

# Planejamento automático de tratamento odontológico

Alexander Scaranti

alexander.scaranti@usp.br

Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto/SP

Alessandra A. Macedo (Advisor)

ale.alaniz@usp.br

Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto/SP

## ABSTRACT

Limited access, inequality in the distribution of dentists, and diagnostic failures compromise oral health in Brazil. This study developed a method and a clinical decision support system integrating deep neural networks and decision logic to assist in dental treatment planning. The automatic systematization of procedures such as dental treatment planning can provide support to professionals and their formal education.

## KEYWORDS

Inteligência Artificial, Planejamento Odontológico, CNN, Raio-X

## 1 INTRODUÇÃO

Em Odontologia, o diagnóstico consiste na identificação precisa das condições bucais, enquanto o planejamento corresponde à definição estruturada das condutas terapêuticas adequadas, ambos fundamentados em anamnese, exames clínicos e complementares. Segundo [1], mais de 34 milhões de brasileiros nunca foram ao dentista, evidenciando lacunas no acesso à saúde bucal. Esse cenário é agravado pela distribuição desigual de profissionais: em algumas regiões, a proporção é inferior a um dentista por 2.000 habitantes [2]. Além do problema de acesso, diagnósticos incorretos ou incompletos podem ocorrer em até 20% dos casos [4], comprometendo o sucesso terapêutico. Diante disso, torna-se evidente a demanda de soluções que ampliem o alcance, qualifiquem o processo diagnóstico e consolidem diagnósticos e planejamentos odontológicos.

Na Computação, os avanços em capacidade de processamento e precisão para problemas complexos têm impulsionado pesquisas em diferentes áreas, especialmente em Inteligência Artificial (IA), estimulando o desenvolvimento de métodos de análise de dados multimodais. Esses métodos permitem integrar múltiplas fontes de informação, gerando resultados mais robustos e precisos em diversas áreas do conhecimento, incluindo medicina e saúde<sup>1</sup>. A manipulação de dados multimodais ainda apresenta desafios significativos, mas suas soluções podem emergir diretamente das áreas de aplicação. Na medicina, por exemplo, pesquisadores têm explorado extensivamente imagens de ressonância magnética (MRI) e dados prognósticos de câncer, utilizando análise multidimensional para aprimorar a precisão e personalização do cuidado.

No entanto, a saúde bucal, especialmente no Brasil, ainda apresenta baixa exploração dessas tecnologias, ficando defasada e carente dos benefícios proporcionados pela integração de múltiplas fontes de dados, que poderia oferecer uma visão mais completa da

saúde do paciente. Nesse contexto, desenvolveu-se um método e um sistema de apoio clínico ao planejamento odontológico, capaz de considerar imagens radiográficas e decisões clínicas, contribuindo para diagnósticos precisos e planejamentos terapêuticos efetivos.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

Foi conduzido um mapeamento sistemático da literatura com base no protocolo PICO, resultando em 36 artigos selecionados entre 175 inicialmente identificados em bases relevantes [3]. A análise mostrou predominância do uso de CNNs em segmentação, numeração e diagnóstico de dentes em radiografias panorâmicas, com modelos como Faster R-CNN, ResNet, U-Net, Mask R-CNN e arquiteturas recentes apresentando altos índices de precisão (ex 87% para perda óssea e 98% para segmentação de dentes e cáries). No entanto, os estudos permanecem focados no suporte diagnóstico, sem avançar diretamente para o planejamento odontológico.

Foram identificadas limitações recorrentes, como o uso de dataset pequenos e a ausência de cenários clínicos amplos, o que compromete a generalização dos modelos citados. Apesar disso, a produção científica cresce desde 2018, impulsionada pelo avanço das arquiteturas de IA e da infraestrutura computacional. Este trabalho busca preencher a lacuna da literatura ao propor o uso da IA não apenas no diagnóstico, mas também como suporte ao planejamento clínico em Odontologia, respondendo a demandas sociais e científicas.

## 3 MÉTODO ODONTO PLANNING

O método Odonto Planning (OP) recebe como entrada a classe do dente identificada pelo modelo treinado e organiza o processo em:

- (1) **Rotulação:** Todos os dentes detectados na radiografia panorâmica são listados e rotulados pelo número FDI<sup>2</sup>.
- (2) **Análise de Contexto:** A posição do dente na arcada, considerando vizinhos e fatores clínicos relevantes, orienta a escolha do procedimento.
- (3) **Procedimento Odontológico:** Sugere-se o tratamento mais adequado para cada dente, com recomendações validadas por especialistas<sup>3</sup>.
- (4) **Definição do Workflow:** Estrutura de decisão que consolida os procedimentos, valida aplicabilidade clínica e seleciona o tratamento considerando a imagem e classe do dente.
- (5) **Integração do Modelo e Fluxo de Trabalho:** Representa a articulação fluida entre o diagnóstico e os procedimentos recomendados.

O método OP foi criado, validado e suporta o sistema apresentado na Figura 1 e descrito na próxima seção.

<sup>1</sup>O Ministério da Saúde no Brasil para a saúde digital enfatiza a integração tecnológica, a proteção de dados e a equidade no acesso aos seus serviços.

In: VII Concurso de Teses e Dissertações (CTD 2025). Anais Estendidos do XXXI Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (CTD'2025). Rio de Janeiro/RJ, Brasil. Porto Alegre: Brazilian Computer Society, 2025.

© 2025 SBC – Sociedade Brasileira de Computação.

ISSN 2596-1683

<sup>2</sup>FDI (do francês, Fédération Dentaire Internationale) é a notação dentária para numeração de dentes mais comumente usada no mundo. É designada pela Organização Internacional de Padronização como padrão ISO 3950.

<sup>3</sup>A validação dos procedimentos contou com 57 dentistas, por meio de aplicativo desenvolvido para esse propósito.

## 4 RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES

Os resultados do método OP advém do experimento com 880 radiografias panorâmicas de pacientes atendidos na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP-USP) entre 2018 e 2025<sup>4</sup>. Os resultados e contribuições são apresentados (1) em métricas de desempenhos dos modelos de detecção treinados utilizando as **Faster R-CNN** (ver Tabela 1); (2) no planejamento clínico automatizado, estruturado em *workflow* para apoiar decisões terapêuticas personalizadas e baseadas em evidência (ver Figura 2); e (3) no sistema OP.

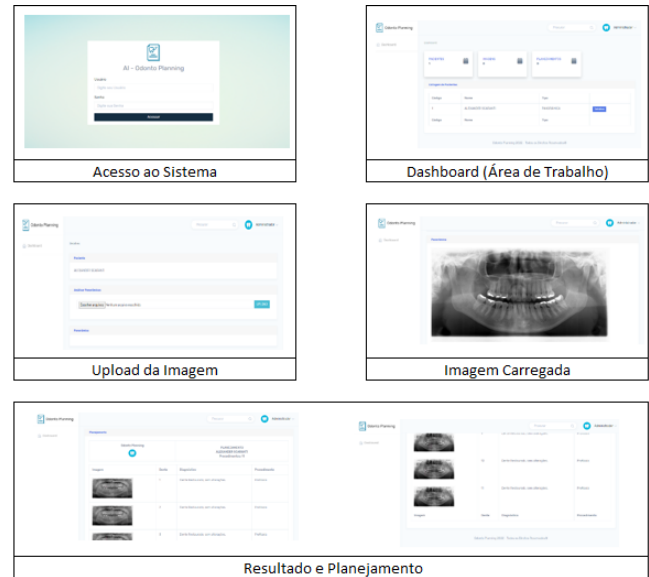
Na Tabela 1, verifica-se que os achados menos frequentes, como implantes e raízes residuais, também apresentaram resultados satisfatórios, embora a baixa representatividade amostral indique necessidade de validação adicional com novos dados ou com uso de técnicas de *augmentation*.

**Table 1: Desempenho por tipo de achado odontológico e a estratificação da amostra usada no treinamento(T), validação(V) e teste(Te).**

Achado	T / V / Te	Precisão	Revocação
Dente Presente	520 / 100 / 38	94,4%	89,5%
Dente Ausente	510 / 93 / 38	92,3%	96,0%
Cárie	513 / 91 / 38	90,0%	94,7%
Restauração	501 / 88 / 38	88,9%	88,9%
Tratamento Endodôntico	489 / 82 / 38	88,9%	88,9%
Implante	44 / 8 / 5	100%	100%
Dente Impactado	112 / 32 / 16	100%	100%
Raiz Residual	60 / 17 / 9	100%	100%

A Figura 2 ilustra um *workflow* aplicado ao planejamento odontológico diante do achado clínico de um dente ausente. Inicialmente, a ausência do elemento dentário é identificada, por meio do exame radiográfico panorâmico. A partir dessa informação, o sistema segue uma estrutura lógica de avaliação do espaço edêntulo (lacuna deixada pelo dente perdido), classificando-o em diferentes categorias: (1) **Espaço edêntulo pequeno**: inferior à extensão de um dente → nesse caso, não há indicação de tratamento protético (classificação positiva); (2) **Espaço edêntulo de 2 ou 3 dentes**: com presença de dentes adjacentes nas extremidades → caso classificado como (não indicado); (3) **Espaço edêntulo de mais de três dentes**: → caso classificado como (não indicado); (4) **Espaço edêntulo localizado nas extremidades das arcadas (maxila ou mandíbula)**: → caso classificado como (não indicado). Após essa análise, o sistema OP planeja que para a condição apresentada não existe indicação de tratamento protético. Isso demonstra como a integração entre diagnóstico automatizado e regras clínicas pré-definidas permite gerar recomendações individualizadas, padronizando o processo de tomada de decisão em Odontologia.

A Figura 1 apresenta o sistema OP com etapas de *upload*, análise e geração de recomendações, a solução integra de forma prática computação ao ambiente clínico na Odontologia, reforçando seu potencial para otimizar fluxos de serviços e apoiar profissionais.



**Figure 1: O sistema OP com (1) Login; (2) Dashboard; (3) Upload da radiografia panorâmica; (4) Visualização da imagem carregada; (5) Resultado com achados clínicos.**



**Figure 2: Etapas do Método OP**

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a integração de CNNs com uma estrutura lógica de decisão clínica pode apoiar o planejamento odontológico, automatizando a interpretação de radiografias panorâmicas e recomendando condutas terapêuticas. O sistema favorece padronização, precisão e suporte a profissionais, com potencial clínico e educacional. Em esforços futuros, pretende-se utilizar a UMLS<sup>5</sup> para a integração multimodal de dados e imagens.

## REFERENCES

- [1] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2020. *Saúde bucal: 11% da população brasileira nunca foi ao dentista*. <https://cbo-df.org.br/saude-bucal-preocupacao-com-o-sorriso-aumenta-no-brasil> Acesso em: 18 ago. 2025.
- [2] Conselho Federal de Odontologia (CFO). 2023. *A relação entre dentistas e população no Brasil: proporção de 1,95 dentistas para cada 1 000 habitantes*. <https://www.odontologianews.com.br/pt/blog/2023/08/09/relacao-dentistas-populacao-no-brasil/> Acesso em: 18 ago. 2025.
- [3] Alexander Scaranti. 2025. *Planejamento automático de tratamento odontológico. Dissertação de Mestrado Universidade de São Paulo - USP (2025)*.
- [4] Falk Schwendicke, Joachim Krois, and Juan A. Gomez Rossi. 2020. Underscreening and undertreatment? Periodontal service provision in the very old: an insurance database analysis from northeast Germany. *Clinical Oral Investigations* 24, 12 (2020), 3981–3995. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03591-z>

<sup>4</sup>Pesquisa aprovada pelo Comitê Local de Ética CAAE: 51238021.2.0000.5419

<sup>5</sup>UMLS: <https://www.nlm.nih.gov/research/umls/index.html>