

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DA ANÁLISE OROFACIAL COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E REALIDADE MISTA (MR): UM ESTUDO COM DADOS ABERTOS E SINTÉTICOS

JULY IASMIM DA SILVA BARBOSA¹; **RONNEI BORGES PERES²**, **RAFAEL GUERRA LUND³**

¹*Universidade Federal de Pelotas – julyiasmim@gmail.com* 1

²*Universidade Federal de Rondonópolis – ronnei.ctbmf@gmail.com* 2

³*Universidade Federal de Pelotas – rafael.lund@gmail.com* 3

1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

No Brasil, atualmente há 3.815 especialistas em harmonização facial (CFO, 2024) enfrentam dois desafios comuns: a dificuldade de monetizar as consultas iniciais, geralmente oferecidas de forma gratuita, e a subjetividade inerente aos métodos de avaliação manual, que frequentemente divergem das melhores práticas baseadas em evidências (PROFFIT; FIELDS; SARVER, 2013; PETERSON et al., 2014; EDWARDS, 2016). Diante desse cenário, a Rede Social Profissional Inova Simples (IS, 2024) propõe um web-app de inteligência artificial (IA) e realidade mista (MR) para análise orofacial. A ferramenta automatiza a identificação de pontos faciais, o cálculo de simetrias e proporções, e a geração de laudos objetivos, agregando valor econômico ao diagnóstico. A solução se fundamenta em redes neurais e visão computacional (GOODFELLOW; BENGIO; COURVILLE, 2016; HIDAKA et al., 2020; ASHOORI; ZOROOFI; SADEGHI, 2024; LI et al., 2023; LI et al., 2024; SOUZA; BHETHANABOTLA; MOHAN, 2024), utilizando também a realidade aumentada para ampliar a visualização clínica (ECKERT; VOLMERG; FRIEDRICH, 2019). Este estudo tem como objetivo validar a eficácia de uma plataforma acessível que integra IA e MR, buscando otimizar o diagnóstico e criar novas oportunidades de monetização para os profissionais. Os principais diferenciais da plataforma incluem a automatização do processo reduzindo a variabilidade subjetiva e a incorporação de rigorosas validações estatísticas dos modelos de IA, garantindo confiabilidade e replicabilidade aos resultados. Espera-se que a solução contribua para a literatura ao oferecer um modelo mais preciso e economicamente viável para a harmonização facial.

2. ANÁLISE DE MERCADO

No cenário atual, já existem softwares voltados à análise facial e estética, entretanto muitos apresentam custos elevados, dependência de bases de dados restritas e baixa escalabilidade (BERNAL ET AL., 2024). Profissionais que ingressam no mercado de trabalho enfrentam desafios como a dificuldade de monetizar consultas iniciais, que muitas vezes são gratuitas, e a subjetividade de diagnósticos baseados em métodos manuais (PROFFIT, FIELDS E SARVER, 2013). Em termos de concorrência, observa-se a existência de softwares de análise estética, porém a maioria apresenta limitações quanto à escalabilidade, alto custo de implementação e dependência de bancos de dados restritos (BERNAL ET AL., 2024). Diferentemente dessas soluções, a plataforma desenvolvida combina inteligência artificial (IA) e realidade mista (MR), com arquitetura de baixo custo, acessível via web, escalável e validada com métricas

robustas de acurácia, sensibilidade, especificidade e AUC. Em termos de potencial de mercado, a análise de TAM, SAM e SOM mostra o seguinte cenário:

- TAM (Total Addressable Market): 149.000 dentistas especialistas no Brasil, com potencial de receita anual de R\$ 717 milhões, considerando 2 análises/dia a R\$10 cada.
- SAM (Serviceable Available Market): considerando que 20% desses profissionais adotariam soluções digitais, o mercado disponível seria de R\$ 143 milhões/ano.
- SOM (Serviceable Obtainable Market): a meta inicial é conquistar 1% do mercado (cerca de 1.490 dentistas), o que resultaria em aproximadamente R\$ 7,1 milhões/ano de receita.

3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

O modelo de negócios é estruturado em Software as a Service (SaaS), com valor acessível ao profissional e gera previsibilidade financeira ao negócio. Estratégias de distribuição incluem prospecção B2B (profissionais de harmonização facial) e campanhas digitais em redes sociais, WhatsApp Business e Google Ads. O modelo prevê a adoção de planos de assinatura (B2B) para clínicas e consultórios, complementados por consultas individuais (B2C), possibilitando escalabilidade. A estratégia de penetração de mercado envolve prospecção automatizada via API do WhatsApp, integração com redes sociais profissionais (LinkedIn) e plataformas de anúncios digitais (Google Ads, Meta Business), possibilitando segmentação precisa dos clientes-alvo. Do ponto de vista tecnológico, o sistema foi concebido com uma arquitetura modular. O front-end foi desenvolvido em React.js, priorizando responsividade e experiência do usuário em dispositivos móveis e desktops. O back-end foi implementado em Node.js, com banco de dados relacional em MySQL, estruturado para organizar informações de pacientes e laudos de forma segura. O processamento de imagens foi suportado por bibliotecas avançadas: MediaPipe (FaceMesh), responsável pelo mapeamento de 468 pontos faciais, expandido por um ponto adicional customizado (469), e 3DDFA_V2, empregado para alinhamento facial 3D em análises laterais. Técnicas de visão computacional via OpenCV foram aplicadas para calibragem dimensional (ex.: uso de cartão padrão como escala), convertendo pixels em medidas reais. Para análises complementares de manchas, rugas e pintas, foi utilizada a combinação de Face Parsing, no que diz respeito à propriedade intelectual, a inovação encontra-se em processo de análise para registro junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) como software aplicado à área da saúde. Por fim, a gestão de desafios e riscos foi estruturada em três níveis: técnicos, mercadológicos e regulatórios. No âmbito técnico, um dos riscos identificados é a presença de viés nos bancos de dados utilizados para treinamento dos modelos de IA. Para mitigar esse problema, a equipe optou por utilizar bases abertas de grande porte (ex.: Kaggle), complementadas por dados coletados em diferentes populações, e aplicar validação cruzada estratificada para garantir robustez estatística. Quanto ao aspecto regulatório, a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD, BRASIL, 2018) foi considerada desde o início, com protocolos de anonimização de dados sensíveis, criptografia avançada e certificação de segurança via SSL. Com base nessa estratégia integrada, o *WEB-APP[W]* já se

encontra em estágio de TRL 6/7, com protótipo funcional validado em ambiente relevante e pronto para testes em larga escala.

4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

O impacto social da tecnologia está relacionado à padronização dos diagnósticos, que reduz a subjetividade, melhora a tomada de decisão clínica e possibilita maior confiança dos pacientes nos planos de tratamento (EDWARDS, 2016; PETERSON, 2014). Do ponto de vista ambiental, a adoção de soluções digitais em substituição a métodos tradicionais contribui para a redução do uso de papel e materiais físicos. As projeções financeiras indicam potencial de receita recorrente para os profissionais usuários, mediante a transformação das consultas iniciais em serviços pagos, além da expansão do modelo de negócio para clínicas de estética, dermatologia e cirurgia reconstrutiva. A visão de futuro envolve a ampliação das funcionalidades por meio de algoritmos mais robustos, como redes adversariais generativas (GANs), capazes de simular cenários estéticos personalizados (BERNAL ET AL., 2024). Além disso, a integração com realidade aumentada e prontuários eletrônicos poderá ampliar a aplicabilidade em diferentes áreas médicas, incluindo cirurgia reconstrutiva, dermatologia e ortodontia estética (KAR ET AL., 2018), (ECKERT; VOLMERG; FRIEDRICH, 2019).

5. CONCLUSÕES

A tecnologia desenvolvida permite uma avaliação padronizada, o que reduz a subjetividade do diagnóstico, facilita o planejamento de intervenções, e, mais importante, oferece uma fonte de receita para os profissionais por meio da cobrança por essas consultas, agregando valor ao serviço.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHOORI, M.; ZOROOFI, R. A.; SADEGHI, M. An automatic framework for nasal esthetic assessment by ResNet convolutional neural network. *Journal of Imaging and Information Medicine*, v. 37, n. 2, p. 455-470, Apr. 2024. DOI: 10.1007/s10278-024-00973-7. Epub 29 Jan. 2024.

BERNAL, I. C.; ANDRE, J.; PATEL, M.; NEWMAN, M. I. Beauty Re-defined: A Comparative Analysis of Artificial Intelligence-Generated Ideals and Traditional Standards. *Cureus*, v. 16, n. 10, p. e71026, 2024. DOI: 10.7759/cureus.71026. Publicado em 7 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm. Acesso em: 20 ago. 2025.

CONSELHO FEDERAL DE ODONTOLOGIA (CFO). Quantidade geral de cirurgiões-dentistas especialistas. Disponível em: <https://website.cfo.org.br/estatisticas/quantidade-geral-de-cirurgioses-dentistas-especialistas/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

ECKERT, M.; VOLMERG, J. S.; FRIEDRICH, C. M. Augmented reality in medicine: systematic and bibliographic review. **JMIR Mhealth Uhealth**, v. 7, n. 4, p. e10967, 2019. DOI: 10.2196/10967. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/10967>. Acesso em: 15 ago. 2025.

EDWARDS, David C. **Facial Aesthetics: Concepts and Clinical Diagnosis**. 1. ed. New York: Springer, 2016.

GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. Cambridge: MIT Press, 2016.

HIDAKA, T.; KURITA, M.; OGAWA, K.; TOMIOKA, Y.; OKAZAKI, M. Application of artificial intelligence for real-time facial asymmetry analysis. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 146, n. 2, p. 243e-245e, 2020. DOI: 10.1097/PRS.0000000000007035.

INOVA SIMPLES (I.S.). Rede Social Profissional - THOT I.A. CORP CNPJ: 49.452.135/0001-87. Razão Social: Inova Simples (I.S.). Data de Abertura: 03/02/2023. Porte: Microempresa. Natureza Jurídica: Empresa Simples de Inovação. Capital Social: R\$ 96.000,00. Tipo: Matriz. Situação: Ativa. Data da Situação Cadastral: 03/02/2023. Disponível em: <https://www.thotiacorp.com.br/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

KAR, M.; MULUK, N. B.; BAFAQEEH, S. A.; CINGI, C. Is it possible to define the ideal lips? **Acta Otorhinolaryngologica Italica**, v. 38, n. 1, p. 67-72, fev. 2018. DOI: 10.14639/0392-100X-1511. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29756617/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

LI, T. H.; MA, X. D.; LI, Z. M.; YU, N. Z.; SONG, J. Y.; MA, Z. T.; YING, H. T.; ZHOU, B.; HUANG, J. Z.; WU, L.; LONG, X. Facial adult female acne in China: an analysis based on artificial intelligence over one million. **Skin Research and Technology**, v. 30, n. 4, e13693, Apr. 2024. DOI: 10.1111/srt.13693. PMID: 38572573; PMCID: PMC10993051.

LI, T. H.; MA, X. D.; LI, Z. M.; YU, N. Z.; SONG, J. Y.; MA, Z. T.; YING, H. T.; ZHOU, B.; HUANG, J. Z.; WU, L.; LONG, X. Artificial intelligence analysis of over a million Chinese men and women reveals level of dark circle in the facial skin aging process. **Skin Research and Technology**, v. 29, n. 11, e13492, Nov. 2023. DOI: 10.1111/srt.13492. PMID: 38009029; PMCID: PMC10603312.

PETERSON, L. J. et al. **Cirurgia oral e maxilofacial contemporânea**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

PROFFIT, William R.; FIELDS, Henry W.; SARVER, David M. **Ortodontia contemporânea**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SOUZA, S.; BHETHANABOTLA, R. M.; MOHAN, S. Applications of artificial intelligence in facial plastic and reconstructive surgery: a systematic review. **Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery**, v. 32, n. 4, p. 222-233, 2024. DOI: 10.1097/MOO.0000000000000975.