

MODELOS PREDITIVOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA AVALIAÇÃO DA LONGEVIDADE DE RESTAURAÇÕES EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE

LAYLLA GALDINO DOS SANTOS¹; MAXIMILIANO SÉRGIO CENCI²; TATIANA PEREIRA-CENCI³; LUIZ ALEXANDRE CHISINI⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – laylla.galdino1996@gmail.com

²Radboud University Medical Center – Max.Cenci@radboudumc.nl

³Universidade Federal de Pelotas – tatiana.dds@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – alexandrechisini@gmail.com

1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

O presente estudo desenvolveu um modelo preditivo baseado em Inteligência Artificial (IA) com o objetivo de prever a longevidade das restaurações em dentes tratados endodonticamente (DTE). Utilizando técnicas de aprendizado de máquina e dados clínicos provenientes de ensaios clínicos randomizados (RCTs), a inovação integra variáveis chave como tipo de restauração (coroa/resina composta), tipo de pino, experiência do operador, presença de férula, e características do paciente (idade, sexo e tipo de dente) para prever a taxa de sobrevivência e sucesso das restaurações ao longo do tempo. O modelo foi desenvolvido para ser integrado a prontuários eletrônicos acadêmicos e sistemas clínicos, proporcionando um suporte de decisão rápido e preciso, especialmente no contexto de ensino e treinamento de novos profissionais de odontologia.

A inovação consiste na aplicação de técnicas avançadas de aprendizado de máquina para a predição da longevidade das restaurações em DTE (NAJEEB et al., 2025). Através da combinação de variáveis clínicas e demográficas extraídas de ensaios clínicos randomizados (RCTs), o modelo oferece uma análise robusta e personalizada das taxas de sobrevivência e sucesso das restaurações, ajustando-se de forma precisa às características individuais dos pacientes e às técnicas restauradoras empregadas. As métricas de desempenho, como AUC tempo-dependente, C-index, IPCW C-index e Brier score, são utilizadas para avaliar a acurácia do modelo em diferentes cenários clínicos. O Gradient Boosting Survival demonstrou o melhor desempenho para a previsão de sobrevivência, apresentando AUC tempo-dependente de 0,83 (IC95%: 0,81 – 0,87), C-index de 0,80, IPCW C-index de 0,78 e Brier score de 0,06. Para o desfecho de sucesso, o modelo Random Survival Forest obteve melhores resultados, com AUC de 0,73 e C-index de 0,66, indicando a importância da escolha de modelos específicos para cada tipo de desfecho. Essa diferença pode ser atribuída ao fato de que a sobrevivência considera falhas mais graves, enquanto o sucesso engloba também pequenos reparos, tornando-o mais sensível a fatores técnicos e de execução.

Na prática clínica, essa inovação oferece uma ferramenta de alta precisão para prever a longevidade das restaurações em dentes tratados endodonticamente, otimizando o planejamento terapêutico, reduzindo reintervenções e aprimorando a formação acadêmica, permitindo que os estudantes e profissionais tomem decisões informadas baseadas em evidências científicas e tecnologia de aprendizado preditivo.

2. ANÁLISE DE MERCADO

O público-alvo da inovação consiste principalmente em faculdades e universidades de odontologia, clínicas-escola, dentistas clínicos e redes de clínicas privadas. Esses consumidores se beneficiariam diretamente da aplicação dos modelos preditivos para prever a longevidade de restaurações, além de auxiliar na escolha do material restaurador, oferecendo uma ferramenta que otimiza o planejamento clínico, podendo reduzir a necessidade de reintervenções e melhora a precisão das decisões de tratamento. Dentro deste público, destacam-se professores e preceptores acadêmicos, que podem utilizar o modelo como ferramenta educativa para embasar a tomada de decisão baseada em evidências e interpretação de dados clínicos. Estudantes e residentes de odontologia também se beneficiam, pois podem usar a plataforma para simular diferentes cenários clínicos, entender os fatores que influenciam a longevidade das restaurações e aprimorar suas habilidades de diagnóstico e planejamento. Além disso, dentistas clínicos se beneficiam de uma avaliação personalizada para cada paciente, com base em dados como idade, tipo de restauração e características clínicas, permitindo que possam oferecer tratamentos mais eficazes e reduzir a probabilidade de falhas nos tratamentos realizados.

Atualmente, no mercado odontológico, existem algumas abordagens para avaliação da longevidade das restaurações, mas elas não utilizam modelos preditivos com aprendizado de máquina. Os principais concorrentes incluem sistemas tradicionais de avaliação clínica que dependem exclusivamente da experiência do operador ou de protocolos baseados em práticas clínicas gerais. Embora amplamente utilizados, esses sistemas não oferecem a mesma precisão e personalização que um modelo preditivo baseado em IA. Além disso, existem soluções de IA em saúde que estão sendo testadas em diversas áreas, mas ainda não possuem uma aplicação consolidada em odontologia. A inovação proposta se destaca pela personalização da previsão, utilizando dados clínicos específicos de cada paciente para calcular a longevidade das restaurações. Sua integração com prontuários clínicos torna a adoção mais fácil e relevante tanto no ensino quanto na prática profissional.

O mercado global de software odontológico está projetado para crescer significativamente nos próximos anos. Estudos indicam que o mercado de software de gestão de práticas odontológicas deve atingir aproximadamente US\$ 4 bilhões até 2027, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de cerca de 10,9% de 2020 a 2027 (THE INSIGHT PARTNERS, 2023). Além disso, outro estudo projeta que o mercado de software de gestão de práticas odontológicas deve crescer de US\$ 1,5 bilhão em 2023 para US\$ 2,3 bilhões até 2028, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 8,6% (MARKETSANDMARKETS, 2023). Essa expansão é impulsionada pela crescente demanda por procedimentos odontológicos avançados, aumento da conscientização sobre saúde bucal e adoção de tecnologias digitais no setor odontológico.

O mercado total endereçável (TAM) abrange essas unidades e os milhões de pacientes, oferecendo uma grande oportunidade para soluções de avaliação e monitoramento da qualidade do atendimento. O mercado disponível (SAM) inclui clínicas de atenção primária que buscam ferramentas para avaliar e melhorar seus serviços, enquanto o mercado acessível (SOM) é composto por clínicas que adotam soluções de IA e tecnologias mais especializadas, com grande potencial de crescimento à medida que essas ferramentas se provam eficazes.

3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

A inovação será implementada inicialmente como uma plataforma integrada ao prontuário eletrônico da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), utilizando IA para prever a longevidade das restaurações em dentes tratados endodonticamente. O modelo de negócios será baseado em licenciamento por instituição (faculdades e clínicas privadas), com distribuição feita diretamente para instituições de ensino e clínicas, focando inicialmente na educação odontológica. Estamos no processo de registro de software do algoritmo preditivo, buscando proteger a inovação para futura comercialização.

As etapas de desenvolvimento incluem a criação do MVP (Produto Mínimo Viável), integrado ao prontuário eletrônico da UFPEL, seguido de testes iniciais com estudantes e professores. Após validação, o modelo será expandido para outras universidades e clínicas. O nível de maturidade tecnológica (TRL) atual é TRL 4, com o protótipo em fase de testes acadêmicos. O principal desafio será a integração com sistemas existentes e a adoção pelos usuários, que será mitigada por meio de treinamento contínuo e suporte técnico.

4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

A inovação tem um importante impacto social ao melhorar a qualidade do atendimento odontológico, proporcionando uma ferramenta rápida e eficiente para prever a longevidade das restaurações, resultando em menos reintervenções e tratamentos mais eficazes. Economicamente, otimiza o planejamento de tratamentos e reduz custos com reparos desnecessários. No futuro, a solução pode ser expandida para outras instituições acadêmicas e clínicas, além de integrar dados em tempo real e análises preditivas, aumentando sua escala e impacto, com potencial para ser aplicada em outras áreas da saúde.

Além disso, a inovação contribui para a educação odontológica ao integrar tecnologia no processo de aprendizagem, permitindo que estudantes e profissionais desenvolvam habilidades mais precisas de planejamento de tratamentos com base em dados reais. Ao usar modelos preditivos para prever a longevidade das restaurações, os futuros dentistas poderão entender melhor as variáveis que influenciam o sucesso das intervenções e tomar decisões mais informadas. A expansão para outros países e regiões também é uma possibilidade, considerando a crescente digitalização da saúde e a adoção de soluções baseadas em inteligência artificial. A plataforma tem o potencial de se tornar uma referência internacional, sendo adotada por diferentes sistemas de saúde para melhorar a qualidade do cuidado odontológico e a eficiência operacional em clínicas e hospitais ao redor do mundo.

5. CONCLUSÕES

A inovação demonstrou que a combinação de inteligência artificial com o prontuário eletrônico da UFPEL pode prever com precisão a longevidade das restaurações em dentes tratados endodonticamente, oferecendo uma solução ágil, confiável e escalável para a otimização do planejamento odontológico. Seus benefícios incluem a redução de custos com reintervenções, a melhoria na qualidade do atendimento odontológico e o potencial de adoção em faculdades de odontologia, clínicas-escola e clínicas privadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NAJEEB, A.; KHALID, S.; HUSSAIN, M.; et al. *Predictive Models in Dentistry: A Study on the Longevity of Restorations in Endodontically Treated Teeth*. 2025. *Journal of Dental Research*, p. 123-134.

THE INSIGHT PARTNERS. Dental Practice Management Software Market Share to Hit \$4 Billion Globally by 2027. 2023. Disponível em: <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/09/20/2746585/0/en/Dental-Practice-Management-Software-Market-Share-to-Hit-4-Billion-Globally-by-2027-Exclusive-Report-by-The-Insight-Partners.html>. Acesso em: 28 ago. 2025.

MARKETSANDMARKETS. Dental Practice Management Software Market - Global Forecast to 2028. 2023. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/dental-practice-management-software-market-153532396.html?> Acesso em: 28 ago. 2025.