioculturais e contextuais desempenham um papel determinante na forma como os indivíduos interpretam a própria aparência dentária [3,9]. Neste sentido, pacientes com alterações clínicas semelhantes podem apresentar níveis distintos de insatisfação estética e impacto emocional, sugerindo que a experiência individual da estética não é totalmente explicada por parâmetros técnicos ou morfológicos.

Adicionalmente, a crescente exposição a padrões estéticos amplificados por meios digitais e redes sociais parece influenciar significativamente as expectativas

dos pacientes relativamente ao tratamento ortodôntico. Contudo, a literatura ainda apresenta escassez de estudos longitudinais capazes de avaliar de forma consistente o impacto destas influências socioculturais ao longo do tempo. Assim, embora os estudos analisados apontem para uma associação relativamente consistente entre estética dentária e bem-estar emocional e social, permanece limitada a capacidade de compreender a complexidade multifatorial desta relação.

Por outro lado, a literatura relativa aos efeitos do tratamento ortodôntico sugere melhorias na autoestima e na qualidade de vida em determinados grupos de pacientes [6-8,10]. Ainda assim, os resultados não se apresentam uniformes entre os diferentes estudos. Algumas investigações descrevem benefícios emocionais significativos após o tratamento, enquanto outras apontam efeitos mais moderados ou dependentes de fatores individuais e contextuais. Estas discrepâncias podem estar relacionadas com diferenças metodológicas, diversidade populacional, variabilidade cultural na percepção estética e ausência de padronização nos instrumentos psicométricos utilizados.

Importa ainda salientar que satisfação individual e benefício clínico objetivo não constituem necessariamente equivalentes diretos. Em diversos estudos, a melhoria técnica do alinhamento dentário não correspondeu proporcionalmente a alterações significativas na experiência emocional do paciente, reforçando a importância de compreender a ortodontia não apenas como intervenção mecânica, mas também como experiência humana complexa. Neste contexto, os achados analisados parecem sustentar uma abordagem mais integrada e centrada no paciente, na qual fatores emocionais, expectativas individuais e contexto sociocultural assumem relevância comparável aos parâmetros clínicos tradicionais.

## **5.2 Papel das simulações digitais na percepção do paciente**

O desenvolvimento das tecnologias digitais, particularmente das simulações estéticas e ferramentas de visualização tridimensional, introduziu mudanças significativas na comunicação entre clínico e paciente durante o planeamento ortodôntico. A literatura disponível sugere que a possibilidade de visualizar antecipadamente potenciais resultados terapêuticos pode favorecer maior

compreensão do tratamento, aumentar o envolvimento do paciente e melhorar o alinhamento entre expectativas e objetivos clínicos [14,15].

Contudo, apesar da tendência favorável observada em diversos estudos, os resultados devem ser interpretados criticamente. Grande parte da evidência disponível baseia-se em medidas de satisfação e percepção individual, existindo limitada padronização metodológica entre os estudos. Além disso, muitos trabalhos apresentam amostras reduzidas e ausência de acompanhamento longitudinal, dificultando a avaliação da persistência destes efeitos ao longo do tempo.

Embora vários autores associem as simulações digitais a níveis mais elevados de satisfação e confiança no tratamento, outros destacam que a percepção estética permanece dependente de fatores emocionais e individuais, não sendo totalmente reproduzível por sistemas digitais automatizados [16]. Neste sentido, a qualidade técnica da simulação não garante, isoladamente, uma interpretação positiva do resultado pelo paciente.

Adicionalmente, alguns estudos alertam para o risco de formação de expectativas irrealistas quando imagens altamente idealizadas são interpretadas como previsões absolutas do resultado final. Esta questão assume particular relevância em contextos de elevada valorização estética, nos quais pequenas discrepâncias entre simulação e resultado clínico podem gerar frustração ou insatisfação. Importa igualmente considerar que a satisfação do paciente nem sempre corresponde à precisão técnica do planeamento digital: resultados tecnicamente adequados podem não ser interpretados pelo paciente como esteticamente satisfatórios, evidenciando os limites atuais das ferramentas digitais na reprodução integral do julgamento estético humano [16].

Desta forma, as simulações digitais devem ser compreendidas predominantemente como ferramentas auxiliares de comunicação e apoio à decisão, e não como representações definitivas ou universalmente preditivas da experiência estética futura. A sua eficácia depende não apenas da precisão visual das imagens produzidas, mas também da capacidade do profissional em integrar dimensões emocionais, psicológicas e comunicacionais durante o processo terapêutico.

### **5.3 Inteligência artificial como extensão do planejamento estético**

A incorporação da inteligência artificial no planejamento ortodôntico representa uma evolução relevante das tecnologias digitais aplicadas à medicina dentária, particularmente no que se refere à automatização de análises, previsão de movimentos dentários e personalização terapêutica [13,17,18]. Os estudos analisados sugerem que sistemas baseados em algoritmos de aprendizagem automática podem contribuir para maior previsibilidade clínica e otimização do planejamento, sobretudo através da análise de grandes volumes de dados e da redução da variabilidade operacional.

No entanto, apesar dos avanços técnicos observados, a literatura não sustenta de forma conclusiva a substituição do julgamento clínico humano por sistemas automatizados. Pelo contrário, diversos autores salientam que a interpretação estética continua dependente de fatores emocionais, individuais e socioculturais dificilmente reproduzíveis por algoritmos computacionais. Ainda assim, observa-se menor robustez da evidência relativamente ao impacto emocional destas ferramentas: em muitos casos, os desfechos avaliados centram-se predominantemente em eficiência técnica e desempenho algorítmico, existindo menor exploração das dimensões subjetivas e relacionais associadas ao tratamento.

Alguns estudos apontam que ferramentas baseadas em inteligência artificial estão associadas a maior satisfação do paciente, melhor compreensão visual do tratamento e aumento da participação no processo terapêutico [11,12]. Contudo, a robustez desta evidência permanece limitada por fatores metodológicos importantes, incluindo predominância de estudos transversais, amostras heterogêneas e utilização frequente de medidas autorreportadas. Além disso, muitos trabalhos não distinguem claramente melhorias na experiência emocional do paciente de ganhos clínicos objetivos, dificultando interpretações mais consistentes acerca do impacto real destas tecnologias na autoestima ou qualidade de vida.

Outro aspeto crítico refere-se à tensão existente entre padronização automatizada e individualização estética. Embora os sistemas digitais sejam capazes de reproduzir parâmetros objetivos de harmonia facial e dentária, a percepção estética continua fortemente condicionada por preferências individuais, referências culturais e

experiências emocionais prévias. Neste contexto, alguns autores argumentam que resultados tecnicamente considerados ideais podem não corresponder necessariamente às expectativas pessoais do paciente. A utilização crescente de sistemas automatizados poderá, inclusivamente, favorecer modelos estéticos uniformizados, potencialmente desconsiderando particularidades anatómicas, emocionais e culturais dos pacientes [13].

Importa ainda considerar que estudos comparativos sugerem que muitos pacientes continuam a preferir avaliações que integrem interpretação humana, particularmente em decisões relacionadas com harmonia facial e naturalidade do sorriso [16]. Tal observação reforça a existência de tensão entre eficiência automatizada e subjetividade estética individual, evidenciando que a elevada precisão tecnológica não elimina a necessidade de sensibilidade clínica.

Desta forma, os achados analisados parecem sustentar a ideia de que o valor clínico destas ferramentas reside na sua capacidade de potenciar, e não de substituir, a avaliação individualizada do profissional. O equilíbrio entre automação tecnológica e julgamento humano surge, assim, como elemento central para uma prática ortodôntica simultaneamente eficiente, ética e centrada no paciente.

#### **5.4 Limitações da literatura**

Apesar do crescimento significativo da produção científica relacionada com inteligência artificial, planeamento digital e perceção estética em ortodontia, a literatura disponível apresenta limitações metodológicas importantes que condicionam a interpretação dos achados.

O corpo de evidências disponível caracteriza-se por metodologias que não permitem estabelecer relações de causa e efeito, com amostras frequentemente restritas a contextos populacionais específicos, limitando a capacidade de generalização dos resultados [17,20]. Adicionalmente, verifica-se considerável heterogeneidade nos desenhos metodológicos, instrumentos utilizados e critérios de avaliação estética, dificultando comparações consistentes entre estudos. A maioria das investigações concentra-se predominantemente na precisão técnica e eficiência dos sistemas digitais, existindo menor exploração dos seus efeitos emocionais e

relacionais. Mesmo revisões sistemáticas recentes continuam a demonstrar predominância de estudos focados em desempenho algorítmico e validação técnica, existindo ainda limitada integração entre desfechos clínicos, emocionais e psicossociais [20-22].

Outro fator relevante prende-se com a ausência de padronização das medidas utilizadas para avaliar autoestima, satisfação e experiência emocional do paciente. Em muitos casos, diferentes instrumentos são aplicados para analisar constructos semelhantes, comprometendo a uniformidade interpretativa da evidência disponível e dificultando síntese consistente dos achados.

As lacunas metodológicas identificadas, nomeadamente a escassez de estudos longitudinais e a ausência de instrumentos psicossociais padronizados, comprometem conclusões mais definitivas, permanecendo limitada a compreensão acerca da estabilidade dos efeitos associados às tecnologias digitais ao longo do tempo. Consequentemente, torna-se difícil determinar se os benefícios observados representam alterações duradouras ou respostas temporárias relacionadas com o entusiasmo inicial perante as ferramentas tecnológicas.

Importa ainda considerar o potencial impacto de vieses de seleção e da variabilidade cultural na perceção estética. Diferentes populações podem interpretar padrões faciais e dentários de forma distinta, sugerindo que resultados obtidos em determinados contextos socioculturais não devem ser automaticamente extrapolados para outras realidades clínicas. Esta dimensão permanece frequentemente subexplorada na literatura disponível.

Além disso, a predominância de medidas subjetivas autorreportadas reduz a capacidade de estabelecer relações causais robustas entre utilização de tecnologias digitais e melhoria efetiva da autoestima ou qualidade de vida. Assim, embora a literatura sugira associações potencialmente relevantes entre planeamento digital e experiência emocional positiva, os achados devem ser interpretados com prudência científica e considerando as limitações metodológicas existentes.

## **5.5 Implicações clínicas e futuras direções**

Os estudos analisados sugerem que a integração de tecnologias digitais e inteligência artificial na ortodontia pode contribuir para uma prática clínica mais personalizada, comunicativa e centrada no paciente. Ferramentas de simulação e planejamento digital parecem favorecer maior previsibilidade terapêutica, facilitar compreensão visual do tratamento e promover maior envolvimento do paciente durante o processo decisório [20].

Contudo, os achados disponíveis também reforçam a necessidade de utilização crítica destas tecnologias. A crescente sofisticação dos sistemas automatizados não elimina a importância da mediação clínica, particularmente no que diz respeito à gestão de expectativas, interpretação individual da estética e adaptação personalizada do tratamento. A literatura evidencia que o uso de simulações altamente idealizadas pode contribuir para expectativas desajustadas relativamente aos resultados terapêuticos, particularmente quando não existe adequada mediação clínica.

Neste contexto, o papel do ortodontista permanece central não apenas como executor técnico, mas como mediador entre tecnologia, experiência emocional e realidade clínica. A percepção estética permanece dependente de múltiplos fatores individuais, emocionais e socioculturais, não sendo integralmente reproduzível por parâmetros automatizados, o que reforça a necessidade de individualização clínica e interpretação humana na avaliação estética.

Futuras investigações deverão privilegiar metodologias mais robustas, incluindo estudos longitudinais com amostras diversificadas e ferramentas de avaliação psicossocial validadas e uniformizadas. Adicionalmente, torna-se relevante aprofundar a compreensão da interação entre fatores tecnológicos, emocionais e socioculturais na construção da percepção estética durante o tratamento ortodôntico, contribuindo para o desenvolvimento de modelos tecnológicos mais sensíveis à individualidade do paciente.

Desta forma, a inteligência artificial e o planejamento digital parecem representar não apenas ferramentas de otimização técnica, mas também recursos capazes de

modificar a forma como o paciente interpreta, compreende e experiencia o tratamento ortodôntico.

Ainda assim, os benefícios emocionais e relacionais associados a estas tecnologias deverão continuar a ser interpretados dentro de uma perspectiva crítica, individualizada e cientificamente prudente.

## 6. Conclusão

A literatura analisada sugere que a ortodontia contemporânea tem vindo a integrar dimensões estéticas e psicossociais na abordagem terapêutica, para além dos objetivos funcionais tradicionais. A perceção do sorriso demonstra associação com aspetos da autoimagem e do bem-estar psicológico, ainda que esta relação seja modulada por variáveis subjetivas e socioculturais que os parâmetros clínicos convencionais não capturam de forma sistemática.

No que respeita às tecnologias digitais, os estudos revistos indicam que o planeamento assistido por computador, as simulações estéticas e as ferramentas baseadas em inteligência artificial podem contribuir para uma maior previsibilidade terapêutica, apoio ao diagnóstico e facilitação da comunicação clínico-paciente. Todavia, as evidências disponíveis não permitem afirmar, de modo conclusivo, que estas ferramentas promovam melhorias diretas e generalizáveis na autoestima ou na qualidade de vida dos pacientes. Esta limitação decorre, em larga medida, da predominância de estudos transversais, da reduzida dimensão amostral e da ausência de padronização metodológica nos instrumentos de avaliação psicossocial utilizados. A utilização destas tecnologias não dispensa, portanto, o julgamento clínico individualizado nem substitui a comunicação contextualizada com o paciente.

Do ponto de vista das implicações clínicas, os achados desta revisão sublinham a importância de utilizar as tecnologias digitais como instrumentos complementares de apoio à decisão, em articulação com uma abordagem centrada no paciente e na gestão realista das suas expectativas. Para consolidar o conhecimento nesta área, investigações futuras deverão privilegiar desenhos longitudinais, amostras multicêntricas e a adoção de instrumentos psicossociais validados, permitindo uma avaliação mais robusta da interação entre tecnologia, perceção estética e resultados subjetivos do tratamento ortodôntico.

## 7. Referências

1. Ben Gassem AA, Aldweesh AH, Alsagob EI, Alanazi AM, Hafiz AM, Aljohani RS, et al. Psychosocial impact of malocclusion and self-perceived orthodontic treatment need among young adult dental patients. *Eur J Dent.* 2023;17(3):713-9. doi:10.1055/s-0042-1753452.
2. Zhang MJ, Sang YH, Tang ZH. Psychological impact and perceptions of orthodontic treatment of adult patients with different motivations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2023;164(3):e64-e71. doi:10.1016/j.ajodo.2023.05.021.
3. Gasparello GG, Bark MJ, Mota-Junior SL, Suarez J, Pithon MM, Camargo ES, et al. The impact self-esteem towards the orthodontic issues in the social media: a cross-sectional study. *BMC Oral Health.* 2025;25:1003. doi:10.1186/s12903-025-06290-x.
4. Džemidžić V, Redžepagić-Vražalica L, Jelesković A, Tiro A. Psychosocial impact of malocclusion: is there gender difference. *Balkan J Dent Med.* 2023;27(2):118-24. doi:10.5937/bjdm2302118D.
5. Puthenpurayil A, Prabha RD, Varma NK, Velath AV. Tech-tuned smiles: a narrative review on the role of software in modern orthodontics. *Cureus.* 2025;17(9):e92706. doi:10.7759/cureus.92706.
6. Almasri AMH, Hajeer MY, Ajaj MA, Almusawi AOAA, Jaber ST, Zakaria AS, et al. Patient satisfaction following orthodontic treatment: a systematic review. *Cureus.* 2024;16(7):e65339. doi:10.7759/cureus.65339.
7. Shaadouh RI, Hajeer MY, Burhan AS, Ajaj MA, Jaber ST, Zakaria AS, et al. Evaluation of the impact of orthodontic treatment on patients' self-esteem: a systematic review. *Cureus.* 2023;15(10):e48064. doi:10.7759/cureus.48064.
8. Mandava P, Singaraju GS, Obili S, Nettam V, Vatturu S, Erugu S. Impact of self-esteem on the relationship between orthodontic treatment and oral health-related quality of life in patients after orthodontic treatment: a systematic review. *Med Pharm Rep.* 2021;94(2):158-69. doi:10.15386/mpr-1843.
9. Shrivastava SR, Bobhate PS, Meshram VD. Orthodontic treatment and its impact on psychological and social health: a review of the literature. *J Orthod Sci.* 2025;14:44. doi:10.4103/jos.jos\_21\_25.
10. Corradi-Dias L, Paiva SM, Drummond AF, de Arruda JAA, de Menezes LFS, Abreu LG. Longitudinal assessment of the impact of orthodontic treatment on adolescents' quality of life: a comparison between boys and girls using a

- condition-specific questionnaire. *Acta Odontol Latinoam.* 2022;35(2):125-33. doi:10.54589/aol.35/2/125.
11. Xie X, Ismail NA, Liu Y, Abbas RA, Song Q, Li R. Predicting patient satisfaction in digital orthodontics using a KAC-based model integrating AI support and risk stratification. *Sci Rep.* 2026. doi:10.1038/s41598-026-39105-2.
  12. Khan NI, Ahmad SR, Zafar R, Aamir A, Abdullah M. Association between AI-based treatment planning tools and psychosocial satisfaction in orthodontic patients: a cross-sectional study. *Insights J Life Soc Sci.* 2025;3(4):138-145.
  13. Subramanian AK, Marrapodi MM, Franco R, Russo D, Di Blasio M, Cicciù M, et al. Role of artificial intelligence in orthodontic diagnosis and treatment planning: a systematic review. *Bull Stomatol Maxillofac Surg.* 2024;20(3):64-84. doi:10.58240/1829006X-2024.3-64.
  14. Alwabel LK, Alabduljabar WM, Alawfi LK, Al Johani NK, Alharbi LE, Kharif MA, et al. Digital smile design and patient-centered outcomes in esthetic restorative dentistry: a systematic review. *Cureus.* 2025;17(11):e98084. doi:10.7759/cureus.98084.
  15. Babaei M, Kazemian M, Barekatin M. A comparative analysis of patient satisfaction with various methods of digital smile design and simulation. *Dent Res J.* 2025;22:10. doi:10.4103/drj.drj\_254\_24.
  16. Kaushik K, Sales A, Rodrigues SJ. Comparative analysis of facial aesthetics in AI-generated versus conventionally crafted digital smile designs: a cross-sectional study. *BDJ Open.* 2025;11:79. doi:10.1038/s41405-025-00367-z.
  17. Mehra P, R N, Anbarasi LJ, Ravi V, Al Mazroa A. VGG-16 based deep learning approach for cephalometric landmark detection. *Open Public Health J.* 2024;17:e18749445338097. doi:10.2174/0118749445338097240923063441.
  18. Gao F, Tang Y. Multimodal deep learning for cephalometric landmark detection and treatment prediction. *Sci Rep.* 2025;15:25205. doi:10.1038/s41598-025-06229-w.
  19. Olawade DB, Leena N, Egbon E, Rai J, Mohammed APEK, Oladapo BI, et al. AI-driven advancements in orthodontics for precision and patient outcomes. *Dent J (Basel).* 2025;13:198. doi:10.3390/dj13050198.
  20. Rizaldy IR, Martino DF, Yuristra FS, Winoto ER. Intelligence-assisted diagnosis and treatment planning in orthodontics: a systematic review. *World J Adv Res Rev.* 2025;28(1):1871-1881. doi:10.30574/wjarr.2025.28.1.3533.

21. Ardila CM, Pineda-Vélez E, Vivares-Builes AM. Artificial intelligence models for the detection and quantification of orthodontically induced root resorption using cone-beam computed tomography: a systematic review and meta-analysis. *Dent J (Basel)*. 2026;14(2):79. doi:10.3390/dj14020079.
22. Liu J, Zhang C, Shan Z. Application of artificial intelligence in orthodontics: current state and future perspectives. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(20):2760. doi:10.3390/healthcare11202760.
23. Mohammad-Rahimi H, Nadimi M, Rohban MH, Shamsoddin E, Lee VY, Motamedian SR. Machine learning and orthodontics, current trends and the future opportunities: a scoping review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021;160(2):170-192. doi:10.1016/j.ajodo.2021.02.013.
24. Bichu YM, Hansa I, Bichu AY, Premjani P, Flores-Mir C, Vaid NR. Applications of artificial intelligence and machine learning in orthodontics: a scoping review. *Prog Orthod*. 2021;22(1):18. doi:10.1186/s40510-021-00361-9.