

SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2024

ODONTOLOGIA DIGITAL EM CADA ESPECIALIDADE

IV Interligas do Curso de Odontologia
da Universidade Federal do Paraná

SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2024

ODONTOLOGIA DIGITAL EM CADA ESPECIALIDADE

IV Interligas do Curso de Odontologia
da Universidade Federal do Paraná

DITORA CHEFE

Prof^o Me. Isabele de Souza Carvalho

EDITOR EXECUTIVO

Nathan Albano Valente

ORGANIZADORES DO LIVRO

Melissa Rodrigues de Araujo

Igor Polonio Bernardes

Clovis José Alegri Junior

Alan Ferreira de Moraes

Pablo Vinicius Pedroso Alves

2024 by Seven Editora

Copyright © Seven Editora

Copyright do Texto © 2024 Os Autores

Copyright da Edição © 2024 Seven Editora

PRODUÇÃO EDITORIAL

Seven Publicações Ltda

EDIÇÃO DE ARTE

Alan Ferreira de Moraes

EDIÇÃO DE TEXTO

Natan Bones Petitemberte

BIBLIOTECÁRIA

Bruna Heller

IMAGENS DE CAPA

AdobeStok

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Seven Publicações Ltda. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Seven Publicações Ltda é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação.

Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.



O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

O26

Odontologia digital em cada especialidade [recurso eletrônico] /
Alan Ferreira de Moraes ... [et al.]. – São José dos Pinhais,
PR: Seven Editora, 2024.
Dados eletrônicos (1 PDF).

Inclui bibliografia.
ISBN 978-65-6109-119-0

1. Odontologia. 2. Ciências médicas. 3. Digital. I. Moraes,
Alan Ferreira de. II. Alves, Pablo Vinicius Pedroso.
III. Bernardes, Igor Polonio. IV. Alegri, Clovis José Junior.
V. Título.

CDU 616.314

Índices para catálogo sistemático:

1. CDU: Odontologia 616.314

Bruna Heller - Bibliotecária - CRB10/2348

DOI: 10.56238/livrosindi202479-

Seven Publicações Ltda
CNPJ: 43.789.355/0001-14
editora@sevenevents.com.br
São José dos Pinhais/PR

DECLARAÇÃO DO(A) AUTOR(A)

O(a) autor(a) deste trabalho DECLARA, para os seguintes fins, que:

Não possui nenhum interesse comercial que gere conflito de interesse em relação ao conteúdo publicado;

Declara ter participado ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente nas seguintes condições: "a) Desenho do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação dos dados; b) Elaboração do artigo ou revisão para tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão do material";

Certifica que o texto publicado está completamente livre de dados e/ou resultados fraudulentos e defeitos de autoria; Confirma a citação correta e referência de todos os dados e interpretações de dados de outras pesquisas;

Autoriza a edição do trabalho, incluindo registros de catálogo, ISBN, DOI e outros indexadores, design visual e criação de capa, layout interno, bem como seu lançamento e divulgação de acordo com os critérios da Seven Eventos Acadêmicos e Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Seven Publicações DECLARA, para fins de direitos, deveres e quaisquer significados metodológicos ou legais, que:

Esta publicação constitui apenas uma transferência temporária de direitos autorais, constituindo um direito à publicação e reprodução dos materiais. A Editora não é co-responsável pela criação dos manuscritos publicados, nos termos estabelecidos na Lei de Direitos Autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; O(s) autor(es) é(são) exclusivamente responsável(eis) por verificar tais questões de direitos autorais e outros, isentando a Editora de quaisquer danos civis, administrativos e criminais que possam surgir.

Autoriza a **DIVULGAÇÃO DO TRABALHO** pelo(s) autor(es) em palestras, cursos, eventos, shows, mídia e televisão, desde que haja o devido reconhecimento da autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial, com a apresentação dos devidos **CRÉDITOS** à **SEVEN PUBLICAÇÕES**, sendo o(s) autor(es) e editora(es) responsáveis pela omissão/exclusão dessas informações;

Todos os e-books são de acesso aberto, portanto, não os venda em seu site, sites parceiros, plataformas de comércio eletrônico ou qualquer outro meio virtual ou físico. Portanto, está isento de transferências de direitos autorais para autores, uma vez que o formato não gera outros direitos além dos fins didáticos e publicitários da obra, que pode ser consultada a qualquer momento.

Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições públicas de ensino superior, conforme recomendado pela CAPES para obtenção do Qualis livro;


A Seven Eventos Acadêmicos não atribui, vende ou autoriza o uso dos nomes e e-mails dos autores, bem como de quaisquer outros dados deles, para qualquer finalidade que não seja a divulgação desta obra, de acordo com o Marco Civil da Internet, a Lei Geral de Proteção de Dados e a Constituição da República Federativa.

APRESENTAÇÃO

Recentemente, a área da saúde tem se modificado com a implementação de tecnologias para auxiliar no diagnóstico e no tratamento de doenças, bem como no fluxo de pacientes no sistema de saúde. Na odontologia, a era digital foi inicialmente conhecida pelos sistemas de fabricação de restaurações digitais, pelas radiografias digitais, imagens intraorais e pelos sistemas de gerenciamento de prática/paciente. Com o passar do tempo, outras tecnologias foram desenvolvidas e têm contribuído com a transformação da odontologia, como miniaturização de sensores, inteligência artificial, impressão 3D, nanotecnologia, entre outras. Os principais avanços relacionados a recursos digitais nas diferentes especialidades odontológicas.

SUMÁRIO


CAPÍTULO 1.....7

 10.56238/livrosindi202479-001

Inteligência Artificial no Diagnóstico de Lesões Orais e seu Impacto na Odontologia

Laila Menezes Hagen, Igor Polonio Bernardes, Clovis José Alegri Junior, Tiago Cesar Mageans, Eduarda da Cruz Masquieto, Ediane Maria Rodrigues, Gabrielly Alessandra de Amorim Miguel, Isabela de Oliveira Plugge Freitas, Isabela Schuartz, Melissa Rodrigues de Araujo.


CAPÍTULO 2.....27

 10.56238/livrosindi202479-002

Segurança em Foco: O Papel da Ultrassonografia na Harmonização Orofacial

Alan Ferreira de Moraes, Eloisa de Brito, Giovanna Victorino Manzoli, Larissa Alves Maciel da Silva, Luiza Lucheti Zanardi Ferreira, Pablo Vinicius Pedroso Alves, Giovanna Andraus Kirsten, Michelle Santos Vianna.


CAPÍTULO 3.....41

 10.56238/livrosindi202479-003

A Radiologia Odontológica na perspectiva da Odontologia Digital

Bárbara Renata de Oliveira Rossi, Rafaeli Oliveira Theodorovicz, Fábio Brasil dos Santos, Thays Regina Ferreira da Costa.


CAPÍTULO 4.....54

 10.56238/livrosindi202479-004

Planejamento Digital do Sorriso

Eduardo Christiano Caregnatto de Moraes, Ágatha Larissa Carneiro Shimada, Ana Carolina Feitosa de Souza, Andressa Victoria Nonato dos Santos, Emanoele Bueno de Oliveira, Júlio César Taffarel, Maria Eduarda Figura, Nicole Heloise da Silva Ribeiro, Vanessa Lucy Dambroso.


CAPÍTULO 5.....68

 10.56238/livrosindi202479-005

Odontologia Digital na Periodontia

Laisla Gaudêncio Chaim, Mariana Ortelan Borges, André Reinaldim, Kelly Jian, Isabel Proença Filietaz, Geisla Mary Silva Soares.

CAPÍTULO 6.....79



 10.56238/livrosindi202479-006

Artrocentese Guiada por Ultrassom

Daniel Bonotto, Júlia Fabris, Luana Aparecida Jendik, Aline Souza, Ana Luiza Carias de Oliveira Corrêa, Luiza Iazzo Magalhães, Priscila Brenner Hilgenberg-Sydney.

SUMÁRIO



CAPÍTULO 7.....91

  10.56238/livrosindi202479-007

Planejamento Virtual na Cirurgia Ortognática

Ana Carolina Rodrigues Minucci, Giovane Vieira, Julia Rahal de Camargo, Laura Meindl Portz, Lucas Alves Bonnet, Lucas Santos Pinto, Paola Corso, Aline Monise Sebastiani.



CAPÍTULO 8..... 106

  10.56238/livrosindi202479-008

Saúde Digital no Sistema Único de Saúde (SUS): Avanços, Desafios e Perspectivas

Rayssa da Luz Ribeiro, Maiker Luis Gutierrez Linares, Fernanda Stabach Gremski, Giovana Garutti Monteiro Gineste, Larissa Manuela Olkuszewski de Carvalho, Mariana Ortelan Borges, Maria de Melo Silva, Rafael Gomes Ditterich.



CAPÍTULO 9..... 115

  10.56238/livrosindi202479-009

Acesso Endodôntico Guiado: Avanços Tecnológicos e Impacto na Prática Clínica

Maria Cecília Miranda, Júlia Fabris, Clovis José Alegri Junior, Larissa do Amaral Cavalett, Gabriela Ruiz de Queiroz, João Pedro Silva Pires, Gustavo Farias Macedo, Bruno Cavallini Cavenago.



CAPÍTULO 10..... 125

  10.56238/livrosindi202479-010

Os Recursos Digitais na Ortodontia

Ricardo Cesar Moresca, Beatriz Estella Cardoso Silva, Camila Ratkiewicz, Beatriz Almeida Shimizu, Henrique Kenji Takarada, Ana Cláudia Vilela, Marcus Vinícius Braga da Silva, Suelen Rosa dos Santos.

CAPÍTULO 11..... 142

  10.56238/livrosindi202479-011

Utilização Clínica de Scanners Intraorais para a Detecção de Desgastes Dentários

Gisele Maria Correr Nolasco, Rafael Torres Brum, Alysson Samuel Nogueira, Giulia Possa da Cruz, Guilherme Yuiti Hayashi, Izabela de Castro Motter, João Pedro Ribeiro Cavagnolli, Luiz Felipe Perin dos Santos, Natalia Alanis de Lima Rogu.

Inteligência Artificial no Diagnóstico de Lesões Orais e seu Impacto na Odontologia



10.56238/livrosindi202479-001

Laila Menezes Hagen

Ediane Maria Rodrigues

Igor Polonio Bernardes

Gabrielly Alessandra de Amorim Miguel

Clovis José Alegri Junior

Isabela de Oliveira Plugge Freitas

Tiago Cesar Mageans

Isabela Schuartz

Eduarda da Cruz Masquieto

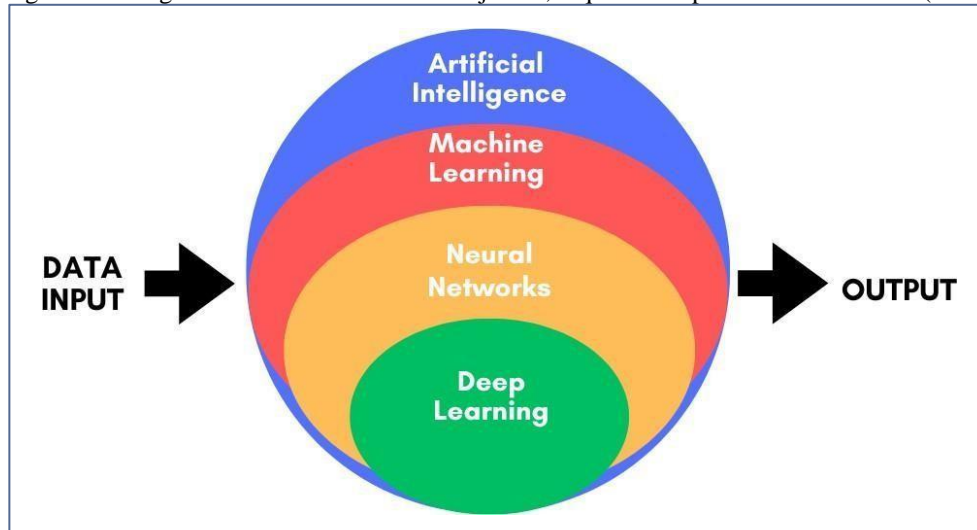
Melissa Rodrigues de Araujo

1 INTRODUÇÃO

O crescente avanço no campo da Odontologia digital vem transformando as formas de aprendizagem e práticas clínicas (PACIFICI; PACIFICI, 2018). Assim como nas demais especialidades odontológicas, a Estomatologia conta com ferramentas tecnológicas indispensáveis que auxiliam no diagnóstico e tratamento de lesões orais, como por exemplo as tomografias computadorizadas, teleconsultas e, recentemente, a implementação da **Inteligência Artificial** (IA). Esta última, tem se mostrado útil em uma variedade de aplicações na Estomatologia, no entanto ainda requer mais estudos para sua validação. Por meio da análise de dados clínicos e otimização de processos, a IA é capaz de auxiliar no diagnóstico e prognóstico de doenças orais, permitindo a personalização de tratamentos e evitando o uso de procedimentos desnecessários (AGRAWAL; NIKHADE, 2022).

A IA é um termo abrangente, que se refere a máquinas com capacidade de desenvolver ações consideradas inteligentes sem a intervenção humana. Conforme ilustrado no esquema abaixo, além da IA possuir capacidade de solucionar problemas de forma independente por meio de bancos de dados, ela conta com outros subconjuntos (PATIL et al., 2022).

Figura 1. Inteligência Artificial e seus subconjuntos, esquema adaptado de PATIL et al. (2022).



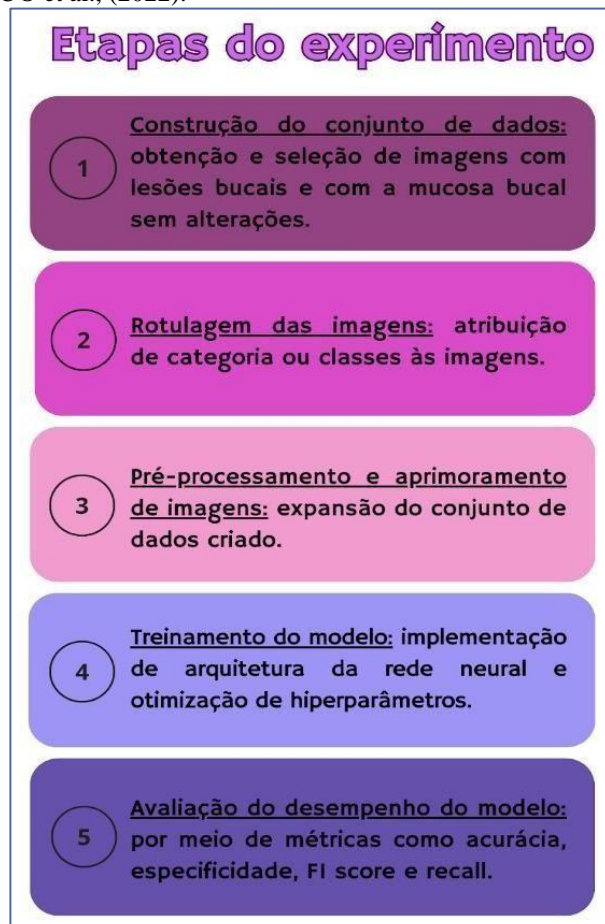
O **aprendizado de máquina** (*machine learning* - ML) garante o aprendizado automático através de métodos analíticos, gerando um sistema autônomo, baseado no conjunto de dados fornecido usando algoritmos (PATIL et al., 2022). As **redes neurais** (*neural networks*) consistem em métodos utilizados pela IA para processar os dados de forma semelhante ao cérebro humano. O **aprendizado profundo** (*deep learning* - DL), que se baseia no ML, permite à máquina identificar padrões e executar tarefas por conta própria, por meio dos processamentos dos dados e algoritmos; o DL utiliza redes neurais multicamadas para processar os dados, e, ao analisar os padrões, tem potencial de melhorar o desfecho. Por fim, há a entrada de dados coletados (*data input*), que podem ser imagens, textos ou áudios, e a saída dos conhecimentos construídos através destes (*output*) (PATIL et al., 2022; AGRAWAL; NIKHADE, 2022).

Os desfechos obtidos no final do processo podem ser referentes ao diagnóstico, classificação, tratamento ou prognóstico de doenças (PATIL et al., 2022). Uma das principais aplicações da IA na Estomatologia está relacionada ao diagnóstico de lesões orais por meio de imagens fotográficas, utilizando o DL. Este utiliza **redes neurais artificiais** para imitar o cérebro humano. As **redes neurais convolucionais** (*Convolutional Neural Networks* - CNN) são tipos de redes neurais artificiais utilizadas para identificar e classificar imagens, dividindo cada uma em diversas pequenas imagens, isolando padrões, e, assim, interpretando a imagem como um todo (CORBELLA; SRINIVAS; CABITZA 2020; GOMES et al., 2023; KHANAGAR et al., 2023). Esses recursos inovadores vêm sendo estudados com objetivo de auxiliar no diagnóstico de lesões orais malignas e benignas, facilitando o fluxo de pacientes, evitando o atraso do diagnóstico e, conseqüentemente, do tratamento (GOMES et al., 2023).

2 DEEP LEARNING APLICADO À DETECÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE LESÕES ORAIS

Parte do uso da IA no diagnóstico bucal se baseia na ideia de que, com fotografias, as lesões podem ser detectadas e diagnosticadas de forma automatizada (VINAYAHALINGAM et al., 2024). Essa aplicação como ferramenta de detecção, classificação e diagnóstico de lesões orais pode trazer benefícios desde a triagem até as abordagens terapêuticas. Esses recursos têm, em geral, o potencial de otimizar o acesso à saúde dos pacientes (VINAYAHALINGAM et al., 2024). Visto que, muitos profissionais se sentem incapazes de conduzir casos clínicos que envolvem o processo de diagnóstico de lesões orais, especialmente diante da gravidade do câncer oral (ANDRADE et al., 2014). Assim, a IA surge também como uma forma de auxiliar e trazer mais segurança aos profissionais que não são especialistas (CORBELLA; SRINIVAS; CABITZA, 2020). Estudos recentes têm desenvolvido e testado modelos de DL para a classificação de lesões orais (ALABI et al., 2021; GUO et al., 2022; JUBAIR et al., 2021; LEE et al., 2024; LIN et al., 2021). O esquema abaixo ilustra as etapas de desenvolvimento desses modelos, de forma geral:

Figura 2. Etapas do desenvolvimento e teste de modelos de DL para a classificação de lesões com redes neurais convolucionais, baseado em GUO et al., (2022).



As etapas de desenvolvimento dos modelos podem ter variações nos estudos. As imagens coletadas normalmente passam por treinamento, validação e teste do modelo, exigindo muitas imagens para o processo todo. Diante da importância da amplitude do conjunto de dados para o bom desempenho do modelo, há formas de transferir os dados e os hiperparâmetros de um modelo existente para um novo modelo por meio do **aprendizado por transferência**. Uma base de dados muito utilizada para transferência para novos modelos é o ImageNet, que possui um amplo conjunto de dados (GUO et al., 2022; LEE et al., 2024).

É fundamental que as imagens que compõem o conjunto de dados fornecido para treinar o modelo de DL contenham uma variedade de características:

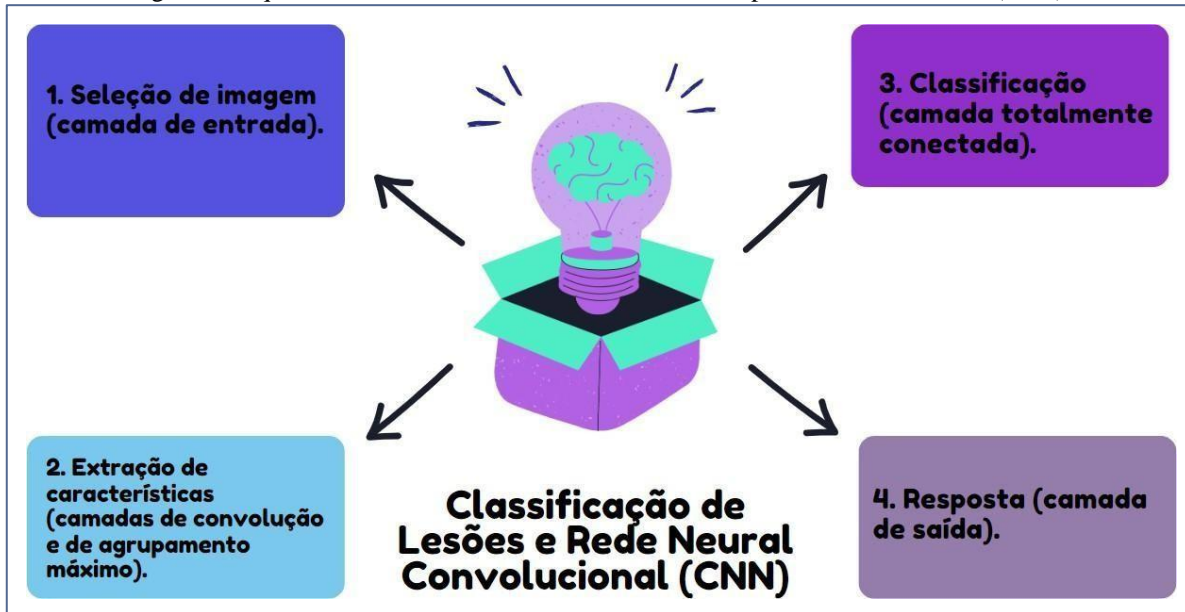
- Relacionadas à lesão: diversidade de dimensões e de graus de severidade;
- Relacionadas à tomada fotográfica: variações de angulações, diferentes iluminações e inclusão de imagens com resolução baixa;
- Relacionadas ao paciente: diferentes etnias.

Esses fatores podem representar confusão na classificação das lesões, tornando importante o registro dessas variações durante o treinamento do modelo (GOMES et al., 2023).

Técnicas de pré-processamento e aprimoramento das imagens também são fundamentais para o treinamento do modelo. Um dos objetivos é expandir o conjunto de dados obtido, aumentando a precisão do modelo. Uma das técnicas é a criação de diferentes versões de uma única imagem por meio de transformações. Assim, é possível reduzir o *overfitting* - quando o modelo se ajusta de forma exacerbada aos dados de treinamento, mas não aos dados de teste -, melhorando seu desempenho na classificação de lesões (GOMES et al., 2023; GUO et al., 2022).

Os processos mencionados têm finalidade de melhorar os desfechos fornecidos pelos modelos de DL na classificação e diagnóstico de lesões orais. De forma direta, a arquitetura dos modelos de DL com uso de redes neurais convolucionais funcionam na sequência:

Figura 3. Arquitetura das redes neurais convolucionais, adaptado de ALABI et al., (2021).



As múltiplas camadas ocultas na rede neural utilizada no DL são fundamentais para as funções não lineares complexas desses modelos (GUO et al., 2022). Na rede neural convolutacional, as características da imagem de entrada são extraídas a partir de duas camadas: de convolução e de agrupamento máximo. A primeira age facilitando a extração de recursos dos dados da imagem e a segunda reduz o *overfitting* do modelo (ALABI et al., 2021). Os modelos de rede neural convolutacional, ao examinar pixels de uma imagem colorida, podem extrair automaticamente as características fundamentais para identificar uma lesão, diferente dos modelos tradicionais de aprendizado de máquina (JUBAIR et al., 2021). Em seguida os resultados são passados para a camada totalmente conectada para classificação e, finalmente, é dado o desfecho em rótulos (saída) (ALABI et al., 2021).

Para avaliar o desempenho dos modelos, várias métricas podem ser usadas. Algumas delas são: acurácia, sensibilidade, especificidade, precisão, área sob a curva, valor preditivo negativo, valor preditivo positivo e F1-score. Dentre as citadas, a acurácia consiste na proporção de previsões corretas em relação ao total de casos avaliados. A sensibilidade aborda a proporção de casos positivos corretamente identificados em relação ao total de casos positivos, e a especificidade conceitua a proporção de casos verdadeiramente negativos que foram corretamente identificados pelos modelos. Estas são as métricas mais relevantes dentro dos estudos que serão elencados adiante (GUO et al., 2022).

No que concerne ao desempenho de modelos de classificação e diagnóstico de lesões orais, bons resultados foram encontrados por alguns estudos, como na classificação de lesões fundamentais e na classificação de úlceras orais (GOMES et al., 2023; GUO et al., 2022); LIN et al., (2021) observaram sensibilidade de 83% e especificidade de 96,6% em um modelo para a classificação de doenças orais em 5 classes: mucosa normal, úlcera aftosa, desordens orais potencialmente malignas (DOPMs) de alto risco, DOPMs de baixo risco e câncer oral. Além disso, a captura de imagens centralizadas na lesão pode melhorar o desempenho do modelo na detecção.

Modelos de DL para a classificação de lesões orais podem ser ferramentas valiosas para diagnósticos clínicos rápidos e precisos (GUO et al., 2022). No contexto das DOPM e do câncer oral, acredita-se que esses modelos possam melhorar significativamente o diagnóstico precoce e, conseqüentemente, o prognóstico do câncer (DIXIT; KUMAR; SRINIVASAN, 2023).

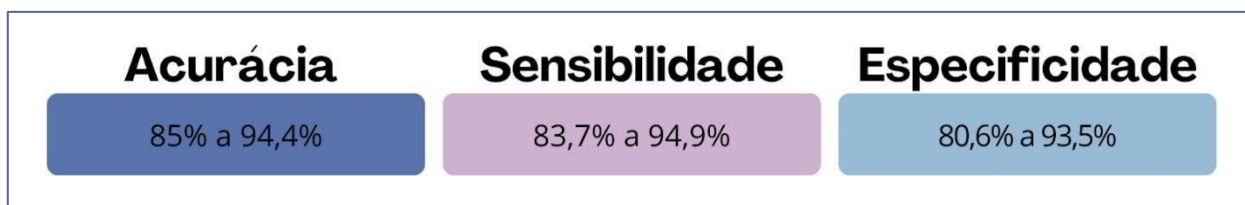
3 APLICAÇÕES DA IA NO CAMPO DAS DESORDENS ORAIS POTENCIALMENTE MALIGNAS E DO CÂNCER ORAL

O **carcinoma espinocelular** é a neoplasia maligna mais comum que acomete a cavidade oral. Pode ser precedido por lesões denominadas de DOPMs, sendo elas: leucoplasia, leucoplasia verrucosa proliferativa, eritroplasia, líquen plano erosivo, fibrose submucosa oral, lesões palatinas em fumantes reversos, lúpus eritematoso, queilite actínica e disqueratose congênita. Essas lesões não necessariamente sofrem transformação maligna. Mas exigem monitoramento minucioso para que caso a transformação maligna aconteça, o diagnóstico seja realizado precocemente. A importância atribuída ao **diagnóstico precoce** do câncer oral se deve às altas taxas de mortalidade e morbidade da doença, principalmente quando em estágio avançado. O diagnóstico precoce está associado a um prognóstico melhor para o paciente (SHEPHARD et al., 2024; GARCÍA-POLA et al., 2021; WARNAKULASURIYA, 2009; WARNAKULASURIYA et al., 2021).

O exame visual e a biópsia são considerados os métodos padrão-ouro para o diagnóstico das DOPMs e do câncer oral (LAU et al., 2024). No entanto, lesões iniciais podem ser difíceis de identificar por seus aspectos mais brandos (LUO et al., 2016). Para auxiliar na detecção dessas lesões, principalmente por dentistas não especialistas, facilitar a triagem e proporcionar o diagnóstico precoce do câncer oral, métodos que aplicam IA vêm sendo estudados (FU et al., 2020; KOLOKYTHAS et al., 2022).

O uso da IA é benéfico para o diagnóstico precoce de câncer oral por ser um método não invasivo capaz de detectar lesões orais com alto risco de desenvolvimento de câncer, podendo ser empregada como **método adjuvante** em análise de várias modalidades de imagem, como fotografias clínicas, imagens fluorescentes, hiperespectrais, citológicas, histológicas, radiológicas, endoscópicas, térmicas infravermelhas e tomografias computadorizadas, por meio da aplicação de algoritmos úteis para detecção e classificação de lesões malignas (HEGDE et al., 2022; SHEPHARD et al., 2024; DOMINGUES et al., 2024).

Os desempenhos dos modelos de aprendizado profundo baseados em fotografias clínicas no diagnóstico de DOPMs e câncer oral são muito variáveis, mas esses modelos têm apresentado bons resultados:



Fonte: LEE et al., 2024; JUBAIR et al., 2021; FU et al., 2020; KOUKETSU et al., 2024; TALWAR et al., 2023; KIM et al., 2022

O estudo de UTHOFF et al., (2018) foi muito significativo para o contexto do uso de tecnologias na detecção do câncer oral, um problema de saúde ascendente em países de baixa e média renda (destacando o sul e sudeste da Ásia). Os autores elaboraram um aplicativo de smartphone para utilização em **áreas remotas**, com infraestrutura limitada, para atender a necessidade de rastreamento do câncer oral na população (UTHOFF et al., 2018). A plataforma sincroniza a iluminação externa de LED e a captura de imagem para a autofluorescência e imagem de luz branca, sendo possível ainda realizar salvamento em um servidor em nuvem para revisão e transmissão através de um simples sistema operacional. Assim, o operador consegue inserir os dados de localização, ficha clínica e imagens do paciente, os quais são carregados para um servidor via Wi-Fi e podem ser acessados por qualquer especialista de forma remota com conexão à internet. A plataforma se propõe a detectar o câncer oral de forma precoce em comunidades com recursos escassos, reduzindo as taxas de mortalidade da doença. Entretanto, o aplicativo ainda apresenta uma baixa amostra de dados e serão necessários futuros estudos para incluir casos benignos na classificação (UTHOFF et al., 2018).

Os recursos de IA permitem a combinação de diferentes variáveis, como características micromorfológicas, dados geográficos e fatores de risco (HEGDE et al., 2022; DOMINGUES et al., 2024). Assim, além da detecção e classificação de imagens, ainda no campo do câncer oral, a IA

apresenta diversas aplicações e vantagens, como: triagem de populações de alto risco, acesso ao diagnóstico em comunidades com recursos escassos, orientação do profissional na tomada de decisão, predição da transformação maligna das DOPMs, previsão de metástases regionais e previsão de prognóstico (HEGDE et al., 2022; MICHELUTTI et al., 2023; SHIMPI et al., 2022; UTHOFF et al., 2018).

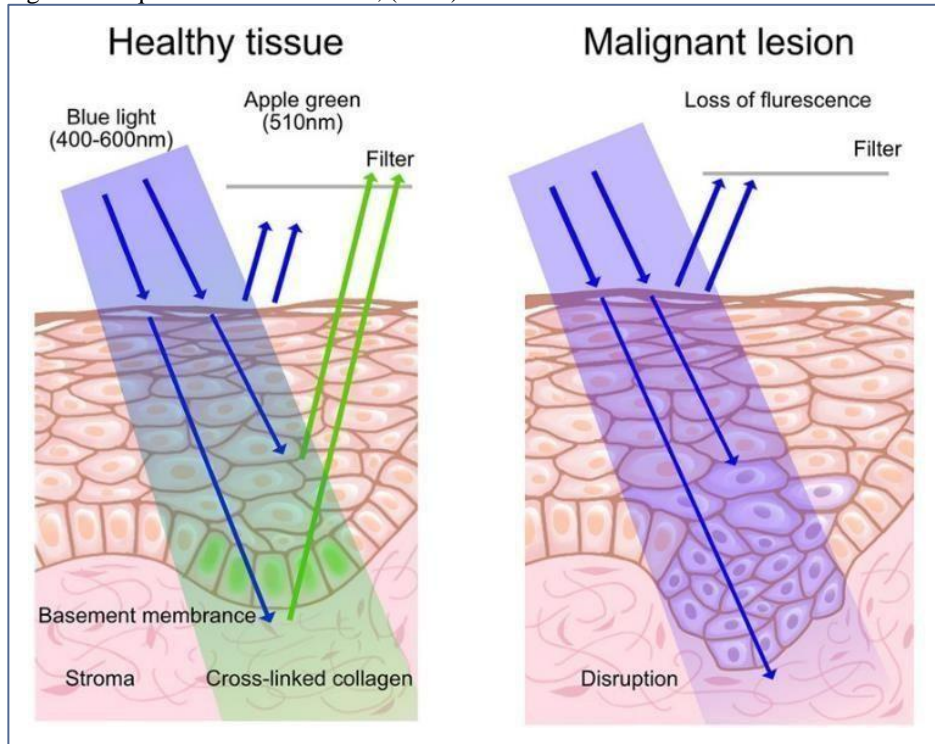
3.1 DETECÇÃO DO CÂNCER ORAL E DAS DOPMS POR MEIO DE IMAGENS ÓPTICAS

Alguns métodos não invasivos de **imagem baseada em luz** podem ser utilizados para detecção de alterações teciduais, com as DOPMs e as malignidades. Esses métodos incluem tomografia de coerência óptica, microscopia in vivo (como imagens confocais) e autofluorescência (WILDER-SMITH et al., 2010).

Autofluorescência: método de análise tecidual que se baseia nas alterações de emissão da fluorescência do tecido oral sob iluminação com luz azul (COOLE et al., 2023).

- No **tecido saudável**, fluoróforos celulares são capazes de emitir luz azul-esverdeada quando estimulados por um comprimento de onda de 400–460 nm, como mostrado na figura 4 (COOLE et al., 2023).
- No **tecido alterado**, o tecido perde a capacidade de autofluorescência, devido à quebra de ligações cruzadas do colágeno e do aumento da absorção da luz pela hemoglobina. Isso ocorre com a presença de displasia epitelial ou malignidade (AWAN; MORGAN; WARNAKULASURIYA, 2011).
- **Visualmente**, tecidos normais emitem coloração verde (devido à retenção de fluorescência), enquanto tecidos anormais, como aqueles encontrados no carcinoma espinocelular, na displasia epitelial e em doenças inflamatórias, exibem áreas de cor marrom escuro (MORIKAWA et al., 2020). Não é necessária lesão visível para a detecção de alterações por esse método (COOLE et al., 2023).
- A autofluorescência tem se mostrado um método com **alta sensibilidade** (84% a 90%) para a identificação de lesões malignas ou com potencial de malignidade, mas com **baixa especificidade** (cerca de 15%), implicando em uma baixa capacidade de distinguir lesões malignas das benignas, principalmente porque tecidos com inflamação podem apresentar perda de fluorescência (AMIRCHAGHMAGHI et al., 2018; AWAN; MORGAN; WARNAKULASURIYA, 2011; AWAN; MORGAN; WARNAKULASURIYA, 2015; LUO et al., 2016; YANG et al., 2018).

Figura 4. Esquema de WANG et al., (2023) ilustrando o mecanismo da autofluorescência.



Esses métodos despertam o interesse de pesquisas porque são alternativas não invasivas para a detecção de DOPMs e do câncer oral, principalmente na atenção primária. No entanto, até o momento, não há evidências de que esses recursos sejam capazes de cumprir esse propósito (MORIKAWA et al., 2020; RASHID; WARNAKULASURIYA, 2014). Em conjunto com a técnica de autofluorescência, modelos de DL podem ser utilizados para a classificação automática das imagens obtidas (UTHOFF et al., 2018). O uso de algoritmos para interpretar a resposta do tecido pode melhorar a confiabilidade das imagens por autofluorescência (LUO et al., 2016).

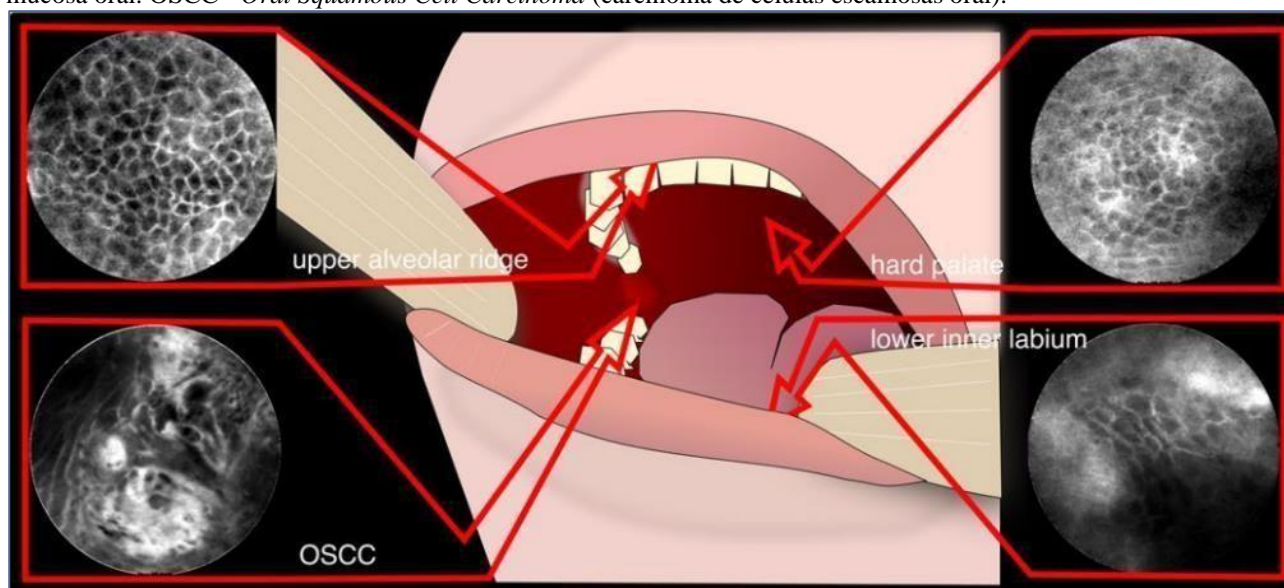
O estudo de COOLE et al., (2023) utilizou a técnica de autofluorescência e endomicroscopia em conjunto (estratégia de imagem multimodal). A identificação da perda da visualização de fluorescência foi utilizada para gerar mapas de risco do câncer oral, que eram projetados na cavidade oral, para guiar a sonda de fibra óptica para imagens microscópicas do epitélio oral e, por fim, gerar um mapa de orientação de biópsia. Observou-se bons resultados tanto na detecção de lesões iniciais quanto na orientação para a realização da biópsia.

A endomicroscopia confocal a laser é um método de imagem óptica que permite a avaliação microscópica in vivo em um aumento de 1000 vezes, ou seja, fornece uma **biópsia óptica** para diferenciar a mucosa oral normal do tecido canceroso (SETHI et al., 2021; OETTER et al., 2016). Essa técnica é realizada da seguinte forma: (1) aplicação de um contraste fluorescente para emissão de luz; (2) uso de um feixe de fibras conectado a uma fonte de laser (comprimento de onda de 488

nm) sobre a mucosa oral; (3) obtenção de sequência de imagens de até 100 μm abaixo da superfície da sonda (AUBREVILLE et al., 2017). Essas imagens são comparáveis às da histopatologia (SETHI et al., 2021).

As imagens obtidas são em tons de cinza e o contraste fluorescente (fluoresceína) aplicado antes do exame se acumula nas lacunas entre as células do tecido e emite luz quando excitado pela luz do laser. Assim, é possível visualizar o contorno das células e a arquitetura epitelial para identificar as diferenças entre o tecido normal e o tecido canceroso, como foi ilustrado no esquema de AUBREVILLE et al., (2017), mostrado a seguir:

Figura 5. Esquema de AUBREVILLE et al., (2017) ilustrando imagens de endomicroscopia confocal a laser obtidas da mucosa oral. OSCC - *Oral Squamous Cell Carcinoma* (carcinoma de células escamosas oral).



Na imagem do carcinoma espinocelular oral, é possível observar alterações como: arquitetura tecidual desorganizada, ausência de lacunas intercelulares, aglomerados de células e vazamento de fluoresceína amplificado (OETTER et al., 2016).

A biópsia óptica por meio da endomicroscopia confocal a laser é um método não invasivo promissor na detecção do carcinoma espinocelular (OETTER et al., 2016). A revisão sistemática com meta-análise de SETHI et al., (2021) mostrou sensibilidade de 95% e especificidade de 93% desse método no diagnóstico do carcinoma espinocelular oral. No entanto, o treinamento dos profissionais para a interpretação dessas imagens é fundamental. Por isso, com o objetivo de facilitar o uso desse método, recursos de IA podem ser utilizados para a classificação automática das imagens obtidas (AUBREVILLE et al., 2017; AUBREVILLE et al., 2018).

3.1 APLICAÇÃO DA IA NA PREVISÃO DE TRANSFORMAÇÃO DE DESORDENS ORAIS POTENCIALMENTE MALIGNAS

O maior risco das DOPMs sofrerem transformação maligna está associado a alguns aspectos relacionados ao paciente e à lesão. A principal característica é a presença de displasia epitelial severa (WARNAKULASURIYA et al., 2011). Lesões com grandes dimensões e heterogêneas também podem apresentar maior risco de transformação maligna. Paciente do sexo feminino, com idade acima de 50 anos e não ter hábito de tabagismo são fatores associados a um risco aumentado para a transformação maligna (SPEIGHT; KHURRAM; KUJAN, 2018). Com base nesses parâmetros, são definidos os intervalos de acompanhamento dos pacientes com DOPMs. Apesar disso, não significa que lesões sem displasia, por exemplo, não possam sofrer transformação maligna; visto que o curso clínico das DOPMs varia muito (NAPIER et al., 2008). Diante dessa incerteza relacionada à transformação maligna das DOPMs, métodos mais precisos para a classificação de maior ou menor risco dessas lesões seriam muito benéficos para o prognóstico dos pacientes (ADEOYE et al., 2021).

Modelos de aprendizado de máquina têm se mostrado muito promissores na previsão da transformação maligna de DOPMs. A automação, a junção de múltiplas variáveis para fornecer a previsão e a alta sensibilidade e precisão que apresentam são as principais características desses modelos (UPPAL et al., 2024). Os modelos propõem a junção de informações da anamnese (como características demográficas e sobre hábitos nocivos), clínicas (características da lesão), histopatológicas (como presença e grau de displasia epitelial) e de tratamento realizado para a predição da malignização (ADEOYE et al., 2021; WANG et al., 2019). Muitas informações são utilizadas para o treinamento dos modelos, mas nem todas contribuem para o seu desempenho (WANG et al., 2019).

Quanto ao desfecho fornecido, além da classificação de **alto ou baixo risco** (LIU et al., 2017; WANG et al., 2019), há modelos desenvolvidos que podem fornecer gráficos com a **probabilidade de transformação maligna ao longo dos anos** (ADEOYE et al., 2021). Os resultados dos estudos que testaram esses modelos sugerem que algoritmos podem auxiliar e fornecer suporte para a tomada de decisões clínicas quanto ao monitoramento individualizado dos pacientes com DOPMs (ADEOYE et al., 2021). Ainda, modelos foram disponibilizados em plataformas Web, tornando-os acessíveis e práticos para o ambiente clínico e acadêmico (ADEOYE et al., 2021; WANG et al., 2019).

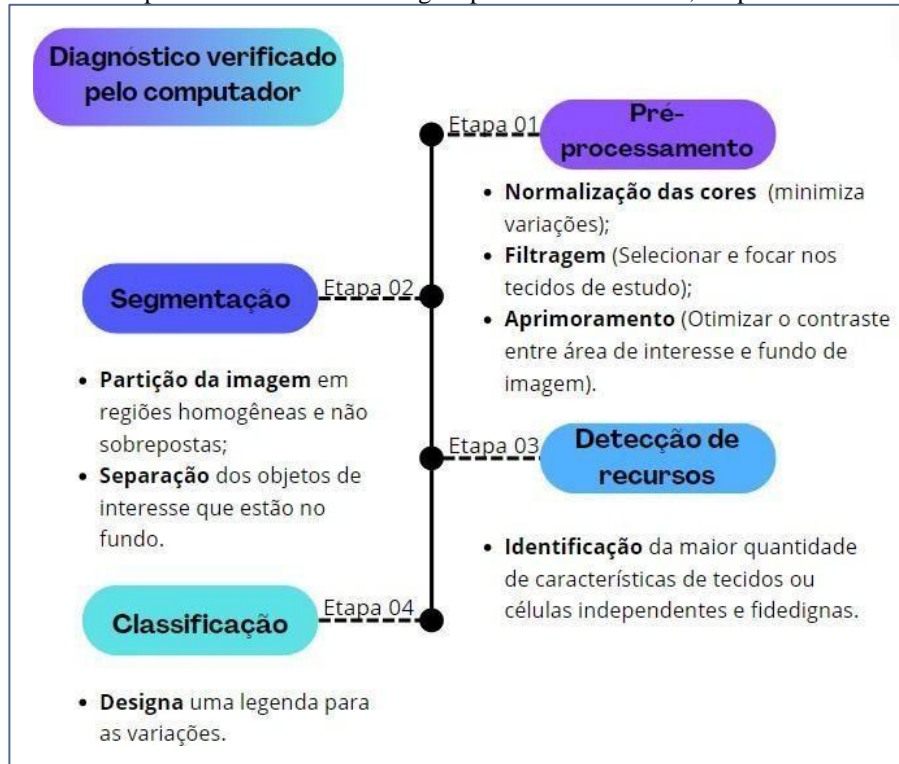
4 USO DA IA NO DIAGNÓSTICO HISTOPATOLÓGICO DE LESÕES ORAIS

Como já mencionado, a biópsia e a subsequente análise histopatológica é o padrão-ouro para o diagnóstico de lesões orais (KOLOKYTHAS et al., 2022). No entanto, esse método está sujeito a erros, incluindo os de processamento e coloração do tecido biopsiado e de variabilidade entre a análise de patologistas (CONFER et al., 2024). Assim, novos recursos que auxiliem o diagnóstico histopatológico podem trazer grande avanço nessa área. Algumas tecnologias estudadas recentemente são as câmeras microscópicas, imagens histopatológicas digitais e o diagnóstico por meio do DL utilizando essas imagens histopatológicas (NANDINI et al., 2023; SHAFI; PARWANI, 2023).

O DL pode ser uma abordagem mais proficiente para o diagnóstico histopatológico (LITJENS et al., 2016), como por exemplo: reduzindo a subjetividade, e implementando automatização e quantificações para o auxílio do diagnóstico (ILHAN; GUNERIA; WILDER-SMITH, 2021). Para a classificação da displasia epitelial oral, por exemplo, esse recurso pode ser um método de maior confiabilidade, já que os sistemas de gradação usados atualmente trazem discordâncias intraobservador e interobservador (NANDINI et al., 2023).

O processo de desenvolvimento dos modelos de DL é semelhante ao já mostrado na seção 2 deste capítulo. Na patologia, os dados de entrada são as **imagens microscópicas digitalizadas**. Os rótulos são aplicados a essas imagens, a fim de capacitar o desempenho do modelo (SUKEGAWA et al., 2023). Esses dados servem como uma rede de informações, para que uma nova imagem selecionada para o diagnóstico seja comparada pela semelhança das imagens que estão neste repertório de dados histopatológicos. Essas comparações se dão em **cores, variações teciduais, contrastes de imagens sobrepostas, áreas homogêneas**, dentre outros aspectos (NANDINI et al., 2023). No esquema a seguir, o processo de análise da imagem pelos modelos é ilustrado:

Figura 6. Esquema ilustrando o processo de análise da imagem pelos modelos de DL, adaptado de NANDINI et al. (2023).



A integração de inúmeras características morfológicas, como padrões histológicos tumorais e padrões de microambiente tumoral, pode ser difícil para humanos. No entanto, as ferramentas de IA baseadas em imagens podem fornecer um novo sistema de classificação que descreve o resultado clínico, a probabilidade de recorrência ou de metástases, e a resposta terapêutica, correlacionando características histopatológicas (SHAFI; PARWANI, 2023).

Para a detecção do carcinoma espinocelular, a depender do treinamento da IA, alterações estruturais e celulares podem ser focadas. Características como **pérolas de queratina, disqueratose, invasão epitelial no tecido subjacente e células atípicas** são identificadas pela IA. Em imagens nas quais não há malignidade, a IA pode focar no limite entre o epitélio e o tecido conjuntivo para diferenciar de tecidos com neoplasias malignas. Resultados errados podem ser gerados quando a IA não foca no tecido canceroso (falso-negativo), ou quando identifica elementos como glândulas e tecido muscular como tecido canceroso (falso-positivo) (OYA et al., 2023). Alguns modelos podem focar em alterações específicas para a detecção da neoplasia maligna, como a identificação de pérolas de queratina (DAS et al., 2015).

A tecnologia de IA está sendo cada vez mais usada para fornecer informações que são difíceis de serem identificadas pelo patologista, como para a avaliação objetiva precisa de biomarcadores imuno-histoquímicos, como Ki67, PD-L1, quantificação de células, avaliação do arranjo espacial das células, expressão, densidade e padrão de distribuição (SHAFI; PARWANI, 2023).

Um grande crescimento no campo das tecnologias aplicadas à patologia tem acontecido recentemente. Essas ferramentas, quando usadas de forma adequada, podem melhorar o fluxo de trabalho de diagnóstico, eliminar erros humanos, aumentar a reprodutibilidade entre observadores e fazer previsões prognósticas (NANDINI et al., 2023; SUKEGAWA et al., 2023). Além disso, atualmente, modelos de IA fornecem relatórios automatizados e independentes de contribuições manuais de patologistas (NIAZI; PARWANI; GURCAN, 2019). A revisão sistemática de KHANAGAR et al. (2023) mostrou sensibilidade de 97,76% a 99,26%, especificidade de 92% a 99,42% e precisão de 89,47% a 100% em modelos de IA no diagnóstico, classificação e previsão do câncer oral por meio de imagens histopatológicas.

Apesar dos avanços citados, o uso da IA na patologia oral ainda é muito novo. Os avanços das suas aplicações na interpretação histopatológica e na identificação de células neoplásicas são promissores. Nos próximos anos o uso da IA na histopatologia pode se tornar mais consolidado, melhorando a precisão dos diagnósticos orais (NANDINI et al., 2023).

5 LIMITAÇÕES E DESAFIOS NO USO DA IA NO DIAGNÓSTICO DE LESÕES ORAIS

O uso das tecnologias baseadas na IA para o diagnóstico de lesões orais enfrenta limitações e desafios que também devem ser abordados em pesquisas para que sejam superados. O esquema da figura 6 mostra alguns deles:

Figura 7. Esquema ilustrando as limitações e desafios associados ao uso da inteligência artificial no diagnóstico de lesões orais.



Um dos grandes problemas que afeta o uso da IA no diagnóstico de lesões é a **dependência de dados catalogados**, comprometendo diretamente a capacidade de atuação do sistema de identificação utilizado. Caso a qualidade ou quantidade dos dados forem insatisfatórios, existe a possibilidade de falha na identificação de lesões que acometem a mucosa oral (NETO et al., 2020). Modelos com baixa coleta de dados têm sido solucionados graças à capacidade de transferência de dados, o que permite que modelos mais complexos treinem modelos básicos (GUO et al., 2021). A grande variedade dos aspectos de lesões orais, como as DOPMs, também pode influenciar a dificuldade do desenvolvimento de modelos para o diagnóstico de lesões orais (KOLOKYTHAS et al., 2022).

Outro fator limitante, especialmente em modelos não tão complexos, é a incapacidade de investigar e identificar a **presença de mais de uma lesão e/ou alteração na mesma área**. Para o diagnóstico de múltiplas lesões em uma única região é necessário que haja um maior desenvolvimento do sistema a ser utilizado durante o estudo, além de dados armazenados que contenham subcategorias suficientes para a análise múltipla, como de lesões elementares e verificação de diferentes graus de lesões (GOMES et al., 2023).

A **qualidade da imagem** captada pelo sistema de análise utilizado desempenha um papel fundamental na eficácia do diagnóstico proposto. Sistemas mais rudimentares com coletas de imagem de baixa resolução apresentam baixa complexidade no exame de lesões orais. Problemas com angulação, texturização e luminosidade limitam avaliações complexas. Projetos modernos apresentam maior desenvolvimento tecnológico capaz de coletar imagens com maior nitidez, melhorando os resultados obtidos (WELIKALA et al., 2020). Além disso, a cavidade oral é uma região de difícil acesso, sendo necessário o uso de ferramentas com aparatos de captura de imagens independente do **acesso restrito ou da falta de iluminação** (GOMES et al., 2023).

Assim como a atualização do banco de dados é importante, a interpretação e a clareza de informações e imagens é uma das limitações de sistemas que atuam no diagnóstico de lesões orais. Assim, é imperativo que o profissional que administra métodos de IA para o diagnóstico de lesões tenha conhecimento para **interpretação e avaliação do diagnóstico fornecido pelo sistema**, a fim de eliminar dados incorretos e incentivar a revisão de dados de entrada do algoritmo. Essa é uma adversidade que deve ser solucionada, principalmente, com a **capacitação técnica** (DIXIT et al., 2023).

Por fim, um dos desafios que concerne às novas tecnologias é a **proteção da privacidade e confidencialidade dos pacientes** (PATIL et al., 2022). Modelos de IA para o diagnóstico de lesões orais contêm imagens e informações de acesso restrito. Para garantir a segurança do paciente, novos sistemas de diagnóstico devem apresentar métodos de segurança que protejam contra a divulgação de imagens e informações que comprometam a privacidade do paciente, além de ataques cibernéticos que possam acessar dados pessoais. Além de sistemas de segurança, é necessário que os termos de consentimento, transparência e de uso de dados acordados com os pacientes sejam atualizados, tendo em vista a proteção tanto do paciente quanto do profissional, deixando as questões jurídicas e éticas envolvidas congruentes ao avanço tecnológico e uso de dados (DIXIT et al., 2023).

Embora grandes avanços tenham acontecido nas últimas décadas, atualmente o uso da IA para o diagnóstico de lesões orais não é facilmente aplicável na prática clínica e não é uma realidade para todos os profissionais. Estudos mais robustos precisam ser desenvolvidos nos próximos anos para que esses recursos se consolidem na Estomatologia e na Patologia Oral (KOLOKYTHAS et al., 2022).

REFERÊNCIAS

- ADEOYE, J. et al. Deep Learning Predicts the Malignant-Transformation-Free Survival of Oral Potentially Malignant Disorders. *Cancers*, v. 13, p. 6054, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/cancers13236054>.
- AGRAWAL, P.; NIKHADE, P. Artificial Intelligence in Dentistry: Past, Present, and Future. *Cureus*, v. 14, n. 7, 2022.
- ALABI, R. O. et al. Utilizing Deep Machine Learning for Prognostication of Oral Squamous Cell Carcinoma—A Systematic Review. *Frontiers in Oral Health*, v. 2, 2021. <https://doi.org/10.3389/froh.2021.686863>
- AMIRCHAGHMAGHI, M. et al. The diagnostic value of the native fluorescence visualization device for early detection of premalignant/malignant lesions of the oral cavity. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, v. 21, p. 19–27, 2018.
- ANDRADE, S. N. et al. Câncer de boca: avaliação do conhecimento e conduta dos dentistas na atenção primária à saúde. *Revista brasileira de odontologia*, v. 71, n. 1, p. 42, 2014.
- AUBREVILLE, M. et al. Automatic Classification of Cancerous Tissue in Laserendomicroscopy Images of the Oral Cavity using Deep Learning. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 11979, 2017.
- AUBREVILLE, M. et al. Deep learning-based detection of motion artifacts in probe-based confocal laser endomicroscopy images. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, v. 14, n. 1, p. 31–42, 2018.
- AWAN, K. H.; MORGAN, P. R.; WARNAKULASURIYA, S. Evaluation of an autofluorescence based imaging system (VELscope™) in the detection of oral potentially malignant disorders and benign keratoses. *Oral Oncology*, v. 47, n. 4, p. 274–277, 2011.
- AWAN, K. H.; MORGAN, P. R.; WARNAKULASURIYA, S. Assessing the accuracy of autofluorescence, chemiluminescence and toluidine blue as diagnostic tools for oral potentially malignant disorders—a clinicopathological evaluation. *Clinical Oral Investigation*, 2015. DOI 10.1007/s00784-015-1457-9
- CORBELLA, S.; SRINIVAS, K.; CABITZA, F. Applications of Deep Learning in Dentistry. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2020.11.003>.
- COOLE, J. B. et al. Multimodal optical imaging with real-time projection of cancer risk and biopsy guidance maps for early oral cancer diagnosis and treatment. *Journal of biomedical optics*, v. 28, n. 01, 2023.
- DAS, D. K. et al. Automated identification of keratinization and keratin pearl area from in situ oral histological images. *Tissue and Cell*, v. 47, 349–358, 2015. Doi:10.1016/j.tice.2015.04.009
- DAS, N.; HUSSAIN, E.; MAHANTA, L. B. Automated classification of cells into multiple classes in epithelial tissue of oral squamous cell carcinoma using transfer learning and convolutional neural network. *Neural Networks*, v. 128, p. 47–60, 2020. doi:10.1016/j.neunet.2020.05.003

DIXIT, S.; KUMAR, A.; SRINIVASAN, K. A Current Review of Machine Learning and Deep Learning Models in Oral Cancer Diagnosis: Recent Technologies, Open Challenges, and Future Research Directions. *Diagnostics*, v. 13, p. 1353, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics13071353>.

DOMINGUES, C. A. M. et al. Advances in dentistry: the role of artificial intelligence in accurate diagnoses. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, v. 17, n. 5365, p. 01-22, 2024. DOI: [10.55905/revconv.17n.2-296](https://doi.org/10.55905/revconv.17n.2-296).

GARCÍA-POLA, M. et al. Role of Artificial Intelligence in the Early Diagnosis of Oral Cancer. A Scoping Review. *Cancers*, v. 13, n. 4600, 2021. DOI: [10.3390/cancers13184600](https://doi.org/10.3390/cancers13184600).

GOMES, R. F. T. et al. Use of Artificial Intelligence in the Classification of Elementary Oral Lesions from Clinical Images. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, n. 3894, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph20053894>.

GUO, J. et al. Real-time classification on oral ulcer images with residual network and image enhancement. *IET Image Processing*, v. 16, n. 3, p. 641–6, 2022.

HEGDE, S. et al. Artificial intelligence in early diagnosis and prevention of oral cancer. *Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing*, v. 9, n. 12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apjon.2022.100133>.

ILHAN, B.; GUNERIA, P.; WILDER-SMITH, P. The contribution of artificial intelligence to reducing the diagnostic delay in oral cancer. *Oral Oncology*, v. 116, 2021. doi:[10.1016/j.oraloncology.2021.105254](https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2021.105254).

KHANAGAR, S. B. et al. Application and Performance of Artificial Intelligence (AI) in Oral Cancer Diagnosis and Prediction Using Histopathological Images: A Systematic Review. *Biomedicines*, v. 11, n. 1612, 2023. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11061612>

KIM, J. S. et al. Efficacy of Artificial Intelligence-Assisted Discrimination of Oral Cancerous Lesions from Normal Mucosa Based on the Oral Mucosal Image: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cancers*, v. 14, n. 3499, 2022. <https://doi.org/10.3390/cancers14143499>

KOUKETSU, A. et al. Detection of oral cancer and oral potentially malignant disorders using artificial intelligence-based image analysis. *Head & Neck*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/hed.27843>.

LAU, J. et al. Adjunctive aids for the detection of oral squamous cell carcinoma and oral potentially malignant disorders: A systematic review of systematic reviews. *Japanese Dental Science Review*, v. 60, p. 53–72, 2024.

LEE, S-J. et al. Enhancing deep learning classification performance of tongue lesions in imbalanced data: mosaic-based soft labeling with curriculum learning. *BMC Oral Health*, v. 24, n. 161, 2024. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-03898-3>

LIN, H. et al. Automatic detection of oral cancer in smartphone-based images using deep learning for early diagnosis. *Journal of Biomedical Optics*, v. 26, n. 8, 2021. DOI: [10.1117/1.JBO.26.8.086007](https://doi.org/10.1117/1.JBO.26.8.086007)

LITJENS, G. et al. Deep learning as a tool for increased accuracy and efficiency of histopathological diagnosis. *Scientific Reports*, 2016. DOI: [10.1038/srep26286](https://doi.org/10.1038/srep26286).

LIU, Y. et al. Quantitative prediction of oral cancer risk in patients with oral leukoplakia. *Oncotarget*, v. 8, n. 28, p. 46057-46064, 2017.

LUO, X. et al. Accuracy of autofluorescence in diagnosing oral squamous cell carcinoma and oral potentially malignant disorders: a comparative study with aero-digestive lesions. *Scientific Reports*, v. 6, 2016. DOI: 10.1038/srep29943

MICHELUTTI, et al. The Use of Artificial Intelligence Algorithms in the Prognosis and Detection of Lymph Node Involvement in Head and Neck Cancer and Possible Impact in the Development of Personalized Therapeutic Strategy: A Systematic Review. *Journal of Personalized Medicine*, v. 13, n. 12, 2023. <https://doi.org/10.3390/jpm13121626>

NANDINI, C. et al. The Beginning of a New Era: Artificial Intelligence in Oral Pathology. *Advances in Human Biology*, v. 13, n. 1, p. 4, 2023.

NETO, C. D. do N. et al. Inteligência artificial e novas tecnologias em saúde: desafios e perspectivas. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 9431-45, 2020.

NIAZI, M. K. K.; PARWANI, A. V.; GURCAN, M. N. Digital pathology and artificial intelligence. *Lancet Oncology*, v. 20, n. 5, p. e253-e261, 2019. DOI: 10.1016/S1470-2045(19)30154-8.

OETTER, N. et al. Development and validation of a classification and scoring system for the diagnosis of oral squamous cell carcinomas through confocal laser endomicroscopy. *Journal of Translational Medicine*, v. 14, n. 159, 2016. DOI 10.1186/s12967-016-0919-4

OYA, K. et al. Oral squamous cell carcinoma diagnosis in digitized histological images using convolutional neural network. *Journal of Dental Sciences*, v. 18, 2023.

PACIFICI, L.; PACIFICI, A. Digital flow in medicine and dentistry: what's new? *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents*, v. 32, n. 4, p. 1027-1031, 2018.

PATIL, S. et al. Artificial intelligence in the diagnosis of oral diseases: applications and pitfalls. *Diagnostics (Basel)*, [S.l.], v. 12, n. 5, p. 1029, 19 abr. 2022. DOI: 10.3390/diagnostics12051029. PMID: 35626185; PMCID: PMC9139975.

RASHID, A.; WARNAKULASURIYA, S. The use of light-based (optical) detection systems as adjuncts in the detection of oral cancer and oral potentially malignant disorders: a systematic review. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 2014. Doi: 10.1111/jop.12218

SETHI, S. et al. Diagnostic Accuracy of Confocal Laser Endomicroscopy for the Diagnosis of Oral Squamous Cell Carcinoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 23, p. 12390, 25 nov. 2021.

SHAFI, S.; PARWANI, A. V. Artificial intelligence in diagnostic pathology. *Diagnostic Pathology*, v. 18, n. 1, p. 109, 2023. DOI: 10.1186/s13000-023-01375-z.

SHEPARD, A. J. et al. A fully automated and explainable algorithm for predicting malignant transformation in oral epithelial dysplasia. *npj Precision Oncology*, v. 8, p. 137, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41698-024-00624-8>.

SHIMPI, N. et al. Development and Validation of a Non-Invasive, Chairside Oral Cavity Cancer Risk Assessment Prototype Using Machine Learning Approach. *Journal of Personalized Medicine*, v. 12, n. 614, 2022. <https://doi.org/10.3390/jpm12040614>

SUKEGAWA, S. et al. Effectiveness of deep learning classifiers in histopathological diagnosis of oral squamous cell carcinoma by pathologists. *Scientific Reports*, v. 13, n. 11676, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38343-y>.

TALWAR, V. et al. AI-Assisted Screening of Oral Potentially Malignant Disorders Using Smartphone-Based Photographic Images. *Cancers*, v. 15, n. 4120, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/cancers15164120>.

UPPAL, S. et al. Machine learning methods in predicting the risk of malignant transformation of oral potentially malignant disorders: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*, v. 186, n. 105421, 2024.

UTHOFF, R. D. et al. Point-of-care, data-based, dual-modality, dual-view, oral cancer screening device with neural network classification for low-resource communities. *PLoS One*. 2018 Dec 5;13(12):e0207493. doi: 10.1371/journal.pone.0207493. PMID: 30517120; PMCID: PMC6281283. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30517120/>

VINAYAHALINGAM, S. et al. Advancements in diagnosing oral potentially malignant disorders: leveraging Vision transformers for multi-class detection. *Clinical Oral Investigations*, v. 28, n. 364, 2024. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05762-8>

WANG, X. et al. A personalized computational model predicts cancer risk level of oral potentially malignant disorders and its web application for promotion of non-invasive screening. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 2019. Doi:10.1111/jop.12983

WANG, S. et al. Current advances in noninvasive methods for the diagnosis of oral squamous cell carcinoma: a review. *European Journal of Medical Research*, v. 28, n. 53, 2023. <https://doi.org/10.1186/s40001-022-00916-4>

WARNAKULASURIYA, S. Global epidemiology of oral and oropharyngeal cancer. *Oral Oncology*, v. 45, n. 4-5, p. 309-316, 2009. doi: 10.1016/j.oraloncology.2008.06.002.

WARNAKULASURIYA, S. et al. Oral potentially malignant disorders: A consensus report from an international seminar on nomenclature and classification, convened by the WHO Collaborating Centre for Oral Cancer. *Oral Diseases*, v. 27, n. 8, p. 1862-1880, 2021. doi: 10.1111/odi.13704.

WELIKALA, R. et al. Automated Detection and Classification of Oral Lesions Using Deep Learning for Early Detection of Oral Cancer. *IEEE Access*, v. 8, p. 132677-93, 2020.

WILDER-SMITH, P. et al. Optical diagnostics in the oral cavity: an overview. *Oral Diseases*, v. 16, n. 8, p. 717-728, 2010. Doi:10.1111/j.1601-0825.2010.01684.x.

YANG, E. C. et al. In Vivo Multimodal Optical Imaging: Improved Detection of Oral Dysplasia in Low-Risk Oral Mucosal Lesions. *Cancer Prevention Research (Phila)*, v. 11, n. 8, p. 465-476, 2018. Doi: 10.1158/1940-6207.CAPR-18-0032.

Segurança em Foco: O Papel da Ultrassonografia na Harmonização Orofacial

 10.56238/livrosindi202479-002

Alan Ferreira de Moraes

Luiza Lucheti Zanardi Ferreira

Eloisa de Brito

Pablo Vinicius Pedroso Alves

Giovanna Victorino Manzoli

Giovanna Andraus Kirsten

Larissa Alves Maciel da Silva

Michelle Santos Vianna

1 INTRODUÇÃO

A ultrassonografia (US) é um método de diagnóstico que vem sendo utilizado na Harmonização Orofacial por possibilitar a realização de procedimentos guiados em tempo real, permitindo a injeção de produtos em planos adequados (WORTSMAN *et al.*, 2016). Além disso, permite a identificação de espessura dos diferentes tecidos que compõem a face (ALIMOVA *et al.*, 2023), o mapeamento vascular, a identificação de materiais preenchedores pré-existentes (CRAL, 2021), garantindo segurança durante o procedimento e/ou auxiliando na resolução de complicações decorrentes dos procedimentos (COSTA e PALOMA, 2023).

Nos últimos anos, houve um aumento na atenção relacionada à frequência com que os pacientes são submetidos aos exames de diagnóstico, realizados a partir do uso da radiação ionizante, para diagnósticos e acompanhamento de enfermidades, visto o risco de sequelas causadas pela exposição à radiação (REDA *et al.*, 2021). Por isso, a utilização da imagem de ultrassom é vista como técnica alternativa, de análise não invasiva, sem exposição do paciente a radiação ionizável e, ainda, com menor custo (NGUYEN *et al.*, 2018).

O transdutor do aparelho de ultrassonografia converte os impulsos elétricos em ondas sonoras de alta frequência, as quais são direcionadas aos tecidos do paciente a ser examinado. Essas ondas atravessam os tecidos que possuem diferentes impedâncias acústicas, fazendo com que diferentes tecidos absorvam e reflitam o som de maneira diferente. O som refletido é captado pelo transdutor e convertido novamente em impulsos elétricos, amplificados e enviados a um osciloscópio, onde é transformado em imagens em escalas de cinza em um monitor em tempo real (KOCASARAC e ANGELOPOULOS, 2018).

Dessa forma, ao associar as imagens de US aos procedimentos faciais, os cirurgiões-dentistas dispõem de ferramenta valiosa para diferenciar os tecidos e analisar variações anatômicas de posição em tempo real, permitindo planejamento e tratamento personalizado e adaptado às características individuais, além de garantir a segurança do paciente. Vale ressaltar a importância de se estar familiarizado com a interpretação das imagens ultrassonográficas, tanto dos tecidos como dos materiais implantados (COSTA e PALOMA, 2023). Como exemplo, as Figuras 1 e 2 representam imagens ultrassonográficas de interesse para a atuação na odontologia.

Figura 1 - US de lábio superior onde A. representa subcutâneo do lábio; B. músculo orbicular da boca; C. artéria labial superior; D. veia labial superior e E. incisivo central superior.

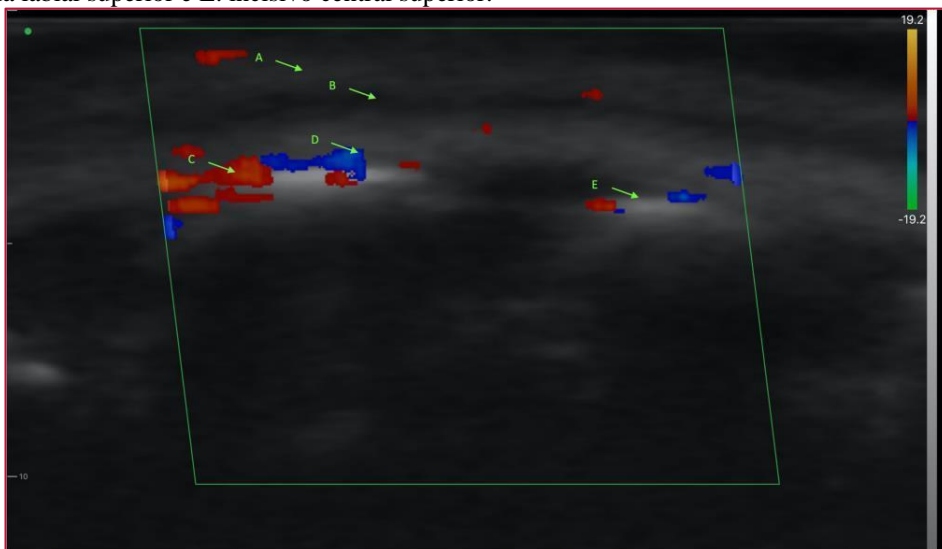
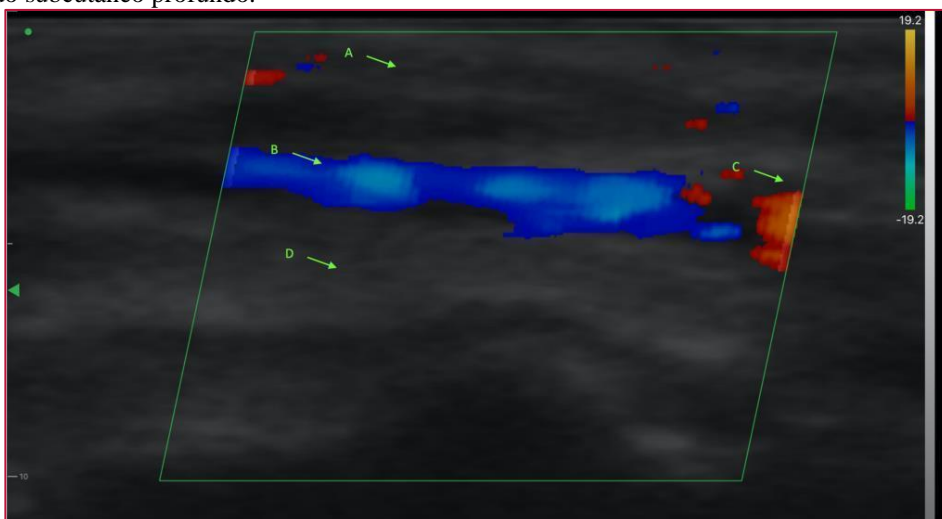


Figura 2 - Ultrassonografia de região de sulco nasolabial onde A. representa o tecido subcutâneo; B. artéria facial; C. veia facial e D. tecido subcutâneo profundo.



São inúmeras as aplicações da US em Odontologia, podendo citar algumas delas: avaliação de altura de osso alveolar e de tecidos periodontais (BETANCOURT *et al.*, 2023), guia para procedimentos de artrocentese e injeções intra-articulares na ATM (NORDENFLYCHT e TESCH, 2022), contribuição para diagnóstico diferencial de doenças inflamatórias e obstrutivas das glândulas salivares maiores (RESENDE *et al.*, 2022), análises de sintomas causados por infecções odontogênicas severas, avaliação de lesões de cabeça e pescoço (COSTA *et al.*, 2023), identificação de distúrbios orais vasculares (GIANFRANCO *et al.*, 2014), etc. Ainda, os exames de ultrassom podem ser utilizados como ferramenta nas fases de planejamento, intra-operatório, pós-operatório e em monitoramento/acompanhamento dos pacientes e tratamentos, sendo assim definido como uma ferramenta de avaliação longitudinal (BETANCOURT *et al.*, 2023).

Sendo assim, o objetivo desse artigo é apontar possíveis aplicações da US em procedimentos estéticos, funcionais e cirúrgicos indicados em harmonização orofacial.

2 IDENTIFICAÇÃO DE MATERIAIS BIOPREENCHEDORES COM ULTRASSOM DE ALTA FREQUÊNCIA

Tendo em vista a eficácia do US para a visualização em alta resolução de diferentes tecidos (pele, músculo, tecido adiposo, entre outros), vem sendo amplamente utilizado (XIMENA WORTSMAN *et al.*, 2016; SEKINA ALIMOVA *et al.*, 2023) para medir a espessura dérmica antes dos procedimentos estéticos, auxiliando no planejamento e no controle da injeção de biopreenchedores, monitoramento dos resultados e tratamento de complicações (SEKINE ALIMOVA *et al.*, 2023). Sugere-se ser uma ferramenta indispensável para tratar efeitos danosos à face em decorrência de complicações (CRUZ *et al.*, 2021), pois auxilia na avaliação de tecidos moles, além de fornecer uma variedade de informações. A visualização de estruturas anatômicas é feita em tempo real, o que aumenta a segurança do paciente e do profissional (LUIZ *et al.*, 2020).

Sendo um exame não invasivo, conveniente e rápido, permite que o profissional identifique materiais previamente implantados em seus pacientes. Com a imagem gerada pelo US é possível reconhecer o tipo de preenchimento utilizado, qual a sua localização e se há possibilidade ou necessidade de removê-lo (URDIALES-GÁLVEZ *et al.*, 2021).

Os diferentes preenchedores possuem características particulares, gerando imagens com diferentes padrões de ecogenicidade e artefatos acústicos posteriores de maneira a permitir a distinção entre eles, conforme segue (URDIALES-GÁLVEZ *et al.*, 2021):

1. **Padrão heterogêneo:** imagens anecóicas/hiperecóicas alternadas, característica da pele saudável e tecido subcutâneo. Observado na presença de materiais reabsorvíveis, como preenchimento de ácido hialurônico.
2. **Padrão queda de neve de grãos finos:** imagens hiperecóicas alternadas, com sombra ecogênica posterior, devido a alta infiltração tecidual do material preenchedor. Observado na presença de materiais à base de silicone ou biopolímeros.
3. **Padrão queda de neve de grãos grossos:** imagens hiperecóicas por todo o tecido, em que os grãos são mais definidos que o padrão anterior. Observado em preenchedores particulados, como hidroxiapatita de cálcio e policaprolactona (PCL).
4. **Padrão globular:** imagens anecóicas que remetem a cistos, com diferentes extensões e, devido a possuir conteúdo líquido ou semilíquido, pode-se visualizar um reforço ecogênico posterior. Observado em preenchimento com polialquilamidas, poliacrilamidas, outros materiais não reabsorvíveis e ácido hialurônico imediatamente após sua injeção no tecido.

Alguns materiais como hidroxiapatita de cálcio, ácido poli-L-láctico, policaprolactona e carboximetilcelulose, podem induzir fibrose no tecido que foi injetado e esta pode ser visualizada através de imagens hiperecóicas, com diferentes graus de ecogenicidade (URDIALES-GÁLVEZ *et al.*, 2021).

2.1 ÁCIDO HIALURÔNICO (AH)

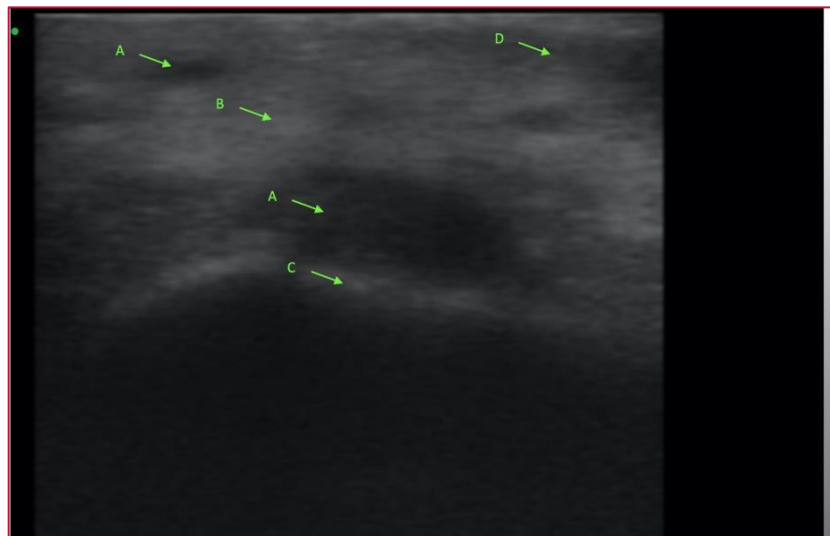
A utilização de ácido hialurônico (AH) em preenchimentos faciais, com o objetivo de rejuvenescimento e retorno da harmonia facial, tem se mostrado eficaz na melhoria dos sinais que aparecem com a idade, como rugas e linhas de expressão (SALVATORE, 2022). O AH que compõe os preenchedores já foi derivado da crista de galo, porém os atuais são oriundos do trabalho de algumas bactérias, em virtude do seu baixo potencial alergênico (SIGNORINI *et al.*, 2016). O ácido hialurônico está naturalmente presente na derme (JANG *et al.*, 2023), por isso os procedimentos com AH são considerados pouco invasivos, têm alta durabilidade dos resultados (SALVATORE, 2022) e apresentam baixa incidência de complicações graves (SIGNORINI *et al.*, 2016).

Estes preenchedores podem ser classificados em monofásicos e bifásicos e eles se comportam de maneira diferente após a injeção. Os monofásicos são uma mistura homogênea de AH de alto e baixo peso molecular, permitindo uma aparência mais natural aos tecidos (URDIALES-GÁLVEZ *et al.*, 2020). Já os preenchedores bifásicos apresentam partículas de AH de diferentes tamanhos, proporcionando resultados com maior volume e suporte, além da durabilidade ser maior, entretanto

apresentam uma aparência menos natural quando comparado com os monofásicos (HUANG *et al.*, 2022).

O ácido hialurônico é um preenchedor facilmente identificado, pois corresponde de maneira homogênea como um espaço anecóico arredondado no ultrassom de alta frequência, o qual permite a detecção precisa de nódulos ou granulomas (ALIMOVA *et al.*, 2023). Após ser injetado, o AH forma um cisto que aparece como uma imagem anecóica no ultrassom no padrão globular, indicando a presença de conteúdo líquido. A medida que este preenchedor se integra aos tecidos, ele adquire o padrão característico da pele saudável, denominada padrão heterogêneo, demonstrando uma integração completa (URDIALES-GÁLVEZ *et al.*, 2021). A Figura 3 representa uma ultrassonografia da região mental, na qual é possível observar a presença de material reabsorvível.

Figura 3 - Ultrassonografia de região mental onde A. é compatível com ácido hialurônico; B. músculo mental; C. osso mandibular e D. tecido subcutâneo.



Estudos com ultrassom demonstraram que, após a injeção desse preenchedor, a derme aumenta de espessura e apresenta ecogenicidade menor, indicando mudanças na densidade devido a absorção de AH pelos tecidos. Essas mudanças tornam a derme menos densa e reduzem a sua capacidade de refletir ondas ultrassônicas (QIAO *et al.*, 2019).

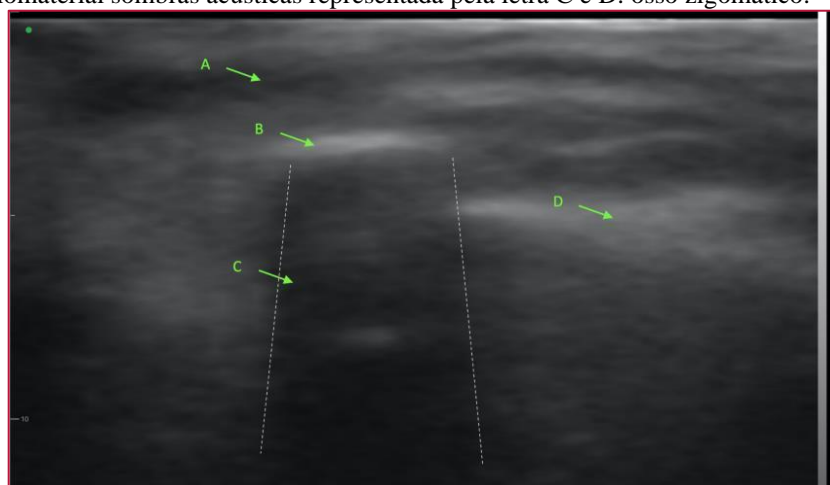
Os procedimentos de preenchimento com AH são considerados os mais seguros, porém eventos adversos ainda estão sujeitos a ocorrer (CRUZ *et al.*, 2021). Esses eventos podem ser evitados com o uso do ultrassom e isso se faz de duas formas principais: primeiramente, o ultrassom auxilia para a prevenção de complicações, pois como já foi dito, permite a localização de estruturas vasculares, prevenindo compressões e, conseqüentemente, a necrose da pele. Além disso, é possível identificar, pela ultrassonografia, a presença de outro preenchedor previamente aplicado no paciente, evitando que ocorra interferência entre os produtos. Em segundo lugar, a utilização do ultrassom

garante a localização exata do produto injetado, permitindo que, caso ocorram eventos adversos, a hialuronidase, enzima que degrada AH, seja injetada precisamente no local onde está o causador da complicação, proporcionando uma resposta rápida ao problema (SCHELKE *et al.*, 2018)

2.2 OUTROS BIOPREENCHEDORES

Embora o AH seja reconhecido como o mais utilizado para a volumização de tecidos moles, existem outros disponíveis, entre esses, o preenchedor de hidroxiapatita de cálcio (CaHa) (URDIALES-GÁLVEZ *et al.*, 2021). O CaHa é considerado um preenchedor semi-permanente devido a sua capacidade de, quando diluído, atuar como um bioestimulador de colágeno, ser degradado e excretado lentamente pelo próprio organismo (PAVICIC *et al.*, 2013). Este preenchedor se destaca pela capacidade de resistir à deformação, possui viscosidade complexa e estabilidade prolongada no local onde é injetado. Os preenchimentos com CaHa são indicados, especialmente, para dar volume em áreas que o ácido hialurônico pode não ser ideal, como em regiões com maior demanda de suporte estrutural (OLIVEIRA *et al.*, 2021). No ultrassom ele é identificado como depósitos hiperecóticos acompanhados de sombreado acústico posterior. Essas características facilitam a sua diferenciação dos demais preenchedores (MD, 2015). A Figura 4 representa uma ultrassonografia da região zigomática, na qual é possível visualizar a presença de material reabsorvível compatível com hidroxiapatita de cálcio.

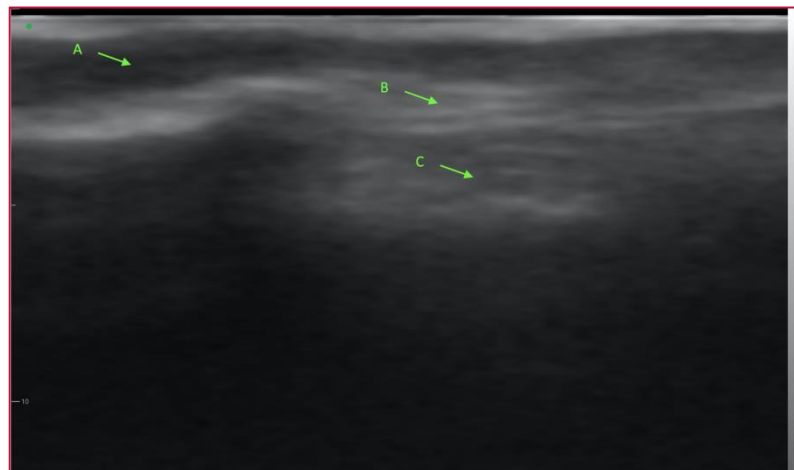
Figura 4 - Ultrassonografia de região zigomática, onde A. tecido subcutâneo; B. compatível com hidroxiapatita de cálcio e abaixo do biomaterial sombras acústicas representada pela letra C e D. osso zigomático.



O ácido poli-L-láctico (PLLA) é um polímero biocompatível, reabsorvível, imunologicamente inerte, capaz de estimular os fibroblastos a produzirem colágeno. Injetado na derme ou hipoderme causa a indução controlada e localizada de fibrose. Essa fibrose formada pode ser visualizada no

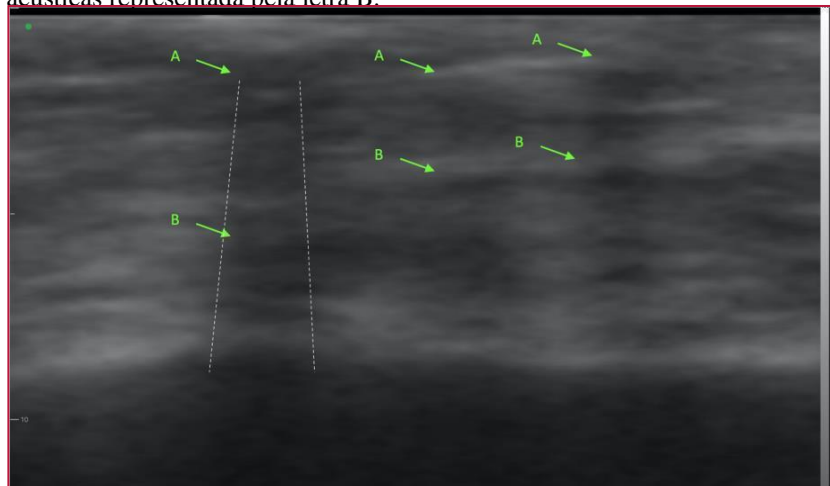
ultrassom de alta frequência, sendo manifestada como manchas hiperecoicas com sombra posterior, com uma aparência “manchada”, enquanto que o preenchedor em si apresenta áreas de ecogenicidade semelhante ao tecido circundante, com padrão mosqueado (BEIU *et al.*, 2023). A Figura 5 representa uma ultrassonografia da região maxilar, a qual é possível observar a presença de material reabsorvível compatível ao PLLA.

Figura 5 - Ultrassonografia de região maxilar onde A. tecido subcutâneo; B. compatível com PLLA e C. tecido com formação fibrosa.



Outro material utilizado é o preenchedor biorreabsorvível a base de policaprolactona (PCL), o qual é um estimulador de colágeno, composto de microesferas de PCL que são suspensas em um gel aquoso de carboximetilcelulose. Este estimulador fornece um preenchimento imediato do tecido contido, é temporário, pois o gel é absorvido e a sua perda é substituída pelo colágeno formado (LIN *et al.*, 2020). Na ultrassonografia, a policaprolactona é visualizada por através de depósitos hipoeoicos com múltiplos pontos hiperecoicos, os quais simulam um artefato de "mini-cauda de cometa" (WORTSMAN *et al.*, 2017). A Figura 6 representa uma ultrassonografia da região zigomática, na qual é possível visualizar a presença de material reabsorvível compatível com a policaprolactona.

Figura 6 - Ultrassonografia de região zigomática, onde A. é compatível com policaprolactona (PCL) e abaixo do biomaterial sombras acústicas representada pela letra B.



3 APLICAÇÃO DE TOXINA BOTULÍNICA GUIADA POR ULTRASSONOGRAFIA DE IMAGEM

A toxina botulínica tipo A (TBA) é uma substância que atua sobre os neurotransmissores, muito indicada quando se trata de rejuvenescimento facial. É produzida pela bactéria gram-positiva e anaeróbica *Clostridium Botulinum* e quando aplicada em pequenas doses, bloqueia a liberação da acetilcolina pelos neurônios motores, tendo como resultado a diminuição da contração muscular (FUJITA *et al.*, 2019).

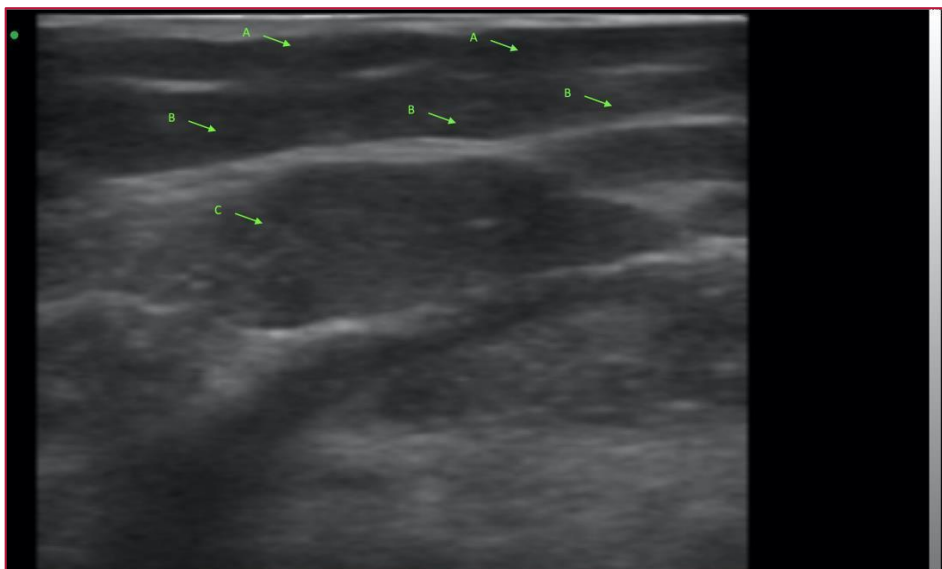
Além da indicação estética, tem sido recomendada em caso de sialorréia crônica, problema que afeta uma grande parcela da população com doenças neurológicas (BEIU *et al.*, 2023). A sialorreia é um fluxo excessivo de saliva que representa uma complicação comum e incapacitante de várias doenças neurológicas, incluindo o AVC, paralisia cerebral, esclerose múltipla e doenças neurodegenerativas. Pacientes que sofrem de sialorreia moderada a grave têm uma qualidade de vida, frequentemente agravada por complicações correlacionadas, como pneumonia por aspiração, infecções orais, cáries dentárias e maceração da pele (BARBERO *et al.*, 2016).

Essa condição pode ser reduzida por meio da aplicação local de toxina botulínica tipo A nas glândulas salivares parótidas e submandibulares, sendo o tratamento da sialorréia com *incobotulinum toxin A* aprovado pela *US Food and Drug Administration* (FDA) e pela União Europeia (LOENS *et al.*, 2019).

O fabricante da *incobotulinum toxin A* faz a recomendação de como injetar a toxina nas glândulas a partir de referências anatômicas de superfície e com recomendação de dose (LOENS *et al.*, 2019) entretanto, as injeções guiadas por ultrassom nas glândulas parótidas e submandibulares provaram ser uma técnica eficaz para obter a visualização precisa e em tempo real da agulha para a

correta administração da toxina, proporcionando um tratamento confiável, com eficácia prolongada e baixa taxa de eventos adversos graves. De fato, a visualização das glândulas (Figura 7) e da penetração da agulha proporcionada pela abordagem guiada por ultrassom permite a administração generalizada da toxina nas glândulas, reduzindo significativamente a gravidade e a frequência da sialorréia e melhorando a qualidade de vida do paciente (BARBERO *et al.*, 2016).

Figura 7 - Ultrassonografia na região submandibular onde A. representa tecido subcutâneo; B. músculo platisma e C. glândula submandibular.



Portanto, o uso do ultrassom na injeção guiada de toxina botulínica pode contribuir para um procedimento mais personalizado, melhores resultados e ajuda a evitar potenciais complicações (QUEZADA-GAON *et al.*, 2016) já que as imagens de US são práticas e instrutivas para avaliações pré-operatórias, como a seleção do tipo de agulha, a localização do ponto de injeção e a definição da profundidade para a aplicação. Além disso, o uso do equipamento permite visualizar a trajetória da agulha de modo que esta atinja o correto alvo, evitando potenciais danos em feixes neurovasculares, nas glândulas, em músculos adjacentes ou em alguma variação anatômica (KIRSTEN E. ZEUNER *et al.*, 2017).

4 USO DE ULTRASSONOGRRAFIA PARA PROCEDIMENTO DE BICHECTOMIA

A remoção cirúrgica do corpo adiposo da bochecha, procedimento conhecido por bichectomia, ganhou popularidade entre os procedimentos estéticos. Isso está relacionado ao desejo de alcançar padrão atual de beleza facial que se caracteriza por mandíbula definida e proeminência zigomaticomaxilar mais evidente, acompanhando um contorno facial lateral mais fino. Trata-se de procedimento efetivo para a redução de mordiscamento da mucosa jugal, tendo como consequência

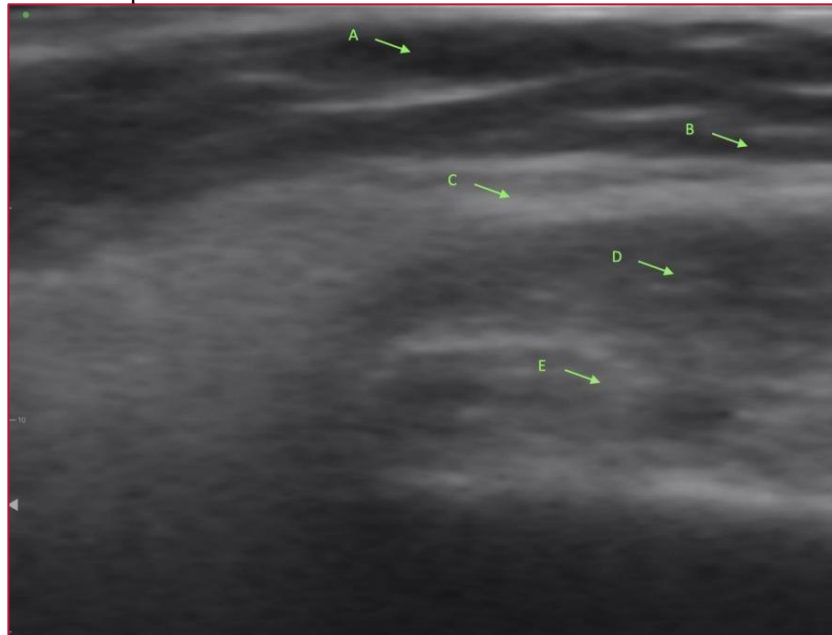
o refinamento facial, quando bem indicado. Há que se analisar características faciais, pois o procedimento não é indicado para todos os tipos de face, apesar do aumento de interesse nesta cirurgia (BILLUR SEZGIN *et al.*, 2018).

O corpo adiposo da bochecha está localizado bilateralmente no espaço bucal, profundo ao tecido subcutâneo, superficialmente ao músculo bucinador e em posição anterior ao contorno anterior do músculo masseter, relacionando-se lateralmente com ramos do nervo facial (BILLUR SEZGIN *et al.*, 2018). A estrutura possui as mesmas características histológicas de outras gorduras localizadas em outras regiões do corpo, mas se diferencia por estar envolta por uma cápsula fibrosa (WILSON GUSTAVO CRAL, 2021). Entre as suas funções, pode-se destacar: permite melhor deslizamento dos músculos adjacentes durante movimento de sucção e da mastigação, pois separa os músculos entre si, além de proporcionar proteção e amortecimento para importantes estruturas neurovasculares como o nervo facial e ducto parotídeo. O corpo adiposo também é muito utilizado como pedículo para reconstrução de defeitos intraorais e como suavizador de contornos maxilares (BILLUR SEZGIN *et al.*, 2018).

O ultrassom é um excelente aliado na análise de parâmetros para classificar o paciente como elegível ou não para o procedimento de bichectomia. De acordo com Natalia Cardona-Gomez (CARDONA-GÓMEZ *et al.*, 2022), a decisão da realização ou não do procedimento não deve ser baseada em apenas um parâmetro, mas no mínimo em três: o contorno do terço médio da face, a espessura da dobra cutânea, e o volume do corpo adiposo da bochecha.

Sugere-se que pacientes elegíveis ao procedimento sejam submetidos ao ultrassom transbucal (Figura 8) para determinar detalhes anatômicos de posição, volume da bola de gordura, tecidos residuais e pedículos vasculares durante e após a cirurgia (BILLUR SEZGIN *et al.*, 2018). O objetivo da análise volumétrica e anatômica é chegar ao máximo de satisfação com o mínimo de dano. Estudos com o ultrassom mostram que não ocorrem recidivas, tendo em vista a estabilidade no volume de gordura remanescente no pós-cirúrgico (BILLUR SEZGIN *et al.*, 2018).

Figura 8 - Imagem da região da bochecha quadrante mediano, onde A. subcutâneo; B. ducto parotídeo; C. músculo bucinador; D compartimento adiposo da bochecha e E. músculo masseter.



A ultrassonografia é uma excelente ferramenta para o planejamento de bichectomias, oferecendo segurança ao paciente e ao cirurgião, também na condução do transoperatório (WILSON GUSTAVO CRAL, 2021)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar que a ultrassonografia aplicada em procedimentos estéticos, funcionais e cirúrgicos indicados em harmonização orofacial é um exame preciso e confiável para a diferenciação e localização não só de estruturas anatômicas, mas também para a identificação de diferentes tipos de biopreenchedores e bioestimuladores na face. A sua utilização permite o mapeamento vascular e glandular, podendo guiar a aplicação de materiais injetáveis, com segurança, evitando complicações decorrentes desses procedimentos ou auxiliando no manejo dessas complicações.

REFERÊNCIAS

- ALIMOVA, S. et al. Possibilities of Ultrasound Examination in the Assessment of Age-Related Changes in the Soft Tissues of the Face and Neck: A Review. *Applied Sciences*, v. 13, n. 2, p. 1128–1128, 14 jan. 2023.
- BARBERO, P. et al. Ultrasound-guided Botulinum Toxin-A Injections: A Method of Treating Sialorrhea. *Journal of Visualized Experiments*, n. 117, 9 nov. 2016.
- BEIU, C. et al. Personalization of Minimally-Invasive Aesthetic Procedures with the Use of Ultrasound Compared to Alternative Imaging Modalities. *Diagnostics (Basel)*, v. 13, n. 23, p. 3512–3512, 23 nov. 2023.
- BETANCOURT, A. R. et al. Overview of Ultrasound in Dentistry for Advancing Research Methodology and Patient Care Quality with Emphasis on Periodontal/Peri-implant Applications. *Zeitschrift für medizinische Physik*, v. 33, n. 3, p. 336–386, 1 ago. 2023.
- BILLUR SEZGIN et al. The Excision of the Buccal Fat Pad for Cheek Refinement: Volumetric Considerations. *Aesthetic Surgery Journal*, v. 39, n. 6, p. 585–592, 31 jul. 2018.
- CARDONA-GÓMEZ, N. et al. Assessment of clinical and ultrasonographic parameters as indicators for buccal fat pad excision by esthetic reasons. *Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 27, n. 1, p. 151–161, 22 jan. 2022.
- COSTA, S. M. et al. Ultrasound Protocol in Odontogenic infections: a New Proposal. *Medicina oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal*, v. 28, n. 1, p. e56–e64, 1 jan. 2023.
- COSTA. D.A; PALOMA. A importância da ultrassonografia diagnóstica para diferenciação de tecidos faciais e procedimentos guiados em harmonização orofacial por Cirurgiões Dentistas especialistas. *E-Acadêmica*, v. 4, n. 2, p. e3542502–e3542502, 28 ago. 2023.
- CRAL, W. G. Ultrasonography and Facial Aesthetics. *Aesthetic Plastic Surgery*, v. 46, n. 2, p. 999–1000, 9 jul. 2021.
- CRUZ, A. Ítalo; ROCHA, E. L. .; LIMA, J. M. C. S. R. .; CATUM, L. A. F. .; LIMA, P. C. C. S. R. . The importance of ultrasound imaging for the tracking of facial fillers - clinical case. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 13, p. e307101321446, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i13.21446.
- FUJITA, Rita Lilian Rodrigues et al. Aspectos relevantes do uso da toxina botulínica no tratamento estético e seus diversos mecanismos de ação. *Saber Científico, Porto Velho*, v. 8, n. 1, p. 120-133, 2019.
- GIANFRANCO, G. et al. Color-doppler Ultrasound in the Diagnosis of Oral Vascular Anomalies. *North American Journal of Medical Sciences*, v. 6, n. 1, p. 1–5, 1 jan. 2014.
- HUANG, Y. et al. Monophasic and Biphasic Hyaluronic Acid Fillers for Esthetic Correction of Nasolabial Folds: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Aesthetic Plastic Surgery*, v. 46, n. 3, p. 1407–1422, 23 jan. 2022.

- JIANG, L. et al. The Application of High-frequency Ultrasonic Imaging in Identifying Fillers in the Temporal Region. *Plastic & Reconstructive Surgery Global Open*, v. 11, n. 9, p. e5269–e5269, 1 set. 2023.
- KIRSTEN E. ZEUNER, Arne Knutzen, Carina Kühn, Bettina Möller, Helge Hellriegel, Nils G. Margraf, Günther Deuschl & Henning Stolze. (2017) Functional impact of different muscle localization techniques for Botulinum neurotoxin A injections in clinical routine management of post-stroke spasticity. *Brain Injury* 31:1, pages 75-82.
- KOCASARAC, H. D.; ANGELOPOULOS, C. Ultrasound in Dentistry: Toward a Future of Radiation-Free Imaging . *Dental Clinics of North America*, v. 62, n. 3, p. 481–489, 1 jul. 2018.
- LIN, SL; CHRISTEN, MO. Polycaprolactone-based dermal filler complications: A retrospective study of 1111 treatments. *J Cosmet Dermatol*, v. 19, n. 8, p. 1907-1914, 2020.
- LOENS, S. et al. Localization of Salivary Glands for Botulinum Toxin Treatment: Ultrasound Versus Landmark Guidance. *Movement Disorders Clinical Practice*, v. 7, n. 2, p. 194–198, 30 dez. 2019.
- LUIZ et al. Ultrasonography for long-term evaluation of hyaluronic acid filler in the face: A technical report of 180 days of follow-up. *Imaging Science in Dentistry*, v. 50, n. 2, p. 175–175, 1 jan. 2020.
- MD, X. W. Identification and Complications of Cosmetic fillers. *Jornal of Ultrasound in Medicine*, v.34 p.1163-1172 2015. DOI: 10.7863/ultra.34.7.1163.
- NGUYEN, K.-C. T. et al. Comparison of Ultrasound Imaging and cone-beam Computed Tomography for Examination of the Alveolar Bone level: a Systematic Review. *PloS One*, v. 13, n. 10, p. e0200596–e0200596, 3 out. 2018.
- NORDENFLYCHT, D. D.; TESCH, R. Advantages of Ultrasound Guidance for TMJ Arthrocentesis and intra-articular injection: a Narrative Review. *Dental and Medical Problems*, v. 59, n. 4, p. 647–656, 30 dez. 2022.
- OLIVEIRA, C. S. F. P., et al. Hidroxiapatita de cálcio: uma revisão quanto à eficácia, segurança e imagiologia quando usado como preenchedor e como bioestimulador. *Research, Society and Development*, v.10 n.14 2021.
- PAVICIC, T.; FUNT, D. Dermal fillers in aesthetics: an overview of adverse events and treatment approaches. *Clinical Cosmetic and Investigational Dermatology*, p. 295–295, 1 dez. 2013.
- QIAO, J. et al. Long-Term Follow-Up of Longevity and Diffusion Pattern of Hyaluronic Acid in Nasolabial Fold Correction through High-Frequency Ultrasound. *Plastic & Reconstructive Surgery*, v. 144, n. 2, p. 189e196e, 1 ago. 2019.
- QUEZADA-GAON, N., Wortsman, X., Peñaloza, O., & Carrasco, J. (2016). Comparison of clinical marking and ultrasound-guided injection of botulinum type a toxin into the masseter muscles for treating bruxism and its cosmetic effects. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 15(3), 238-244.
- REDA, R. et al. Ultrasound Imaging in Dentistry: A Literature Overview. *Journal of imaging*, v. 7, n. 11, p. 238–238, 14 nov. 2021.

RESENDE, E. A. et al. The Applicability of Ultrasound in the Diagnosis of Inflammatory and Obstructive Diseases of the Major Salivary glands: a Scoping Review. *Dento-maxillo-facial Radiology/Dentomaxillofacial Radiology*, v. 51, n. 4, 1 maio 2022.

SALVATORE PIERO FUNDARÒ et al. The Rheology and Physicochemical Characteristics of Hyaluronic Acid Fillers: Their Clinical Implications. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, n. 18, p. 10518–10518, 10 set. 2022.

SCHELKE, L. W.; DECATES, T. S.; VELTHUIS, P. J. Ultrasound to improve the safety of hyaluronic acid filler treatments. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 17, n. 6, p. 1019–1024, 6 ago. 2018.

SIGNORINI, M., et al. Global Aesthetics Consensus: Avoidance and Management of Complications from Hyaluronic Acid Fillers—Evidence- and Opinion-Based Review and Consensus Recommendations. *Plast Reconstr Surg.* 2016 Jun;137 (6) :961e-971e. DOI: 10.1097/PRS.0000002184

URDIALES GÁLVEZ, F.; DE, F. M.; BOVÉ, I. Ultrasound patterns of different dermal filler materials used in aesthetics. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 20, n. 5, p. 1541–1548, 11 mar. 2021.

URDIALES GÁLVEZ, F.; JORDÁN BARRES CABALLER; CARRASCO SÁNCHEZ, S. Ultrasound assessment of tissue integration of the crosslinked hyaluronic acid filler VYC-25L in facial lower-third aesthetic treatment: A prospective multicenter study. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 20, n. 5, p. 1439–1449, 4 ago. 2020.

WILSON GUSTAVO CRAL. The Importance of Ultrasound in Excision of the Buccal Fat Pad. *Aesthetic Plastic Surgery*, v. 46, n. 2, p. 1007–1008, 5 ago. 2021.

WORTSMAN, X et al. Guidelines for Performing Dermatologic Ultrasound Examinations by the DERMUS Group. *Journal of Ultrasound in Medicine*, v. 35, n. 3, p. 577–580, 17 fev. 2016.

WORTSMAN, X; QUEZADA, N. Ultrasound Morphology of Polycaprolactone Filler. *J Ultrasound Med*, v. 36, n. 12, p. 2611-2615, 2017.



A Radiologia Odontológica na perspectiva da Odontologia Digital

 10.56238/livrosindi202479-003

Bárbara Renata de Oliveira Rossi

Fábio Brasil dos Santos

Rafaeli Oliveira Theodorovicz

Thays Regina Ferreira da Costa

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento informacional representa um dos progressos da sociedade moderna. As ciências informacionais estão presentes desde as ações mais rotineiras de comunicação, até nos centros de saúde, que utilizam diversas ferramentas tecnológicas para atender as necessidades humanas. Nesse sentido, o advento do Radiologia Digital na Odontologia tem otimizado a aquisição e o processamento de imagens radiográficas, as quais estão sendo produzidas com resoluções que facilitam o processo de visualização e interpretação. Assim, as radiografias digitais favorecem o estabelecimento do diagnóstico, sobretudo, do planejamento do tratamento (OLIVEIRA-SANTOS et al., 2019).

Sendo a principal função da radiologia odontológica ajudar a identificar patologias, como cistos, tumores e infecções na cavidade oral e no complexo maxilofacial, nesta especialidade são empregadas uma variedade de técnicas de imagem, as quais incluem radiografias, tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), tomografias computadorizadas (CT), ressonância magnética (RM), tomografia por emissão de pósitrons (PET) e ultrassonografia. As radiografias podem ser usadas para detectar cáries, doenças periodontais, cistos, tumores e outras anomalias dentárias. As tomografias computadorizadas são mais úteis para avaliar perda óssea, fraturas e tumores, enquanto a ressonância magnética possui uma maior eficácia para detectar alterações de tecidos moles. A ultrassonografia é utilizada principalmente para avaliar as glândulas salivares (SINGHAL et al., 2023).

Novas concepções do universo digital estão sendo empregadas na Radiologia Odontológica a fim de essa revolução tecnológica também seja uma realidade para a área da saúde. Super-resoluções, metaverso, inteligência artificial são alguns recursos que vêm ocupando maior espaço nos estudos. Diante disso, imagens radiográficas com melhores resoluções, possibilidade de interações com imagens virtuais, patologias identificadas por inteligência artificial nas radiografias estão trazendo

mais possibilidades para o diagnóstico e tratamento na Odontologia (Para ÇELIK et al., 2024; SILVA et al., 2024; BONNY et al., 2023).

Dentre os avanços tecnológicos mais recentes, podemos citar a realidade virtual (VR), realidade aumentada (AR), impressão tridimensional e a inteligência artificial (IA), que vêm sendo adotados e rigorosamente avaliados por diversos profissionais, devido a sua notável eficácia, levando a uma ampliação e complemento do conhecimento humano. Tais inovações têm dado início a uma nova fase da Odontologia, com potencial de influenciar em cada uma das áreas de atuação dos profissionais, aumentando a eficácia e conforto dos tratamentos oferecidos, uma vez que essas ferramentas podem ser empregadas desde o diagnóstico até a elaboração de planos de tratamento, ou na prevenção de doenças (SINGHAL et al., 2023).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 RADIOGRAFIA DIGITAL

A radiografia é um exame complementar comumente solicitado na rotina Odontológica, sendo fundamental no estabelecimento do diagnóstico e do planejamento do tratamento. Com o desenvolvimento tecnológico e surgimento da radiografia digital, o processo de obtenção de imagens radiográficas foi potencializado e otimizado, superando as técnicas convencionais (CHILVARQUER et al., 2021).

Figura 1 - Exemplo de radiografia digital, realizada com placa de fósforo (PSP).





Os detectores digitais alteraram a forma como as imagens são adquiridas, exibidas e armazenadas, porém o princípio do raio X permanece o mesmo, mantendo a física da sua interação com os tecidos. As imagens derivadas das radiografias digitais são numéricas e descritas de duas formas, quanto a distribuição espacial de seus elementos (pixels), organizados em uma matriz de linhas e colunas, e por seus diferentes tons de cinza. Existem dois tipos principais de receptores digitais classificados de acordo com as suas tecnologias, os de estado sólido (sensores digitais) e os fósforo fotoestimuláveis (placa de fósforo/PSP) (MALLYA, 2020).

Nos sensores digitais, a carga gerada pelo raio X é captada por um material semicondutor sólido, podendo ser um dispositivo de carga acoplada (CCD) - fina de silício distribuída sobre uma matriz de pixels, como a base para registro de imagens; ou um semicondutor de óxido metálico complementar (CMOS) também utiliza silício como base de registro, porém cada um dos seus pixels está isolado. Apesar de externamente ter as dimensões padrão do filme periapical convencional, internamente a área útil apresenta tamanho reduzido, devido aos componentes eletrônicos, o que faz com que a sua espessura seja maior, podendo gerar desconforto para o paciente. A presença de um cabo acoplado faz com que a imagem apareça na tela do computador no mesmo momento da aquisição, mas dificulta o posicionamento do sensor. Há opções no mercado que dispensam o uso de fios, com transmissão da imagem por radiofrequência, porém nesses casos o volume geral se torna aumentado, devido a necessidade de mais componentes eletrônicos (MALLYA, 2020).

Já as placas PSP apresentam características de manejo muito semelhantes aos filmes convencionais, com as mesmas dimensões e flexibilidade. Quando expostas ao feixe de raios X, absorvem e armazenam a energia recebida e, quando estimuladas por outra forma de luz com um comprimento de onda apropriado (laser vermelho), liberam essa energia como luz, fosforescência. À medida em que a luz estimulante e os comprimentos de onda da luz fosforescente diferem, os dois são então distinguidos, e a fosforescência é quantificada como a energia de raios X absorvida. Quando a placa é exposta ao feixe de raios X, os elétrons da camada de valência do európio, material utilizado no receptor, deslocam-se em direção a camada de condução, enquanto alguns elétrons permanecem em “centros F” (lacunas de halogênio). Ao passar pelo escâner de varredura, o laser vermelho fornece energia aos elétrons dos centros F, permitindo que migrem para camada de condução, da qual muitos retornam à camada de valência, com tal movimentação, a energia é liberada na forma de fótons de luz no espectro verde a qual é detectada por um tubo fotomultiplicador ou diodo com filtro vermelho capaz de filtrar a luz do laser de varredura, formando então a imagem (MALLYA, 2020).



Os detectores de imagens digitais possuem diversas características:

1. **Resolução de contraste:** capacidade de distinguir diferentes densidades na imagem, influenciados pelas propriedades dos tecidos e capacidade do sistema identificar as diferenças dos números de fótons dos raios X e interpretá-los como tons de cinza;
2. **Resolução espacial:** capacidade de distinguir detalhes finos da imagem, associado aos diferentes níveis de cinza presentes e tamanhos dos pixels (quanto menor, maior resolução máxima), porém pode também sofrer interferência devido a fatores relacionados ao detector. A resolução pode variar de acordo com a distância objeto/filme/receptor, e no caso dos PSP, de acordo com a espessura da camada de fósforo (quanto maior, menor a resolução);
3. **Detector de latitude:** capacidade de o receptor captar e registrar diferenças de atenuação dos tecidos frente a exposição ao feixe de raios X;
4. **Detector de sensibilidade:** similar a velocidade dos filmes convencionais, é a resposta do detector frente a exposição de certa intensidade de radiação (MALLYA, 2020).

A utilização de sistemas digitais apresenta vantagens quando comparados com a imagem analógica, entre as quais se destaca a eliminação do uso do filme e do processamento radiográfico, inclusive possibilitando uma redução de até 90% na dose de exposição ao paciente (CHILVARQUER et al., 2021). Ao processar essas imagens, diversos recursos podem ser empregados para possibilitar uma melhor análise e interpretação das radiografias digitais, tornando esse método mais eficiente, como o aprimoramento da imagem, alterações do brilho e contraste, assim como da nitidez e das cores (pseudocolorização), de forma que a qualidade pode ser aumentada (MALLYA, 2020).

É importante destacar que a radiologia intraoral digital pode apresentar certas limitações quanto a sua utilização, devido ao fato de os detectores serem reutilizáveis e pouco flexíveis, o seu posicionamento pode tornar-se dificultado ou então causar avarias no material, e tanto para o seu processamento quanto para a interpretação e armazenamento das imagens, é necessário equipamentos compatíveis e adequados, os quais podem ser custosos para certos profissionais (MALLYA, 2020).

2.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A tomografia computadorizada (TC) é o método de diagnóstico por imagem que mais se desenvolveu nos últimos anos. A primeira geração da TC foi a de tomografia computadorizada linear, já na década de 1990, surgiram novas gerações e a tomografia computadorizada espiral ou helicoidal passou a dominar o desenvolvimento tecnológico. A TC espiral apresenta movimentos contínuos,



simultâneos e ininterruptos entre paciente, fonte de raios X e receptor (detector), resultando em um exame de aquisição volumétrica pré-determinada (OLIVEIRA-SANTOS et al., 2019).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é a de maior aplicabilidade na Odontologia devido aos avanços tecnológicos que possibilitou a aquisição e a visualização de imagens tridimensionais, fator que leva a um melhor planejamento e diagnóstico de condições, tornando este um exame requisitado e necessário nas diversas especialidades, sendo considerado de confortável execução e excelentes resultados (JAIN et al., 2024).

Assim como os exames radiográficos bidimensionais convencionais, a TCFC utiliza radiação ionizante. O hardware tem a função de converter o feixe de raios X em forma de “leque” atenuado, que chega ao receptor, por meio de uma linguagem binária, transformando-o em imagens apresentadas no monitor do computador. (OLIVEIRA-SANTOS et al., 2019).

Em uma única rotação de 360° ao redor da cabeça do paciente, o conjunto de fonte de raios X/detectores produz uma sequência de imagens de toda a região de interesse. Dessa forma, os dados da projeção são obtidos e podem ser reconstruídos nos planos sagital, axial e coronal. Por fim, os programas computacionais são capazes de processar e criar as sequências de imagens em diferentes planos: reconstruções multiplanares, reconstruções panorâmicas (reconstruções curvas), parassagitais (reconstruções sequenciais de seções a partir das reconstruções panorâmicas), reconstruções volumétricas em terceira dimensão (OLIVEIRA-SANTOS et al., 2019).

Nessa perspectiva, a TCFC tem como grande vantagem a obtenção de informações adicionais em três dimensões, eliminando a sobreposição de imagens para avaliação da anatomia, anomalias, corpos estranhos, implantes metálicos osteointegráveis e/ou processos patológicos, promovendo um melhor diagnóstico e planejamento das intervenções. Assim, a ausência de ampliações e distorções e a alta definição das imagens de tecidos mineralizados possibilitam a otimização na avaliação de riscos e redução de complicações terapêuticas (OLIVEIRA-SANTOS et al., 2019).

Esse exame tem sido usado por várias especialidades odontológicas, especialmente, na Cirurgia, Patologia e Implantodontia, em virtude da sua qualidade de imagem. Na Cirurgia, quando há situações nas quais as radiografias convencionais não fornecem informações suficientes, recomenda-se a TCFC, para planejamento da remoção cirúrgica de dentes não irrompidos; de terceiros molares inferiores que sugerem íntima relação a estruturas adjacentes; para análise da proximidade de molares superiores com a cortical interior dos seios maxilares (OLIVEIRA-SANTOS et al., 2019).



Na Patologia, a TCFC tem grande contribuição no estudo dos processos patológicos que acometem a região maxilofacial. O exame tomográfico tem a capacidade de localizar volumetricamente o processo patológico com precisão em todas as suas extensões, demonstrando o grau de acometimento da região, a relação e o envolvimento com estruturas anatômicas vizinhas. Diversos processos patológicos têm sido observados por meio da TCFC: osteomielites, cistos, tumores odontogênicos, lesões fibro-ósseas. Salienta-se, que esse exame é um recurso complementar, agregando informações aos exames clínico e laboratorial (histopatológico) para se definir o diagnóstico (OLIVEIRA-SANTOS et al., 2019).

Na Implantodontia, a TCFC tem a capacidade de demonstrar com segurança as dimensões de altura e espessura das áreas receptoras de implante, desde a crista óssea até a cortical da estrutura anatômica adjacente (altura) e de cortical vestibular até a cortical lingual (espessura). Isso é possível pois este exame fornece cortes parassagitais/ortogonais, perpendiculares às estruturas anatômicas, importantes no planejamento tomográfico para a colocação de implantes osteointegráveis (OLIVEIRA-SANTOS et al., 2019).

Atualmente há um grande avanço na TC, resultante do progresso na ciência da computação, produção e detecção de raios X, surgindo os sistemas clínicos de TC de contagens de fótons. Essa nova tecnologia mede diretamente a energia dos fótons de raios X à medida em que passam pelo paciente, diferentemente da TC convencional que mede a energia indiretamente. Isso representa uma contagem precisa, melhorando a qualidade de imagem ao aumentar a resolução espacial e de contraste, além de reduzir o ruído, os artefatos e a exposição do paciente à radiação (Zanon et al., 2024).

Sendo assim, a TC de contagem de fótons tem demonstrado grande potencial para a Odontologia. Na Endodontia, pode fornecer imagens com mais detalhes, incluindo canais radiculares acessórios. Na Implantodontia, as imagens têm apresentado menos artefatos, ampliando a clareza do tecido em áreas de implantes dentários. Portanto, essas imagens podem ser utilizadas por profissionais da Odontologia para fins de diagnóstico e planejamento do tratamento, particularmente, em Ortodontia, Implantodontia e Cirurgias Orais (ZANON et al., 2024).

2.3 PROTOTIPAGEM EM ODONTOLOGIA (IMPRESSÃO 3D)

No que se trata das impressões tridimensionais, tecnologia de uso crescente na Odontologia, suas aplicações podem ser em diferentes especialidades e com diversos propósitos. Como a tomografia gera arquivos digitais tridimensionais, estes podem ser convertidos, com as tecnologias atuais, em formatos compatíveis com impressoras 3D. Esse processo, conhecido como segmentação,



envolve a separação das estruturas ósseas e dentárias dos demais tecidos presentes no exame, permitindo a manufatura dos protótipos, que são comumente chamados de biomodelos (FREITAS; COSTA; RIBEIRO, 2010; MALLYA, 2020). Os biomodelos em Odontologia podem ser utilizados em diversas áreas, como Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Implantodontia, Reabilitação Oral e Ortodontia. Além de facilitarem a comunicação entre a equipe cirúrgica, o paciente e seus familiares, esses modelos são essenciais para a simulação e planejamento cirúrgico, confecção de dispositivos personalizados, e servem como referência para preservação, permitindo comparações precisas no período pós-operatório (SAFIRA et al, 2010).

Além disso, a Impressão 3D, também conhecida como Prototipagem Rápida (PR), é uma tecnologia amplamente utilizada na Odontologia atualmente. Ela consiste na criação de modelos compatíveis com a anatomia humana, através da integração entre a imagiologia médico-odontológica e sistemas de computador (CAD-CAM). A confecção de biomodelos por meio da prototipagem rápida tem grande importância nas diversas áreas da Odontologia, pois possibilita um planejamento clínico e cirúrgico mais preciso. Esses modelos anatômicos permitem uma visualização detalhada da extensão das lesões e dos tecidos, facilitando o planejamento cirúrgico em todas as suas etapas e possibilitando a utilização dos materiais cirúrgicos no modelo antes da intervenção, o que contribui para a redução do tempo cirúrgico (SAFIRA et al, 2010).

As técnicas de Prototipagem Rápida mais comumente empregadas incluem a Estereolitografia (SLA), MSLA (Estereolitografia Mascarada), Processamento Digital de Luz (DLP), Sinterização Seletiva a Laser (SLS) e Modelagem por Deposição Fundida (FDM). Todas essas tecnologias compartilham o princípio fundamental de construção por adição, onde o material é depositado camada por camada, representando as "fatias" axiais da estrutura anatômica previamente examinada, resultando em modelos tridimensionais precisos e detalhados (FREITAS; COSTA; RIBEIRO, 2010).

Além da produção dos biomodelos, estas técnicas de prototipagem rápida, também podem ser utilizadas para produção de guias cirúrgicos nas diferentes áreas da Odontologia, como guias para cirurgias periodontais, para instalação de implantes, para cirurgias pré-protéticas, para ressecções ósseas, procedimentos de biópsias, além de guias para acesso endodôntico, utilizado em casos de canais atrésicos ou em canais de difícil acesso (SAFIRA et al, 2010).

Ambos os dispositivos garantem maior precisão, previsibilidade e simplicidade em procedimentos odontológicos mais complexos, graças à integração de exames tridimensionais, como a TCFC e o escaneamento intraoral. Assim, as impressões tridimensionais podem ter várias aplicações clínicas, vistas em planejamentos cirúrgicos e de tratamentos, orientação de pacientes, confecção de



próteses, ortodontia e cirurgias do complexo bucomaxilofacial. Seu uso dentre diversas vantagens, confere agilidade, previsibilidade, conforto e maior eficiência, por exemplo (TIAN et al., 2021).

2.4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Recentemente, a inteligência artificial (IA), especialmente redes neurais profundas, apresentam resultados satisfatórios na análise de imagens odontológicas. A super-resolução é uma técnica usada no processamento de imagens, visando melhorar a resolução e a qualidade de uma imagem, superando a sua resolução original. Dessa forma, esse processo permite a aquisição de uma imagem com melhores detalhes, aumentando o número de pixels por unidade de área (ÇELIK et al., 2024). Outro fator importante que a IA é capaz de alterar nas imagens, é a eliminação de artefatos radiográficos, que atrapalham no momento de avaliação da radiografia (BONNY et al., 2023).

Assim, a super-resolução pode auxiliar profissionais da saúde bucal na melhor identificação e análise de patologias odontológicas, fraturas, densidade óssea, anatomia da cavidade oral, visto que há um aprimoramento da resolução de imagens odontológicas obtidas com raios X. Além disso, a super-resolução pode ser útil em consultas remotas, para fins educacionais, já que oferece imagens de maior qualidade (ÇELIK et al., 2024).

As aplicações de IA se apresentam promissoras. As redes Neurais Convolucionais (CNNs), uma classe de redes neurais artificiais, são capazes de categorizar, detectar, segmentar, registrar, criar e aprimorar imagens, sendo empregadas nas pesquisas mais recentes sobre IA na radiologia odontológica. Algoritmos de IA foram criados para análise de imagens, para uso na odontologia forense, diagnósticos radiográficos e melhora da qualidade das imagens. Sendo esta tecnologia integrada de forma gradual a essa especialidade (SINGHAL et al., 2023).

Um exemplo que podemos citar sobre o uso da inteligência artificial na Odontologia, especialmente no que se diz respeito a análise de exames de imagem é o software Diagnocat. Essa ferramenta, baseada em algoritmos de aprendizado de máquina, é capaz de analisar imagens radiográficas e identificar com alta precisão diversas patologias bucais, como cáries, lesões periapicais e doenças periodontais. Ao comparar milhares de imagens com padrões pré-estabelecidos, o Diagnocat auxilia o profissional da Odontologia a realizar diagnósticos mais precisos e rápidos, contribuindo para a personalização dos tratamentos e otimização dos fluxos de trabalho nas clínicas. Além disso, essa tecnologia pode ser uma aliada importante na detecção precoce de doenças, permitindo intervenções mais conservadoras e aumentando as chances de sucesso terapêutico.



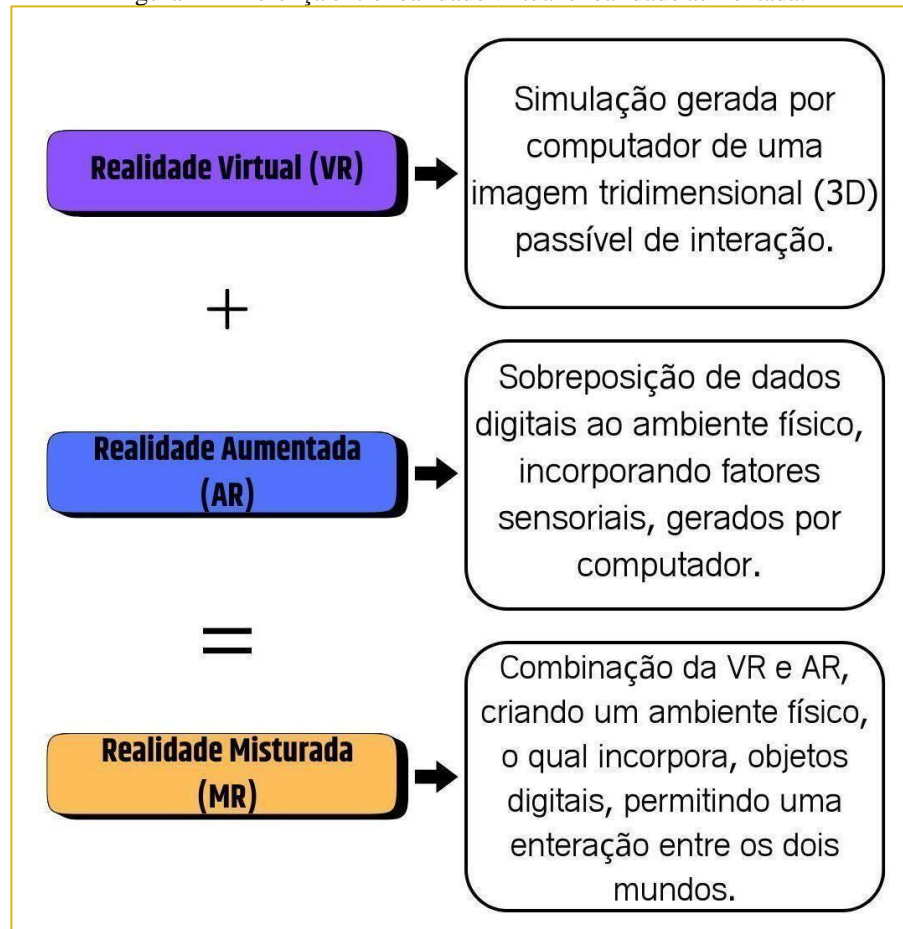
2.5 REALIDADE VIRTUAL

O aprimoramento tecnológico possibilitou o desenvolvimento de tecnologias relacionadas à realidade virtual, realidade aumentada, inteligência artificial, que são componentes do metaverso, o qual é definido como um universo virtual criado para estar além do mundo real, em uma fusão entre a realidade virtual e o espaço virtual fisicamente persistente. No âmbito educacional, o metaverso tem sido referenciado como uma ferramenta potencial para o ensino da anatomia do complexo maxilomandibular, inclusive na visualização e interpretação de exames de imagem, em uma perspectiva mais imersiva e visual (SILVA et al., 2024).

Dessa maneira, o potencial do metaverso para transpor distâncias geográficas e reunir expertise para casos complexos é algo extremamente promissor no campo da radiologia oral. Assim, a integração da realidade virtual pode facilitar a comunicação com o paciente, que visualiza os resultados em tempo real, melhorando a sua compreensão e envolvimento durante o planejamento do tratamento. Enfatiza-se que essa nova perspectiva ainda precisa de debates éticos relacionados ao anonimato e à sensação de falta de controle inerente ao universo virtual (SILVA et al., 2024).

Além do mais, o uso de tecnologias, como a realidade virtual (VR) e aumentada (AR) ferramentas que também permitem a possibilidade de tornar a educação em radiologia mais efetiva, além de propiciar uma melhor comunicação entre os profissionais da área da saúde. Tais ferramentas são capazes de possibilitar a visualização do conteúdo pelos usuários, porém não permitem que haja uma interação. Porém, mesmo que demonstrem grande potencial para seu uso na radiologia, a VR e a AR, apresentam certas desvantagens, como problemas ergonômicos se seu uso for prolongado, altos custos para adoção e uso, e falta de conteúdos (SINGHAL et al., 2023).

Figura 2 - Diferença entre realidade virtual e realidade aumentada.



Fonte: Adaptado de SINGHAL, I. et al. A literature review of the future of oral medicine and radiology, oral pathology, and oral surgery in the hands of technology. Cureus, v. 15, n. 9, p. e45804, 23 set. 2023.

Em um estudo conduzido por Kosan et al. (2022) avaliou as experiências de pacientes quando tiveram achados radiográficos com base na IA. Nesse sentido, a radiografia examinada por um programa de computador, que funciona com IA, é capaz de identificar cáries, inflamações das raízes, perda óssea, entre outras patologias, que são marcadas em cores pelo programa. No geral, os pacientes concordaram que a IA é útil e não temeriam o seu uso na Odontologia, sendo positiva na comunicação entre paciente-dentista, contudo não deve ser usada por si só, mas sim como uma ferramenta de suporte.

Para o desenvolvimento e presente maior eficácia da IA no diagnóstico e planejamento de tratamento, é necessário coletar e calcular uma grande quantidade de dados, os quais são fornecidos por radiologistas e cirurgiões-dentistas, sendo assim os profissionais da área também estão envolvidos nesse processo, criando conjuntos de dados mais precisos e consistentes. Dessa forma, ainda existem diversas questões que a serem resolvidas antes de que a IA seja mais difundida na prática clínica atual, os quais incluem a necessidade da criação de amplos conjuntos de dados abertos e bem



rotulados, a compreensão dos padrões de julgamento da IA e identificação de possíveis ameaças, certas limitações devido a questões éticas de compartilhamento de exames e dados dos pacientes, necessários para a formação da base de dados (IRUVURI et al., 2023), e a falta de capacitação dos profissionais para o uso de tais ferramentas (SINGHAL et al., 2023).

3 CONCLUSÃO

A Radiologia odontológica tem demonstrado um grande avanço a partir do desenvolvimento da tecnologia digital, cuja aplicabilidade é fundamental para a área da saúde, seja na prática clínica ou no ambiente de ensino e aprendizagem. É inegável que a Era Digital está diminuindo o tempo da aquisição de imagens, facilitando o armazenamento das radiografias, encurtando distâncias devido à rede virtual, mas, principalmente, contribuindo para o bem-estar da sociedade.

Ressalta-se que expansão da tecnologia digital pressupõe muito investimento em pesquisa, mão de obra qualificada e equipamentos. Diante disso, esses recursos, muitas vezes, não estão disponíveis às populações carentes, pois são métodos de exames mais sofisticados e onerosos.

Ademais, deve-se considerar a relação custo-benefício das imagens digitais. Apesar da radiografia oral convencional apresentar maiores limitações quando comparada à digital, às vezes, não é de grande relevância se um diagnóstico foi obtido através de uma imagem analógica ou digital. Por isso, o profissional de Odontologia deve analisar o contexto e a necessidade da solicitação desse exame complementar, se, de fato, a radiografia digital será um diferencial na saúde do paciente.

Enfim, as imagens radiográficas digitais, assim como as novas ferramentas tecnológicas orientam o trabalho do cirurgião-dentista, guiam na tomada de decisão, para que o planejamento do tratamento seja adequado e efetivo. Destarte, os recursos tecnológicos são subsídios, que auxiliam os profissionais, não devem suplantam a figura humana, primordial no atendimento e na garantia da saúde bucal da população, e ainda apresentam muitas limitações e necessitam passar por uma série de aprimoramentos.

O uso da TCFC aliado a escaneamento intrabucal e impressoras 3D para planejamento nas diversas especialidades da Odontologia já é uma realidade, capaz de trazer maior previsibilidade ao tratamento e menor risco.



REFERÊNCIAS

- BONNY, T.; AL NASSAN, W.; OBAIDEEN, K.; AL MALLAHI, M. N.; MOHAMMAD, Y.; EL-DAMANHOURY, H. M. Contemporary role and applications of artificial intelligence in dentistry. *F1000Research*, v. 12, p. 1179, 20 set. 2023.
- ÇELIK, E. M; MIKAEILI, M.; ÇELIK, B. Improving resolution of panoramic radiographs: super-resolution concept. *Dentomaxillofacial Radiology*, v. 53, n. 4, p. 240-247, apr. 2024.
- CHILVARQUER, I.; HAYEK, J. E.; CHILVARQUER, L. W.; SADDY, M. S.; LIPIEC, M.; FENYO-PEREIRA, M. Radiografia digital. In: FENYO-PEREIRA, M. *Série Fundamentos de Odontologia - Radiologia Odontológica e Imaginologia*. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021. *E-book*. ISBN 9788527737388. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527737388/>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- FREITAS, Sergio Antônio Pereira; COSTA, Patrícia de Melo; RIBEIRO, Renato da Costa. Uso da prototipagem biomédica em odontologia. *Odontologia Clínico-Científica (Online)*, v. 9, n. 3, p. 223-227, 2010.
- IRUVURI, A. G.; MIRYALA, G.; KHAN, Y.; RAMALINGAM, N. T.; SEVUGAPERUMAL, B.; SOMAN, M.; PADMANABHAN, A. Revolutionizing dental imaging: a comprehensive study on the integration of artificial intelligence in dental and maxillofacial radiology. *Cureus*, v. 15, n. 12, p. e50292, 10 dez. 2023.
- JAIN, A.; SHIL, M.; SREEPRADHA, C.; RAI, S.; KAUR, I.; BANKA, A. A review on cone-beam computed tomography and its application in dentistry. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, [S.l.], v. 16, n. Suppl 1, p. S38–S40, fev. 2024.
- KOSAN, E.; KROIS, J.; WINGENFELD, K.; DEUTER, C. E.; GAUDIN, R.; SCHWENDICKE, F. Patients' Perspectives on Artificial Intelligence in Dentistry: A Controlled Study. *Journal of Clinical Medicine*. v. 11, n. 8, p. 21-43, Apr. 2022.
- MALLYA, S. M. *White & Pharoah Radiologia Oral - Princípios e Interpretação*. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2020. *E-book*. ISBN 9788595157606. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595157606/>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- OLIVEIRA-SANTOS, C. de.; WATANABE, P. C. A.; MARQUES, A. P.; ARITA, E. S. Recomendações para tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam) – método avançado de diagnóstico por imagem. In: WATANABE, P. C. A. *Imaginologia e Radiologia Odontológica*. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2019. *E-book*. ISBN 9788595150829. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595150829/>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- SAFIRA, L. C.; MACIEL, A. da S.; SOUTO-MAIOR, J. C. C.; AZEVEDO, R. A. de; CAVALCANTE, W. C.; FRANCISCHONE, C. E.; SARMENTO, V. A. Aplicação dos biomodelos de prototipagem rápida na Odontologia, confeccionados pela técnica da impressão tridimensional. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas, [S. l.]*, v. 9, n. 3, p. 240–246, 2010.



SCARFE, William C. et al. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal-Canadian Dental Association*, v. 72, n. 1, p. 75, 2006.

SILVA, T. P.; ANDRADE-BORTOLETTO, M. F.; FREITAS, D. Q.; OLIVEIRA-SANTOS, C. TAKESHITA, W. M. Metaverse and oral and maxillofacial radiology: Where do they meet? *European Journal of Radiology*, v. 170, n. 111210, jan. 2024.

SINGHAL, I.; KAUR, G.; NEFS, D.; PATHAK, A. A literature review of the future of oral medicine and radiology, oral pathology, and oral surgery in the hands of technology. *Cureus*, v. 15, n. 9, p. e45804, 23 set. 2023.

TIAN, Y.; CHEN, C.; XU, X.; WANG, J.; HOU, X.; LI, K.; LU, X.; SHI, H.; LEE, E.; JIANG, H. B. A review of 3D printing in dentistry: technologies, affecting factors, and applications. *Advances in Mechanical Engineering*, v. 13, n. 7, p. 9950131, jul. 2021.

ZANON, C.; PEPE, A.; CADEMARTIRI, F.; BINI, C.; MAFFEI, E.; QUAI, E.; STELLINI, E.; DI FIORE, A. Potential benefits of photon-counting CT in dental imaging: a narrative review. *Journal of Clinical Medicine*, v. 13, n. 8, p. 24-36, 2024.

Planejamento Digital do Sorriso

 10.56238/livrosindi202479-004

Eduardo Christiano Caregnatto de Morais

Júlio César Taffarel

Ágatha Larissa Carneiro Shimada

Maria Eduarda Figura

Ana Carolina Feitosa de Souza

Nicole Heloise da Silva Ribeiro

Andressa Victoria Nonato dos Santos

Vanessa Lucy Dambroso

Emanoele Bueno de Oliveira

1 INTRODUÇÃO

Os avanços na Odontologia Estética têm introduzido métodos inovadores para criar sorrisos funcionais e equilibrados, atendendo às exigências dos pacientes por personalização e detalhamento. Com a crescente demanda por tratamentos altamente personalizados, torna-se imprescindível utilizar ferramentas que ampliem a visão diagnóstica, melhorem a comunicação entre a equipe e garantam um processo previsível durante o desenho e o tratamento do sorriso. Esse planejamento detalhado, fundamentado nos dados diagnósticos iniciais, é comparável aos projetos e esboços utilizados nas artes, servindo como guia para todas as etapas subsequentes do tratamento odontológico, assegurando que todas as necessidades e expectativas dos pacientes sejam atendidas de forma eficiente e precisa. (MELO, A. et al; 2019)

O planejamento virtual do sorriso permite a criação e projeção digital do novo design do sorriso, proporcionando uma simulação e previsão do resultado final proposto. Este planejamento envolve ativamente os pacientes no processo, permitindo a personalização do sorriso de acordo com suas necessidades e desejos individuais, além de complementar suas características morfo psicológicas. (NETO, D. et al; 2020)

Esse planejamento detalhado, fundamentado nos dados diagnósticos iniciais, é comparável aos projetos e esboços utilizados nas artes, servindo como guia para todas as etapas subsequentes do tratamento odontológico. Assim, assegura -se que todas as necessidades e expectativas dos pacientes sejam atendidas de forma eficiente e precisa. (ZEBA, J. et al; 2020).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS PARA O PLANEJAMENTO DIGITAL DO SORRISO

Para o planejamento eficaz utilizando o DSD, são necessárias diversas informações e dados detalhados do paciente. Essas informações incluem:

Na consulta inicial, são coletados dados através de fotografias, radiografias, exame clínico detalhado e multidisciplinar, confecção de modelos das arcadas em gesso e montagem em articulador, além de análise das proporções estéticas em dentes anteriores e análise funcional prévia (MEEREIS, C.; 2016). Essa documentação é crucial para a elaboração de um plano de tratamento adequado e para a verificação da função do tratamento idealizado. Compreender a percepção do paciente sobre a estética do sorriso é fundamental. O cirurgião-dentista deve evitar tendência e modismo estéticos e deve seguir um padrão de análise digital do sorriso presente na literatura, focando em fornecer um tratamento que seja satisfatório para o paciente. A participação do paciente no planejamento e na tomada de decisões é crucial para alcançar resultados de sucesso, pois a percepção de um sorriso ideal baseado em considerações acadêmicas pode não ser percebida como o mais atraente pelos leigos (SANTOS, E.; 2018)

A estética do sorriso está relacionada à cor, forma, textura, alinhamento dental, contorno gengival e formato do rosto. Esses parâmetros, juntamente com uma análise facial abrangente, são essenciais para o diagnóstico correto e o planejamento de uma reabilitação estética. Ao final do tratamento, as expectativas dos pacientes devem ser alcançadas, e é interessante visualizar os resultados desejados antes de iniciar qualquer tratamento. (MEEREIS, C.; 2016)

2.2 ETAPAS DO PLANEJAMENTO DIGITAL DO SORRISO

Para a obtenção de um desenho digital do sorriso, segue-se uma sequência específica:

- 1. Anamnese e entrevista com o paciente:** Inicialmente é realizada uma conversa com o paciente sobre o que ele busca e quais as suas queixas, além de ser feito um exame extra e intrabucal.
- 2. Fotografias:** É realizado um protocolo de fotografias que vão auxiliar o cirurgião dentista a realizar o planejamento correto ao paciente.
- 3. Análise facial e dento facial:** Envolve fotografias da face com sorriso amplo e dentes entreabertos, fotografias da face em repouso e fotografias intraorais focando no arco superior com a boca aberta

- 4. Desenho das linhas de referência:** Linhas de referência são desenhadas e um novo sorriso é planejado seguindo normas e parâmetros estéticos adequados de acordo com a análise de cada caso. Esse protocolo amplia a visão diagnóstica e ajuda a equipe a avaliar as limitações do tratamento e fatores de risco, como assimetrias e desarmonia.
- 5. Mockup motivacional:** A apresentação ao paciente começa com a confecção de um mock-up motivador, seguido por uma nova sessão de fotografia/vídeo.

O uso da documentação dinâmica do sorriso (DDS) auxilia bastante na previsibilidade do planejamento estético em uma reabilitação.

Durante todo o processo, é importante comparar as imagens “antes” e “depois”, facilitando a ilustração do caso e a verificação se estão de acordo com o planejamento (MEEREIS, C.; 2016).

2.1.1 Anamnese

A anamnese é a primeira e uma das mais importantes etapas no processo de planejamento digital do sorriso. Este passo é essencial para que o dentista compreenda profundamente as necessidades, expectativas e histórico do paciente, garantindo que o plano de tratamento seja personalizado e seguro.

2.1.1.1 Coleta de Dados Pessoais e de Saúde

Durante a anamnese, o dentista reúne informações cruciais sobre o paciente, começando pela coleta de dados pessoais, como nome, idade, gênero, profissão e estado civil. Em seguida, é realizada uma investigação detalhada do histórico médico, onde são registradas informações sobre possíveis doenças sistêmicas, como diabetes, hipertensão e doenças cardíacas, além de alergias, uso de medicamentos, histórico cirúrgico e condições de saúde bucal prévias, como doenças periodontais e cáries (NETO, D., et al. 2020)

Outro aspecto importante é a identificação dos hábitos pessoais do paciente, como o consumo de tabaco e álcool, padrão alimentar e práticas de higiene oral. Esses dados são fundamentais para que o dentista possa prever possíveis complicações e adaptar o plano de tratamento conforme necessário (NETO, D., et al. 2020).

2.1.1.2 Histórico Dentário

Além disso, o dentista investiga o histórico dentário do paciente, verificando tratamentos anteriores, experiências passadas com procedimentos estéticos, possíveis sensibilidades dentárias, entre outros. Essa parte da anamnese ajuda a identificar como o paciente reagiu a tratamentos passados e a prever como ele pode responder ao novo planejamento digital do sorriso.

2.1.1.3 Expectativas e Objetivos do Paciente

Por fim, o dentista busca entender as expectativas e objetivos do paciente em relação ao tratamento. Essa etapa é vital para alinhar as expectativas e garantir que o paciente esteja ciente dos resultados possíveis e das limitações do tratamento (SANTOS, E.; 2018).

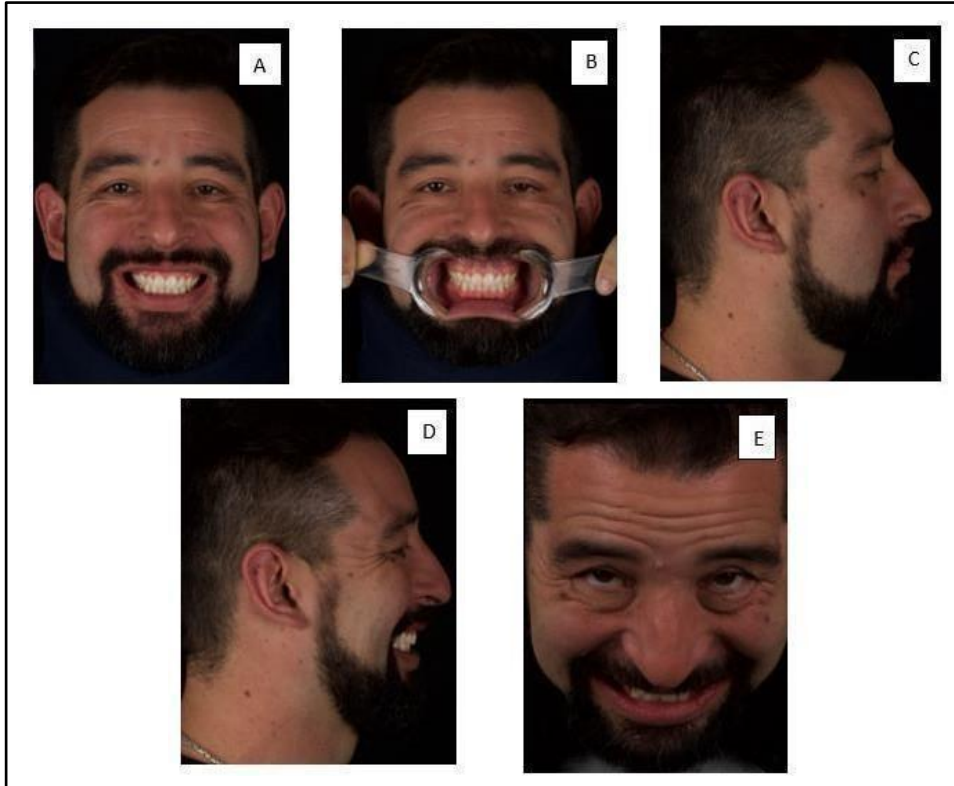
Através dessa abordagem detalhada, a anamnese permite ao dentista desenvolver um plano de tratamento que não só atende às necessidades estéticas do paciente, mas também respeita sua saúde geral e bem-estar.

2.1.2 Protocolo fotográfico pré procedimento

Uma documentação fotográfica precisa é crucial, pois a análise detalhada da face e dos dentes depende de fotografias iniciais que ajudam a formular as mudanças e o design. Essas fotografias devem ser tiradas com a mais alta qualidade e precisão, utilizando técnicas padronizadas e postura correta, já que as linhas de referência facial, como linhas comissurais, linha dos lábios e linha interpupilar, que são fundamentais para o design do sorriso, são estabelecidas nessas imagens (MEEREIS, C.; 2016)

Além disso, é necessário ter uma documentação em vídeo para analisar dinamicamente dentes, gengivas, lábios e rosto durante o sorriso, riso e fala, de modo a integrar princípios faciais no design do sorriso. O uso de vídeos aumenta a chance de capturar um sorriso espontâneo, proporcionando uma visão mais completa e natural para o planejamento do tratamento estético (ROSSI, N.; 2020). A técnica do DSD no computador envolve alinhar as fotografias das três principais vistas do DSD (frontal, 12 horas e oclusal) entre si e adicionar linhas e desenhos que formarão o Smile Frame, com base na análise de fotos e vídeos. A fim de desenvolver o protocolo fotográfico, são necessários os seguintes pontos fotográficos em posição de cabeça fixa:

Figura 1: Duas vistas frontais: (A) Fotografia frontal de rosto inteiro sorrindo sem afastador labial e (B) Fotografia frontal de rosto cheio com sorriso largo com afastador labial. Duas vistas laterais: (C) Fotografia de perfil lateral em repouso com olhar para o horizonte e (D) Fotografia de perfil lateral com sorriso completo com olhar para o horizonte. Vista 12 horas: Fotografia de rosto cheio com sorriso largo e borda incisal dos dentes maxilares visíveis e apoiados no lábio superior em 90° em relação ao plano do chão (E).



Além das fotografias, os vídeos são essenciais para encontrar a espontaneidade do sorriso, pois facilitam a busca pela dinâmica da face. Até oito vídeos podem ser utilizados, sendo quatro deles para o processo técnico de design do sorriso (vídeo facial frontal, com e sem afastador, vídeo facial de perfil, vídeo 12 horas e vídeo anterior oclusal) e os outros quatro, chamados de complementares (entrevista facial, close up na fonética - sons como f, v, s, movimentos funcionais). Eles servem para que o profissional consiga ter o registro dos movimentos e da dinamicidade do paciente (ZEBBA, J.; 2020).

PASSO 1

Desenhos das linhas de referência

- Arco facial digital

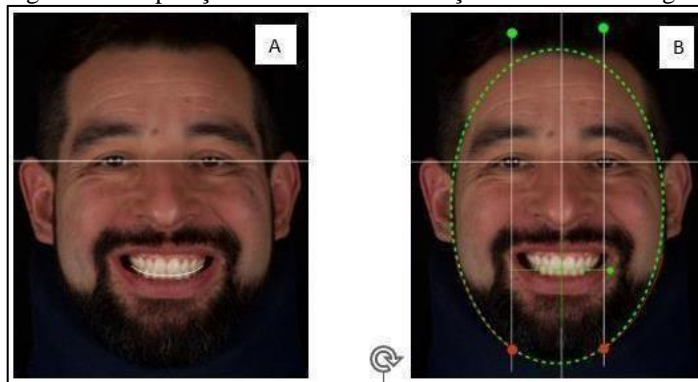
Depois de realizar o protocolo de fotos, para o planejamento o profissional irá utilizar a foto do paciente sorrindo e a foto com afastador labial.

A primeira etapa consiste em abrir um slide, comumente nos softwares PowerPoint (Windows) ou KeyNote (IOS), e inserir duas linhas, uma vertical e outra horizontal no centro do

slide, que darão o formato de uma cruz (SANTOS, E.; 2018). No plano horizontal, utilizam-se como referências a linha interpupilar, que passa pelo centro dos olhos, e esta mesma linha é reproduzida para a borda incisal dos dentes para criar um perfil mais harmônico. Estas linhas devem estar paralelas ao solo, contribuindo para a definição do paralelismo oclusal, do plano incisal e do contorno gengival. No plano vertical, a referência é a linha média facial, definida pelos pontos que conectam a glabella, a ponta do nariz, o filtro e o mento.

Desse modo, podemos considerar esta etapa como definição do arco facial digital do paciente e todo o desenho levará em consideração essa posição. O objetivo desse passo é acertar a posição vertical e horizontal da cabeça do paciente na foto (CATTONI, F.; 2016).

Figura 2: Interposição das linhas em formação do arco facial digital.



PASSO 2

Análise dentolabial

Todas as vezes que for realizar um passo novo, é preciso que a foto seja duplicada para que não perca o que já foi feito.

A transferência da cruz para a imagem intra oral, que pode ser feita através de uma ampliação ou uso direto da foto intraoral permite que você consiga calibrar. Esse zoom manterá o passo já feito do arco facial digital e fará com que você tenha uma imagem mais refinada do sorriso. Com isso, você consegue ter uma análise inicial entre a relação das linhas faciais com o sorriso e avaliar a linha média e o plano oclusal, além de considerar: (MORAES, D.; 2016)

- Posição da borda incisal em relação à comissura labial.
- Posição da borda incisal em relação à curvatura do lábio.
- Linha interincisal em relação à linha média.
- Linha do sorriso.
- Relação da curvatura incisal com a curva do lábio inferior.

A borda incisal dos dentes superiores anteriores deve seguir a curvatura do lábio inferior para garantir um equilíbrio estético. Quando os lábios estão em repouso, os bordos incisais dos incisivos centrais superiores devem estar localizados no vermelhão do lábio inferior, proporcionando um selamento labial adequado e sem esforço (SANTOS, E.; 2018)

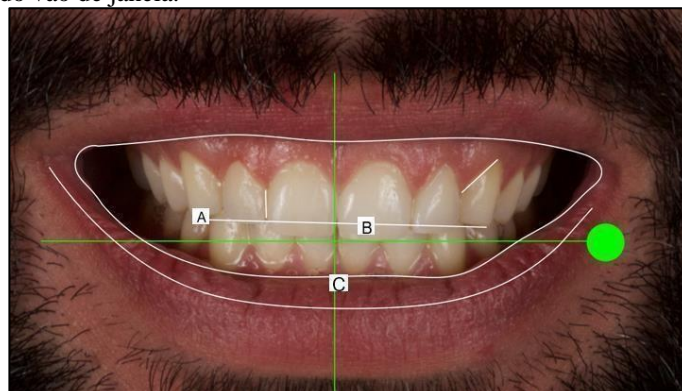
As linhas do sorriso devem ser analisadas para um planejamento adequado da exposição dos elementos dentais. Elas podem ser classificadas em alta, quando os incisivos são totalmente expostos, mostrando também uma boa parte dos tecidos gengivais; média, quando há exposição dos incisivos e das papilas gengivais; e baixa, quando os incisivos não são totalmente expostos e os tecidos gengivais não são aparentes (SANTOS, E.; 2018)

A largura do sorriso e o corredor bucal também devem ser observados. Um corredor bucal adequado é essencial para a progressão do sorriso, e o preenchimento excessivo, devido a uma largura demasiada do sorriso, pode dar a impressão de que o paciente possui dentes a mais na boca. Além disso, é necessário avaliar o posicionamento, a simetria entre os elementos dentais e sua forma (COACHMAN, C. et al; 2017).

Finalmente, o formato dos dentes exerce uma influência significativa sobre a harmonia do sorriso, podendo torná-lo mais ou menos atraente. (MELO, A. et al; 2019).

Deve ser realizada a transferência das linhas faciais para a imagem intraoral. Para isso, são utilizadas três linhas de transferência, que ajudam a integrar as linhas faciais à foto intraoral, possibilitando uma análise dentogengival mais eficaz em relação à face. As linhas de transferência são:

Figura 3: Passo 2: Transferência das linhas para imagem intraoral. Linha 1 (A): Traçada a partir da ponta de cúspide de um canino até a ponta do canino contralateral. Linha 2 (B): Traçada a partir do meio da borda incisal de um incisivo central até o meio da borda incisal do outro incisivo central. Linha 3 (C): Traçada através da linha média dentária, a partir da ponta da papila incisiva do vão de janela.



Dessa forma, a Linha 1 orientará o tamanho e a inclinação dentária; a Linha 2 indicará a posição da borda incisal; e a Linha 3 ajudará a posicionar as guias da posição mediana. (MELO, A., et al. 2019).

PASSO 3

Display dos lábios afastados para análise dentogengival

Com o afastamento dos lábios do paciente, utilizando afastador confortável para o paciente e espelhos fotográficos, inicia a análise dentogengival, considerando:

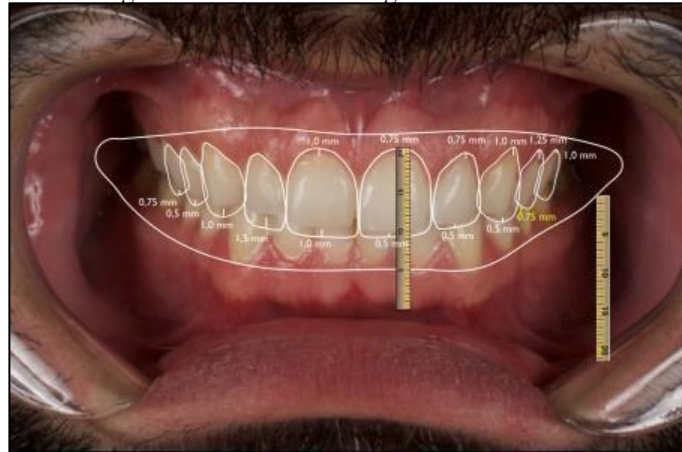
- **Gengiva:** excesso ou falta de exposição gengival, considerando a margem para avaliação do zênite e nível do contorno gengival.
- **Simetria dentária:** simetria entre os hemiarcos.
- **Proporção:** relação entre altura e largura dos dentes, garantindo harmonia com a face.
- **Posição:** analisar dentes girovertidos e com as posições vestibulo-palatina e méso-distal comprometidas.
- **Contato interdental:** assim como pico da papila e ângulo interincisivo.
- **Cor:** textura, caracterizações, opalescência e fluorescência.
- **Forma:** avaliar anatomia original ou de procedimento prévios que podem interferir com o resultado final

Desenho digital

Dois pontos são importantes para iniciar o desenho digital:

- **Curva Incisal DSD:** linha imaginária que conecta as bordas incisais dos dentes anteriores. Essa curva é essencial para a estética do sorriso e deve ser harmoniosa com a curvatura do lábio inferior. Além da estética, tem influência na oclusão e dinâmica da mastigação durante os movimentos mandibulares. Esse tópico terá mais clareza quando o mock-up for posicionado.
- **Régua de Largura DSD:** essa ferramenta é utilizada no planejamento digital do sorriso para medir e ajustar a largura dos dentes, garantindo proporções adequadas e harmonia estética. Essa régua garante que princípios estéticos (como a proporção áurea) sejam seguidos.

Figura 4: Curva incisal e régua em altura DSD.



A relação entre esses dois pontos auxilia na previsibilidade dos resultados, fazendo com que o planejamento tenha maior precisão e possa atender a expectativa do paciente, que espera um resultado muito semelhante ao que foi feito digitalmente. (ALHARKAN, H.; 2024)

Pontos de Sobreposição

Para definir os pontos que determinaram o desenho do sorriso planejado, realiza a medição de altura e largura dos dentes, tomando a proporção entre eles para determinar o tamanho ideal futuramente, que gira em torno de 70 a 90%. Nesse caso, a Proporção Áurea (1:1,618) pode ser aplicada. Então, se projeta o desenho do planejamento sobre a foto original e avalia a necessidade de revisitar os passos anteriores, além de iniciar o planejamento propriamente dito (DAWSON, P.; 2007)

Análise intraoral

Sem a imagem da face do paciente e dos lábios superiores e inferiores, conseguimos um foco na área intraoral com o posicionamento correto em relação à face (arco facial digital), ou seja, uma análise dentogengival completa a saber.

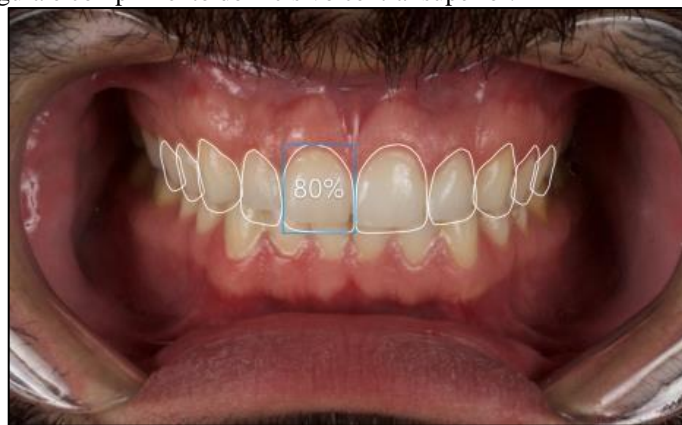
Um sorriso estético geralmente apresenta uma relação harmônica entre a forma da gengiva, cor do dente e uma proporção adequada entre lábio e gengiva. Por isso a relação dentogengival é de suma importância. Técnicas como gengivoplastia, gengivectomia, são importantes para reproduzir um sorriso com uma gengiva harmônica (HIGASHI, C.; 2006). Analisar o sorriso é tarefa bastante complexa, chamamos de sorriso agradável a exposição completa dos dentes centrais superiores (incisivos centrais, laterais e caninos) e de cerca de 1 mm de tecido gengival, e o sorriso gengival se caracteriza pela exposição de tecido gengival superior a 3 a 4 mm, o que é considerado esteticamente desagradável (SILVA, A., et al. 2016).

A posição e a forma da curva do sorriso dependem da análise dinâmica facial e dos lábios através de vídeos e fotos. Devemos avaliar o vídeo do depoimento onde devemos analisar a quantidade de exposição de incisivos centrais superiores. Ao utilizarmos a foto do sorriso do paciente uma curva da forma será desenhada representando a futura curvatura do plano oclusal. É importante que a fotografia esteja previamente ampliada e recortada na proporção correta nos slides para facilitar a sobreposição da fotografia sorrindo, com a fotografia utilizando o afastador labial (SILVA, A., et al. 2016).

Proporção altura e largura do incisivo central superior

A dominância e simetria, assim como a similaridade da forma e tamanho, refletem o sucesso estético do sorriso. Idealmente, os incisivos centrais superiores devem ter um comprimento cérvico-incisal levemente maior que os incisivos laterais e igual ao dos caninos. Também deve haver simetria entre os pares de dentes anteriores, ou seja, o incisivo central superior do lado direito deve ser do mesmo tamanho do incisivo central superior do lado esquerdo, e assim, respectivamente, para os incisivos laterais e caninos. A proporção entre largura e comprimento do incisivo central superior deve ser de aproximadamente 80%. Por exemplo, para um dente de 10 mm de comprimento, o seu diâmetro méso-distal ideal é de 8 mm (WEISSHEIMER, A., et al. 2007

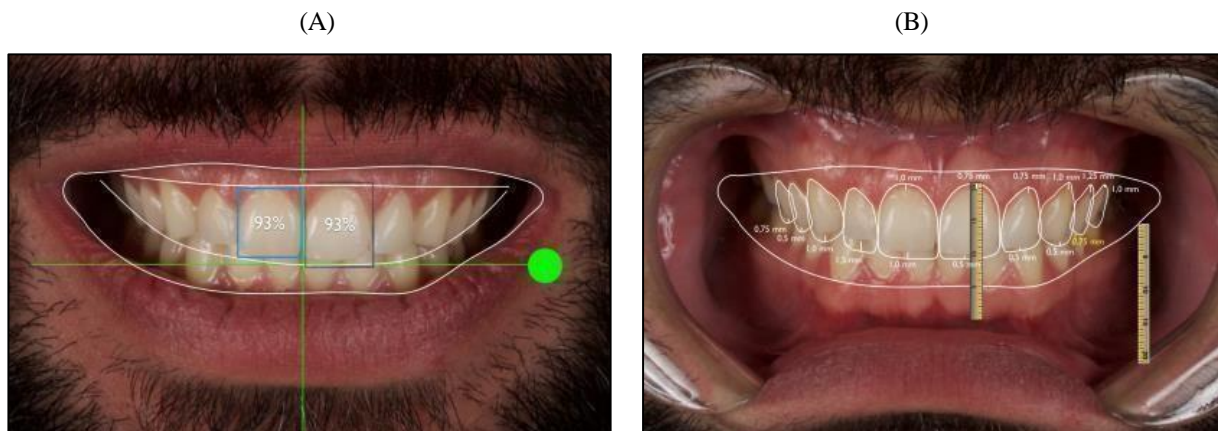
Figura 5: Passo 3: Contorno da linha do sorriso sobreposta corretamente com os lábios do paciente afastado indicando a proporção de 80% entre largura e comprimento do incisivo central superior.



No software, podemos utilizar tanto a régua de largura DSD, quanto uma moldura retangular comum (utilizando a ferramenta restringir proporção para aumentar ou diminuir o quadro sem alterar a proporção, e desativando essa ferramenta quando for determinar os limites do dente). Neste momento, vamos definir a proporção de altura e largura, permitindo uma análise da proporção atual

e uma comparação com a proporção ideal, sendo possível definir a nova forma dental de acordo com a proporção adequada (WEISSHEIMER, A., et al. 2007).

Figura 6: Proporção de altura e largura sob os incisivos centrais superiores (A); Proporção sob régua de DSD utilizando os pontos de sobreposição em desenho (B).



PASSO 4

Desenho dos dentes

Após definir a altura e largura dos incisivos centrais, é realizada a determinação da proporção dos demais dentes, baseada na régua de proporção áurea, que determina a proporção aparente dos incisivos laterais e caninos, baseando-se na dimensão méso-distal dos incisivos centrais. Para isso, posiciona-se a régua na linha média do sorriso, adaptando-a à largura dos incisivos centrais, sendo possível descobrir a relação em que será possível trabalhar para realizar o aumento do incisivo lateral e do canino. Essa análise proporciona a realização do desenho dos dentes, mantendo as relações ideais, baseadas na proporção áurea do sorriso. O desenho dos dentes pode ser realizado à mão livre ou baseando-se em templates prontos. Ao utilizar um template, é importante respeitar a anatomia e análise técnica do sorriso do paciente (WEISSHEIMER, A., et al. 2007).

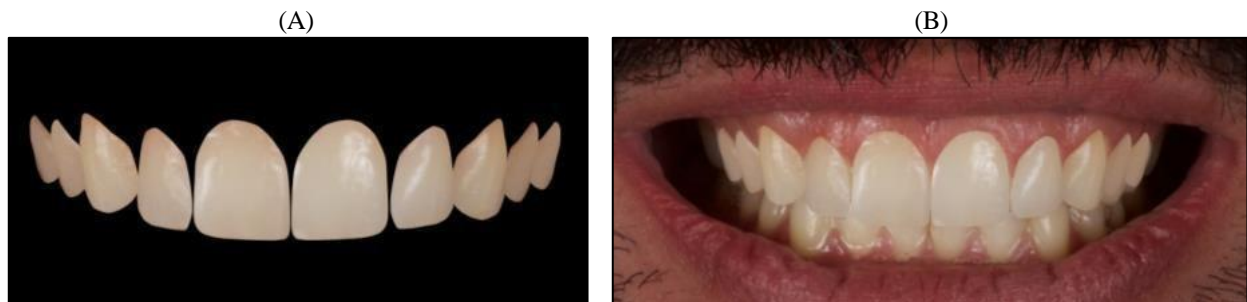
Figura 7: Régua em altura DSD.



Seleção dos dentes

Após a realização do desenho dos dentes de um quadrante, a imagem dos dentes é duplicada, invertida e encaixada no outro quadrante, seguindo a linha média do sorriso. Desse modo, é possível perceber, caso presente, falta de harmonia entre o lado direito e esquerdo do sorriso, podendo corrigi-la, até que se consiga um desenho harmonioso, mas não simétrico (ZAVANELLI, A., et al. 2019).

Figura 8: Passo 4: Desenho e preenchimento (pintura) dos dentes isolados no software (A) e encaixe do desenho na fotografia do sorriso (B)



3 CONCLUSÃO

O planejamento digital do sorriso envolve etapas detalhadas para projetar um sorriso harmonioso. Inicia-se com linhas de referência, sobreposição de fotos faciais e intraorais para alinhar estruturas, e uso de linhas de transferência para ajustar proporções dentais. As medições precisas são transferidas para modelos físicos, garantindo a precisão do enceramento diagnóstico e a estética final.

Este planejamento oferece inúmeros benefícios, como a personalização detalhada dos tratamentos, considerando características únicas dos pacientes. Com esse planejamento é possível definir o tamanho, forma e tonalidade ideais dos dentes, garantindo harmonia e simetria. Além disso, ele facilita o entendimento do paciente quanto ao tratamento, minimizando equívocos e resultando em melhorias estéticas e funcionais, aumentando a confiança e autoestima do paciente.

Para implementar o projeto na prática diária, os profissionais devem adquirir conhecimento aprofundado sobre o software e técnicas específicas. Investir em equipamentos de alta qualidade, criar um protocolo detalhado para capturar imagens dos pacientes, e desenvolver habilidades de comunicação eficazes são essenciais. Ademais, é importante colaborar estreitamente com o laboratório protético para garantir a precisão daquilo que foi proposto e obtido pelo planejamento. A partir disso, o planejamento faz a união da odontologia com a tecnologia e permite que cada sorriso se torne uma obra de arte única, refletindo a verdadeira essência e beleza de cada paciente.

REFERÊNCIAS

- CALIXTO LR, Enceramento diagnóstico: previsibilidade no tratamento estético indireto. Rev Dental Press Estét, v. 8, n. 3, p. 26-37, Jul-Set, 2011.
- CATTONI, F. et al. Uma Nova Técnica Total de Planejamento de Sorriso Digital (3D- DSP) para Fabricar Modelos CAD-CAM para Coroas e Folheados Estéticos. Int J Dent, Bethesda, v.16, p. 1-5, 2016.
- Coachman, Christian and Marcelo Calamita. “Digital Smile Design: A Tool for Treatment Planning and Communication in Esthetic Dentistry.” (2012).
- COACHMAN, C.; CALAMITA, M. A.; SESMA, A. Dynamic Documentation of the Smile and the 2D/3D Digital Smile Design Process. The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry, Batávia, v.37, n.2, p.183-193, 2017
- DAWSON, Peter E. Functional occlusion: From TMJ to smile design. Mosby, 2007. ALHARKAN, Hamad. Integrating digital smile design into restorative dentistry: A narrative review of the applications and benefits. The Saudi Dental Journal, v. 36, n.14 p. 561-567, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2023.12.014>. Acesso em: 2 ago. 2024. DOI: 10.1016/j.sdentj.2023.12.014.
- HIGASHI, C.; GOMES, J. C.; KINA, S.; ANDRADE, O. S.; HIRATA, R. Planejamento estético em dentes anteriores. Odontologia Estética, APCD, 2006.
- MEEREIS, C. T. W. et al. Digital Smile Design for Computer Assisted Esthetic Rehabilitation: Two-year Follow-up. Operative Dentistry, Seattle, v.41, n.1, p. 1-10, 2016
- MELO, Ana Karoline Vieira, VASCONCELOS, Marcelo Gadelha e VASCONSELOS, Rodrigo Gadelha. A importância do ensaio restaurador (mockup) e do planejamento digital por meio do digital smile design (dsd) na obtenção de procedimentos estéticos odontológicos previsíveis e harmoniosos: revisão de literatura. SALUSVITA, Bauru, v. 38, n. 3, p. 795-810, 2019.
- MORAES, Dálete Samylle Ferreira. Planejamento digital do sorriso: protocolo de tratamento clínico passo a passo aplicado a um relato de caso. 2016. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Odontologia) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, 2016.
- MORAES, D. S. F. Planejamento Digital do Sorriso: Protocolo de Tratamento Clínico Passo a Passo Aplicado a um Relato de Caso. Trabalho de conclusão de curso (Odontologia) - Universidade Estadual Paulista. Araçatuba, p. 42, 2016
- Neto, Diógenes Rodrigues & Campos, Débora & Freitas, Rejane & Batista, André Ulisses Dantas. (2020). Planejamento Digital do Sorriso. Revista Cubana de Estomatología. 57.
- ROSSI, NATALIA R.; SILVA, J. F. G.; RODRIGUES, M. R.; KUKULKA, E. C.;

GRANGEIRO, M. T. V; PAES, T. J. A. Aplicabilidade do digital smile design em reabilitações estéticas: revisão de literatura. *Journal of Dentistry & Public Health (inactive / archive only)*, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 139–147, 2020.

SANTOS, E. K. Aplicação Do Ensaio Restaurador (mockup) E Planejamento Digital Nos Tratamentos Odontológicos. Trabalho de conclusão de curso (Odontologia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 46. 2018.

SILVA, Adriana Fernandes da; LUND, Rafael G. Odontológica Restauradora - Do Planejamento à Execução . Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 978852772878.

SIMON H, MAGNE P. Clinically based diagnostic wax-up for optimal esthetics: the diagnostic mock-up. *J Calif Dent Assoc.* v. 36, n. 5, p. 355-62, 2008.

Weissheimer, Andre & Menezes, Luciane & de Lima, Eduardo & Mezomo, Maurício & Dias, Daniela. (2007). Critérios básicos e essenciais para a finalização do tratamento ortodôntico / Basic and essential aspects to the finishing of orthodontic treatment. *Revista Ortodontia Gaúcha.* 11. 37-44.

ZAVANELLI, Adriana Cristina; ALEXANDRE, Rodrigo Sversut de; BORDIGNON, Leonardo Sacchi; SILVA, Allan Oliveira da; SANTOS NETO, Otávio Marino; MAZARO, José Vitor Quinelli. Reconstrução estética anterior baseada no planejamento digital do sorriso. *Revista Odontológica de Araçatuba*, v. 40, n. 2, p. 09-14, 2019.

Zeba Jafri, Nafis Ahmad, Madhuri Sawai, Nishat Sultan, Ashu Bhardwaj. Digital Smile Design-An innovative tool in aesthetic dentistry, *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research.* Volume 10, Issue 2. 2020.

Odontologia Digital na Periodontia

 10.56238/livrosindi202479-005

Laisla Gaudêncio Chaim

Kelly Jian

Mariana Ortelan Borges

Isabel Proença Filietaz

André Reinaldim

Geisla Mary Silva Soares

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem transformado significativamente a prática da odontologia, impactando em várias das suas áreas. A periodontia, especialidade que se concentra no estudo e tratamento de condições e doenças associadas às estruturas de suporte e proteção dos dentes, como gengiva e osso alveolar, tem experimentado avanços com a introdução de ferramentas e técnicas digitais. Essas novas tecnologias aprimoram a precisão diagnóstica e a eficácia dos tratamentos, e também redefinem o padrão de cuidado periodontal, promovendo uma abordagem mais integral e personalizada.

A inclusão de tecnologias digitais na periodontia oferece uma gama de benefícios, que vão além dos métodos tradicionais. O periograma digital, por exemplo, substitui as técnicas manuais por registros eletrônicos detalhados e precisos, facilita a visualização do perfil clínico periodontal e favorece uma avaliação mais exata da saúde periodontal. Com o uso de sondas eletrônicas e softwares, os profissionais podem monitorar mudanças na saúde periodontal com uma precisão anteriormente inatingível, reduzindo a variabilidade entre examinadores e aumentando a confiabilidade dos diagnósticos e tratamentos (PEIKERT et al, 2023).

Além disso, os avanços em exames de imagem, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e as radiografias digitais, têm revolucionado a forma como os problemas periodontais são diagnosticados e tratados. Essas tecnologias oferecem imagens de alta resolução que permitem uma análise detalhada das estruturas ósseas e gengivais, proporcionando uma visão tridimensional e mais precisa das alterações periodontais (ABDINIAN, 2020). Essa capacidade de visualizar estruturas internas com clareza é crucial para um planejamento terapêutico eficaz e para a execução de intervenções mais precisas e menos invasivas (KOROSTOFF, 2016).

Atualmente, o planejamento digital também desempenha um papel fundamental na periodontia. A utilização de tecnologias como fotografias digitais, softwares de design e scanners intraorais permite a criação de planos de tratamento altamente personalizados. Ferramentas como o Design de Sorriso Digital (DSD) ajudam os profissionais a visualizar o resultado final antes do início do tratamento, melhorando a comunicação com os pacientes e facilitando a implementação de estratégias terapêuticas que atendem às necessidades individuais de cada paciente (COACHMAN, 2011).

Ao longo desse capítulo, exploraremos como essas inovações na odontologia digital estão moldando a prática da periodontia. Analisaremos o impacto do periograma digital, dos exames de imagem avançados e do planejamento digital, destacando suas vantagens, desafios e a forma pela qual estão contribuindo na clínica do periodontista e no cuidado do paciente periodontal.

2 PERIOGRAMA DIGITAL

O periograma é uma ferramenta fundamental na periodontia, utilizada para a avaliação da saúde periodontal, faz o registro detalhado de parâmetros clínicos como profundidade de sondagem, recessão gengival, mobilidade dentária, entre outros (MARTU et al, 2014). Tradicionalmente, este exame é realizado manualmente, utilizando sondas periodontais convencionais e registro em papel. Com o avanço da tecnologia, o periograma digital surgiu como uma solução eficiente, oferecendo diversas vantagens sobre os métodos tradicionais (PEIKERT et al, 2023).

O periograma digital é uma representação eletrônica dos parâmetros periodontais de um paciente, pode ser preenchido em planilhas e softwares, ou também utilizando sondas periodontais eletrônicas, que se conectam a softwares especializados para registro e análise de dados clínicos. Esses softwares geram relatórios detalhados, incluindo gráficos e tabelas, que facilitam a visualização dos parâmetros e, portanto, da condição periodontal do paciente ao longo do tempo (MARTU et al., 2014). Além disso, o periograma digital permite a integração com outros sistemas digitais de saúde, promovendo um gerenciamento mais eficaz dos dados do paciente.

Uma das principais vantagens do conjunto periograma e sonda periodontal digital é a precisão dos dados coletados, já que as sondas eletrônicas são capazes de realizar medições com precisão superior às sondas manuais. Além disso, a digitalização reduz a variabilidade entre examinadores, um problema comum em sondagens manuais, onde a força aplicada e a técnica podem variar de um profissional para outro (COACHMAN, 2021). Dessa maneira, a maior precisão nos registros permite um diagnóstico mais confiável e uma melhor avaliação dos resultados do tratamento. Essa metodologia também resulta em uma significativa economia de tempo, uma vez que enquanto os

métodos tradicionais exigem que o profissional registre manualmente cada medida, o sistema digital captura e armazena os dados automaticamente, permitindo que o procedimento seja concluído mais rapidamente (MARTU et al, 2014). Além disso, a capacidade de gerar relatórios instantâneos e a fácil acessibilidade aos dados históricos do paciente facilitam a análise longitudinal e a tomada de decisões clínicas baseadas em evidências (PEIKERT et al, 2023). Outra vantagem importante do uso de periograma digital é a possibilidade de integração com sistemas eletrônicos de saúde, como os prontuários eletrônicos (EHRs). Essa comunicação facilita uma avaliação interdisciplinar, e portanto, promove uma abordagem multidisciplinar ao tratamento do paciente (PATEL, 2020). Dessa forma, essa integração facilita o acompanhamento de tratamentos complexos e melhora a qualidade do cuidado prestado ao paciente.

Apesar das vantagens, o periograma digital também apresenta desafios, como, por exemplo, o custo. A implementação de sistemas de sondagem eletrônica e software especializado pode não ser viável, sobretudo em pequenas clínicas ou em regiões com recursos limitados (MARTU et al, 2014; Patel, 2020). Além disso, há custos contínuos associados à manutenção e atualização desses sistemas, que precisam ser considerados.

A transição para o periograma digital exige um período de adaptação, onde os profissionais precisam ser treinados para operar o novo equipamento e software de forma eficiente, o que pode demandar tempo e recursos adicionais (PEIKERT et al, 2023). A resistência à mudança entre os profissionais mais acostumados aos métodos tradicionais também pode dificultar a adoção rápida dessas tecnologias (COACHMAN, 2021).

O periograma digital representa uma evolução significativa na prática periodontal, oferece maior precisão, eficiência e melhor gestão dos dados clínicos. No entanto, os desafios precisam ser abordados, incluindo custos e a necessidade de treinamento adequado. No entanto, à medida que a tecnologia se torna mais acessível e os profissionais se adaptam ao seu uso, o periograma digital vai se definindo como um padrão na prática odontológica, com o objetivo de melhorar tanto o diagnóstico quanto o tratamento das doenças periodontais.

3 EXAMES DE IMAGEM

O estudo da ocorrência de doenças, acompanhamento, bem como o diagnóstico, prognóstico e planejamento terapêutico, estão intimamente associadas aos diversos exames de imagem disponíveis (WATANABE, 2019). Na odontologia, as radiografias e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), são amplamente utilizadas. A introdução de radiografias digitais possibilitou a eliminação do processamento por meio de compostos químicos, reduzindo o tempo necessário para

obtenção da imagem, além disso, permitiu obtenção de imagens com maior qualidade. Ademais, a TCFC é uma nova aplicação da tomografia computadorizada que fornece algumas vantagens em relação a convencional, como: menor custo e dose de radiação absorvida (TYNDALL, 2008).

As radiografias digitais e a tomografia computadorizada de feixe cônico são essenciais para diagnóstico e tratamento da doença periodontal (PEREIRA, 2024). Analogamente, a avaliação completa do periodonto envolve não só o exame clínico, mas também o exame imaginológico. Com a avaliação precisa do osso de suporte e do nível de inserção é possível definir um diagnóstico correto da saúde ou doença periodontal (KOROSTOFF, 2016).

As radiografias digitais oferecem informações valiosas na avaliação do estado atual do osso e nível de fixação, além da detecção de defeitos ósseos (resultante da doença periodontal), bem como de sua gravidade, elaboração do prognóstico e avaliação do resultado ao tratamento. Além disso, a radiografia digital detecta alterações ósseas alveolares precoces quando comparadas às radiografias convencionais. Entretanto, cabe destacar que, em exames radiográficos a perda óssea pode ser subestimada devido à representação bidimensional (2D) de estruturas tridimensionais (3D), além disso, a sobreposição de estruturas anatômicas também pode prejudicar a interpretação da imagem (ABDINIAN, 2020).

Uma alternativa ao uso de radiografias digitais na periodontia é a tomografia computadorizada de feixe cônico. Apesar de não ser amplamente utilizada para o diagnóstico de doenças periodontais seu uso fornece imagens de maior qualidade, devido a possibilidade de avaliar em três planos diferentes, sem sobreposição e distorções, dessa maneira, proporciona uma maior precisão diagnóstica e quantitativa em relação aos defeitos ósseos periodontais (ABDINIAN, 2020). Ademais, viabiliza uma boa mensuração da perda óssea alveolar, resultante da atividade da doença periodontal. Além disso, a avaliação morfológica do defeito é essencial para o planejamento de uma adequada intervenção terapêutica e prognóstico. Entretanto, o uso da TCFC apresenta algumas desvantagens em comparação com a radiografia digital intraoral, como: alto custo e alta exposição à radiação (HILMI, 2023).

Apesar disso, algumas pesquisas foram realizadas com o objetivo de determinar se o uso da TCFC fornece informações adicionais quando comparadas ao exame radiográfico, os resultados apontaram a equivalência dos exames na categorização do padrão de perda óssea (vertical/horizontal) e na medida da altura e largura do defeito ósseo, sendo estas medidas adequadamente por meio de radiografias periapicais digitais (KOROSTOFF, 2016). Entretanto, outros resultados apontam para informações adicionais fornecidas pela TCFC, como: dimensões vestibulo-palatinas e vestibulo-linguais dos defeitos, número de paredes ósseas presentes em cada nível de um defeito e a detecção

da presença de deiscências e/ou fenestrações. Concomitantemente, permite a avaliação do envolvimento de furca, demonstrando a presença de tais defeitos, e número de raízes envolvidas (KOROSTOFF, 2016).

Portanto, as técnicas radiográficas intraorais são os principais auxílios diagnósticos não invasivos para a detecção e avaliação de alterações internas em tecidos periodontais mineralizados, como o osso alveolar (CHAKRAPANI, 2013). Entretanto, devido a suas desvantagens e limitações, outras modalidades estão ganhando espaço na área da periodontia com a tomografia computadorizada de feixe cônico, a possibilidade de visualizar o periodonto tridimensionalmente garante melhora da interpretação de alterações estruturais e biofísicas (SIRISHA, 2013).

4 PLANEJAMENTO DIGITAL

O planejamento é de suma importância para o tratamento odontológico, proporcionando qualidade e personalização do tratamento e atendendo às necessidades específicas de cada paciente. Com o advento das tecnologias digitais, houve a criação de ferramentas para o planejamento digital, permitindo resultados previsíveis e seguros (SOUSA, 2019). Na área da Periodontia, o planejamento digital, usando fotografias, imagens 3D, softwares e scanners intraorais, auxilia na visualização e eficácia dos resultados, minimização dos erros, otimização dos recursos e atendimentos individualizados.

O sorriso é um dos elementos mais significativos na estética e na harmonização facial (De FREITAS, 2022). Os fatores que mais tem sido associados com a perda da harmonia do sorriso são a exposição gengival excessiva, alteração do contorno gengival, perda de papilas e exposições radiculares (REDDY, 2003). Para o tratamento estético, as fotografias são essenciais para documentar o sorriso do paciente, fornecendo referências visuais na progressão do tratamento, sendo, assim, uma importante ferramenta de comunicação e narrativa visual. No entanto, a utilização de unicamente fotografias para o propósito de avaliação da discrepância da arquitetura óssea e gengival não é o suficiente para diferenciar os biótipos periodontais, que influenciam no sucesso do tratamento estético reabilitador. Sendo necessário a associação à avaliação clínica do paciente por meio de técnicas como sondagem à transparência (ARAÚJO, 2018).

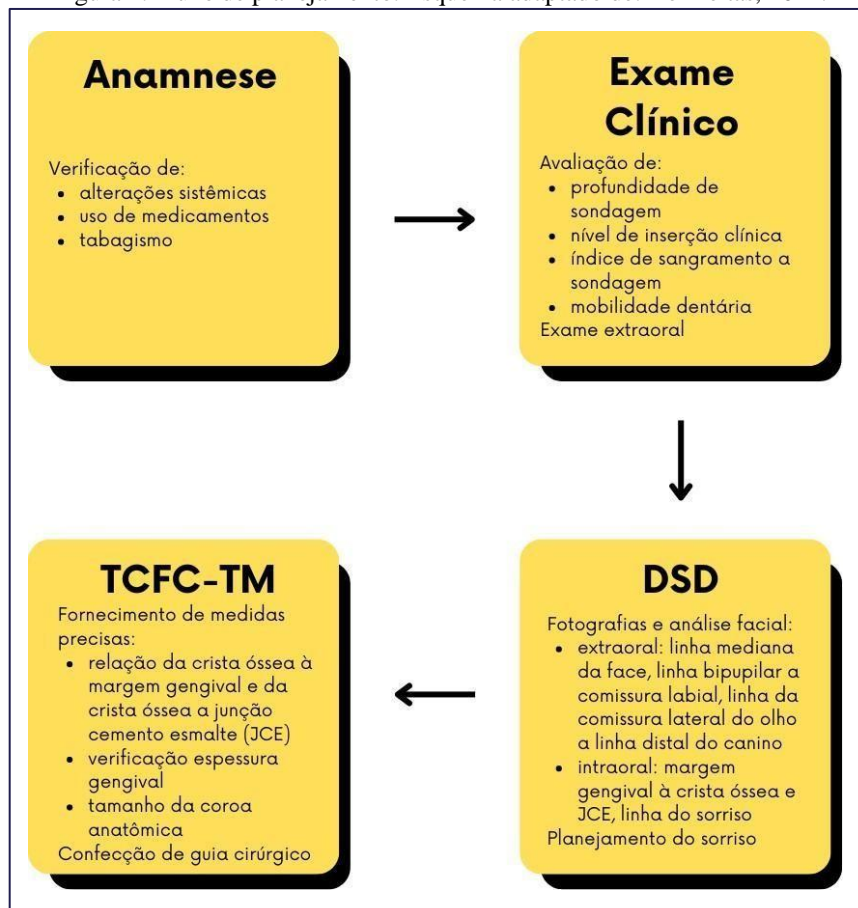
Além disso, o uso de software para análise facial, como o Design de Sorriso Digital (DSD), também está cada vez mais frequente (COACHMAN, 2011). No DSD, são utilizadas ferramentas digitais estáticas e dinâmicas para diagnósticos e incorporação de dados importantes no plano de tratamento (COACHMAN, 2011). Para o entendimento da relação dentofacial tridimensionalmente, são analisadas 6 fotografias (facial frontal, oclusal, 12 horas e perfil), podendo ser incorporadas

fotografias adicionais (SARAIVA, 2015). A obtenção dos dados através das fotografias e a utilização de ferramentas digitais, como softwares (PowerPoint, PhotoShop e Keynote) permite o traçado de linhas sobre a imagem, criando um sorriso guiado. E possibilitando assim, o estudo detalhado de fatores que passam despercebidos durante o exame clínico, na avaliação fotográfica ou nos modelos de estudo (COACHMAN, 2011). O DSD permite a comunicação interdisciplinar entre a equipe profissional, inclusive a laboratorial, e também a motivação do paciente pela visualização de modelos digitais (ZAVANELLI, 2019).

Outro recurso de planejamento digital, que tem sido utilizado na Periodontia é a tomografia computadorizada de feixe cônico com perfil de tecido mole (TCFC-TM). A TCFC é uma ferramenta que determina a relação entre os tecidos moles e duros, assim como a quantidade de tecido gengival que deve ser removido para a harmonização do sorriso e a saúde periodontal (CASSIANO, 2016). As medidas obtidas da TCFC-TM podem ser transmitidas para a confecção do guia cirúrgico periodontal, em substituição das medidas obtidas pela sondagem periodontal, por esta ter limitações como baixa precisão, desconforto e necessidade de anestesia local (DE FREITAS, 2022).

Em conclusão, o planejamento digital na Periodontia, integrando tecnologias como fotografias, imagens 3D, softwares e scanners intraorais é fundamental para alcançar resultados estéticos e funcionais de alta qualidade. Essas ferramentas contribuem para definição de diagnósticos mais precisos e para melhor direcionamento do plano de tratamento (BARBOSA, 2023).

Figura 1: Fluxo de planejamento. Esquema adaptado de: De Freitas, 2022.



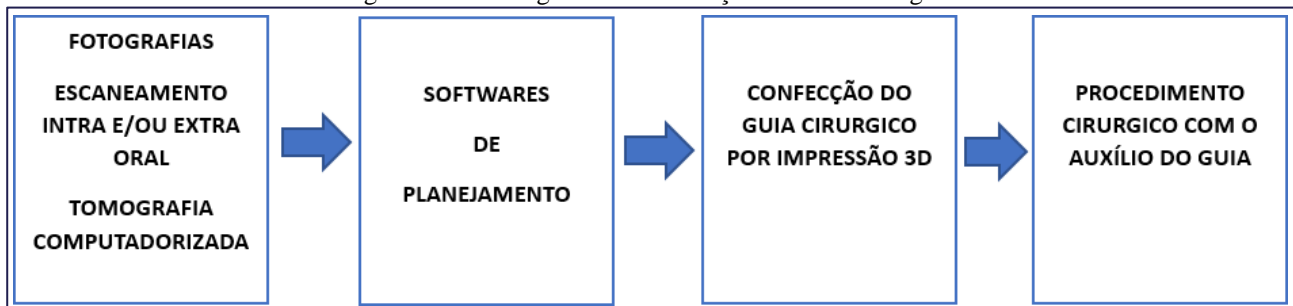
5 GUIA CIRÚRGICO

As necessidades de tratamentos multidisciplinares e com altos níveis de precisão tem intensificado ainda mais a transição do fluxo de trabalho tradicional para o digital (CASSIANO 2016). Nessa perspectiva, entre as inúmeras facilidades que os novos sistemas trazem estão os guias cirúrgicos, que dentro da periodontia podem ser utilizados com diversas finalidades. Sendo assim, se faz necessário compreender o processo de confecção dos guias cirúrgicos e quais suas principais funções.

Por meio de fotografias e scanners intra e extra oral o Digital Smile Design (DSD)-planejamento digital do sorriso- permite uma avaliação detalhada de cada caso e visualização de um mock up digital que proporciona melhor compreensão dos resultados, tanto pelo profissional quanto pelo paciente (ZAVANELLI, 2019). Além disso, o uso de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico com perfil de tecido mole (TCFC-TM), tem por objetivo determinar a distância entre tecido mole e duro, e permitir um diagnóstico mais preciso e um plano de tratamento mais eficaz, quando utilizado juntamente com o DSD (BARBOSA, 2023).

Dessa forma, Alberton e colaboradores afirmam que a odontologia digital pode ser dividida em dois processos: CAD e CAM (ALBERTON et al, 2019). CAD se trata da etapa de criação e análise computacional, ou seja, a fase planejamento descrita anteriormente, que permitirá a idealização de como deverá ser a estrutura do guia cirúrgico. Em seguida inicia-se a etapa CAM, que consiste na fase de produção, essa por sua vez, irá permitir a confecção do guia cirúrgico por meio de processos de fresagem e usinagem, realizados por impressora 3D (ALBERTON et al, 2019).

Figura 2: Fluxo Digital Para Confecção De Guia Cirúrgico



A aplicação da odontologia digital dentro da periodontia é vasta, o uso dos guias cirúrgicos para tratamentos estéticos de aumento de coroa clínica pode auxiliar na incisão dos tecidos moles, diminuindo possíveis erros, melhorando a visualização do nível ósseo e trazendo resultados estéticos mais satisfatórios (COACHMAN, 2016).

Quando utilizados durante cirurgias de implantes o guia cirúrgico traz inúmeros benefícios, permitindo uma instalação precisa, simplificada, segura e confiável, além de proporcionar menor tempo cirúrgico e minimizar o desconforto pós-operatório. Entretanto, o profissional deve ser qualificado para a prática e o paciente, por sua vez, deve ter abertura de boca e quantidade óssea suficiente (SANTOS, 2023).

Assim, com a chegada da era digital na odontologia os processos tendem a se tornar cada vez mais precisos e detalhistas. Portanto, espera-se que por meio de técnicas como o uso de guias cirúrgicos, as chances de intercorrências ou erros sejam cada vez menores e assim a tecnologia possa crescer ainda mais dentro da odontologia.

6 CONCLUSÃO

A integração de tecnologias digitais na odontologia está redefinindo a maneira como os profissionais abordam diagnósticos e tratamentos. Na periodontia, o periograma digital permite uma coleta de dados clínicos mais precisa e uma gestão eficiente dos registros dos pacientes, reduzindo a variabilidade entre examinadores e promovendo diagnósticos mais precisos (PEIKERT et al, 2023).

Exames de imagem avançados, como radiografias digitais e tomografia computadorizada de feixe cônico, oferecem diagnósticos detalhados e menos invasivos, melhorando a avaliação do estado periodontal e o planejamento terapêutico (PEREIRA, 2024). O planejamento digital, utilizando fotografias, imagens 3D e softwares especializados, proporciona uma abordagem personalizada e previsível nos tratamentos odontológicos, facilitando a comunicação interdisciplinar e aumentando a motivação do paciente ao permitir a visualização antecipada dos resultados do tratamento (SOUSA, 2019).

Apesar de tantos benefícios, a adoção dessas tecnologias enfrenta desafios, como os custos elevados e a necessidade de treinamento adequado. A implementação de sistemas digitais pode ser financeiramente desafiadora, especialmente para pequenas clínicas ou em regiões com recursos limitados. Além disso, a transição para os métodos digitais exige um período de adaptação e treinamento para os profissionais, o que pode demandar tempo e recursos adicionais (GUEDES et al, 2021). A resistência à mudança entre os profissionais acostumados aos métodos tradicionais, juntamente com a necessidade de atualização contínua das habilidades, também pode dificultar a adoção rápida dessas inovações (BRAGA, NETO, 2019).

Apesar desses desafios, os benefícios das tecnologias digitais em termos de precisão, eficiência e qualidade do atendimento são significativos. À medida que essas tecnologias se tornam mais acessíveis e os profissionais se adaptam ao seu uso, é provável que se tornem um padrão na prática odontológica, promovendo diagnósticos mais confiáveis e tratamentos mais eficazes. Em última análise, a odontologia digital tem o potencial de melhorar significativamente a prática para o profissional, agilizando processos, simplificando procedimentos e trazendo mais segurança. Já para os pacientes proporciona uma experiência de tratamento mais integrada, confortável e personalizada.

REFERÊNCIAS

- ABDINIAN, M. et al. Comparison of intraoral digital radiography and cone-beam computed tomography in the measurement of periodontal bone defects. *Dental and Medical Problems*, v. 57, n. 3, p. 269-273, 2020.
- ADURTY, C. et al. Accuracy of digital intraoral periapical radiography and cone-beam computed tomography in the measurement of intrabony defects: A comparative study. *Journal of Indian Society of Periodontology*, v. 25, n. 6, p. 491, 2021.
- ALBERTON, V. et al. Uso do guia cirúrgico duplo periodontal para aumento de coroa clínica – relato de caso. *Full Dent. Sci.*, v. 8, n. 31, p. 69-78, 2019. DOI: 10.24077/2019;1039-182191.
- ARAÚJO, L. N. M. de et al. Determinação do biótipo periodontal através da análise de fotografias intra-orais. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 47, n. 5, p. 282-290, 2018.
- BARBOSA, E. P. et al. Benefícios do planejamento digital para cirurgias periodontais estéticas: relato de caso. *Revista Odontológica de Araçatuba*, v. 44, n. 2, p. 60-66, 2023.
- BRAGA, V. S.; NETO, H. de A. A odontologia na era digital: desafios à formação do dentista em tempos líquidos. *Stomatos, Canoas*, v. 25, n. 48, p. 52-57, jan./jun. 2019.
- CASSIANO, L. S. et al. Soft tissue cone beam computed tomography (ST-CBCT) for the planning of esthetic crown lengthening procedures. *International Journal of Esthetic Dentistry*, v. 11, n. 4, p. 482-493, 2016.
- COACHMAN, C. *Digital Smile Design: A Clinical Guide to Predictable Esthetics*. Quintessence Publishing, 2021.
- COACHMAN, C. et al. Desenho digital do sorriso: do plano de tratamento à realidade clínica. In: PAOLUCCI, B. *Visagismo: a arte de personalizar o desenho do sorriso*. São Paulo: Vm Cultural, 2011. p. 147-162.
- COACHMAN, C. et al. Facially generated and cephalometric guided 3D digital design for complete mouth implant rehabilitation: A clinical report. *Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 117, n. 5, p. 577-586, 2017.
- DE FREITAS, R. H. et al. Aumento de coroa clínica estético utilizando o planejamento digital e guia cirúrgico duplo. *Revista Odontológica do Brasil Central*, v. 31, n. 90, p. 121-133, 2022.
- GUEDES, F. do C.; SOARES, L. M. B.; GUEDES, F. do C.; PEREIRA, R. da S.; MEDEIROS, M. L. B. B. Perspectivas da odontologia estética alinhada com a odontologia digital: uma revisão de literatura / Perspectives of aesthetic dentistry aligned with digital dentistry: a literature review. *Brazilian Journal of Health Review*, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1782–1790, 2021.
- HILMI, A. et al. Efficacy of imaging techniques for the diagnosis of apical periodontitis: A systematic review. *International Endodontic Journal*, v. 56, n. 3, p. 326-339, 2023.

KOROSTOFF, J. et al. Radiologic Assessment of the Periodontal Patient. *Dental Clinics of North America*, v. 60, p. 91-104, 2016.

MARTU, A. et al. Comparative study on the efficiency of periodontal probing with electronic periodontal probe versus conventional periodontal probe. *International Journal of Medical Dentistry*, v. 18, n. 4, p. 309-312, 2014.

PATEL, M. The impact of digital technology on periodontal treatment outcomes: a systematic review. *Journal of Periodontal Research*, v. 55, n. 3, p. 385-394, 2020.

PEIKERT, S. A. et al. Use of digital periodontal data to compare periodontal treatment outcomes in a practice-based research network (PBRN) – a proof of concept. *Research Square*, 2023.

PEREIRA, R. et al. Associated risks with periodontal x-rays or CBCT scans: Are there any? *Clinical Advances in Periodontics*, v. 14, n. 2, p. 121-126, 2024.

REDDY, M. S. Achieving gingival esthetics. *The Journal of the American Dental Association*, v. 134, n. 3, p. 295-304, 2003.

SANTOS, W. L. dos. *Cirurgia guiada em implantodontia: vantagens e limitações*. 2023. Monografia (Pós-graduação em Odontologia) - Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, Maranhão, 2023. p. 24.

SARAIVA, S. R. M.; EVANGELISTA, S. R.; ARAÚJO, M. W. A. Protocolo digital smile design (DSD) no planejamento de laminados cerâmicos. *Prosthes. Lab. Sci.*, v. 4, n. 16, p. 329-339, 2015.

SIRISHA, K. et al. Choice of diagnostic and therapeutic imaging in periodontics and implantology. *Journal of Indian Society of Periodontology*, v. 17, n. 6, p. 711, 2013.


SOUSA, J. N. L. de et al. Desenho digital do sorriso no planejamento interdisciplinar entre periodontia e prótese – relato de caso. *Prosthes Esthet Sci.*, v. 8, n. 30, p. 55-67, 2019.

TYNDALL, D. A. et al. Cone-beam CT diagnostic applications: Caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dental Clinics of North America*, v. 52, p. 825-841, 2008.

WATANABE, P. C. A. *Imaginologia e Radiologia Odontológica*. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788595150829.

ZAVANELLI, A. C. et al. Reconstrução estética anterior baseada no planejamento digital do sorriso. *Revista Odontológica de Araçatuba*, v. 40, n. 2, p. 09-14, 2019.

Artrocentese Guiada por Ultrassom

 10.56238/livrosindi202479-006

Daniel Bonotto

Ana Luiza Carias de Oliveira Corrêa

Júlia Fabris

Luiza Iazzo Magalhães

Luana Aparecida Jendik

Priscila Brenner Hilgenberg-Sydney

Aline Souza

1 INTRODUÇÃO

As disfunções temporomandibulares (DTMs) são um conjunto de condições que afetam os músculos da mastigação, a articulação temporomandibular (ATM) e estruturas associadas (DE LEEUW R, 2013). A prevalência de DTM na população geral varia entre 5-12%, sendo que é mais comum em mulheres entre 20 e 40 anos (LIU-FREDERICK, 2013). São categorizadas em dois tipos: miogênicas, que afetam os músculos da mastigação, e artrogênicas, que afetam as estruturas da ATM. Estas incluem patologias como desarranjos internos, artralgia, osteoartrite e osteoartrose, cujos principais sintomas são dor e ruídos na ATM durante os movimentos funcionais (AL-MORAISSEI EA, et al., 2020).

Os sinais e sintomas das DTMs são muitas vezes autolimitantes, ou seja, desaparecem sem a necessidade de tratamento. Quando é necessária uma intervenção, deve-se seguir uma abordagem terapêutica escalonada, começando por tratamentos mais conservadores e avançando para métodos minimamente invasivos e invasivos, conforme a necessidade de cada paciente (AHMED S, KHAN, et al., 2024).

Dentre as estratégias minimamente invasivas, destaca-se a artrocentese, que foi descrita pela primeira vez em 1991 e é considerada uma técnica simples, barata e altamente eficiente. O procedimento envolve a irrigação do compartimento superior ou inferior da ATM com o intuito de limpar o espaço articular, eliminar produtos inflamatórios no fluido sinovial, liberar aderências discais, reduzir a dor e aumentar a mobilidade da ATM. Existem diversas técnicas descritas, dentre as mais relevantes a por dupla punção (duas agulhas) e a por punção única (uma agulha) (ŞENTÜRK MF, et al., 2017). Ambas as técnicas apresentam igual eficácia na redução da dor articular e aumento da abertura bucal. Além disso, para guiar a inserção da cânula pode ser utilizada a técnica que segue

referências anatômicas (técnica cega) ou a técnica guiada por ultrassom (De Nordenflycht D, Tesch RS, 2022).

A artrocentese pode ser feita isoladamente ou em combinação com outros tratamentos como infiltrações de hialuronato de sódio, analgésicos, corticosteroides e plasma rico em plaquetas (CONTI PCR, 2022).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 INDICAÇÕES DA ARTROCENTESE

A artrocentese é uma das opções terapêuticas para os desarranjos internos da ATM, ou seja, deslocamentos de disco articular ou doenças degenerativas. Um dos critérios de indicação é o fracasso de terapias estritamente conservadoras como dispositivo interoclusal, fisioterapia, fármacos e mudanças comportamentais (GROSSMANN, 2012; LOPES, et al., 2017).

O procedimento, portanto, é uma das primeiras opções de tratamento mais invasivos para portadores de DTM que não obtiveram êxito com a terapia conservadora.

2.2 SUBSTÂNCIAS QUE PODEM SER USADOS NA INJEÇÃO INTRA-ARTICULAR

Para que seja possível a lavagem dos compartimentos da ATM, são utilizados diversos medicamentos como soro fisiológico, ringer com lactato, anti-inflamatórios esteroidais e não esteroidais, opióides e hialuronato de sódio.

Um estudo conduzido por Aktas et al (2010), avaliou a efetividade da artrocentese simples e com tenoxicam (anti-inflamatório não esteroidal) concluindo que ambos produziram aumento na abertura máxima e redução da dor articular (GROSSMANN, 2012). Ainda, quando se trata de medicamentos opióides, mais especificamente a morfina, um estudo feito por Brennan e Ilankovan (2006), no qual foram realizadas 405 artrocenteses em 298 pacientes durante o período de 10 anos, atestou que a técnica associada à morfina reduziu a dor em 90% dos pacientes (GROSSMANN, 2012).

Além disso, quando comparados no estudo de YEO et al (1999), o hialuronato de sódio e a dexametasona (anti-inflamatório esteroidal), aplicados em dois grupos distintos, de 10 pacientes em 5 aplicações uma vez por semana, e 12 pacientes em sessão única, respectivamente, foi constatado a ausência de diferenças entre todas as medições nos grupos (GROSSMANN, 2012). Ainda, considerando a efetividade do hialuronato de sódio, um estudo conduzido por Alpaslan et al (2001) demonstrou a superioridade do procedimento associado com a injeção de substância viscoelástica quando comparada ao procedimento isolado (GROSSMAN, 2012).

Por fim, no estudo de Chandrashekhar et al (2015) concluiu-se que o volume de lavagem ideal de perfusão para artrocentese e remoção de bradicinina, interleucina-6 e proteína da ATM é entre 300 e 400 ml.

Figura 1 - Artrocentese do compartimento inferior da ATM com a técnica da agulha concêntrica.



2.3 COMPLICAÇÕES POSSÍVEIS ASSOCIADAS À ARTROCENTESE

A artrocentese demonstra ser um procedimento altamente seguro, visto que a incidência de complicações graves associadas é mínima, e a maioria das complicações são transitórias e de fácil resolução (NORDENFLYCHT, TESCH 2022; ŞENTURK, et al., 2018). Essas adversidades, geralmente, são atribuídas ao efeito de drogas anestésicas e/ou extravasamento de fluidos para os tecidos moles adjacentes (NORDENFLYCHT, TESCH 2022).

Entre as complicações temporárias frequentemente citadas, destacam-se: paralisia facial transitória, hematoma próximo ao local da punção, sangramento, quebra da agulha dentro da articulação, introdução mal sucedida da agulha, vazamento do líquido de lavagem para o espaço extra-articular, inflamação aguda da articulação, edema pré-auricular, dor, restrição de abertura bucal, instabilidade oclusal transitória com aumento de DVO, vertigem e síncope. A maioria dessas complicações é resolvida em questão de horas ou dias (NORDENFLYCHT, TESCH 2022; ŞENTURK, et al., 2018; VAIRA, et al., 2017, YAVUZ, 2018).

Um estudo conduzido por Vaira e colaboradores (2017) documentou a frequência de complicações em 315 pacientes submetidos à artrocentese. O inchaço temporário dos tecidos periarticulares foi a complicação mais comum (95,1%), seguido pelo inchaço do conduto auditivo externo (23,5%), mordida aberta temporária ipsilateral (68,8%), paresia frontal e orbicular do olho (65,1%), hematoma pré-auricular (0,4%) e vertigem (0,2%). Esses achados corroboram os resultados encontrados nos estudos mencionados anteriormente.

Embora rara, a violação de estruturas adjacentes à ATM pode levar a complicações graves que demandam hospitalização imediata para monitoramento do paciente e aplicação de terapia adequada (ŞENTURK, et al., 2018), ressaltando a necessidade crucial de um profissional qualificado para a execução da técnica.

No contexto de complicações intermediárias e graves, são citadas: lesão da artéria temporal superficial, desenvolvimento de fístula arteriovenosa, perfuração intracraniana, bradicardia grave, danos à superfície articular e problemas otológicos (ŞENTURK, et al., 2018; VAIRA)

É de grande relevância considerar que complicações otológicas podem ocorrer em decorrência da proximidade anatômica entre ouvido médio, parede cartilaginosa do canal auditivo e a ATM. Entre essas complicações, destacam-se: perfuração do conduto auditivo externo, coágulos sanguíneos no conduto auditivo externo, lesões na membrana timpânica, perda auditiva parcial, sensação de ouvido bloqueado e tontura (ŞENTURK, et al., 2018; VAIRA).

2.4 ULTRASSONOGRAFIAS E A ATM

O ultrassom é um exame de imagem baseado na propagação e reflexão de ondas sonoras de alta frequência, de 2 MHz a 20 MHz. (Kocasarac HD, Angelopoulos, C.2018). É uma ferramenta útil no que se refere ao reconhecimento das estruturas que compõem a articulação temporomandibular (ATM), além de ser uma ferramenta auxiliar em procedimentos invasivos, como para guiar punções articulares. Além disso, a ultrassonografia é um exame de baixo custo, não invasivo e rápido e que permite a observação em tempo real (DE NORDENFLYCHT, D.; TESCH, R. D. S. 2022).

A partir de imagens ultrassonográficas, é possível diagnosticar algumas desordens nas ATMs e tecidos adjacentes como alterações degenerativas e luxações de disco em estágios iniciais da doença. No entanto, ainda é um método diagnóstico de eficácia não confirmada, quando comparada com ressonância magnética. (KLATKIEWICZ, T. et al., 2018).

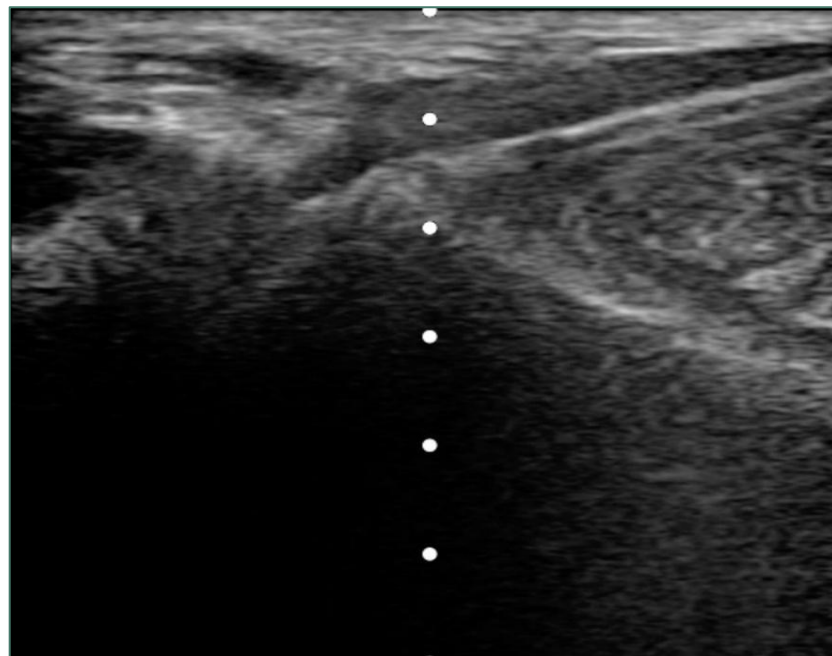
Para o ultrassom ser prático durante as avaliações clínicas de rotina, é necessária a adoção de um método de protocolo padronizado baseado em imagens de referência com o intuito de colaborar e melhorar a aplicabilidade clínica desse exame (Kundu, Basavaraj, Kote, Singla, & Singh, 2013).

Com um protocolo padronizado, o ultrassom pode representar uma alternativa rápida e econômica à ressonância magnética como ferramenta de imagem no local de atendimento em clínicas de DTM (THIRUNAVUKARASU, A. J. et al., 2021)

Figura 2 - Imagem ultrassonográfica da ATM.



Figura 3 - Imagem de procedimento de artrocentese guiada por ultrassom. Observar agulha tocando o polo lateral do côndilo.



2.5 ARTROCENTESE GUIADA POR ULTRASSOM: TÉCNICAS

A artrocentese requer técnica apurada para alcançar o espaço articular sem danificar estruturas adjacentes (HU et al., 2020; DE NORDENFLYCHT; TESCH, 2022). A confirmação da posição correta da agulha pode ser ambígua na prática clínica. Pela dificuldade do acesso, principalmente ao compartimento inferior, a técnica guiada por ultrassonografia (US) durante o procedimento pode ser

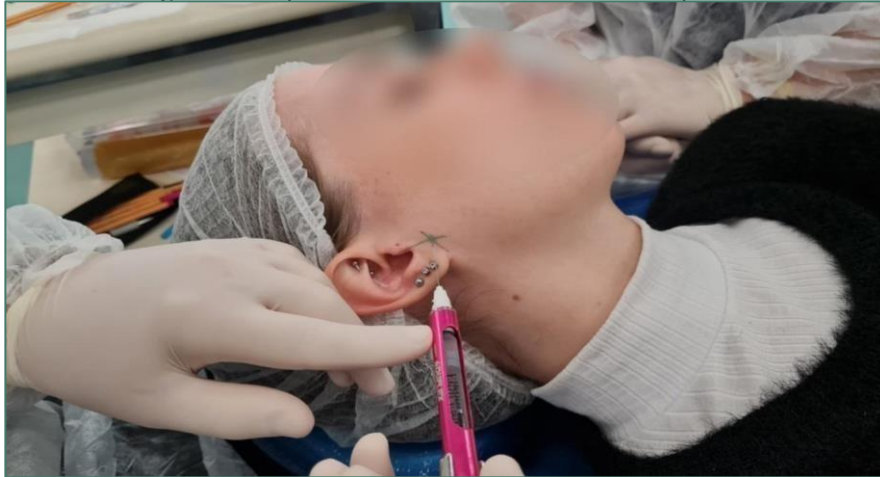
realizada com o objetivo de melhorar a precisão e reduzir possíveis danos, guiando as punções tanto durante artrocentese como na realização de injeções intra-articulares (DE NORDENFLYCHT; TESCH, 2022; Caderno SBDOF”). O uso da US como guia permite a distinção das estruturas internas visualizadas na ATM permitindo a verificação e correção da localização, posicionamento, angulação e profundidade da agulha (HU et al., 2020; FILHO, et al., 2019).

Para utilização do US nas técnicas de artrocentese, a ponteira do aparelho é colocada na área da ATM, perpendicular ao arco zigomático e paralelo ao ramo mandibular, inclinando até obter a melhor visualização do espaço articular. No exame em tempo real, observam-se as superfícies condilares e da fossa glenoide aparecerem na imagem como linhas hiperecóticas (mais claras), enquanto o disco articular é identificado como uma linha fina (FILHO, et al., 2019).

2.6 DESCRIÇÃO DA TÉCNICA

Realizada antisepsia com ênfase na região pré-auricular e orelha e em seguida, os campos estéreis são posicionados permitindo a visualização da orelha, parte do canto lateral da órbita e da região mandibular. O bloqueio do nervo auriculotemporal é realizado com um tubete de anestésico sem vasoconstritor (cloridrato de lidocaína 2% sem vasoconstritor) e dos nervos temporal profundo posterior e massetérico com um a dois tubetes do mesmo anestésico (DONLON, WC). O próximo passo é a marcação dos pontos de referência para inserção da(s) agulha(s). Independente da técnica, o primeiro ponto (P1) encontra-se 10 mm do tragus e 2mm abaixo da linha cantotragal e o segundo ponto dependerá da técnica selecionada. Com as marcações feitas, um abridor de boca é colocado sobre as arcadas dentais do lado onde o procedimento será realizado possibilitando o deslocamento da cabeça da mandíbula para baixo e para frente (Caderno SBDOF”, [s.d.]). A seguir serão descritas as principais técnicas realizadas sendo que estas também podem ser feitas guiadas pela ultrassonografia:

Figura 4- Bloqueio anestésico do nervo auriculotemporal.



3 ARTROCENTESE NO COMPARTIMENTO SUPERIOR

3.1 ARTROCENTESE DE PUNÇÃO DUPLA

É a técnica convencional descrita por Nitzan et al. na qual duas cânulas são introduzidas em dois locais de punção separados no compartimento superior da ATM. Dois pontos de referência são utilizados, o mais posterior que corresponde ao P1 e o ponto de entrada anterior (P2) que se encontra 10mm anterior ao P1 e 2mm abaixo da linha cantotragal (ŞENTÜRK; YAZICI; GÜLŞEN, 2017). Com a boca aberta, uma agulha é inserida no P1 (ponto mais posterior) em direção à frente e para dentro, a uma profundidade de 20 mm além do ponto em que a agulha entrou em contato com a parede posterior da eminência articular. Em seguida uma seringa de 5 ml é conectada para administrar a solução de eleição com uma leve pressão distendendo o espaço articular (Caderno SBDOF”, [s.d.]). Uma segunda agulha é então inserida em P2 e aproximadamente 300 ml de solução são injetados no espaço articular superior (ŞENTÜRK; YAZICI; GÜLŞEN, 2017). A outra agulha foi utilizada para drenar o líquido, que constitui a lavagem da cavidade articular. Variações e modificações da técnica têm sido realizadas e descritas. A artrocentese de punção dupla guiada por ultrassonografia está entre elas, esta é semelhante à artroscopia, neste procedimento o espaço articular pode ser visualizado e examinado durante a artrocentese (ŞENTÜRK; YAZICI; GÜLŞEN, 2017).

3.2 ARTROCENTESE DE PUNÇÃO ÚNICA DO COMPARTIMENTO SUPERIOR

A técnica de punção única é um procedimento rápido, seguro, de fácil execução, minimamente invasivo, requer apenas uma punção no compartimento superior e é dividida em tipo 1, em que o fluxo de entrada e saída são da mesma porta, também conhecido como técnica da agulha única e tipo 2, em que um único sistema de cânula contém diferentes portas para entrada e saída de fluido (HU et al., 2020; ŞENTÜRK; YAZICI; GÜLŞEN, 2017).

Tipo 1 (técnica da agulha única): a principal característica é que a entrada e a saída passam pela mesma cânula e lúmen da agulha utilizada. Esta técnica oferece acesso seguro, de fácil execução, que tem capacidade de obter maior pressão no espaço superior da ATM, redução de trauma e menor desconforto pós-operatório, mantendo eficácia comparável à técnica tradicional. Também é útil em casos de articulações hipomóveis com fortes aderências ou articulações com alterações degenerativas que dificultem a inserção da segunda agulha (ŞENTÜRK; YAZICI; GÜLŞEN, 2017). A inserção da agulha ocorre 10 mm anterior e 2 mm inferior à linha cantotragal, seguida pela injeção sob pressão do fluido sinovial enquanto o paciente mantém a boca aberta, visando expandir a fossa mandibular (Caderno SBDOF”, [s.d.]). Após a injeção, o paciente é instruído a fechar a boca, permitindo a remoção do fluido sinovial com a mesma agulha. Este processo de bombeamento e aspiração é repetido por até 10 vezes, totalizando cerca de 40 ml de volume injetado, o que é crucial para romper aderências responsáveis pela limitação do movimento translatório da mandíbula, frequentemente associadas à fixação do disco à fossa mandibular e/ou ao tubérculo articular (GROSSMANN, 2012).

Tipo 2 (cânula de dupla agulha): a entrada e a saída também passam pelo mesmo sistema de cânula, mas emprega um dispositivo com dois tubos, um de irrigação e outro de aspiração (ŞENTÜRK; YAZICI; GÜLŞEN, 2017; GROSSMANN, 2012). Uma variedade de cânulas, como a cânula fabricada em forma de Y, Cânula de Shepard, cânula concêntrica, cateter intravenoso, e cânula de agulha dupla podem ser usadas no procedimento (ŞENTÜRK; YAZICI; GÜLŞEN, 2017). Esta técnica também pode ser realizada com auxílio da US, utilizando a cânula em forma de Y por exemplo, após a anestesia, a sonda do ultrassom é colocada na articulação, a frente da orelha, paralela ao ramo mandibular e perpendicular ao arco zigomático. É possível observar o avanço da cânula no espaço articular pela US e a agulha é observada como uma sombra hipertrófica. Além disso, visualiza-se o espaço articular superior e a superfície laterossuperior do côndilo. O espaço articular superior é então irrigado sendo possível observar a saída da solução. (SIVRI et al., 2016)

4 ARTROCENTESE DO COMPARTIMENTO INFERIOR

A maioria das descrições de procedimentos minimamente invasivos na ATM baseia-se na lavagem do espaço articular superior tanto nas técnicas guiadas por US quanto nas técnicas cegas. No entanto, algumas evidências demonstraram que a injeção intra-articular direcionada para o espaço inferior ou ambos os espaços da ATM têm um efeito melhor do que quando realizado apenas para o espaço superior. No entanto, o acesso ao compartimento articular inferior é mais complexo devido ao seu espaço estreito e por isso a técnica guiada por US se torna uma opção (DE NORDENFLYCHT; TESCH, 2022). O compartimento inferior da articulação temporomandibular está localizado 5 mm

anterior e 7 mm inferior ao ponto P1, que é perpendicular à linha cantotragal. Durante o procedimento, com o paciente com a boca aberta de forma estável, uma agulha é inserida nesse ponto, inclinada a 45 graus na direção caudal-cranial, até encontrar uma leve resistência na superfície lateral do côndilo mandibular. A posição da ponta da agulha na entrada do compartimento inferior é confirmada utilizando imagens de ultrassom em tempo real e verificando a pressão negativa no êmbolo, garantindo que não houve entrada de sangue ou líquido na seringa. Em seguida, a agulha é movida posteriormente ao longo da face lateral do côndilo mandibular até penetrar medialmente próximo à superfície posterior do côndilo, permitindo o acesso ao compartimento inferior para realização da lavagem necessária (JANUZZI et al., 2022).

4.1 VANTAGENS DA TÉCNICA GUIADA POR ULTRASSOM

Este método minimiza o trauma na articulação ao melhorar a precisão e eficiência do procedimento pela possibilidade da utilização de imagens em tempo real (DE NORDENFLYCHT; TESCH, 2022). Pela complexa anatomia da articulação, o acesso guiado auxilia na documentação e verificação de injeções ou procedimentos intra-articulares e auxilia na redução de complicações, como lesão articular, dano a estruturas neurovasculares ou penetração de agulha na fossa craniana média. A observação das estruturas depende da capacidade do operador. Diferente de outros métodos nos quais os elementos permanecem fixados, neste é possível visualizar todos os elementos e a área de interesse pode ser observada em tempo real (FILHO, et al., 2019).

5 CONCLUSÃO

Técnicas minimamente invasivas aplicadas em pacientes com Disfunções Temporomandibulares, quando fundamentadas adequadamente e respeitando a escada terapêutica, possuem excelentes resultados. A artrocentese demonstra ser uma prática segura e efetiva. Sua execução de forma guiada por ultrassom apresenta diversos benefícios. Todavia, é evidente que recursos tecnológicos não dispensam a prática clínica baseada em evidência e a habilidade do operador.

REFERÊNCIAS

- Ahmed S, Khan M, Ahmed J, Saleem S, Shareef H. Stabilisation Splint *versus* Other Conservative Therapies for the Treatment of TMD: A Systematic Review. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2024 Jul;34(7):822-827. doi: 10.29271/jcpsp.2024.07.822. PMID: 38978248.
- AKTAS, I; YALCIN, S; SENCER, S. Prognostic indicators of the outcome of arthrocentesis with and without sodium hyaluronate injection for the treatment of disc displacement without reduction: a magnetic resonance imaging study. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2010; 39(11):1080-5.
- Al-Moraissi EA, Wolford LM, Ellis E 3rd, Neff A. The hierarchy of diferente treatments for arthrogenous temporomandibular disorders: A network meta-analysis of randomized clinical trials. *J CraniomaxillofacSurg*. 2020;48(1):9–23. doi:10.1016/j.jcms.2019.10.004
- ALPASLAN, G; ALPASLAN, C. Efficacy of temporomandibular joint arthrocentesis with and without injection of sodium hyaluronate in treatment of internal derangements. *J. Oral Maxillofac. Surg*. 2001; 59(6):613-9.
- Bas B, Yılmaz N, Gökce E, Akan H. Diagnostic value of ultrasonography in temporomandibular disorders. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011;69(5):1304–1310. doi:10.1016/j.joms.2010.07.012
- BRENNAN, P; ILANKOVAN, V. Arthrocentesis versus nonsurgical methods in the treatment of temporomandibular disc displacement without reduction. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod*. 2009; 108(1):3-8.
- Caderno SBDOF. Disponível em: <<https://jornal.sbdof.com.br/caderno-14-artrocentese-da-articulacao-temporomandibular.html>>. Acesso em: 25 jul. 2024.
- Cha YH, O J, Park JK, Yang HM, Kim SH. Ultrasound-guided versus blind temporomandibular joint injections: A pilot cadaveric evaluation. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2019;48(4):540–545. doi:10.1016/j.ijom.2018.09.002
- CHANDRASHEKHAR, V; KENCHAPPA, U; CHINNANNAVAR, S; SINGH, S. Arthrocentesis a minimally invasive method for TMJ disc disorders – A Prospective study. *J. Clin. Diagn. Res. Oct*, 2015; 9(10):59-62.
- CONTI, PCR. Disfunções temporomandibulares e dores orofaciais: aplicação clínica das evidências científicas. Maringá, PR dental press, 2022.
- De Leeuw R, Klasser GD, eds. *Orofacial Pain: Guidelines for Assessment, Diagnosis, and Management*. 5th ed. Chicago, IL: Quintessence Publishing; 2013:129–130.
- DE NORDENFLYCHT, D.; TESCH, R. D. S. Advantages of ultrasound guidance for TMJ arthrocentesis and intra-articular injection: A narrative review. *Dental and Medical Problems*, v. 59, n. 4, p. 647–656, 2022
- FILHO, Durval Carrer; DE ALENCAR, Lucas Marques; DINIZ, Mona Lisa de Fátima Silva; MONTEIRO, Nadir José da Silva. Utilização da ultrassonografia como ferramenta auxiliar às técnicas minimamente invasivas no tratamento das disfunções temporomandibulares. Monografia

(especialização Latu Sensu em Disfunção Temporomandibular) - Faculdade de Sete Lagoas. Belo Horizonte, p. 27. 2019.

GROSSMANN, Eduardo. Técnicas de artrocentese aplicadas às disfunções artrogênicas da articulação temporomandibular. *Revista Dor*, v. 13, n. 4, p. 374–381, dez. 2012.

HU, Yingshun; ZHANG, Xiao; LIU, Siyan; Xu, FENG. Ultrasound-guided vs conventional arthrocentesis for management of temporomandibular joint disorders: A systematic review and meta-analysis. *CRANIO®*, v. 41, n. 3, p. 264-273, out. 2020.

JANUZZI, Eduardo; CUNHA, Thays CrosaraAbrahão; SILVA, Graziella; SOUZA, Beatriz Dulcinéia Mendes Souza; DUARTE, Adriana Soares Bicalho; ZANINI, Marcella Rezende Serpa; ANDRADE, Adriana Maria; PEDROSA, Alexsander Ribeiro; CUSTÓDIO, Antônio Luís Neto; CASTRO, Maurício Augusto Aquino. Viscosupplementation in the upper and lower compartments of the temporomandibular joint checked by ultrasonography in an ex vivo and in vivo study. v. 12, n. 1, 26 out. 2022.

Katzberg RW. Is ultrasonography of the temporomandibular joint ready for prime time? Is there a “window” of opportunity? *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(6):1310–1314. doi:10.1016/j.joms.2012.02.034

KLATKIEWICZ, Tomasz et al. Ultrasonography in the Diagnosis of Temporomandibular Disorders: A Meta-Analysis. *Medical Science Monitor*, v. 25, p. 2532-2539, 2018.

Kocasarac HD, Angelopoulos C. Ultrasound in dentistry: Toward a future of radiation-free imaging. *Dent Clin North Am*. 2018;62(3):481–489. doi:10.1016/j.cden.2018.03.007

Kundu, H., Basavaraj, P., Kote, S., Singla, A., & Singh, S. (2013). Assessment of TMJ disorders using ultrasonography as a diagnostic tool: A review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 7(12), 3116–3120. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2013/6678.3874>

Levorova J, Machon V, Hirjak D, Foltan R. Ultrasound-guided injection into the lower joint space of the temporomandibular joint. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015;44(4):491–492. doi:10.1016/j.ijom.2014.12.013

Liu F, Steinkeler A. Epidemiology, diagnosis, and treatment of temporomandibular disorders. *Dent Clin North Am*. 2013 Jul;57(3):465-79. doi: 10.1016/j.cden.2013.04.006. PMID: 23809304.

LOPES, T; JÚNIOR, M; BARTHOLO, P; MEIRELLES, M; RESENDE, R. Artrocentese: Por que e quando indicar? - Relato de caso clínico. *Rev. cir. traumatol. buco-maxilo-fac*. 2017.

LOPES, T; JÚNIOR, M; BARTHOLO, P; MEIRELLES, M; RESENDE, R. Artrocentese: Por que e quando indicar? – Relato de caso clínico. *Rev. Cir. Traumatol. Buco-maxilo-fac*. 2017.

MANFREDINI, D.; GUARDA-NARDINI, L. Ultrasonography of the temporomandibular joint: A literature review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 38, n. 12, p. 1229-1236, 2009.

NITZAN, DW; DOLWICK, MF; MARTINEZ, GA. Têmpero-mandibular joint arthrocentesis: A simplified treatment for severe, limited mouth opening. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1991; 49: 1163 - 1167.

RESNICK, C. M. et al. Is intra-articular steroid injection to the temporomandibular joint for juvenile idiopathic arthritis more effective and efficient when performed with image guidance? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 75, n. 4, p. 694-700, 2017.

Şentürk MF, Yıldırım D, Bilgir E. Evaluation of ultrasonography guidance for single-puncture temporomandibular joint arthrocentesis: A randomized clinical study. *Cranio*. 2019;37(3):181–187. doi:10.1080/08869634.2017.1407095

SENTÜRK, Mehmet Fatih; YAZICI, Tayfun; GÜLŞEN, Uğur. Techniques and modifications for TMJ arthrocentesis: A literature review. *The Journal of Craniomandibular & Sleep Practice*, Jun, v.36, p. 332-340, 2017.

SIVRI, M. B. et al. Comparison of ultrasound-guided and conventional arthrocentesis of the temporomandibular joint. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 54, n. 6, p. 677-681, 2016.

THIRUNAVUKARASU, Arun J. et al. Temporomandibular joint anatomy: Ultrasonographic appearances and sexual dimorphism. *Journal of Anatomy*, Cambridge, v. 25, n. 4, p. 12-18, 2022.

TOZOGLU, S. et al. Outcome of otologic symptoms after temporomandibular joint arthrocentesis. *The Journal of Craniofacial Surgery*, v. 26, n. 4, p. e344-e347, 2015.

VAIRA, Luigi Angelo et al. Complications and post-operative sequelae of temporomandibular joint arthrocentesis. *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, v. 36, n. 4, p. 264-267, 2018. DOI: 10.1080/08869634.2017.1341138.

VASCONCELOS, B; BESSA-NOGUEIRA, R; ROCHA, N. Artrocentese da articulação temporomandibular: avaliação de resultados e revisão de literatura. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2006.

YAVUZ, Günay Yapıcı; KESKINRUZGAR, Aydin. Evaluation of complications of arthrocentesis in the management of temporomandibular joint disorders. *Galore International Journal of Health Sciences and Research*, v. 3, n. 2, p. 15-21, abr./jun. 2018.

YEO, H; KWON, B; KIM, J. An effect of hyaluronic acid on the temporomandibular joint arthrocentesis. *J. Korean Assoc. Maxillofac. Plast. Reconstr. Surg.* 1999; 21(4):388-94.

Planejamento Virtual na Cirurgia Ortognática

10.56238/livrosindi202479-007

Ana Carolina Rodrigues Minucci

Giovane Vieira

Julia Rahal de Camargo

Laura Meindl Portz

Lucas Alves Bonnet

Lucas Santos Pinto

Paola Corso

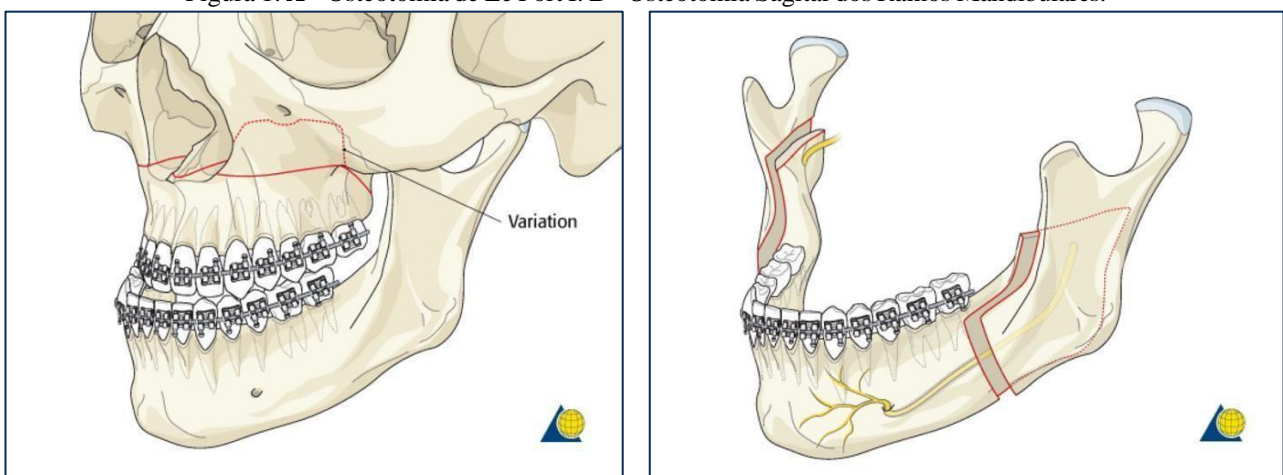
Aline Monise Sebastiani

1 INTRODUÇÃO

As deformidades dentofaciais compreendem alterações de crescimento e desenvolvimento da maxila e/ou mandíbula, podendo envolver outros ossos da face, que levam a alterações da oclusão dentária associada a alterações estéticas da face. A correção dessas alterações pode ser corrigida de forma exclusivamente ortodôntica ou ortocirúrgica, esta última associando à cirurgia ortognática.

Essa cirurgia envolve a realização de osteotomias para promover a fratura e o reposicionamento da maxila e/ou da mandíbula. A osteotomia mais utilizada para o reposicionamento da maxila é a Osteotomia do tipo Le Fort I (figura 1- A). A osteotomia mais utilizada para o reposicionamento da mandíbula, pela sua segurança e versatilidade, consiste na Osteotomia Sagital dos Ramos Mandibulares e suas variações (figura 1- B).

Figura 1: **A** - Osteotomia de Le Fort I. **B** - Osteotomia Sagital dos Ramos Mandibulares.

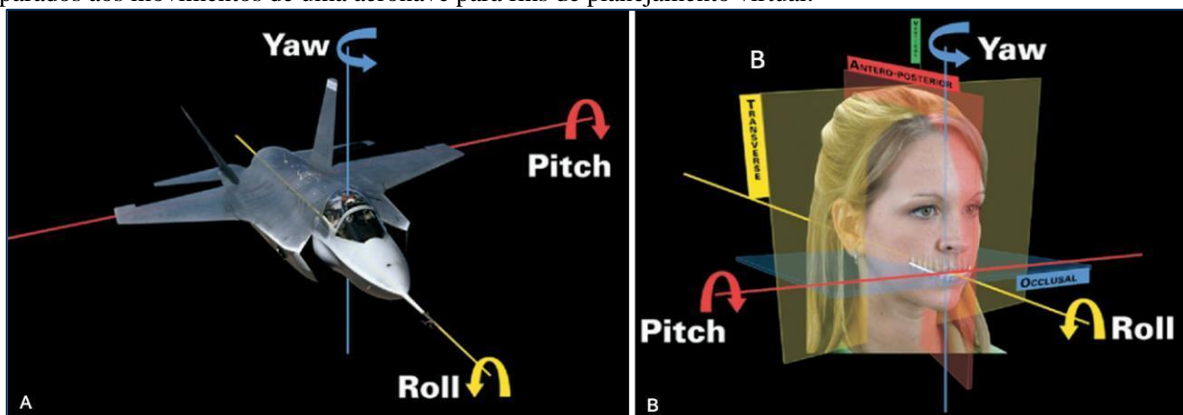


Fonte: AO FOUNDATION

É importante compreender que o reposicionamento dos ossos maxilares pode ser realizado nos três planos espaciais (x, y e z). Esses movimentos podem ser lineares, como avanços e recuos, como por exemplo um avanço de maxila e um recuo de mandíbula em um paciente com malocclusão esquelética de classe III; e o reposicionamento superior e inferior nos casos de deficiência ou excesso vertical de maxila por exemplo. Mas também podem ser realizados movimentos de rotação, por exemplo na correção das assimetrias.

Para entender melhor as possíveis movimentações ósseas durante a cirurgia ortognática, utilizamos os movimentos da aviação como referência. A figura 2-A ilustra os movimentos realizados pelo avião e os termos utilizados correspondentes, esses mesmos termos, são utilizados para descrever os movimentos ósseos durante o planejamento das cirurgias ortognáticas também. Onde o movimento de roll poderia representar uma correção de um cant maxilar (inclinação da maxila, um lado mais baixo que o outro), o movimento de yaw é utilizado para correção de desvios da linha média dos ossos maxilares e o movimento de pitch é utilizado para rotações do plano oclusal (Figura 2-B).

Figura 2: **A** - Movimentos realizados por uma aeronave e os respectivos termos técnicos. **B** - Movimentos ósseos comparados aos movimentos de uma aeronave para fins de planejamento virtual.



Fonte: Ackerman JL, Proffit WR, et al., 2007

Através destas movimentações, a cirurgia ortognática visa corrigir as alterações faciais e oclusais do paciente, e por isso, requer um diagnóstico e planejamento precisos para melhorar a função do paciente e alcançar uma harmonia da face e do sorriso.

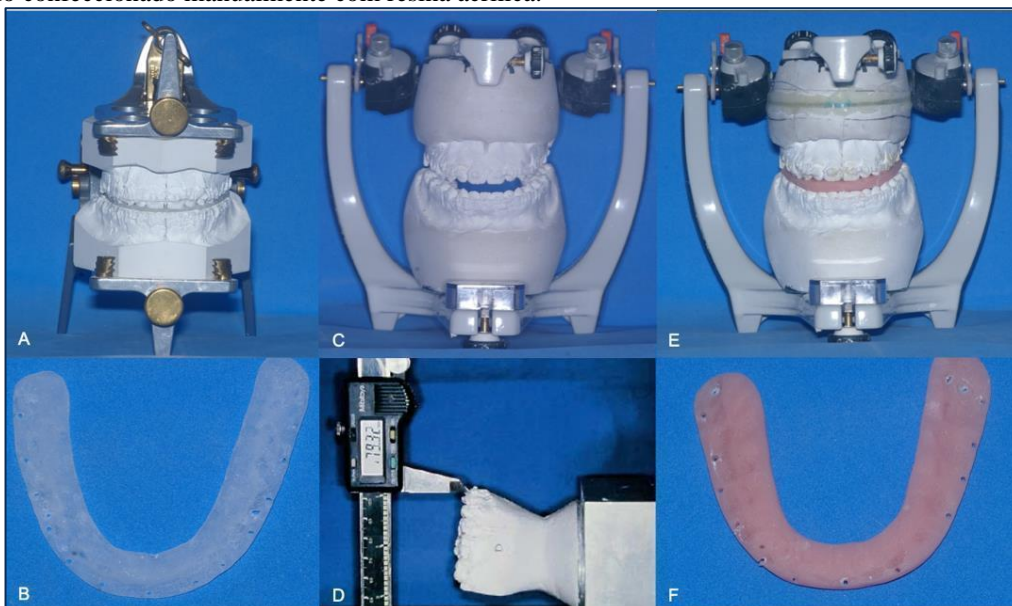
Por se tratar de uma cirurgia tecnicamente complexa, e considerando a importância do diagnóstico e da mensuração das movimentações nos três planos do espaço, o planejamento que antecede a realização da cirurgia deve ser minucioso.

A primeira etapa do planejamento envolve sempre uma avaliação clínica e uma análise facial detalhada. E apesar de todos os avanços tecnológicos, essa avaliação criteriosa continua sendo imprescindível para a adequada execução do caso. Na sequência, são realizados os exames de imagem

tridimensionais (como a tomografia computadorizada) e os modelos dos arcos dentários do paciente e, então, é definido o plano de tratamento. A partir do planejamento cirúrgico é realizada uma simulação prévia da cirurgia para a confecção de guias, que irão auxiliar no reposicionamento ósseo durante a cirurgia propriamente dita.

Anteriormente, os métodos tradicionais de planejamento incluíam basicamente uma avaliação de imagens 2D, com análise de radiografias (panorâmica, telerradiografia de perfil e frontal) e traçados cefalométricos, além dos modelos de gesso das arcadas dentárias. Após a realização do diagnóstico, nos casos de cirurgias envolvendo apenas um segmento ósseo, era realizado o planejamento da oclusão final do paciente em um articulador, e confeccionado manualmente um guia final em acrílico (figura 3- A e B). Nos casos de cirurgias bimaxilares, envolvendo a maxila e a mandíbula, era necessário a realização de uma cirurgia de modelos. A cirurgia de modelos era executada a partir da montagem do arco facial e do articulador semi-ajustável (figura 3- C), e após realizarem as medidas iniciais (figura 3- D), os modelos de gesso eram serrados e reposicionados manualmente (figura 3- E). As medidas das movimentações eram conferidas também manualmente com um paquímetro digital. Após o reposicionamento de um dos modelos (maxila ou mandíbula) era construído o guia intermediário manualmente com resina acrílica (figura 3- F). Se a cirurgia fosse iniciada pela maxila, o guia intermediário era construído com a maxila operada montada no articulador com a mandíbula não operada.

Figura 3: **A** - Modelos articulados na oclusão final no articulador Galetti. **B** - Guia final em acrílico. **C** - Articulador semi-ajustável com modelos posicionados na oclusão original do paciente. **D** - Utilização do paquímetro digital para realizar as medidas iniciais do posicionamento maxilar. **E** - Articulador semi-ajustável com modelo da maxila serrado e reposicionado de acordo com a futura movimentação cirúrgica e modelo mandibular na posição original. **F** - Guia intermediário confeccionado manualmente com resina acrílica.



Fonte: UFPR

Embora esses métodos de planejamento apresentassem resultados satisfatórios, envolviam uma execução extremamente trabalhosa e desgastante para o cirurgião e para o paciente. E havia limitações na precisão do diagnóstico e do planejamento, como impossibilidade de visualização de movimentos no plano transversal e de possíveis interferências ósseas durante a cirurgia, além de erros manuais.

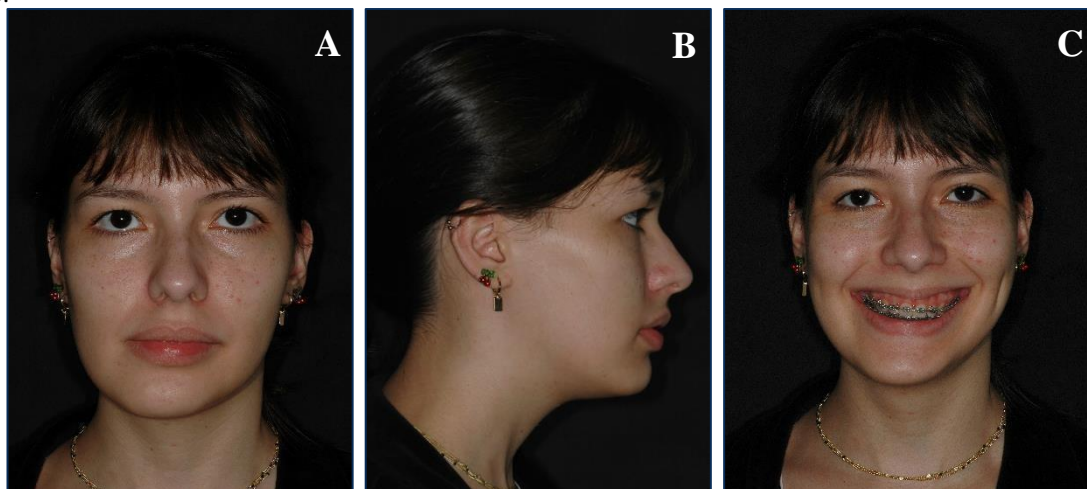
Os avanços nos métodos de aquisição de imagens tridimensionais trouxeram uma maior clareza e precisão no planejamento das cirurgias ortognáticas. Essas ferramentas possibilitaram a implementação do planejamento virtual na cirurgia ortognática, o que representou uma mudança de paradigma no tratamento das deformidades faciais, e se tornou um aliado fundamental para cirurgiões-dentistas que buscam excelência e previsibilidade em seus tratamentos.

2 FUNDAMENTOS DO PLANEJAMENTO VIRTUAL

Para replicar em um ambiente virtual a realidade clínica de um indivíduo, é necessária a criação do Crânio Composto, que é representado pela união de todas as informações tridimensionais do paciente. É imprescindível a aquisição de imagens a partir da tomografia computadorizada (TC) e escaneamento intra-oral, podendo ser associado a análise facial clínica e às fotos bi ou tridimensionais (como a fotogrametria ou escaneamento facial).

As fotos do paciente devem seguir um rigoroso protocolo fotográfico e envolvem fotos da face frontal, oblíquas, de perfil e vistas infero-superiores e súpero-inferiores (Figura 4- A e B). O paciente deve estar em relação cêntrica e em sua posição natural da cabeça. As fotos são realizadas com o paciente com os lábios em repouso e sorrindo (Figura 4- A-C).

Figura 4: **A e B** - Fotografias da face frontal e de perfil com os lábios em repouso. **C** – Fotografia da face frontal durante o sorriso.



D e E - Fotografias pósterio-inferiores com a cabeça inclinada para trás, com a boca aberta e fechada, para avaliação da simetria maxilar e mandibular. **F** - Fotografia da face frontal com afastador labial, evidenciando a oclusão e a simetria do plano oclusal da paciente.



A tomografia computadorizada é considerada o exame de imagem mais importante para a realização do planejamento cirúrgico, pois possibilita uma medição precisa usada como referência cirúrgica, junto à possibilidade de reprodução de uma fatia do corpo humano em qualquer plano dimensional, desta forma, é possível avaliar a relação das estruturas anatômicas em profundidade e alta qualidade em relação aos tecidos ósseos e adjacentes. Nesse sentido, tanto a TC por feixe cônico (cone beam) quanto a tradicional (helicoidal), permitem a chamada Reconstrução Multiplanar do volume escaneado (MPR), ou seja, é possível reconstruir os três planos (axial, sagital e coronal) em janelas distintas. As imagens tomográficas devem envolver um campo de visão (FOV) desde a glabella até o osso hióide no limite vertical, e da ponta do nariz ao tragus no limite horizontal (Figura 5-A).

Também é imprescindível que o paciente esteja em relação cêntrica durante a execução do exame, para que não haja erros durante o planejamento virtual. Cada um dos exames de imagem utilizados no planejamento virtual gera um tipo de arquivo diferente, no caso, o padrão para imagens de tomografias computadorizadas digitais é chamado de Imagem Digital e Comunicação em Medicina - DICOM.

Entretanto, a tomografia computadorizada não fornece precisão suficiente das superfícies oclusais e de intercuspidação, portanto, são necessários os modelos digitais das arcadas dentárias em oclusão, os quais são obtidos de maneira direta - escaneamento intra-oral - ou, indireta - digitalização de moldes de gesso. É importante que o paciente realize o registro oclusal ou escaneamento também em relação cêntrica, idêntica a oclusão obtida nas fotos e na tomografia computadorizada.

Quando se opta pela digitalização dos modelos de gesso, os modelos das arcadas dentárias devem ser digitalizados por meio de um scanner laser. Inicia-se com a maxila separada da mandíbula. Não se faz necessário o escaneamento dos modelos na posição oclusal de RC do paciente, quando

houver certeza de que a TC foi realizada em posição RC. Em casos em que será necessário realizar técnicas de segmentação da maxila e/ou mandíbula durante a cirurgia e/ou mandíbula, os registros deverão ser feitos em modelos adicionais para depois serem escaneados. Para finalizar, os modelos físicos, de gesso ou impressos, são manipulados de forma manual a fim de estabelecer uma oclusão final ideal e, então, são escaneados na posição oclusal final desejada após a cirurgia.

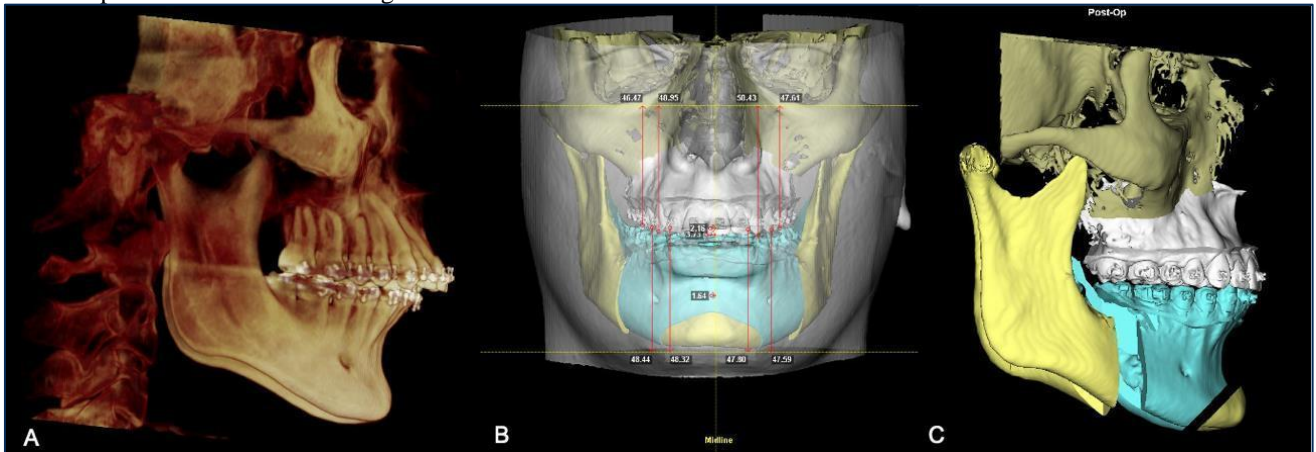
O escaneamento intra-oral gera um arquivo STL (Standard Tessellation Language). Para processar os dados de imagens adquiridos a um "modelo virtual 3D aumentado" da cabeça do paciente de maneira apropriada para o planejamento virtual 3D para cirurgia ortognática, é necessário um registro rígido, que consiste em técnicas baseadas em medidas de similaridade entre dois ou mais conjuntos de dados. Com esse registro se busca uma rotação e translação que alinhe os conjuntos de dados.

Para realizar o planejamento virtual são necessários softwares de planejamento cirúrgico e de modelagem 3D. O **Dolphin® Imaging** e o **NemoFab®** são alguns dos mais utilizados, permitindo a simulação dos movimentos ósseos, a criação de guias cirúrgicos personalizados por meio de impressão 3D e a integração dos dados virtuais obtidos até então.

O planejamento virtual normalmente é realizado por um planejador junto ao cirurgião-dentista. Cabe ao planejador manusear o software executando as osteotomias e movimentações solicitadas, enquanto, o cirurgião-dentista é responsável pela análise facial, a fim de definir os movimentos necessários a serem realizados durante o procedimento cirúrgico.

É importante enfatizar que a realização do planejamento virtual se inicia no atendimento clínico, em que é realizada uma análise facial minuciosa pelo cirurgião com a realização de diversas medidas antropométricas iniciais do paciente com o auxílio de paquímetro, régua e compasso, como: exposição dos incisivos superiores em repouso no sorriso, desvios de linha média, largura da base do nasal, entre outras. Associada a esses dados, a reconstrução tridimensional proporciona uma precisão na mensuração das estruturas ósseas presentes, a posição dos dentes e estruturas adjacentes que influenciam na tomada de decisão cirúrgica (Figura 5- B e C).

Figura 5: **A** - Reconstrução tridimensional obtida a partir da tomografia computadorizada tipo cone beam. **B** - Manipulação do crânio composto, com o desenho das osteotomias e simulação cirúrgica demonstrando a precisão na mensuração das estruturas ósseas, posição dentária e estruturas adjacentes. **C** - Vista lateral das movimentações e gaps ósseos esperados no momento cirúrgico.



Fonte: Software- Dolphin

Na simulação cirúrgica, durante a etapa do desenho das osteotomias desejadas para o procedimento em questão, é possível a identificação dos locais exatos que deverão ser feitas as osteotomias, pois se considera fatores, como espessura da mandíbula, posição dos feixes vasculonervosos, cornetos e septo nasal, raízes dentárias, espaços interdentários e forames mentonianos, entre outras estruturas.

Durante o planejamento virtual, os movimentos rotacionais consideram a posição do objeto em torno de seu eixo principal já descritos anteriormente: **pitch** (rotação em torno do eixo lateral (ou eixo X), que atravessa o objeto de um lado para o outro, realizando alteração no plano oclusal, **yaw** (rotação em torno do eixo vertical (ou eixo Z), que atravessa o objeto de cima para baixo, promovendo uma mudança na rotação do arco) e **roll** (rotação em torno do eixo longitudinal (ou eixo Y), que atravessa o objeto de frente para trás, sendo sinônimo de cant).

Desta forma, é possível realizar os movimentos desejados que deverão seguir a seguinte sequência padronizada: posicionar a mandíbula em RC, corrigir o perfil mole, posicionar o segmento distal mandibular em oclusão final (MIC), corrigir a linha média maxilar, corrigir a rotação axial (Yaw), corrigir o desnível maxilar (Cant – Roll), ajustar a posição vertical da maxila (exposição dos incisivos), ajustar o plano oclusal (Pitch), ajustar a posição anteroposterior (AP), ajustar os segmentos proximais da mandíbula, reavaliar e corrigir a rotação axial (Yaw), posicionar o mento (linha média, Roll, Yaw, altura e AP), ajuste fino (opcional) e osteotomias para contorno mandibular (opcional).

Deve-se ter um cuidado especial nos movimentos de ajuste dos segmentos proximais de mandíbula, para que os côndilos sejam posicionados adequadamente, respeitando os graus de rotação (máximo de 5 graus de abertura condilar para confecção de guias) e torque condilar. Assim, garantimos que o movimento realizado será fidedigno ao planejado.

Além disso, através dos softwares é possível desenvolver diversas alterações de forma virtual, como: osteotomias, desgastes dentários, relação do posicionamento ósseo, entre outras. Ademais, o planejamento é capaz de gerar imagens das etapas cirúrgicas, sendo aplicáveis para o desenvolvimento de guias intermediários e finais. Unindo as informações da análise facial com as informações encontradas durante a análise do crânio 3D, são realizadas as movimentações cirúrgicas milimétricas nos 3 planos do espaço. Também são verificadas todas as interferências ósseas, e necessidades de desgastes ósseos ou presença de gaps ósseos nas áreas da osteotomia.

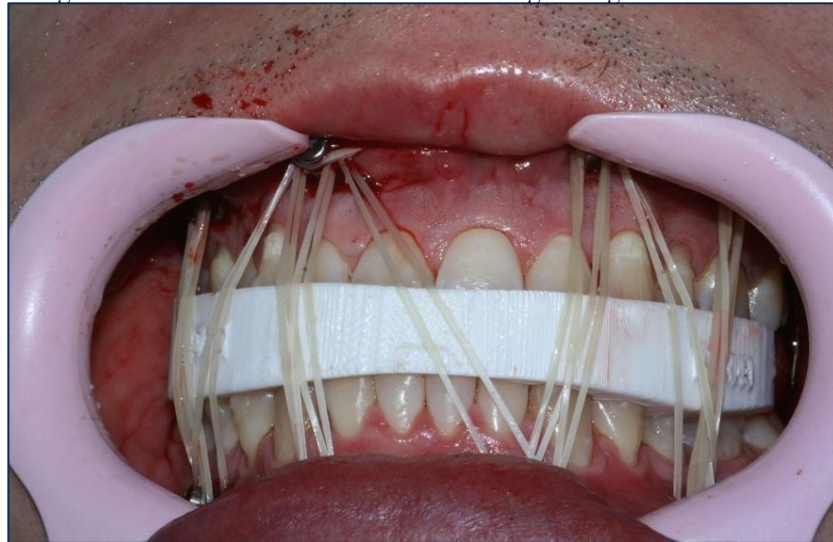
Após a realização do planejamento virtual, os guias cirúrgicos são desenhados. Nos casos de cirurgias mono maxilares (só maxila ou só mandíbula) o guia cirúrgico será confeccionado a partir da oclusão final. Nos casos das cirurgias bimaxilares, deve ser realizado um guia intermediário. Para isso, deve ser definido com o cirurgião se ele irá começar a cirurgia pela maxila ou pela mandíbula. Se ele iniciar pela maxila, o guia cirúrgico será confeccionado com a montagem do crânio 3D com a maxila reposicionada, mas mantendo a mandíbula na posição original, não operada.

3 IMPRESSÃO DOS GUIAS CIRÚRGICOS

Após o pós-processamento de dados, são gerados arquivos digitais adequados e compatíveis com impressoras 3D, como o arquivo STL.

O guia cirúrgico fabricado a partir da impressão 3D é feito pela adição incremental de múltiplas camadas de material a partir de um modelo digital. A escolha do material que visa aplicações médicas é importante, sendo comumente utilizado para a fabricação de guias cirúrgicos em resina biocompatível.

Figura 6: Guia Intermediário utilizado em cirurgia ortognática bimaxilar.



Os guias cirúrgicos permitem ao cirurgião transferir o planejamento virtual para o campo operatório (Figura 6). Durante a cirurgia, os guias aumentam a exatidão na replicação dos planos cirúrgicos virtuais, associado à riqueza das imagens tridimensionais obtidas, com o procedimento cirúrgico real, contribuindo para resultados mais eficientes e precisos.

Entretanto, vale ressaltar que, se houver um erro no diagnóstico pré-operatório, a montagem do guia cirúrgico é comprometida, podendo resultar em deficiência de um plano oclusal bem-sucedido, bem como uma assimetria facial ainda presente no pós-operatório. Além disso, os procedimentos podem se tornar complicados e haver erros de posicionamento dos guias.

4 CASO CLÍNICO

Paciente do sexo masculino, 21 anos com queixas estéticas e funcionais, apresentava como queixas "excessiva exposição dos dentes superiores, mordida que não encaixava e não conseguir fechar os lábios". Após a realização da análise facial, foi observado excesso vertical de maxila, deficiência ântero posterior de mandíbula, além de desvio de linha média (LM) da maxila e da mandíbula, com presença de cant e yaw na maxila (Figura 7).

Figura 7: Fotos pré-operatórias da face. **A** - Fotografia frontal demonstrando ausência de selamento labial e exposição excessiva dos incisivos superiores em repouso **B** - Fotografia frontal sorrindo demonstrando excesso vertical de maxila com exposição gengival. **C** - Fotografia de perfil demonstrando a deficiência ântero posterior de maxila e mandíbula.

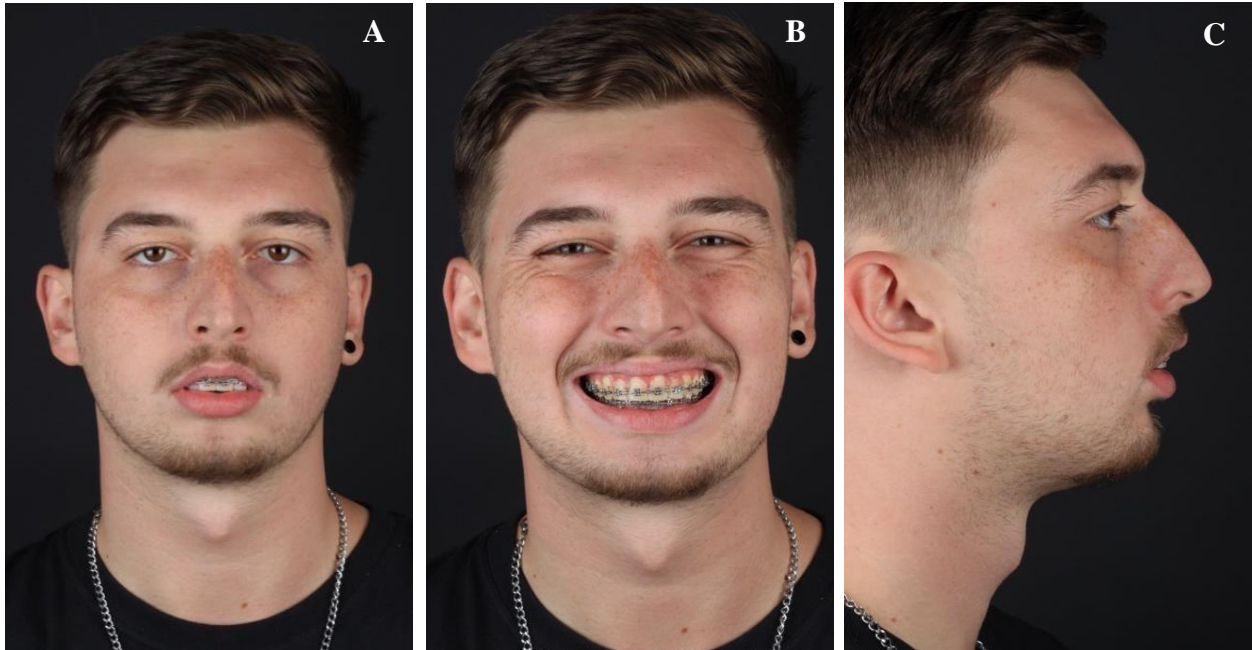
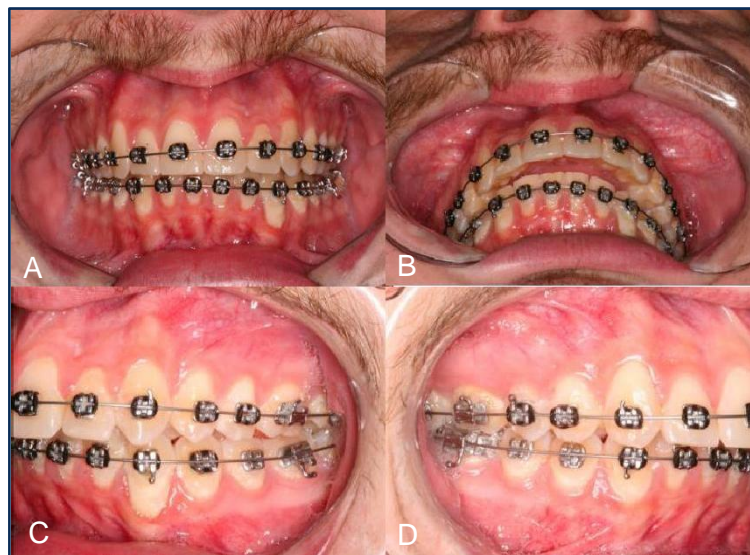


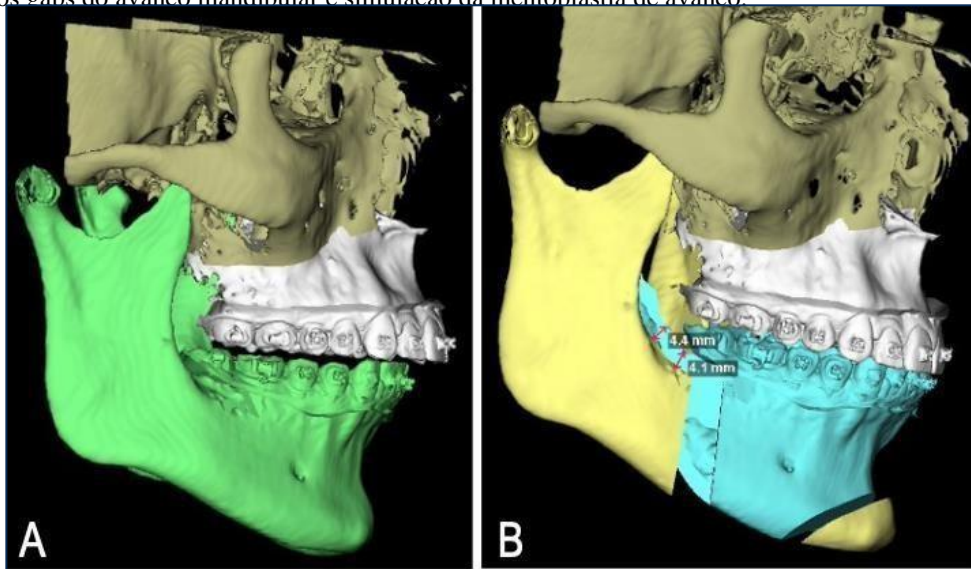
Figura 8: Fotos intra-buciais pré-operatórias evidenciando maloclusão de classe II e overjet acentuado.



Fonte: Acervo UFPR

Unindo as informações da análise facial, durante a realização do planejamento virtual a cirurgia proposta foi uma impacção de maxila de 4mm associado a um avanço de 8mm da mandíbula e avanço de 4mm do mento “Figura 9-A e B”. A figura 9-C demonstra a precisão das movimentações em milímetros de cada ponto de referência na maxila e na mandíbula.

Figura 9: Imagens do planejamento virtual. **A** - Demonstrando reposicionamento superior da maxila com mandíbula na posição original, evidenciando a oclusão intermediária. **B** - Demonstrando maxila e mandíbula reposicionados com a mensuração dos gaps do avanço mandibular e simulação da mentoplastia de avanço.



C - Tabela gerada pelo software demonstrando as medidas das movimentações da maxila e da mandíbula.

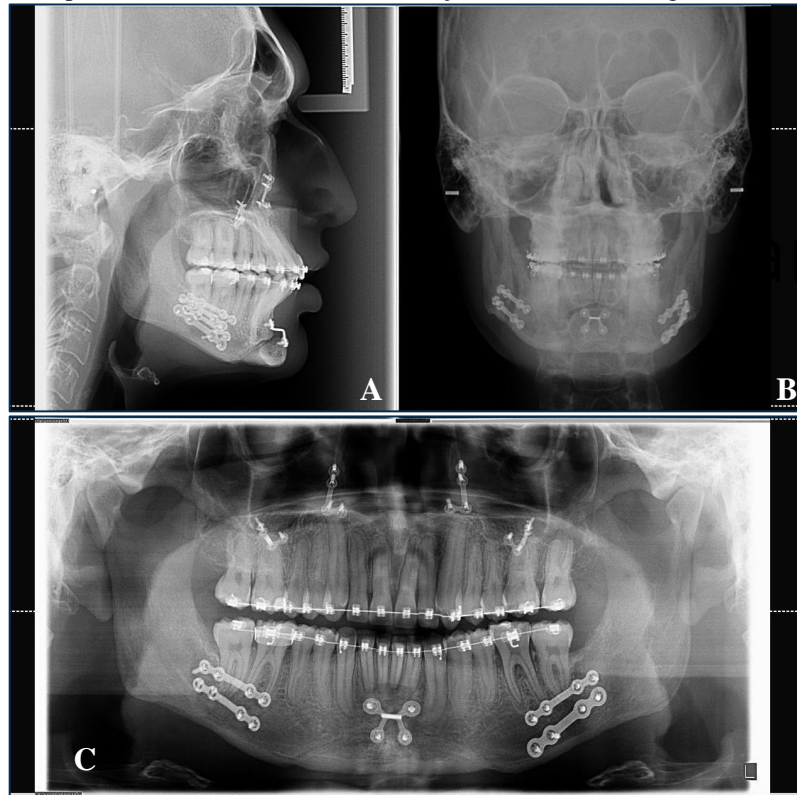
Landmark	A-P	L-R	Vert	Total
— Maxilla (Model BLock)	P-/A+	R-/L+	Down +	Total
ANS	-0.87	0	-3.95	4.05
PNS	-0.76	0	-2.60	2.71
Upper Incisor Tip Midpoint	0	0	-4.05	4.05
U3 Canine Tip (L)	+0.02	0	-3.82	3.82
U3 Canine Tip (R)	-0.02	0	-3.70	3.70
U6 Mesial Cusp Tip (L)	-0.05	0	-3.18	3.18
U6 Mesial Cusp Tip (R)	-0.08	0	-3.10	3.10
— Mandible (Model BLock)	P-/A+	R-/L+	Up +	Total
Lower Incisor Tip Midpoint	+6.91	0	+2.47	7.34
L6 Mesial Cusp Tip (L)	+6.96	+0.02	+1.42	7.10
L6 Mesial Cusp Tip (R)	+6.89	-0.01	+0.45	6.90
B-Point	+7.83	+0.33	+2.05	8.10
Pogonion	+12.34	+0.52	+1.95	12.51
Genioplasty	+4.00	0	0	4.00

Fonte: Software- Dolphin

A cirurgia foi realizada sob anestesia geral no Hospital do Trabalhador. Iniciou-se pela maxila, através da osteotomia de Le Fort I e após o down fracture e mobilização, foi realizado o reposicionamento da maxila utilizando o guia cirúrgico intermediário obtido a partir do planejamento virtual. A maxila foi então fixada com 4 placas em L de titânio e 16 parafusos. Após a fixação, a oclusão intermediária foi conferida, e verificou-se que estava idêntica à obtida no planejamento virtual. Na sequência, foi realizada a osteotomia dos ramos mandibulares bilateralmente e o segmento mandibular contendo os dentes foi reposicionado através de um guia final, confeccionado a partir da oclusão final determinada no planejamento virtual. A mandíbula foi fixada com 2 placas em reta e 8 parafusos de cada lado. Finalmente, foi realizada a mentoplastia através da osteotomia horizontal basilar do mento, e o avanço de 4mm planejado no virtual, foi determinado pela placa de fixação que

apresentava um intermediário de 4mm. A figura 10 mostra as radiografias realizadas após o procedimento cirúrgico, expondo os resultados do pós-operatório.

Figura 10: Radiografias pós-operatórias. **A-** Telerradiografia de perfil demonstrando o novo posicionamento anteroposterior da maxila, mandíbula e mento. **B-** Telerradiografia frontal evidenciando a simetria da face. **C-** Radiografia panorâmica evidenciando o posicionamento do material de fixação utilizado na cirurgia.



Após a cirurgia, o paciente continuou em tratamento ortodôntico pós-operatório para as finalizações oclusais, finalizando o tratamento seis meses após a cirurgia. O paciente ficou extremamente satisfeito com o resultado da cirurgia, relatando melhora da função mastigatória e respiratória e ficou extremamente satisfeito com a estética da face e do sorriso. É possível notar na figura 11, que foi obtido um excelente resultado estético da face, com uma adequada exposição dentária, maior projeção do ângulo mandibular, com um sorriso e um perfil facial mais harmônicos. A figura 12 demonstra a oclusão final do paciente em Classe I.

Figura 11: **A** - Fotografias após 6 meses de pós-operatório em vista frontal demonstrando melhora no selamento labial e exposição dos incisivos superiores em repouso. **B**- Fotografia frontal evidenciando melhora exposição dentária e da simetria facial. **C**- Fotografia de perfil demonstrando melhora do perfil facial e da projeção do mento.

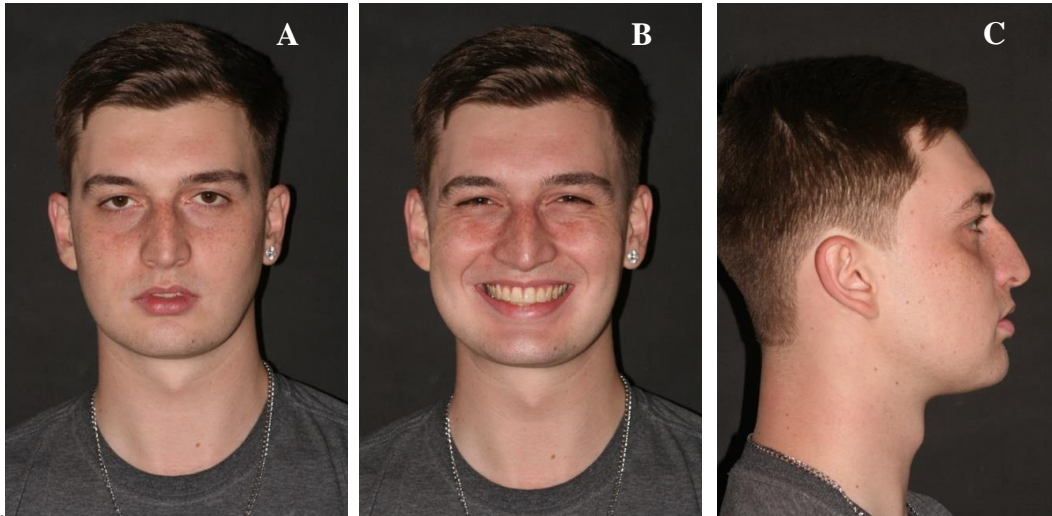


Figura 12: **A** - Oclusão pós-operatória de 6 meses demonstrando uma melhora na oclusão com linhas médias da maxila e mandíbula coincidentes. **B e C** – Vistas laterais da oclusão evidenciando caninos e molares em classe I.



5 CONCLUSÃO


O advento do planejamento virtual proporcionou uma melhora significativa na precisão e previsibilidade cirúrgica nas cirurgias ortognáticas, por meio de mensurações dos movimentos dos maxilares, mensurações de gaps entre os segmentos ósseos, previsão de alteração em tecido mole, além da possibilidade de criação de guias cirúrgicos. Isso tudo diminui o tempo cirúrgico, diminuindo a morbidade do procedimento e promovendo maior segurança para o cirurgião e para o paciente. A utilização dessas tecnologias também facilita a comunicação entre a equipe cirúrgica e os pacientes, proporcionando uma visualização clara dos resultados esperados.

Dessa forma, podemos concluir que, apesar de possuir algumas limitações como o alto custo dos softwares e a necessidade de um profissional treinado e capacitado para manipulação dos arquivos, o planejamento virtual em cirurgias ortognáticas já é bem estabelecido como parte essencial da rotina do cirurgião bucomaxilofacial.

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN JL, PROFFIT WR, et al. Pitch, roll, and yaw: Describing the spatial orientation of dentofacial traits. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:305-10.
- CARVALHO, F. S. R. et al. The Use of Surgical Splints in Orthognathic Surgery: A Bibliometric Study. *Indian Journal of Plastic Surgery*, v. 55, n. 01, p. 026–030, 27 set. 2021.
- CHEN, W., LIU, Y., & LI, X. (2020). "Evaluation of the Efficacy of 3D Virtual Surgical Planning in Orthognathic Surgery: A Meta-Analysis." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 130(4), 315-323.
- JODAS, C. R. P. et al. Dolphin software accuracy in soft tissue facial profile prediction of Class II patients in orthognathic surgery. *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, v. 69, 8 nov. 2021.
- KHAN, A., SINGH, R., & SINHA, P. (2022). "3D Printing and Virtual Reality in Orthognathic Surgery: A Review of Current Applications." *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 51(6), 715-723.
- LEE YC, KIM SG. Redefining precision and efficiency in orthognathic surgery through virtual surgical planning and 3D printing: a narrative review. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2023 Dec 18;45(1):42. doi: 10.1186/s40902-023-00409-2.
- LIN, H.-H. et al. Optimizing Orthognathic Surgery: Leveraging the Average Skull as a Dynamic Template for Surgical Simulation and Planning in 30 Patient Cases. *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, n. 24, p. 7758, 1 Jan. 2023.
- LIU, X., WANG, Y., & ZHANG, J. (2022). "Application of 3D Virtual Planning in Orthognathic Surgery: A Review of Recent Advances." *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 80(5), 983-991.
- MILLER, J., & KOTHARI, A. (2023). "Advancements in Surgical Guides: Precision and Applications in Modern Surgery." *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 81(4), 773-780.
- ROY, T.; STEINBACHER, D. M. Virtual Planning and 3D Printing in Contemporary Orthognathic Surgery. *Seminars in plastic surgery*, v. 36, n. 03, p. 169–182, 1 ago. 2022.
- SWENNEN, G.R.J. Planejamento do tratamento virtual 3D para cirurgia ortognática: uma abordagem passo a passo para ortodontistas e cirurgiões. 1ª edição. São Paulo: Santos Publicações, 2020.

Saúde Digital no Sistema Único de Saúde (SUS): Avanços, Desafios e Perspectivas

 10.56238/livrosindi202479-008

Rayssa da Luz Ribeiro

Larissa Manuela Olkuszewski de Carvalho

Maiker Luis Gutierrez Linares

Mariana Ortelan Borges

Fernanda Stabach Gremski

Maria de Melo Silva

Giovana Garutti Monteiro Gineste

Rafael Gomes Ditterich

1 INTRODUÇÃO

As intervenções digitais se tornaram uma parte vital das políticas públicas de saúde em diversos países, incluindo o Brasil, onde o Sistema Único de Saúde (SUS) adota essas tecnologias para otimizar seus serviços (BRASIL., 2020). A aplicação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) à saúde, conhecida como e-Saúde, representa uma transformação significativa no cenário global de saúde. Conforme definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em seu Pacote de Ferramentas da Estratégia Nacional de e-Saúde, a Saúde Digital, visa melhorar a qualidade e ampliar o acesso aos cuidados de saúde (DATASUS., 2024). Utilizando tecnologias da informação e comunicação (TIC), essa estratégia visa acelerar o atendimento, capacitar as equipes de saúde e melhorar a eficiência no fluxo de informações para suporte à tomada de decisões em saúde, abrangendo desde a decisão clínica até a gestão da saúde pública (BRASIL., 2020).

No Brasil, a saúde é um direito constitucional, e o acesso ao SUS deve ser universal, equitativo e integral. Contudo, existe uma desigualdade significativa no acesso a serviços especializados. Para mitigar essa desigualdade, o Brasil implementou estratégias de telessaúde em larga escala, como o Projeto Telessaúde Brasil Redes, Programa SUS Digital e a Estratégia Meu SUS Digital (MARCOLINO et al., 2014). Esses meios são fundamentais para a transformação digital do SUS, promovendo inovação, integração de dados em nível nacional e apoiando decisões clínicas e de gestão, além de proporcionarem um atendimento de saúde mais eficiente e de qualidade à população brasileira (CONASS., 2024). São ferramentas essenciais para reduzir a desigualdade no acesso aos serviços de saúde, facilitando diagnósticos, tratamentos e a detecção precoce de condições clínicas (MARCOLINO et al., 2014).

O Telessaúde Brasil Redes, por exemplo, oferece serviços como Teleconsultoria, Telediagnóstico, Segunda Opinião Formativa e Teleducação. Esses serviços promovem a educação dos profissionais de saúde, melhoram a qualidade do atendimento ao público e reduzem a necessidade de encaminhamentos e deslocamentos desnecessários de pacientes (PACHECO et al., 2018).

Na área da Odontologia, ainda que não exista um aplicativo específico do Ministério da Saúde, o aplicativo "Meu SUS Digital" inclui funcionalidades para localizar serviços odontológicos próximos, utilizando a geolocalização do smartphone (DATASUS., 2024).

A Teleodontologia, como parte do Telessaúde, tem evoluído significativamente, destacando-se na teleducação interativa, teleassistência e produção de pesquisas multicêntricas. Essas tecnologias não apenas melhoram a qualidade educacional das equipes de saúde bucal, mas também oferecem um método economicamente viável para promover cuidados de saúde bucal à população (PACHECO et al., 2018).

2 IMPORTÂNCIA DA SAÚDE DIGITAL NA ATENÇÃO BÁSICA DE SAÚDE

A Atenção Primária à Saúde (APS) é o primeiro nível de atenção no sistema de saúde, englobando ações tanto individuais quanto coletivas. Essas ações incluem a promoção e proteção da saúde, prevenção de doenças, diagnóstico, tratamento, reabilitação, redução de danos e manutenção da saúde. Essas ações são focadas em diferentes faixas etárias e procedimentos básicos como aferição de pressão arterial e glicemia capilar, além de cuidados de saúde bucal, como a aplicação tópica de flúor em gel. Nesse contexto, a atuação do cirurgião-dentista no serviço público de saúde não se limita apenas a atividades clínicas, estendendo-se também ao planejamento de serviços e ações comunitárias, educação em saúde e, até mesmo, organização de inquéritos epidemiológicos (MUNHOZ et al., 2023).

Buscando expandir o acesso aos serviços de saúde bucal surge a Telessaúde, que utiliza Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para oferecer serviços de saúde remotamente, permitindo, também, que sejam transferidas informações para atividades clínicas, serviços administrativos e educacionais entre os profissionais de saúde (SOARES et al., 2022). Esse sistema faz parte da Estratégia de Saúde Digital do Brasil e visa ampliar e melhorar a rede de serviços do Sistema Único de Saúde (SUS). À vista disso, ao pensar na implementação da saúde digital, sobretudo nos serviços de APS, é importante seguir o princípio da equidade e garantir a inclusão de todos, visando promover o acesso universal à saúde. Estudos apontam que o uso de TIC's atua como uma estratégia para fortalecer os atributos da APS e superar desafios relacionados ao acesso à saúde, assegurando o direito ao atendimento. Ademais, a implementação da saúde digital na Atenção

Primária à Saúde oferece outras inúmeras vantagens, como a eficácia no diagnóstico, organização do fluxo de atendimento, a qualificação dos profissionais de saúde, promoção e vigilância em saúde, identificação precoce de alterações e o monitoramento dos sinais vitais dos usuários. Além disso, possibilita a supervisão, triagem e acompanhamento remoto dos pacientes e, também, a resolução de determinadas demandas à distância, oportunizando o fornecimento de informações sobre a doença e economizando, assim, o tempo nos atendimentos e impactando positivamente no psicológico do paciente - diminuindo a ansiedade desencadeada pelo ambiente clínico (SILVA et al., 2024).

Ainda, a promoção da Telessaúde inclui a interoperabilidade das informações coletadas, desde a padronização até a definição de regras de compartilhamento. Isso torna a Telessaúde e a Telemedicina essenciais para oferecer atendimento eficaz a pacientes em áreas remotas, equiparando-se à qualidade dos serviços em grandes centros urbanos, ultrapassando não apenas barreiras geográficas, mas também sociais e culturais. Além disso, os serviços digitais são cruciais para integrar a Atenção Primária à Saúde com a Atenção Especializada e Hospitalar (BRASIL., 2020).

A Teleodontologia, um ramo da Telessaúde, visa democratizar o acesso à saúde bucal, superar barreiras geográficas e sociais e promover a comunicação entre pacientes e profissionais. Este campo também ajuda a reduzir custos operacionais e otimizar diagnósticos e decisões clínicas por meio de ferramentas como teleconsultorias, teleinterconsultas e telediagnósticos; contribuindo para aprimorar a comunicação em saúde, qualidade da atenção e dos resultados na saúde bucal da população. Além disso, facilita a educação continuada de profissionais de saúde e usuários, realização de pesquisas multicêntricas e administração e acompanhamento remoto de serviços. Ademais, um aspecto importante a ser destacado é que a saúde digital na Atenção Primária à Saúde pode contribuir para a redução do contágio e a manutenção da saúde dos pacientes (MUNHOZ et al., 2023).

A expansão da Saúde Digital e Telessaúde no Brasil foca no uso de informações para aprimorar ações e serviços nos diversos pontos da rede assistencial, melhorando práticas e resolutividade a partir de evidências extraídas da Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS). O desenvolvimento de modelos inovadores na promoção de saúde e prevenção de doenças, baseado nas informações coletadas e integradas à RNDS, fortalece as Redes de Atenção à Saúde (RAS) ao permitir uma gestão assistencial baseada em dados da jornada do paciente (MUNHOZ et al., 2023).

O aplicativo “Meu SUS Digital”, anteriormente “Conecte SUS”, é uma solução de Saúde Digital que facilita o acesso às informações de saúde, promovendo a continuidade do cuidado, transparência e segurança dos dados. Abastecido pelas informações disponíveis na Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS) e disponível nas versões web e para iOS e Android, o aplicativo permite aos cidadãos acompanhar seu histórico clínico, dados de vacinação, resultados de exames,

medicações e posição na fila de transplantes, dentre outros serviços, efetivando a informatização da atenção à saúde por meio da inovação e transformação digital (BRASIL., 2024).

3 APLICAÇÃO DA TELESSAÚDE NA ODONTOLOGIA

A teleodontologia, como parte da telessaúde, tem se mostrado uma ferramenta relevante para ampliar e qualificar o cuidado em saúde bucal no SUS. Ela permite a realização de atividades à distância, conectando profissionais de saúde e pacientes por meio de tecnologias de informação e comunicação (TIC), de diferentes maneiras como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição das possibilidades de aplicação da Telessaúde/Teleodontologia. Brasil, 2020.

Campos de atuação	Descrição
Teleconsultoria	Consultoria registrada e realizada entre trabalhadores, profissionais e gestores da área de saúde, por meio de instrumentos de telecomunicação bidirecional, com o fim de esclarecer dúvidas sobre procedimentos clínicos, ações de saúde e questões relativas ao processo de trabalho em saúde, podendo ser em tempo real ou por meio de mensagens <i>offline</i> .
Telediagnóstico	Consiste em serviço autônomo que utiliza as TIC para a realização de serviços de apoio ao diagnóstico, como a avaliação de exames à distância, facilitando o acesso a serviços especializados. Busca reduzir o tempo de diagnóstico possibilitando tratamento para complicações previsíveis por meio do diagnóstico precoce.
Telemonitoramento	Monitoramento a distância de parâmetros de saúde e/ou doença de pacientes por meio das TIC. Pode incluir a coleta de dados clínicos, a transmissão, o processamento e o manejo por um profissional de saúde utilizando sistema eletrônico.
Telerregulação	Conjunto de ações em sistemas de regulação com intuito de equacionar respostas adequadas às demandas existentes, promovendo acesso e equidade aos serviços, possibilitando a assistência à saúde. Inclui também a avaliação e o planejamento das ações, fornecendo à gestão uma inteligência reguladora operacional.
Teleducação	Disponibilização de objetos de aprendizagem interativos sobre temas relacionados à saúde, ministrados a distância por meio de TIC, com foco na aprendizagem no trabalho, que por sua vez, ocorre transversalmente em seus campos de atuação.
Inovação em Saúde Digital	Transversal às iniciativas de Telessaúde, busca nas TIC explorar novas ideias para a resolução de problemas crônicos, de difícil solução pelos métodos usuais e devem partir de necessidades em saúde da população.
Segunda Opinião Formativa	Unidade composta por perguntas e respostas, resultantes de uma teleconsultoria que passou por avaliação por pares quanto à sua relevância, e na qual a resposta produzida baseou-se em levantamento bibliográfico, destacando as melhores evidências científicas e clínicas disponíveis sobre o assunto.

Fonte: CALDARELLI et al. (2021) adaptado de BRASIL (2020)

Outro ponto relevante é o impacto positivo da telessaúde na gestão de recursos de saúde. Ao reduzir a necessidade de deslocamento para consultas de rotina ou de baixa complexidade, é possível otimizar a alocação de recursos e melhorar a acessibilidade do sistema de saúde. Lembrando que, embora a telessaúde ofereça muitos benefícios, ela não substitui completamente a consulta presencial. Em alguns casos, é necessário o exame físico detalhado realizado no consultório. Mas, no geral, a combinação de telessaúde com atendimento presencial pode melhorar significativamente a qualidade do cuidado odontológico (ADA, 2023).

3.1 BENEFÍCIOS DA TELESSAÚDE

- **Ampliação do acesso aos serviços de saúde:** Visa facilitar e centralizar o acesso às informações e dados relativos ao paciente, além de abranger e atender a população que vive em regiões de difíceis acessos aos serviços de saúde, que muitas das vezes são consideradas remotas, a fim de ampliar o diagnóstico precoce de doenças. Além de permitir um atendimento antes de ir até a unidade de saúde, como uma ferramenta de suporte assistencial de consulta, diagnóstico e o acompanhamento médico pré ou após as cirurgias (BRASIL., 2022).
- **Redução do custo para o sistema de saúde:** Com a descentralização da atenção primária e o apoio das redes de saúde e das universidades que integram o programa permite que essas informações possam ser compartilhadas entre as regiões, que apresentam diferenças nas demandas de especialistas (IPEA., 2020).
- **Melhoria na gestão de fluxos de paciente:** Reduziu a fila do atendimento, onde os profissionais de saúde podem esclarecer dúvidas evitando o encaminhamento adicional que sobrecarregaria o sistema, ao descentralizar esses usuários faz com que haja redução no fluxo de pacientes nas unidades de referência e otimizando e agilizando os demais atendimentos (IPEA., 2020).

4 DESAFIOS DA TELESSAÚDE

Os principais desafios, encontram-se no Quadro 2:

Quadro 2 - Desafios da implantação e manutenção da Telessaúde

Conectividade de Internet	Barreiras geográficas dificultam a expansão e qualidade da rede, com alto custo de acesso via satélite ou rádio em áreas remotas.
Uso das TICs	Uso desigual das TICs no Brasil, com maior eficiência no Sul e Sudeste. Necessidade de incentivo governamental para promover a adoção.
Dados e Integração	Dados incompletos e falta de integração entre plataformas, causando divergências de informações.
Segurança de Dados	Necessidade de conformidade com a LGPD e desafios na proteção contra vazamentos de dados sensíveis.
Custo e Infraestrutura	Alto custo inicial para infraestrutura de Telessaúde e conectividade, especialmente em regiões menos favorecidas.
Treinamento de Profissionais	Necessidade de treinamento inicial para profissionais de saúde e carência de profissionais especializados em Telessaúde.

Fonte: BRASIL (2020)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A saúde digital tem se consolidado como um fator importante no fortalecimento do Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil. A integração de tecnologias digitais no setor de saúde proporciona oportunidades significativas para melhorar a eficiência, a acessibilidade e a qualidade dos serviços oferecidos pelo SUS. A transformação digital gradual tem potencializado o acesso e a qualidade dos serviços, principalmente em áreas remotas e carentes, contribuindo para uma maior equidade no acesso à saúde.

As tecnologias digitais têm permitido a otimização do fluxo assistencial, a qualificação dos profissionais e a melhoria na gestão e tomada de decisões, abrangendo desde a Atenção Primária até a Atenção Especializada e Hospitalar. A Telessaúde e suas vertentes, como a Teleodontologia, oferecem ferramentas valiosas como teleconsultorias, telediagnóstico e telemonitoramento, que não apenas ampliam o acesso aos serviços, mas também qualificam o atendimento ao permitir uma abordagem mais personalizada e eficiente. Essas ferramentas também desempenham um papel crucial na educação continuada dos profissionais de saúde, promovendo uma atualização constante e a disseminação de melhores práticas.

A ampliação do acesso proporcionada pela saúde digital é particularmente relevante para a redução das desigualdades no sistema de saúde. Ao oferecer soluções como a teleconsulta e o telediagnóstico, é possível superar barreiras geográficas e sociais, promovendo uma cobertura mais ampla e integrada dos serviços de saúde, o que é fundamental para garantir a equidade no SUS. A inclusão de tecnologias de saúde digital também melhora a gestão de recursos, reduzindo custos operacionais e otimizando o atendimento, o que resulta em um sistema mais sustentável e eficiente.

Considerando a potencialidade do uso da odontologia no atual cenário, torna-se necessária uma revisão da Resolução CFO n. 226/20 (CFO, 2020) no sentido de incluir procedimentos, além do telemonitoramento e teleorientação, como a teleconsulta e a prescrição de medicamentos, como recomendado somente no período da pandemia da COVID-19. Uma nova resolução deve ser publicada, reconhecendo os avanços da saúde digital (CALDARELLI et al., 2021).

Embora ainda exista uma significativa resistência de profissionais de saúde bucal para a utilização da teleodontologia, ressalta-se que esse formato permite esclarecer dúvidas dos pacientes, bem como orientá-los a buscar a ocasião ideal para o atendimento presencial frente a um período complexo como o da pandemia de Covid-19. Além disso, a teleodontologia se apresenta como uma estratégia para atender aos princípios básicos de qualidade dos cuidados em saúde de forma segura, oportuna, efetiva, eficiente, equitativa e centrada no paciente (CARRER et al., 2020, CALDARELLI et al, 2021).

No entanto, é essencial reconhecer que, embora a saúde digital ofereça muitos benefícios, ela não substitui a necessidade de consultas presenciais em todos os casos. A combinação do atendimento presencial com as soluções digitais pode proporcionar um equilíbrio ideal, garantindo uma abordagem completa e abrangente no cuidado dos pacientes. Além disso, é fundamental assegurar a proteção e a privacidade dos dados dos pacientes, mantendo a confiança no sistema.

Em conclusão, a saúde digital no SUS representa um avanço promissor para a melhoria da qualidade e da equidade no atendimento à saúde no Brasil. Mas sua implementação não está isenta de desafios e ainda possui várias barreiras a serem vencidas. Para que os benefícios sejam efetivos, é fundamental continuar investindo em tecnologia, treinamento e políticas que assegurem a equidade e a segurança no uso dessas novas ferramentas. O SUS, ao adotar e integrar efetivamente a saúde digital, pode fortalecer sua missão de proporcionar saúde de qualidade para todos os brasileiros.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION (ADA). Teledentistry. Relatório técnico, abr. 2023. Disponível em: https://www.ada.org/-/media/project/ada-organization/ada/ada-org/files/resources/practice/dental-standards/aip-review/1112_aip_apr_2023.pdf?rev=94089854f5f443cc83aac354a0c668cc&hash=C254CE9644790E3E65EFDE0F25BB21F0. Acesso em: 30 jul. 2024.
- ANTENOR. Novas tecnologias e normatização ampliam espaço para telessaúde no Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/227-novas-tecnologias-e-normatizacao-ampliam-espaco-para-telessaude-no-brasil>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Departamento de Informática do SUS. Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028 [recurso eletrônico]. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia_saude_digital_Brasil.pdf. Acesso em: 30 jul. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Meu SUS Digital. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/seidigi/meusudigital>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- CALDARELLI, Pablo Guilherme; DITTERICH, Rafael Gomes; ZERMIANI, Thabata Cristy; CARVALHO DA SILVA, Ruann Oswaldo; MARTINS, Caroline Pagani; GABARDO, Marilisa Carneiro Leão. Atenção à saúde bucal durante a pandemia da COVID-19: repensando o cuidado e discutindo novas possibilidades. In: SILVA, C. R. C.; SANTOS, I. L. V. L. (Org.). Covid-19: Impactos e descobertas. 1. ed. Campina Grande: Editora Science, 2021. p. 14-34.
- CARRER, Fernanda Campos de Almeida; MATUCK, Bruno; LUCENA, Edson Hilan Gomes; MARTINS, Fábio Carneiro; PUCCA JUNIOR, Gilberto Alfredo; GALANTE, Mariana Lopes; TRICOLI, Maria Fernanda de Montezuma; MACEDO, Mary Caroline Skelton. Teledentistry and the Unified Health System: an important tool for the resumption of Primary Health Care in the context of the COVID-19 pandemic. SciELO Preprints. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.837>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- CONASS. Secretarias mostram os benefícios da Saúde Digital para a população e gestores do SUS. 5 jul. 2024. Disponível em: <https://www.conass.org.br/secretarias-mostram-os-beneficios-da-saude-digital-para-a-populacao-e-gestores-do-sus/>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- CONSELHO FEDERAL DE ODONTOLOGIA (CFO). Resolução CFO-226, de 04 de junho de 2020: dispõe sobre o exercício da Odontologia a distância, mediado por tecnologias, e dá outras providências. Brasília, 2020. Disponível em: <http://sistemas.cfo.org.br/visualizar/atos/RESOLU%C3%87%C3%83O/SEC/2020/226>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- DATASUS. Saúde Digital. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/saudedigital>. Acesso em: 30 jul. 2024.

MARCOLINO, Milena Dorian; ALKMIM, Maria Beatriz; ASSIS, Tati Guerra Pezzini; SOUSA, Lidiane Aparecida Pereira; RIBEIRO, Antonio Luiz Pinho. Teleconsultorias no apoio à atenção primária à saúde em municípios remotos no estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 35, n. 5/6, p. 345-352, 2014. Disponível em:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiN17HM yIGIAxWdqJUCHVbVJK4QFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.scielo.org%2Fpdf%2F Frpsp%2F2014.v35n5-6%2F345-352&usg=AOvVaw1axSx2Z9RzMEeGxI-OrWAs&opi=89978449>. Acesso em: 30 jul. 2024.

MUNHOZ, Luciana; WATANABE, Plauto; SILVA, Yeda. Inovação em saúde: telessaúde e teleodontologia: conceitos e aplicações. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Odontologia, 2023. DOI: <https://doi.org/10.11606/9786557870464> Disponível em:

www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1227 . Acesso em: 30 jul. 2024.

PACHECO, Karina Tonini dos Santos; NASCIMENTO, Raniery Mattedi Nascimento; RIOS, Maria Zilma; PACHECO FILHO, Antonio Carlos; BARREIRA-NIELSEN, Carmen; GARBIN, Cléa Adas Saliba. Tecnologias de informação e comunicação para formação profissional em Odontologia: uma proposta do Telessaúde/ES. *Revista da ABENO*, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 127–136, 2018. DOI: 10.30979/rev.abeno.v18i3.548. Disponível em:

<https://revabeno.emnuvens.com.br/revabeno/article/view/548>. Acesso em: 30 jul. 2024.

SILVA, Cícera Renata Diniz Vieira; LOPES, Rayssa Horácio; MARTINIANO, Cláudia Santos; SILVA, Ísis de Siqueira; UCHÔA, Severina Alice da Costa. Conceito de saúde digital na Atenção Primária à Saúde (2020-2022): Um estudo baseado no método evolucionário de Rodgers. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, Boa Vista, v. 17, n. 49, p. 432–454, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.10565467. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/3156>. Acesso em: 30 jul. 2024

SOARES, Alessandra Nascimento; ROUSSENQ, Suellen Cristina; CROCETTA, Tania Brusque; BENETTI, Manuseio. O que é saúde digital? uma revisão integrativa / what is digital health? an integrative review. *Brazilian Journal of Development*, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 38954–38972, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n5-406. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/48290>. Acesso em: 30 jul. 2024.

Acesso Endodôntico Guiado: Avanços Tecnológicos e Impacto na Prática Clínica

 10.56238/livrosindi202479-009

Maria Cecília Miranda

Júlia Fabris

Clovis José Alegri Junior

Larissa do Amaral Cavalett

Gabriela Ruiz de Queiroz

João Pedro Silva Pires

Gustavo Farias Macedo

Bruno Cavalini Cavenago

1 INTRODUÇÃO

A Endodontia evoluiu continuamente para aumentar a eficiência do tratamento de canais radiculares, sempre com o objetivo de promover uma adequada modelagem associada a uma eficiente limpeza e descontaminação do sistema de canais, para controle ou mesmo prevenção da periodontite apical. É de suma importância manter a forma original do canal radicular, o tanto quanto possível, e preservar a integridade estrutural da raiz (BURROUGHS et al., 2012). A configuração da anatomia dos canais radiculares pode representar um grande desafio ao tratamento endodôntico e seu domínio, estabelecido através do conhecimento e diagnóstico clínico, está diretamente relacionado à qualidade do tratamento (CAPUTO et al., 2016). Porém, ainda há outros fatores que podem complicar o tratamento endodôntico, como por exemplo as mineralizações pulpare, as quais limitam a ação de agentes irrigantes e o acesso de instrumentos em toda extensão dos canais (LARA-MENDES et al., 2019).

Além disso, fatores iatrogênicos, tais quais perfurações, fratura de instrumentos, excesso de remoção de tecido dentário e até a dificuldade de localizar canais mais atresiadados, também se ressaltam como obstáculos na área. Canais com calcificações pulpare costumam apresentar seus canais em posição simétrica, porém envolvem maior risco de perfuração pela ausência da sensação de “cair no vazio” (VINAGRE et al., 2021). Em decorrência de complicações envolvendo os desafios no tratamento endodôntico, em especial a existência de canais calcificados, surgiu-se a Endodontia guiada, a qual consiste no uso da tecnologia de computadores para um planejamento mais assertivo dos casos, envolvendo, também, a confecção de guias em 3D. Dessa forma, o risco de acidentes como perfurações e outros fatores iatrogênicos tendem a diminuir, pois há um caminho anteriormente

planejado para garantir um efetivo acesso coronário e satisfatória instrumentação (KULINKOVYCH-LEVCHUK et al., 2022).

Portanto, esse capítulo tem como objetivo apresentar a técnica da Endodontia Guiada, considerando suas vantagens e limitações.

2 ENDODONTIA GUIADA: ESTÁTICA E DINÂMICA

A literatura preconiza a existência de dois tipos de técnica para a Endodontia Guiada: estática e dinâmica. A primeira é realizada por meio da obtenção de uma imagem de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) da arcada que contém o dente a ser tratado e, paralelamente, é realizado um escaneamento intraoral. As duas imagens são submetidas a uma sobreposição através de um software, onde é desenhado um guia que irá cobrir o dente de interesse e é projetado um orifício com diâmetro e angulação específicos, que permitirão o acesso direto ao canal. Por meio desses processos, é possível projetar cilindros que irão permitir o acesso estável e eficiente da broca em direção ao dente (KULINKOVYCH-LEVCHUK et al., 2022). Depois de feito os desenhos, o arquivo é então exportado do software para que seja gerada a impressão em três dimensões num processo que recebe o nome de prototipagem. O guia prototipado é produzido com resina acrílica (CASADEI et al., 2019).

Em contrapartida, a endodontia dinâmica envolve primeiramente a marcação de referências no lado contrário ao lado a ser tratado; em seguida, são obtidas imagens de TCFC. Então, com o auxílio de uma câmera estéreo, o cirurgião-dentista consegue visualizar o trajeto das brocas em tempo real, permitindo uma navegação clínica que orienta a perfuração e posição desejada de acordo com o planejamento prévio. Essa técnica necessita da utilização de uma unidade móvel que inclui uma luz suspensa, uma câmera que rastreia movimentos e um software para fazer o planejamento (KULINKOVYCH-LEVCHUK et al., 2022).

A endodontia guiada estática tem como vantagens uma boa precisão, menor perda da estrutura dentária e redução do tempo de procedimento, além de evitar acidentes como desvios e perfurações, facilitando o trabalho de profissionais menos experientes. Entretanto, a técnica é dificultada nos casos de pacientes que utilizam alinhadores e novas restaurações que podem modificar a posição dos dentes, já que eles devem parar de utilizar os alinhadores e não fazer nenhuma intervenção dentária depois de realizar a tomografia até que todo o procedimento tenha sido finalizado. Já as vantagens da endodontia guiada dinâmica envolvem uma consulta única, menor perda de estrutura dentária quando comparada ao acesso livre, maior segurança no procedimento, irrigação potencializada, maior conforto ao paciente e principalmente a capacidade de corrigir erros que ocorram durante o

tratamento. Podemos citar como inconvenientes a presença de algumas restaurações radiopacas que podem afetar a qualidade da imagem além do volume acentuado de acessórios que devem ser instalados na peça de mão, o que prejudica a visibilidade do operador (DANTAS, 2023).

De maneira geral, as duas técnicas são bem eficientes e não há diferença significativa na taxa de sucesso entre elas. A endodontia guiada estática é mais indicada para dentes anteriores, apesar de também ser possível utilizar em dentes posteriores. Com relação ao custo, a dinâmica necessita de um investimento inicial maior, tanto para obter o hardware quanto o software. Entretanto, como a estática envolve a confecção de um guia, ela também requer um custo adicional. Cabe, portanto, ao profissional decidir qual método mais se adequa a sua realidade de acordo com as vantagens e desvantagens que cada uma das técnicas oferece (DANTAS, 2023).

3 SOBRE O PROCESSO

A literatura contempla inúmeros casos em que foram aplicadas técnicas endodônticas guiadas. Todavia, ainda não há um protocolo único previsto. Portanto, esse material contempla um “passo a passo” da **técnica guiada estática** com base em vários relatos e revisões, para que assim seja possível compreender o fluxo que permite a execução do procedimento de forma geral, buscando previsibilidade e precisão de resultados (DECURSIO et al., 2021; CONNERT, WEIGER e KRSTL, 2022; LLAQUET et al., 2021).

3.1 EXAME CLÍNICO E RADIOGRÁFICO

Inicialmente, deve ser realizada a anamnese e o exame físico do paciente para avaliar a presença de sintomatologia e/ou alterações perirradiculares (LLAQUET et al., 2021). A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) atualizada e de alta resolução deve ser solicitada (CONNERT, WEIGER e KRSTL, 2022; LLAQUET et al., 2021), sendo o arquivo no formato “.DICOM”. Além disso, deve ser realizado o escaneamento intraoral, que gera o arquivo no formato “.stl” (DECURSIO et al., 2021). Em caso de impossibilidade de escaneamento intraoral, o arquivo pode ser obtido a partir de um modelo em gesso, o qual é digitalizado em scanner de laboratório (CONNERT, WEIGER e KRSTL, 2022).

3.2 PLANEJAMENTO DO GUIA “ENDOGUIDE”

Os arquivos “.DICOM” e “.stl” são incorporados em um software de planejamento digital, e assim o guia é planejado. Algumas dimensões como comprimento, dimensão e área de desgaste são previstas. Os planos não devem projetar o desgaste a uma distância inferior a 1 mm da superfície

radicular em contato com o ligamento periodontal, a fim de evitar acidentes de perfuração. Isso é relevante, considerando que a média de desvios na extremidade da broca pode chegar a 0,4 mm durante o desgaste guiado até o terço apical da raiz. O endodontista deve participar ativamente de todo o processo, desde o planejamento, uma vez que relatórios sobre a produção do guia devem ser cuidadosamente analisados. Um ponto importante é pensar na estabilidade desse guia em boca, fazendo parte do planejamento considerar sua adaptação. Quando finalizado e aprovado, o documento em “.slt” do guia é enviado para impressão 3D, sendo geralmente confeccionada em resina líquida fotopolimerizável com tecnologia de processamento de luz direta (DECURCIO et al., 2021). O guia também pode ser obtido pelo sistema CAD/CAM (CONNERT, WEIGER e KRSTL, 2022).

3.2.1 Aquisição do arquivo [-stl]

A aquisição do arquivo [-stl] pode ser realizada de duas maneiras, o profissional pode obter um modelo de gesso e realizar o escaneamento extraoral do modelo estudo, ou, da maneira mais comum, a partir de um escaneamento intraoral (PEGO, 2023).

Quanto aos softwares, podem ser utilizados dois tipos: os de planejamento, fundamentais para a generalidade dos guias; e os de monitorização, apenas para casos de guias dinâmicos, pois permitem rastrear e monitorar o posicionamento da broca nos 3 planos (PEGO, 2023).

Para a aquisição desses arquivos, se faz necessário obter um registro dos tecidos moles e das superfícies dentárias. O scanner digitaliza o arco dentário diretamente no consultório, por meio do escaneamento intraoral, ou de forma indireta, por meio do escaneamento do modelo em gesso, sendo realizada no laboratório. A digitalização deve abranger pelo menos um quadrante da arcada dentária, para garantir um suporte estável para o guia.

3.2.2 Aquisição de arquivos “DICOM”

Segundo Caglayan; Dagiston; Keles (2015), a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é um exame bastante útil e tem se mostrado como um método detalhado e recomendado para auxiliar no diagnóstico das calcificações. Radiografias convencionais podem não ser suficientes no estabelecimento de diagnóstico, além de apresentarem maior distorção de imagens.

A TCFC consiste em um exame de referência na endodontia guiada e promove excelente visualização da morfologia dos canais e estruturas anatômicas adjacentes (PEGO, 2023). Em casos que têm indicação para recorrer a técnicas endodônticas guiadas, o uso de uma alta resolução e um volume limitado é essencial para se alcançar um bom planejamento, uma vez que na maior parte das vezes é suficiente para identificar estruturas anatômicas importantes e as suas relações entre si.

Imagens produzidas por tomografias geram arquivos chamados “.DICOM” (BANSODE P.V et al., 2023).

3.2.3 Sobreposição dos arquivos

Ambos os arquivos são incorporados nos softwares de desenho digital, gerando uma sobreposição das imagens e que permitem a elaboração de um guia digital, que será posteriormente gerado por uma impressora 3D ou sistema de design CAD/CAM. (LARA-MENDES, et al., 2021).

A TCFC e varredura da superfície do modelo são sobrepostas com base em imagens radiograficamente visíveis, como tecidos moles e duros do paciente. Com tais informações, Centros de Planejamento Digital (Planning Centers) ou cirurgiões-dentistas com treinamento, planejam o guia (LARA-MENDES, et al., 2021).

Quanto mais adaptada for a superfície oclusal dos dentes, maior será a estabilidade da guia e menor será o risco de desvio durante acesso ao canal. Situações clínicas desfavoráveis à estabilidade das guias exigem o planejamento de recursos que limitem sua mobilidade. Por exemplo, guias apoiadas em número reduzido de dentes ou ausência de dentes adjacentes à região do procedimento guiado são fatores desfavoráveis à sua estabilidade (DECURCIO, et al., 2021). Busca-se a estabilização, por meio do guia com pinos de fixação e anéis metálicos.

Ao ser concluído o projeto do guia endodôntico, um relatório de planejamento deve ser enviado ao dentista responsável pelo caso, para análise e aprovação. Somente após a aprovação o arquivo “.stl” do desenho do guia é enviado para impressão 3D. (DECURCIO, et al., 2021).

3.2.4 Impressão do guia

Com o planejamento virtual finalizado, o endodontista pode encaminhar o projeto a uma central terceirizada, que imprime e envia ao profissional quando concluído. Outra opção é o dentista possuir uma impressora 3D e os equipamentos para planejamento, assim pode planejar o guia e imprimi-lo (DECURCIO, et al., 2021).

Os sistemas CAD/CAM odontológicos consistem em vários hardwares e softwares usados para dados de aquisição, bem como projeto e fabricação de restauração (DECURCIO, et al., 2021).

A tecnologia de impressão 3D (técnica de Estereolitografia) permite a produção de guias endodônticas. Atualmente, os guias endodônticas são impressos em resina líquida fotopolimerizável (DECURCIO, et al., 2021).

3.3 ETAPAS CLÍNICAS

Com o guia em mãos, o Endodontista deve confirmar sua qualidade, estabilidade e adaptação. A broca comumente utilizada nas técnicas guiadas é a de 1,3 mm de diâmetro (Neodent, Curitiba, Brasil). Essa é uma broca que não possui poder de corte em esmalte, atuando apenas em dentina. Por isso, é necessário realizar um desgaste prévio com uma broca diamantada na região do esmalte, para posteriormente iniciar a técnica guiada. Com o guia em posição, de forma estável e com irrigação constante direcionada para o interior do guia, a broca deve prosseguir o desgaste até tocar na base que consta no anel do guia, pois ele é a referência de profundidade previamente planejada. Por conseguinte, com o acesso guiado concluído, as próximas etapas endodônticas podem ser executadas (DECURCIO, et al., 2021).

4 VANTAGENS

A endodontia guiada tem se evidenciado como uma abordagem inovadora e eficaz para o tratamento de dentes com canais radiculares calcificados, oferecendo várias vantagens significativas em comparação com métodos convencionais. De maneira geral, as vantagens se baseiam em: precisão, eficiência e economia de tempo, redução do risco de perfurações, acessibilidade a canais calcificados, menor perda de substância dentária e melhor experiência do paciente. (CONNERT et al., 2017; TAVARES et al., 2018).

Um dos principais benefícios da endodontia guiada é a alta precisão proporcionada pela técnica. Estudos demonstram que o acesso ao canal radicular é mais preciso com um desvio médio da angulação e da posição linear significativamente menor, reduzindo a possibilidade de erros. Foi observado um desvio angular médio de apenas 1,59°, com desvios lineares de 0,12mm a 0,34mm do ponto alvo apical, superando a precisão de procedimentos guiados por navegação em implantodontia (CONNERT et al., 2017).

A eficiência no tempo de tratamento é outro grande benefício da endodontia guiada, pois reduz o tempo necessário para preparar e planejar a cavidade de acesso. Visto que, o tratamento endodôntico, que inclui planejamento virtual, escaneamento de superfície e preparação da cavidade de acesso, leva em média dez minutos por dente, com a preparação da cavidade de acesso demorando em média trinta segundos (CONNERT et al., 2017).

A redução do risco de perfurações de raízes também ocorre, pois o posicionamento preciso das brocas é facilitado por guias impressas em 3D, aumentando a segurança do procedimento. Assim, a endodontia guiada reduz significativamente os riscos associados ao tratamento convencional,

oferecendo uma abordagem segura e precisa mesmo em casos de calcificação grave (TAVARES, et al., 2018).

Além disso, a utilização da endodontia guiada é particularmente vantajosa para dentes que apresentam calcificações de canal pulpar. Uma vez que, este método facilita o acesso preciso e fácil a canais que seriam desafiadores com métodos tradicionais. Portanto, é clinicamente relevante para o tratamento de dentes com raízes estreitas, como os incisivos mandibulares, onde a taxa de falha técnica pode chegar a 71% com métodos convencionais (CONNERT, et al., 2017).

Por último, a endodontia guiada reduz a perda de substância dentária, preservando melhor a estrutura do dente, o que é essencial para manter a integridade estrutural e garantir a longevidade do dente tratado. Esse método permite a preparação de cavidades de acesso mais conservadoras, que se concentra apenas na remoção do tecido calcificado necessário para alcançar o canal radicular. (TAVARES, et al., 2018).

5 LIMITAÇÕES

Embora o Endoguide seja um método de tratamento de alta tecnologia e eficácia, é crucial destacar algumas de suas limitações. O processo de confecção do guia exige o uso de tecnologia avançada, como tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), impressoras 3D e scanners, o que pode aumentar significativamente o custo do procedimento e a exposição à radiação (TOUBES et al., 2017). Além disso, o planejamento pré-operatório demanda mais tempo, embora esse aumento geralmente seja compensado por um menor tempo de execução do procedimento em si (SCHNEIDER et al., 2009; KRSTL et al., 2016; LARA-MENDES et al., 2018).

Outra limitação é em relação à instalação do guia, a qual depende de um profissional com habilidades cirúrgicas (TOUBES et al., 2017), além do fato da instalação poder ser prejudicada em regiões posteriores devido ao reduzido espaço interoclusal, dificultando o acesso. Deve-se ponderar também o espaço que o guia ocupa na boca, dificultando a irrigação durante o processo, podendo levar ao superaquecimento do dente (CONNERT et al., 2019; MORENO-RABIÉ et al., 2020).

A endodontia guiada é especialmente indicada para casos de raízes retas devido ao risco de perfurações. No entanto, apesar de raízes curvas parecerem uma limitação inicial, a calcificação dos canais geralmente ocorre nos terços cervical e médio, enquanto a curvatura da raiz ocorre no terço apical. Assim, o método pode ser utilizado em alguns casos na parte reta de canais curvos. (LARA-MENDES et al., 2018).

Para o correto acesso e direcionamento das brocas, o guia deve estar adaptado à superfície oclusal. Pacientes com poucos dentes acabam perdendo esse apoio, podendo prejudicar a estabilidade da placa. Nesses casos, o guia deve ser fixado no osso adjacente por meio de pinos. (DECURCIO *et al.*, 2021; LARA-MENDES *et al.*, 2018).

Uma desvantagem potencial é o uso de brocas para localização dos canais, que pode levar a fraturas e consequente perda do dente (WILCOX; ROSKELLEY; SUTTON, 1997). Para evitar essa situação, é necessária irrigação abundante durante o uso das brocas, além de realizar movimentos de vai-e-vem para evitar cargas excessivas nas paredes do canal (FONSECA TAVARES *et al.*, 2018). Ainda em relação às brocas utilizadas, estas não são ideais para tratamentos endodônticos, pois foram criadas para implantodontia, embora provoquem menos desgaste comparadas às brocas de técnica convencional (LARA-MENDES *et al.*, 2018). O ideal seria utilizar instrumentos menores, como brocas miniaturizadas de 0,85 mm de diâmetro, em vez das atuais de 1,2 mm a 1,5 mm. Essa redução pode diminuir a perda de tecido dentário, aumentar a margem de segurança em caso de desvio da broca, diminuir a chance de trincas e aumentar a flexibilidade do instrumento (KRSTL *et al.*, 2016).

6 CONCLUSÃO

A endodontia guiada é um grande avanço tecnológico na área de endodontia, oferecendo maior precisão, eficiência e previsibilidade no tratamento de canais radiculares calcificados. Com a associação de tecnologias de aquisição de imagem, software de planejamento e impressão 3D, esse tipo de abordagem permite um acesso mais direto e seguro aos canais, ajudando a minimizar os riscos de perfurações e de perda de estrutura dental. Apesar das limitações, como a curvatura presente em alguns canais mineralizados, custos elevados e necessidade de equipamentos tecnológicos avançados, os benefícios proporcionados pela endodontia guiada como maior conforto ao paciente, resultados mais previsíveis, tempo menor de atendimento. Com o avanço contínuo das técnicas e tecnologias, a endodontia guiada está se tornando uma ferramenta cada vez mais indispensável na prática endodôntica, oferecendo tratamentos mais eficazes e com um menor risco de acidentes, sendo benéfico tanto para os pacientes como para os profissionais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J.; HOLETZ DE TOLEDO LOURENÇO, A.; Karen dos Anjos Souza, L.; ANDRESSA DE SOUZA CARVALHO, A. Endodontia guiada: conhecendo os avanços na área endodôntica. *Revista do CROMG*, v. 22, supl. 4, 2024.
- BANSODE, P. V.; WAVDHANE, M. B.; PATHAK, S. D.; JADHAV, A. K. Guided Endodontics: A Literature Review. *International Journal Dental and Medical Sciences Research*, v. 4, n. 5, p. 617-622, 2023.
- BURROUGHS, J. R. et al. Shaping Ability of Three Nickel-Titanium Endodontic File Systems in Simulated S-shaped Root Canals. *Journal of Endodontics*, v. 38, n. 12, p.1618-1621, Dec. 2012.
- CAPUTO, B. V. et al. Evaluation of the Root Canal Morphology of Molars by Using Cone-beam Computed Tomography in a Brazilian Population: Part I. *Journal of Endodontics*, v. 42, n. 11, p.1604-1607, Nov. 2016.
- CONNERT, T.; WEIGER, R.; KRSTL, G. Present status and future directions - Guided endodontics. *Int Endod J*, v. 55, supl. 4, p. 995-1002, out. 2022.
- CONNERT, T. et al. Guided endodontics versus conventional access cavity preparation: a comparative study on substance loss using 3-dimensional-printed teeth. *J Endod.*, v. 45, n. 3, p. 327-331, 2019.
- CONNERT, T. et al. Microguideendodontics: accuracy of a miniaturized technique for apical extended access cavity preparation in anterior teeth. *International Endodontic Journal*, v. 43, n. 5, p. 787-790, 2017.
- DANTAS, C. C. R; Endodontia Guiada, Estática e Dinâmica em Dentes com Calcificações Pulpareas. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) – Instituto Universitário de Ciências da Saúde. Gandra, 2023.
- DECURCIO, D. A.; BUENO, M. R.; SILVA, J. A.; LOUREIRO, M. A. Z.; DAMIÃO SOUSA-NETO, M.; ESTRELA, C. Digital Planning on Guided Endodontics Technology. *Braz Dent J*, v. 32, n. 5, p. 23-33, set./dez. 2021.
- FONSECA TAVARES, W. L. et al. Guided Endodontic Access of Calcified Anterior Teeth. *J Endod*, v. 44, n. 7, p. 1195-1199, jul. 2018.
- KRSTL, G. et al. Guided Endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology. *Dental Traumatology*, v. 32, n. 3, p. 240-246, 2016.
- KULINKOVYCH-LEVCHUK K, PECCI-LLORET MP, CASTELO-BAZ P, PECCILLORET MR, OÑATE-SÁNCHEZ RE. Guided Endodontics: A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Oct 26;19(21):13900. doi: 10.3390/ijerph192113900. PMID: 36360780; PMCID: PMC9657991.

LARA-MENDES, S. T. O. et al. Guided endodontic access in maxillary molars using cone-beam computed tomography and computer-aided design/computer-aided manufacturing system: a case report. *J Endod.*, v. 44, n. 5, p. 875-879, 2018.

LARA-MENDES, S. T. O. et al. Guided endodontics as an alternative for the treatment of severely calcified root canals. *Dental Press Endod.*, v. 1, n. 9, p. 15-20, 2019.

LLAQUET PUJOL, M.; VIDAL, C.; MERCADÉ, M.; MUÑOZ, M.; ORTOLANI-SELTENERICH, S. Guided Endodontics for Managing Severely Calcified Canals. *J Endod.*, v. 47, n. 2, p. 315-321, fev. 2021.

MORENO-RABIÉ, C. et al. Clinical applications, accuracy and limitations of guided endodontics: a systematic review. *Int Endod J.*, v. 53, n. 2, p. 214-231, 2020.

PEGO, T. J. C. Endodontia guiada: indicações, implicações clínicas e protocolo utilizado. Uma revisão bibliográfica da literatura. 2023. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Medicina Dentária, Universidade do Porto.

RAMALHO, C. L. G. et al. The use of endoguide in the planning and treatment of calcified permanent teeth. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 4, n. 3, p. 12835-12852, 2021.

SCHNEIDER, D. et al. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clinical Oral Implants Research*, v. 20, n. 4, p. 73-86, 2009.

SCHWINDLING, F. S. et al. Three-dimensional-guided removal and preparation of dental root posts — concept and feasibility. *Journal of Prosthodontic Research, Japan Prosthodontic Society*, p. 1-5, 2019.

TAVARES, W. L. F. et al. Guided Endodontic Access of Calcified Anterior Teeth. *Journal of Endodontics*, v. 44, n. 7, p. 1195-1199, 2018.

TOUBES, K. M. S. et al. Clinical approach to pulp canal obliteration: a case series. *Iran Endod J.*, v. 12, n. 4, p. 527-533, 2017.

VAN DER MEER, W. J. et al. 3D Computer aided treatment planning in endodontics. *Journal of Dentistry, Elsevier Ltd*, v. 45, p. 67-72, 2016.

VINAGRE, A.; CASTANHEIRA, C.; MESSIAS, A.; PALMA, P.J.; RAMOS, J.C. Management of Pulp Canal Obliteration-Systematic Review of Case Reports. *Medicina* 2021, 57, 1237.

WILCOX, L. R.; ROSKELLEY, C.; SUTTON, T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endod.*, v. 23, n. 8, p. 533-534, ago. 1997.

Os Recursos Digitais na Ortodontia

 10.56238/livrosindi202479-010

Ricardo Cesar Moresca

Beatriz Estella Cardoso Silva

Camila Ratkiewicz

Beatriz Almeida Shimizu

Henrique Kenji Takarada

Ana Cláudia Vilela

Marcus Vinícius Braga da Silva

Suelen Rosa dos Santos

1 INTRODUÇÃO

A ortodontia experienciou uma transformação significativa com o advento das tecnologias digitais. A incorporação de recursos digitais na prática ortodôntica não apenas revolucionou os métodos tradicionais de diagnóstico e tratamento, mas também aprimorou a precisão, previsibilidade e eficácia dos resultados clínicos.

Avanços na tecnologia digital contribuíram com melhorias substanciais na captura de imagens. A introdução de radiografias digitais e da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) possibilitou a obtenção de imagens de alta resolução com menor exposição à radiação quando comparadas aos métodos tradicionais, por exemplo, proporcionando melhor análise da estrutura dentofacial (SCARFE & FARMAN, 2019). Além disso, a obtenção de modelos de estudo pela digitalização tridimensional promoveu facilidades e modificou o fluxo de trabalho do tratamento ortodôntico (ERGÜL et al., 2022).

Dessa forma, a utilização de *softwares* de planejamento de tratamento e a tecnologia dos alinhadores ortodônticos, quando indicados, têm proporcionado tratamentos eficazes e mais confortáveis, dado que estes programas permitem a simulação de movimentos dentários precisos e a personalização dos alinhadores de acordo com a anatomia de cada paciente (ALMOGBEL A., 2023). Assim, essas inovações transformaram a ortodontia e se tornaram preferência, no caso dos alinhadores, por conferirem maior estética e conforto durante o tratamento. (ROSSINI et al., 2021).

Este capítulo tem como objetivo explorar de forma abrangente os diversos recursos digitais aplicados na ortodontia, destacando suas vantagens e aplicações clínicas, bem como o seu impacto na prática ortodôntica moderna, proporcionando uma visão clara e detalhada a respeito das inovações tecnológicas que moldam a especialidade.

2 EXAMES DE IMAGENS DIGITAIS

As imagens digitais mais utilizadas na Ortodontia são as radiografias, a tomografia computadorizada de feixe cônico e as fotografias digitais. As radiografias e as fotografias, apesar de possuírem uma história já datada de muitos anos, fazem parte de todos os tratamentos realizados nesta especialidade. O primeiro sistema de radiografia digital intraoral foi registrado em 1987 por Francis Moyon, já os primeiros protótipos de tomógrafos *cone beam* foram criados no fim dos anos 90, sendo uma tecnologia bem mais recente.

2.1 RADIOGRAFIA DIGITAL

Os exames radiográficos são utilizados para toda a odontologia com diversos propósitos, sendo estes: identificação de patologias, lesões periapicais, reabsorções ósseas, cáries, determinação de comprimento de canais, avaliação de tratamentos endodônticos e restauradores presentes (BRUNIERE et al., 2011).

2.2 TIPOS DE RADIOGRAFIAS DIGITAIS

Na ortodontia as radiografias digitais mais utilizadas são as radiografias panorâmicas e as cefalométricas, além também das radiografias de mão e punho. A radiografia panorâmica é um exame que mostra toda a base óssea de um paciente, desde a região das conchas nasais até a base do mento no sentido superior-inferior e até a região dos meatos acústicos externos direito e esquerdo. Ela não é utilizada para um diagnóstico preciso devido às distorções presentes, porém pela sua acessibilidade e utilidade é um exame de rotina do início do tratamento de um paciente, na ortodontia pode ser utilizada para realizar contagem dos dentes (avaliar casos de supranumerários ou falta de dentes) e para verificar a condição óssea (reabsorções ósseas, sugestão de periodontite ou outras condições).

Figura 1: Radiografia Panorâmica de paciente com dentição mista.



A radiografia cefalométrica mostra uma visão lateral do paciente (regiões de crânio, face e parte da coluna cervical). Este exame é muito utilizado na ortodontia pois a partir dela é feito o traçado cefalométrico, onde são demarcadas estruturas cranianas, dentárias e de tecidos moles, identificando pontos e planos (GUIMARÃES et al., 2021).

Figura 2: Radiografia Cefalométrica



As radiografias de mão e punho são utilizadas para verificar a idade óssea do paciente, mais especificamente se ele está no surto de crescimento puberal, o que ajuda a prever o crescimento maxilar e mandibular.

2.3 VANTAGENS E PRECISÃO EM COMPARAÇÃO COM A RADIOGRAFIA CONVENCIONAL

Algumas das vantagens da radiografia digital são: não requer manuseio e tratamento de filmes, maior resolução do contraste, acessibilidade da aquisição das imagens pelo paciente, maior agilidade nas tomadas radiográficas, menor tempo de exposição aos raios X, possibilidade de mudança de cor/brilho/contraste da imagem, caráter ambiental benéfico (PASSOS et al., 2023). Também é possível citar que, primariamente, os traçados cefalométricos eram realizados manualmente com uma folha de acetato sobre a radiografia, aumentando a possibilidade de erros técnicos. Com as

radiografias digitais é possível enviar a imagem da radiografia cefalométrica para um *software* que faz o traçado por inteligência artificial, tornando o processo mais prático, mas ainda necessitando do monitoramento do ortodontista (GUIMARÃES et al., 2021).

Mesmo que as radiografias digitais tenham muitas vantagens, também existem algumas desvantagens, como o alto custo destes dispositivos, necessidade de treinamento específico dos profissionais, alto custo de manutenção e necessidade de computadores e de sistemas de armazenamento de imagens (PASSOS et al., 2023).

No geral, as radiografias digitais facilitam muito o dia a dia dos profissionais dentistas em relação às convencionais devido às facilidades que ela traz e a melhora da qualidade do atendimento com um diagnóstico mais preciso.

3 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO (CBCT)

3.1 PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

A tomografia computadorizada de feixe cônico também pode ser chamada de *cone beam*. Assim como os exames radiográficos convencionais bidimensionais, a CBCT faz uso da radiação ionizante. A rotação ao redor da cabeça do paciente pode ser feita de duas maneiras, uma de 360° ou de 180°. Primariamente as reconstruções são feitas em três planos, sagital, axial e coronal, e por meio de processamentos computadorizados avançados dos dados adquiridos é possível criar sequências de imagens em diferentes planos (WATANABE, 2019).

Esse processamento e manipulação das imagens é feito por meio de *softwares* digitais, sendo necessário uso de computadores e de um sistema de armazenamentos destas imagens.

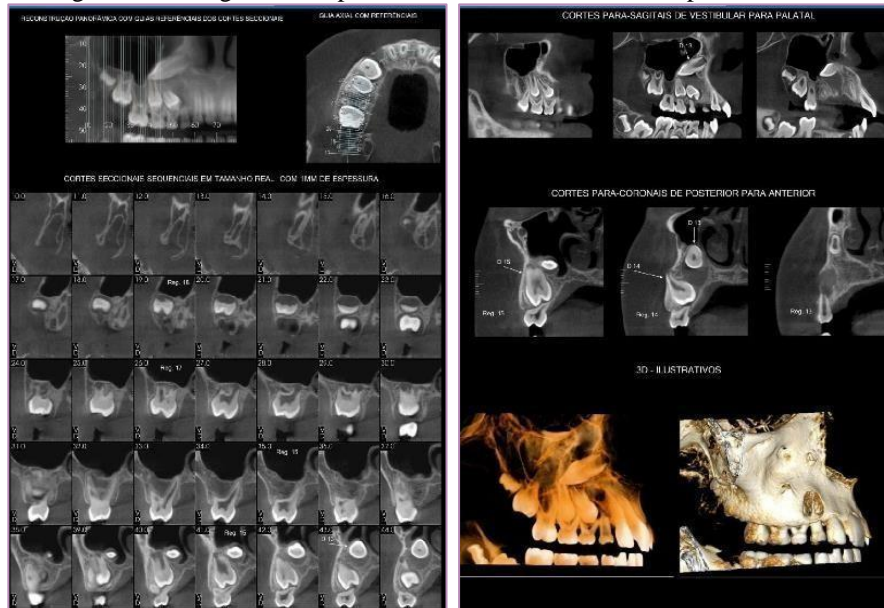
3.2 APLICAÇÕES CLÍNICAS E BENEFÍCIOS

Atualmente a CBCT é utilizada no diagnóstico ortodôntico, como na avaliação de dentes inclusos e sua relação com a base óssea e com as raízes dos dentes vizinhos, ou também para o diagnóstico de más oclusões severas (TEIXEIRA et al., 2022). Ela traz benefícios em relação à precisão do tratamento devido à qualidade da imagem, principalmente quando é feita reconstrução 3D. Por exemplo, numa cirurgia de extração de dente supranumerário, o cirurgião-dentista consegue ter maior noção espacial para retirada deste dente devido a recursos como a régua, que fornece a distância real de um ponto a outro baseada na imagem tridimensional. Outra utilização da tomografia *cone beam* é em casos de cirurgia de tracionamento de dentes inclusos onde é feita a colagem de botões, também é necessário ter essa noção espacial, e posteriormente, durante o tracionamento do

dente, têm uso importante para ver a relação do dente com a tábua óssea vestibular e as raízes dos dentes vizinhos (PROFFIT, 2021).

Em conclusão, apesar da carga da dose de raios X ser maior na CBCT comparado a uma radiografia bidimensional como a panorâmica, ela traz imagens muito mais fiéis ao real e mais nítidas, além das várias ferramentas que seu *software* de processamento trás para facilitar a execução do diagnóstico e do tratamento pelo profissional.

Figura 3: Imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico de paciente com dente incluído.



4 FOTOGRAFIA DIGITAL

4.1 USO NA DOCUMENTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE CASOS

Na ortodontia as fotografias iniciais são utilizadas na documentação inicial do paciente e seu papel principal se dá na elaboração do diagnóstico, no acompanhamento e na evolução do tratamento. Também possui uma importância legal, ajudando na identificação de pacientes e na investigação odontológica (MARTINS et al., 2013).

4.2 OBJETIVOS E TIPOS DE FOTOGRAFIAS DIGITAIS

Na Ortodontia os registros fotográficos incluem as fotografias intrabucais (frontais, laterais e oclusais) e extrabucais (perfil, perfil em 45°, frontal e do sorriso), de acordo com Martins et.al., 2013. A partir das fotografias extrabucais é feita a análise de perfil facial, que possui 3 principais objetivos, sendo estes: verificar se os maxilares estão proporcionalmente posicionados no plano anteroposterior do espaço, avaliação da postura labial e da proeminência dos incisivos e a reavaliação das proporções

faciais verticais e avaliação do ângulo do plano mandibular (PROFFIT, 2021). Com isso é possível identificar um perfil convexo, reto ou côncavo, e com as fotografias de frente se o paciente é mais dolico, mesio ou braquifacial.

Nestas imagens frontais é feita a análise do sorriso, verificando quantidade de exposição gengival e dos incisivos, dimensões transversais do sorriso em relação à arcada inferior e o arco do sorriso (PROFFIT, 2021).

Concluindo, as fotografias são um recurso muito importante na Odontologia, e principalmente na Ortodontia, onde normalmente é feito um acompanhamento a longo prazo.

5 DIGITALIZAÇÃO E IMPRESSÃO 3D

5.1 SCANNER INTRAORAL

5.1.1 Funcionamento e tipos de scanners

Esse sistema usa uma câmera infravermelha para obter imagens de estruturas bucais após estas serem revestidas com pó de dióxido de titânio. Vários protocolos de gerenciamento de consultórios, documentação e fotografias digitais e anotações sobre o andamento de casos são demonstrados usando modelos digitais 3D. Quando as imagens digitais são escaneadas e processadas, elas podem ser utilizadas integralmente ou parcialmente. As especialidades que mais têm se beneficiado dessa tecnologia são a Ortodontia, a Prótese, a Implantologia e a Cirurgia Ortognática (BOSIO; DEL SANTO; JACOB, 2017).

5.1.2 Benefícios em relação às impressões convencionais

A utilização de scanners intraorais na odontologia moderna oferece vantagens substanciais, sendo significativamente mais rápida que as técnicas convencionais, o que melhora o fluxo de trabalho e permite ao dentista atender mais pacientes (BOSIO; DEL SANTO; JACOB, 2017).

O conforto ao paciente é uma vantagem notável dos scanners intraorais, pois o processo é menos invasivo e evita materiais de moldagem tradicionais, que podem causar náusea. Isso torna os scanners ideais para pacientes com reflexo de vômito acentuado ou condições como fissura labiopalatina (LOIOLA et al., 2019).

Outro ponto a destacar é a redução do tempo de pós-processamento. As impressões digitais podem ser rapidamente enviadas para laboratórios ou integradas com sistemas de CAD/CAM para a fabricação de próteses e outros dispositivos dentários, agilizando o processo de tratamento (BEUER et al., 2008).

A precisão dos registros com scanners intraorais é alta, capturando detalhes finos que as impressões tradicionais podem perder, resultando em um ajuste mais preciso dos dispositivos dentários e melhorando a qualidade do tratamento. Em resumo, os scanners intraorais oferecem conforto, eficiência e precisão, beneficiando tanto profissionais quanto pacientes (BEUER et al., 2008).

5.1.3 Precisão e conforto para o paciente

A precisão dos scanners intraorais se destaca por sua alta resolução de imagem, redução de erros, consistência e integração com tecnologias CAD/CAM. Eles capturam detalhes minuciosos das estruturas dentárias e dos tecidos moles, essenciais para diagnósticos precisos e planejamento eficaz. Ao contrário das impressões convencionais, que podem sofrer distorções, os scanners garantem uma reprodução exata da cavidade bucal, essencial para próteses e aparelhos ortodônticos. A reprodutibilidade das digitalizações é confiável, permitindo análises detalhadas e planejamento de tratamentos complexos. A integração com CAD/CAM facilita a criação de dispositivos dentários precisos, melhorando os resultados estéticos e funcionais (NEDELCO et al., 2018).

5.2 IMPRESSÃO 3D

5.2.1 Materiais utilizados

A impressão 3D fabrica objetos tridimensionais a partir de um arquivo digital por meio de processos aditivos, usando materiais metálicos e não metálicos. Métodos como sinterização a laser, que funde pó plástico, e estereolitografia, que polimeriza resina líquida, são empregados. No processo aditivo, o objeto é produzido pela deposição de camadas sucessivas do material até sua conclusão, com cada camada representando uma seção transversal do objeto (SHAIKH SS et al., 2021).

5.2.2 Aplicações na ortodontia (modelos de estudo, alinhadores, guias cirúrgicos)

Os aparelhos ortodônticos, feitos com software CAD, permitem simular o tratamento completo antes de iniciar, possibilitando ajustes no planejamento e previsão de resultados. Eles são usados para corrigir dentes apinhados, com braquetes personalizados e adaptados às superfícies dentárias individuais (SIDRA WAHEED et al., 2016).

Guias cirúrgicos são usadas em cirurgias de implantes dentários, reconstrução mandibular e maxilofacial, cirurgia ortognática e de ATM. Existem guias de corte, perfuração e posicionamento. A cirurgia guiada reduz o tempo cirúrgico e melhora os resultados clínicos e estéticos (SHAIKH SS et al., 2021).

Modelos de estudo de alta precisão auxiliam na avaliação detalhada da condição bucal do paciente e no planejamento preciso de tratamentos. Eles permitem a visualização tridimensional das estruturas orais, facilitando a análise e abordagem de casos complexos (SHAIKH SS et al., 2021).

Alinhadores são dispositivos ortodônticos estéticos e confortáveis, que permitem liberdade na alimentação e facilitam a higiene dental. Com 0,75 mm de espessura, são feitos de materiais termoplásticos. O planejamento digital permite aos pacientes visualizar o resultado final antes do tratamento, oferecendo uma expectativa realista dos resultados (SHAIKH SS et al., 2021).

5.2.3 Processo de impressão e considerações técnicas

A criação de um modelo tridimensional utilizando *softwares* de modelagem 3D inicia-se com a elaboração de um design digital do objeto desejado. Posteriormente, esse modelo é convertido em um arquivo G-code por meio de um *software* de fatiamento. Esse processo envolve ajustes e definições de parâmetros, como a altura da camada, a velocidade de impressão, a temperatura do bico e da base, e o padrão de preenchimento. Antes de iniciar a impressão, é imprescindível calibrar a cama de impressão e carregar o material apropriado. Durante o processo de impressão, é necessário monitorar constantemente para assegurar que tudo esteja ocorrendo conforme o planejado. Após a conclusão da impressão, algumas peças podem exigir pós-processamento para alcançar a qualidade e a aparência desejadas. Esse acabamento superficial pode incluir lixamento, e, se necessário, pintura e selagem (SIDRA WAHEED et al., 2016).

A impressão 3D é amplamente reconhecida como um conjunto diversificado de técnicas que transformam matéria-prima em objetos tridimensionais, construídos camada por camada, com base em um modelo digital assistido por computador. Esta tecnologia, cuja origem se define na manufatura aditiva, visa otimizar os processos produtivos ao permitir a fabricação de peças sobressalentes, personalizadas e experimentais. Diferentemente da manufatura tradicional, que envolve a remoção de material indesejado por meio de aparagem, perfuração e corte, a impressão 3D adiciona material de forma precisa, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência (SIDRA WAHEED et al., 2016).

5.3 SOFTWARES DE PLANEJAMENTO DE TRATAMENTO

5.3.1 Softwares de Análise Cefalométrica

Na Ortodontia, a análise cefalométrica é empregada para avaliar as relações anatômicas e funcionais dos ossos e tecidos moles da cabeça e da face. Este método utiliza radiografias laterais do crânio (Figura 4.1) para medir e analisar a posição dos dentes, ossos faciais e estruturas associadas e

é considerada um método diagnóstico essencial principalmente quando há uma grande discrepância esquelética (KOTULA et al. 2023).

Essa análise é realizada a partir da determinação dos pontos cefalométricos, que são utilizados para avaliar o desenvolvimento craniofacial. Depois da determinação destes pontos, são realizadas análises a partir de relações já conhecidas entre eles (Figura 4.2). Podem ser avaliados o perfil facial, a posição dos dentes em relação às bases ósseas, os maxilares em relação à base do crânio e o tipo cefálico do paciente (NANOTEC, 2024).

Com os avanços tecnológicos, a análise cefalométrica realizada de forma manual foi substituída pelo uso de softwares que realizam a identificação direta dos pontos cefalométricos por meio de algoritmos de aprendizagem profunda que analisam as imagens radiográficas. A partir do momento que esses pontos são determinados pelo software, as análises são calculadas de forma mais rápida e precisa, economizando tempo ao ortodontista (KIELCZYKOWSKI et al. 2023).

Atualmente, existem no mercado diferentes *softwares*, cada qual com características específicas que facilitam análises mais complexas, e sua escolha depende da necessidade de cada profissional.

Figura 4: Radiografia lateral do crânio, de necessária para a análise cefalométrica.

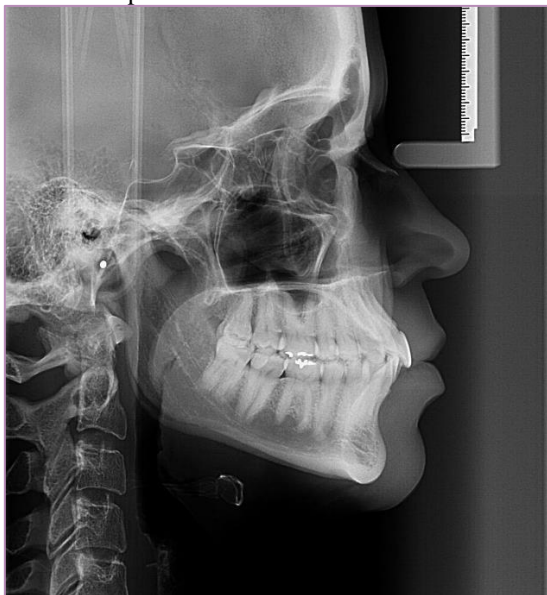
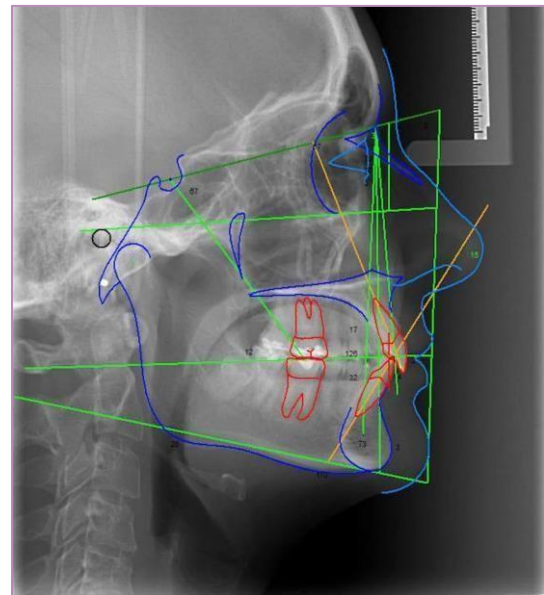


Figura 5: Análise cefalométrica.

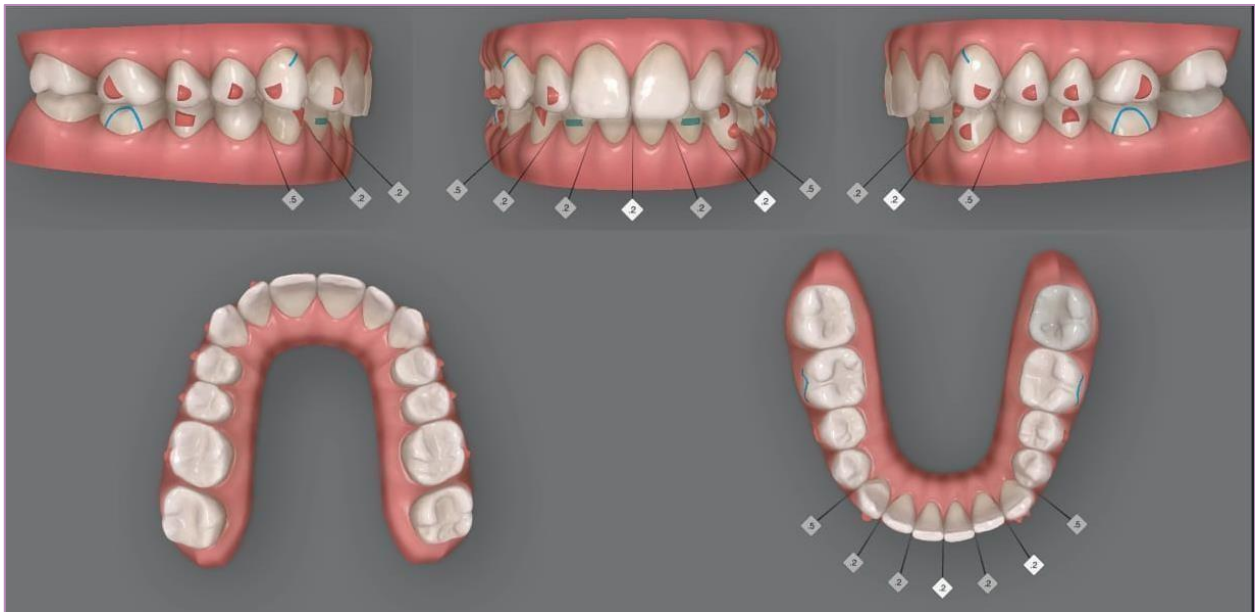


5.3.2 Planejamento Virtual de Movimentação Dentária

O desenvolvimento de *softwares* para planejamento digital permite aos ortodontistas planejar os casos de seus pacientes com a possibilidade de antecipar o resultado final antes mesmo de se iniciar o tratamento. Para isso, utiliza-se um *setup* virtual (Figura 4.3) que pode ser impresso posteriormente com impressoras 3D para a confecção de aparelhos personalizados, o que é mais preciso de se

produzir quando comparados com aqueles feitos com modelos de gesso. O *setup* virtual, dentre outras funcionalidades, permite a visualização e simulação do movimento dentário em todas as direções, podendo ser alterado quando for necessário. Essa aplicação digital odontológica possibilita também que o cirurgião-dentista, por meio de um vídeo produzido digitalmente, demonstre ao paciente a finalidade do tratamento odontológico a ser feito, dessa forma aumentando a eficiência de comunicação entre as partes (TAVARES et al., 2021).

Figura 6: Imagem de um *setup* virtual, ferramenta que auxilia a visualização e simulação do movimento dentário do paciente.



6 ALINHADORES ORTODÔNTICOS DIGITAIS

6.1 EVOLUÇÃO DOS ALINHADORES DIGITAIS

A idealização do alinhador surgiu em 1946 com o doutor Harold D. Kesling, que desenvolveu um aparelho capaz de conduzir o posicionamento dentário durante os estágios finais do tratamento, corrigindo imperfeições. O procedimento consistia em confeccionar uma série de posicionadores termoplásticos que se adaptavam conforme os dentes assumiam novas posições (GUIMARÃES, 2021).

Os alinhadores ficaram mais populares e deu-se início às gerações de alinhadores. A primeira tinha como principal característica o uso de moldeiras termoplásticas para serem confeccionados, já a segunda, elásticos e pequenos botões de resina na face posterior do dente, chamados de “attachments”, que aplicavam uma maior movimentação dos dentes durante o tratamento. A terceira geração teve como objetivo o maior controle sobre o alinhamento, então foi estabelecido o uso de softwares para o planejamento virtual (GUIMARÃES, 2021).

6.2 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

A tecnologia CAD/CAM baseia-se em três fundamentos principais: a captura digital das imagens das arcadas dos pacientes; a visualização e edição dessas imagens em *softwares* especializados; e a impressão 3D dos arquivos, seja dos dispositivos planejados ou dos modelos que servirão de base para a criação dos dispositivos. Esse processo é chamado de *Digital Workflow*. Essas novas tecnologias têm como intuito a redução do tempo clínico do ortodontista, além de acelerar os tratamentos, torná-los mais previsíveis, estéticos e confortáveis para os pacientes (CHRISTENSEN, 2017), porém, ela apresenta um custo financeiro mais elevado e a necessidade de treinamento profissional (CUNHA BARBOSA, PALMA, 2021).

A partir do escaneamento intraoral, os dados são salvos em um arquivo de computador, podendo ser enviados aos laboratórios ou empresas para a confecção dos alinhadores. Em seguida, os modelos são gerados automaticamente pelo software de planejamento e utilizados para a produção dos alinhadores. O dentista pode pedir alterações para os alinhadores de acordo com cada caso (CHRISTENSEN, 2017; BARRETO, SANTOS 2018).

6.3 PERSONALIZAÇÃO E AJUSTE DOS ALINHADORES

A eficácia do alinhador varia significativamente conforme alguns fatores, como: a anatomia e na posição do dente no arco dental, exigindo assim designs personalizados de alinhadores dependendo do dente que é movido; e o design da linha de recorte (Figura 7), sendo que linhas de recorte mais altas oferecem melhor controle do que as mais baixas, especialmente para incisivos (TRAVERSA 2024).

Um exemplo quanto a eficácia de um movimento a ser executado pelo alinhador se dá pela necessidade de incluir um *attachment* quando for realizar a extrusão de um incisivo central. Além disso, a posição em que este *attachment* (Figura 7) é colado tem grande influência na movimentação dentária, e o cirurgião-dentista pode realizar alterações no software para posicioná-lo no local que deseja (SAVIGNANO 2019). Outro exemplo é a distalização de molares, um movimento que, quando realizado por alinhadores, possui baixa eficácia ao final do tratamento. Dessa forma, é comum e indicado que se faça o uso de mecânicas auxiliares, como os mini-implantes e elásticos (Figura 7), diminuindo a ocorrência de movimentos indesejados e aumentando a eficiência dos alinhadores (GUO, 2024).

Figura 7: Fotografia do alinhador com a linha de recorte mais baixa, o uso de attachments e de elásticos.



6.4 ESTUDOS CLÍNICOS E EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS

O tratamento com alinhadores ortodônticos possivelmente tem maior associação com saúde oral e qualidade de vida quando comparado com o tratamento com os aparelhos metálicos fixos (KAKLAMANOS, MAKRYGIANNAKIS, ATHANASIOU, 2023). Adicionalmente, pacientes tratados com alinhadores apresentam maior comprometimento com a higiene oral, menos placa e menos reações gengivais inflamatórias em relação àqueles tratados com aparelhos fixos convencionais (ABBATE et al., 2015).

Quanto à reabsorção radicular, Li Y et al. (2020) investigaram e compararam esta questão em pacientes tratados com aparelhos fixos e com alinhadores, e concluíram que a prevalência e severidade das reabsorções apicais das raízes foram maiores em pacientes que fizeram o tratamento com os aparelhos fixos.

Outro fator bastante estudado quanto aos alinhadores é a obtenção de contatos oclusais. A qualidade na aquisição dos mesmos após o tratamento com aparelhos fixos e alinhadores é semelhante, sendo que as maiores mudanças oclusais, em ambos os casos, ocorrem durante os primeiros seis meses de uso da contenção (AL-DBOUSH, AL-ZAWAWI, EI-BIALY, 2022). Porém, quanto à aquisição de contatos oclusais logo após o tratamento, os aparelhos fixos tradicionais são significativamente melhores (JABER et al., 2023).

Um estudo clínico longitudinal observacional coorte de Marcelino et al. (2023), avaliou as mudanças oclusais com os alinhadores ortodônticos e a influência da complexidade do caso. Concluíram que os contatos oclusais obtidos ao final do estudo eram em menor quantidade quando comparados com aqueles pré-tratamento, e que esses tiveram significativo aumento durante os 3 meses após a finalização do uso dos alinhadores.

Portanto, há um consenso de que, apesar de a finalização do tratamento de casos simples é mais longa com o uso dos alinhadores do que com os aparelhos fixos, os resultados oclusais no tratamento e nos seis meses de pós-tratamento são similares em ambas as modalidades (LIN et al. 2022).

7 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como foco principal os recursos digitais que estão modificando a ortodontia, abrangendo desde as tecnologias de escaneamento intraoral até os avanços em impressão 3D e *softwares* de planejamento de tratamento. Cada um desses tópicos foi analisado para mostrar como essas inovações estão aperfeiçoando a precisão, a previsibilidade e a eficiência dos tratamentos ortodônticos.

Os scanners intraorais foram responsáveis pela revolução na captura de imagens bucais, substituindo os métodos convencionais de moldagem que frequentemente causavam desconforto aos pacientes. Essa tecnologia não apenas aumenta a precisão dos registros, mas também se integra de forma eficiente com sistemas CAD/CAM, acelerando o processo de fabricação de próteses e outros aparelhos dentários. A precisão e o conforto proporcionados por esta tecnologia são incomparáveis, o que beneficia tanto os pacientes quanto os profissionais.

A impressão em 3D possibilita a criação de modelos de estudo, alinhamentos e guias cirúrgicos de alta precisão. Os materiais usados, como resinas e termoplásticos, garantem resultados personalizados e de alta qualidade. Este recurso adicional minimiza o desperdício e aprimora o processo de fabricação, fornecendo dispositivos personalizados que atendem às necessidades específicas de cada paciente.

Os programas de planejamento têm um papel crucial na ortodontia moderna. Através da avaliação detalhada das conexões anatômicas, é possível elaborar planos de tratamento mais efetivos. A utilização de inteligência artificial nos *softwares* está aumentando a precisão dos diagnósticos e a eficácia dos tratamentos, permitindo simulações de movimentos dentários e personalização dos alinhadores.

Os recursos digitais empregados no estudo têm um impacto significativo na prática ortodôntica. A precisão e a previsibilidade dos resultados clínicos foram aprimoradas, resultando em um aumento na satisfação dos pacientes. O conforto proporcionado pelos novos métodos, somado à eficiência no tempo de tratamento, tornam as tecnologias digitais um diferencial competitivo para os profissionais da área.

Em suma, a utilização dos recursos digitais na ortodontia representa uma revolução que traz benefícios claros tanto para os profissionais quanto para os pacientes. A evolução constante dessas tecnologias aponta para um futuro ainda mais promissor, onde a precisão, o conforto e a eficiência dos tratamentos atingirão novos patamares.

REFERÊNCIAS

- ABBATE GM, CARIA MP, MONTANARI P, MANNU C, ORRÙ G, CAPRIOGLIO A, LEVRINI L. Periodontal health in teenagers treated with removable aligners and fixed orthodontic appliances. *J Orofac Orthop*. 2015 May;76(3):240-50.
- AL-DBOUSH RE, AL-ZAWAWIE E, EL-BIALY T. Do orthodontic treatments using fixed appliances and clear aligner achieve comparable quality of occlusal contacts? *Evid Based Dent*. 2022 Dec;23(4):160-161.
- ALMOGBEL A. Clear Aligner Therapy: Up to date review article. *J Orthod Sci*. 2023 Sep 4;12:37.
- BARRETO FAM, SANTOS JRRC. Virtual orthodontic setup in orthodontic camouflage planning for skeletal Class III malocclusion. *Dental Press J Orthod*. 2018;23(2):75–86.
- BEUER F, SCHWEIGER J, EDELHOFF D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J*, [s.l.], v. 204, p.505 – 511, 2008.
- CHRISTENSEN LR. Digital workflows in contemporary orthodontics. *Trends Orthod*. 2017;7(1):12–18.
- COTRIM-FERREIRA, F. Escaneamento Intraoral: o fim da era dos modelos de gesso. *Revista OrtodontiaSPO*, v. 51, n. 1, p. 86-88, 2019.
- CUNHA TMAD, BARBOSA IDS, PALMA KK. Orthodontic digital workflow: devices and clinical applications. *Dental Press J Orthod*. 2021 Dec 15;26(6):e21spe6.
- ERGÜL T, GÜLEÇ A, GÖYMEN M. The Use of 3D Printers in Orthodontics - A Narrative Review. *Turk J Orthod*. 2023 Jun 22;36(2):134-142.
- GANDINI Jr, LG, SANTOS-PINTO A, RAVELI DB, SAKIMA MT, MARTINS LP, SAKIMA T, GONÇALVES JR, BARRETO CS. (2005). Análise cefalométrica padrão Unesp Araraquara. *Revista Dental Press De Ortodontia E Ortopedia Facial*, 10(1), 139–157.
- GUIMARÃES GS, SILVA MMT, MORAIS LS. (2024). A ortodontia na era digital. *Journal of Multidisciplinary Dentistry*, 11(3), 121–35
- GUO R, LAM XY, ZHANG L, LI W, LIN Y. Biomechanical analysis of miniscrew-assisted molar distalization with clear aligners: a three-dimensional finite element study. *Eur J Orthod*. 2024 Jan 1;46(1):cjad077.
- JABER ST, HAJEER MY, BURHAN AS, ALAM MK, AL-IBRAHIM HM. Treatment effectiveness of young adults using clear aligners versus buccal fixed appliances in class I malocclusion with first premolar extraction using the ABO-Objective Grading System: A randomized controlled clinical trial. *Int Orthod*. 2023 Dec;21(4):100817.
- KAKLAMANOS EG, MAKRYGIANNAKIS MA, ATHANASIOU AE. Oral Health-Related Quality of Life throughout Treatment with Clear Aligners in Comparison to Conventional Metal

Fixed Orthodontic Appliances: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Feb 17;20(4):3537.

KIEICZYKOWSKI M, KAMINSKI K, PERKOWSKI K, ZADURSKA M, CZOCHROWSKA E. Aplicação de Inteligência Artificial (IA) em uma Análise Cefalométrica: Uma Revisão Narrativa. *Diagnóstico (Basileia)*. 10 de agosto de 2023; 13(16):2640.

KOTULA J, KUC AE, LIS J, KAWALA B, SARUL M. Novos métodos de análise cefalométrica sagital e vertical: uma revisão sistemática. *Diagnóstico (Basileia)*. 15 de julho de 2022; 12(7):1723.

LI Y, DENG S, MEI L, LI Z, ZHANG X, YANG C, LI Y. Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study. *Prog Orthod*. 2020 Jan 6;21(1):1.

LIN E, JULIEN K, KESTERKE M, BUSCHANG PH. Differences in finished case quality between Invisalign and traditional fixed appliances. *Angle Orthod*. 2022 Mar 1;92(2):173-179.

MACEDO A, JAEGER DK, CARMADILLA L, NUNES MM. Planejamento virtual: uma nova aposta da Ortodontia, OrtodontiaSPO. Disponível em: <https://ortodontiaspo.com.br/planejamento-virtual-uma-nova-aposta-da-ortodontia>. Acesso em: 2 ago. 2024.

MARÃO MARTINS, R. F. et al. Protocolo de fotografia digital em Ortodontia. *Revista Clínica de Ortodontia Dental Press*, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 102–111, 2013. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ddh&AN=102165274&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 1 ago. 2024.

MARCELINO V, BAPTISTA S, MARCELINO S, PAÇO M, ROCHA D, GONÇALVES MDP, AZEVEDO R, GUIMARÃES AS, FERNANDES GVO, PINHO T. Occlusal Changes with Clear Aligners and the Case Complexity Influence: A Longitudinal Cohort Clinical Study. *J Clin Med*. 2023 May 12;12(10):3435.

MEDINA-SOTOMAYOR, P.; PASCUAL-MOSCARDÓ, A.; CAMPS, I. Relationship between resolution and accuracy of four intraoral scanners in complete-arch impressions. *J Clin Exp Dent*, [s.l.], p.361-366, 2018.

MERCADANTE, M. M. N. Radiografia de Mão e Punho. *In: FERREIRA, F. V. (Aut.). Ortodontia: Diagnóstico e Planejamento Clínico*. 7 ed. São Paulo: Editora Artes Médicas Ltda., 2008. p. 189-223, ISBN 8574040037.

NANOTEC, C. (ED.). Guia Cefalométrico. Acesso em: 31 jul. 2024.

NEDELCUA, R. et al. Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method. *Journal Of Dentistry*, [s.l.], v. 69, p.110-118, fev. 2018.

NOURIM, HAMIDIAVAL S, AKBARZADEH BAGHBAN A, BASAFA M, FAHIM M. Eficácia de um software de análise cefalométrica recém-projetado para análise de McNamara em comparação com o software Dolphin. *J Dent (Teerã)*. Janeiro de 2015; 12(1):60-9.

PASSOS FA, AGUIAR JRS, MONTE TL, FALCÃO CAM, FREITAS SAP. The impacts caused by digital radiology in Dentistry: A literature review. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 12, n. 5, p. e15912541685, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i5.41685. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/41685>. Acesso em: 31 jul. 2024.

PROFFIT WR. *Ortodontia Contemporânea*. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021. *E-book*. ISBN 9788595158313. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158313/>. Acesso em: 01 ago. 2024.

ROSSINI G, PARRINI S, CASTROFLORIO T, DEREGIBUS A, DEBERNARDI CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *Angle Orthod*. 2015 Sep;85(5):881-9.

SHAIKH, Safia Shoeb; NAHAR, Prashant; SHAIKH, Shoeb Yakub; SAYED, Arshad Jamal; HABIBULLAH, Mohammed Ali. Current perspectives of 3d printing in dental applications. *Brazilian Dental Science*, São Paulo, v. 24, n. 3, jul./set. 2021.

SAVIGNANO R, VALENTINO R, RAZIONALE AV, MICHELOTTI A, BARONE S, D'ANTÓ V. Biomechanical Effects of Different Auxiliary-Aligner Designs for the Extrusion of an Upper Central Incisor: A Finite Element Analysis. *J Healthc Eng*. 2019 Aug 7;2019:9687127.

SCARFE WC, FARMAN AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am*. 2008 Oct;52(4):707-30, v.

TAVARES S, de Sousa Jr JRS, Capistrano A. Archform x Nemocast – comparação entre dois softwares ortodônticos. *Orthod. Sci. Pract*. 2021; 14(54):108-113. DOI: 10.24077/2021;1454-108113

TRAVERSA F, CHAVANNE P, MAH J. Biomechanics of clear aligner therapy: Assessing the influence of tooth position and flat trimline height in translational movements. *Orthod Craniofac Res*. 2024 Apr 29.

TEIXEIRA TO; ROLIM VCLB. A IMPORTÂNCIA DO FLUXO DIGITAL NA ORTODONTIA . *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 2432–2454, 2022. DOI:

10.51891/rease.v8i5.5688. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/5688>. Acesso em: 31 jul. 2024.

VASCONCELOS BE, FARIAS RS, MATOS JDM, LIMA JFM, CASTRO DSM, ZOGHEIB LV. A tecnologia 3D e suas aplicações na Odontologia moderna – uma revisão sistemática de literatura. *Full Dent. Sci*. 2018; 10(37).


WAHEED S, CABOT JM, MACDONALD NP, LEWIS T, GUIJT RM, PAULL B, BREADMORE MC. 3D printed microfluidic devices: enablers and barriers, *Lab on a Chip*, 2016, 16, 1993 - 2013.

WATANABE PCA. *Imaginologia e Radiologia Odontológica*. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2019. *E-book*. ISBN 9788595150829. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595150829/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

YASSIR YA, SALMAN AR, NABBAT SA. The accuracy and reliability of WebCeph for cephalometric analysis. *J Taibah Univ Med Sci*. 2021 Sep 22;17(1):57-66.

Utilização Clínica de Scanners Intraorais para a Detecção de Desgastes Dentários

 10.56238/livrosindi202479-011

Gisele Maria Correr Nolasco

Rafael Torres Brum

Alysson Samuel Nogueira

Giulia Possa da Cruz

Guilherme Yuiti Hayashi

Izabela de Castro Motter

João Pedro Ribeiro Cavagnoli

Luiz Felipe Perin dos Santos

Natalia Alanis de Lima Rogu

1 INTRODUÇÃO

Os scanners intraorais representam uma inovação significativa no âmbito da Odontologia Digital. Eles favorecem melhor precisão e eficácia na impressão e obtenção de modelos em 3D. Inicialmente, eram utilizados para facilitar a criação de modelos digitais. Com a constante evolução desses dispositivos, tornaram-se ferramentas essenciais no diagnóstico de saúde bucal e na detecção de alterações na cavidade oral. Por meio das capturas de imagens, detalhadas e de alta precisão, da dentição, os scanners intraorais reproduzem fielmente a forma e as dimensões de cada elemento dentário em software especializado (ANGELONE et al., 2023).

A tecnologia de escaneamento digital é definitivamente útil no monitoramento das alterações dentais (atrição, erosão, abrasão e abfração) oferecendo imagens detalhadas que auxiliam no diagnóstico e tratamento dessas alterações. Essa tecnologia, portanto, representa um avanço significativo na odontologia preventiva e restauradora, colaborando com a identificação de variações dentais precocemente, a fim de evitar complicações deletérias e promovendo o restabelecimento da saúde bucal de forma eficaz. (GARCÍA et al., 2022).

A utilização de scanners intraorais excede os métodos tradicionais de moldagem com o uso de resinas fotossensíveis de impressão. Eles proporcionam maior precisão e detalhes nos modelos apresentados e permitem aplicações clínicas satisfatórias nas diversas especialidades da esfera odontológica (MANGANO et al., 2017). Neste capítulo será abordada a importância clínica do escaneamento intraoral na avaliação e controle dos desgastes dentários, bem como as suas indicações e aplicabilidade no que confere tratamentos quanto aos desgastes dentais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 UTILIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS SCANNERS INTRAORAIS

Os scanners intraorais fazem parte da Odontologia Digital, proporcionando precisão e eficácia. Inicialmente eram utilizados apenas para obtenção facilitada de modelos dentários digitais 3D, porém o uso para a obtenção de diagnósticos de saúde bucal e detecção de patologias na cavidade oral tem se apresentado como um recurso importante. O escaneamento digital intraoral captura informações sobre a saúde bucal através de imagens detalhadas das arcadas dentárias, utilizando uma câmera (sensor) de alta precisão para traduzir a realidade da arcada dentária para um software, reproduzindo a forma e as dimensões de cada elemento (ANGELONE et al., 2023).

Um scanner intraoral é composto de diversos componentes que se unem para facilitar a captura detalhada da cavidade bucal. Dentre os componentes, há uma câmera ou um sensor de imagem, podendo ser em formato de laser ou fotografia digital. Esta primeira parte utiliza uma fonte de luz para que as imagens sejam precisas. Para realizar o escaneamento, uma ponta contendo a câmera e a fonte de luz é levada ao interior da cavidade bucal. Por ser ergonômica, promove o máximo conforto possível para o paciente. Durante as capturas de imagens intraorais, cada software processa as imagens capturadas por meio de um processamento digital em tempo real que se integra a uma tela exibindo uma imagem 3D da cavidade oral escaneada (ANGELONE et al., 2023).

As capturas de imagens são realizadas movendo o dispositivo intraoral por diversos ângulos para que os detalhes estruturais sejam integrados a modo de delinear a topografia dos dentes. Dessa maneira, torna-se possível a comparação de mudanças estruturais ao longo de meses ou anos por meio do armazenamento de imagens. Sendo assim, ele detecta lesões cáries, evolução das doenças periodontais e dos desgastes dentais (MITRIRATTANAKUL et al., 2023).

De acordo com MANGANO et al. (2017), os atuais escaneamentos intraorais estão substituindo o tradicional método de moldagem pelos materiais de impressão em 3D entregando, assim, maior precisão e detalhes nos modelos apresentados escaneando a cavidade oral, os elementos dentários e, também, os tecidos moles de maneira rápida e eficaz. Devido ao salto tecnológico, há um avanço rápido no desenvolvimento dos scanners intraorais, aplicando-os em situações de reabilitações protéticas, ortodontia, implantes dentários e também no diagnóstico e monitoramento das alterações bucais.

2.2 TIPOS DE DESGASTES

Os desgastes dentários compreendem as alterações fisiológicas ou de ordens multifatoriais (parafunção, oclusão, etc.) na estrutura dos dentes, podendo afetar tanto a funcionalidade quanto a estética do sorriso. Na odontologia, os principais tipos de desgaste dentário incluem a erosão, a abfração, a atrição e a abrasão. Cada tipo possui etiologias, características e abordagens clínicas de tratamento específicas para cada situação descrita.

A erosão dentária é a perda de tecido dental duro causada pela ação química de ácido sem o envolvimento bacteriano. Esses ácidos podem ser provenientes de fontes intrínsecas, como o refluxo gástrico e vômitos, ou extrínsecas, como bebidas ácidas e alimentos cítricos. Histologicamente, a erosão caracteriza-se pela desmineralização da superfície do esmalte, levando à perda progressiva de tecido dental. Clinicamente, as lesões de erosão, apresentam-se com aspecto de vidro leitoso de cavidades são largas e com ausência de limites bem definidos. Ocorre também aumento da translucidez incisal havendo sensibilidade com a perda de esmalte, principalmente nas superfícies vestibulares e palatinas dos dentes anteriores e na oclusal dos dentes posteriores. Segundo LUSI e JAEGGI (2008), a erosão dental está se tornando cada vez mais prevalente devido ao aumento do consumo de alimentos e bebidas ácidas na dieta moderna.

A abfração é a perda de tecido dental causada por forças biomecânicas, que resultam em flexão e fadiga do esmalte e dentina na região cervical dos dentes. De acordo com GRIPPO et al. (2004), a abfração resulta de uma combinação de forças de compressão, tensão e cisalhamento na região cervical do dente. Essas forças geram tensões que resultam em microfissuras e perda de estrutura dental. Esse tipo particular de desgaste afeta tanto dentes subsequentes de um hemiarco quanto um único elemento dental isolado. A abfração distingue-se pelas lesões em forma de cunha preferencialmente na face vestibular que se assemelham às induzidas pela abrasão, embora possuam bordas mais definidas. Numerosos estudos documentados na literatura identificaram uma maior frequência dessas lesões em pré-molares (ALVES et al. 2012).

A atrição dentária caracteriza-se pela perda de estrutura dental resultante da fricção entre as superfícies dos dentes. Esse tipo de desgaste geralmente afeta as superfícies oclusais e incisais. Quando o desgaste ocorre sob uma carga oclusal anormal, não é considerado fisiológico, pois a taxa de desgaste excede a capacidade dos mecanismos fisiológicos compensatórios. Clinicamente, a primeira manifestação da atrição é o aparecimento de facetas de desgaste nas pontas de cúspides, bordos incisais ou cristas dos dentes. Alguns pacientes apresentam hábitos parafuncionais que podem estar relacionados ao desgaste excessivo dos dentes, sendo o bruxismo um dos mais predominantes.

O bruxismo é considerado uma desordem complexa que acomete todo o sistema estomatognático e pode levar a perdas significativas dos tecidos minerais constituintes dos dentes (ALVES et al. 2012).

A abrasão é resultante da deterioração dental causada por processos, comportamentos ou ferramentas agressivas incomuns. Essa alteração difere-se das ações químicas e mecânicas mencionadas anteriormente. A abrasão, manifesta-se como uma lesão irregular e côncava, normalmente encontrada nas superfícies vestibular próximas da região cervical dos dentes. Essa condição é comumente associada a técnicas inadequadas de escovação, com força excessiva, e uso de creme dental com componentes abrasivos. Histologicamente a abrasão exhibe perda de esmalte em regiões específicas, com um padrão de desgaste perceptível causado pela substância abrasiva. Clinicamente, os dentes impactados podem apresentar recessão gengival e aumento da sensibilidade dentária (ALVES et al. 2012).

2.3 GUIAS ANTERIORES DE DESOCCLUSÃO E DETERMINANTES NOCIVO-FUNCIONAIS

A saúde e a função do sistema mastigatório são diretamente dependentes da concordância de todos os seus diversos componentes (dentários, periodontais, neuromusculares e articulares). Os dentes anteriores desempenham um papel determinante no equilíbrio funcional e mastigatório. Esses dentes são encarregados pela proteção de estruturas nobres e complexas de todo sistema estomatognático. Esse resguardo é proporcionado tanto pela sua anatomia particular quanto pelos seus segmentos nociceptivos e proprioceptivos, os quais são intencionalmente essenciais para adaptação e regulação das etapas e ciclos mastigatórios (SIHEM HAJJAJI et al., 2021).

Favorável às guias de oclusão ideal, durante os movimentos excêntricos da mandíbula, os dentes posteriores não devem integrar-se na oclusão. A desocclusão deve ser garantida pelos dentes anteriores. Assim, na situação de protrusão da mandíbula, as bordas incisais dos incisivos inferiores devem deslizar pelas superfícies palatinas dos incisivos superiores, compreendendo assim a desocclusão dos dentes posteriores. De forma semelhante, no movimento excursivo de lateralidade, os caninos realizam a desocclusão dos dentes posteriores. A partir disso, tem-se o princípio de oclusão mutuamente protegida (PEDROSO et al., 2022).

De acordo com KUMAR et al. (2018), ao longo de toda a vida, os dentes estão sujeitos ao desgaste fisiológico contínuo, o qual pode ser intensificado e também agravado por fatores extrínsecos e/ou intrínsecos. Entende-se como fatores contribuintes para os desgastes: a abrasão, que é o desgaste causado por outros materiais; a atrição, que é o desgaste resultante do contato entre os próprios dentes; e a erosão, que é a dissolução do tecido dentário devido a substâncias ácidas que atinjam o pH crítico aos tecidos dentais. O ponto crítico do pH em que a saliva deixa de proteger a

estrutura mineral do esmalte é de 5,5 e da dentina, por ser mais sensível, é de 6,5. Isso não se considerando o íon fluoreto no meio (CURY, 2001).

A desordem mais comum ocorre na guia canina e acomete a sua perda. Com o aumento da expectativa de vida, os dentes permanecem em boca por mais tempo, o que contribui para o seu desgaste. A cúspide desse dente pode sofrer mudanças mesmo quando não há disfunção na oclusão e, também, evidencia-se a sua presença, de forma marcante, na população mais jovem (PEDROSO et al., 2022).

Durante o fechamento mandibular, o canino atua como uma guia para a mandíbula, garantindo que os molares recebam o mínimo possível de forças laterais. Em pacientes sem a guia canina, os molares, especialmente os segundos, sofrem sobrecarga, ficando sujeitos a forças laterais que resultam em desgaste excessivo e bolsas periodontais afirma GARCÍA et al. (2009).

Outrossim, sabe-se que a ausência da guia canina, independentemente da causa, provoca sobrecarga nos dentes vizinhos, afetando também aspectos estéticos, causando lesões cervicais não cariosas por abfração, desgaste dos dentes anteriores e aumento da atividade muscular de acordo com LOUREIRO, C. N. (2008), descrito por PEDROSO et al. (2022). As interferências oclusais são algumas das principais alterações que impactam nas guias de desocclusão e, frequentemente, estão associadas às disfunções neuromusculares e temporomandibulares, descreve MAIA et al. (2020).

O desgaste do canino e seu antagonista, permite, devido ao avanço dos materiais adesivos e restauradores, atualmente, que o profissional escolha por restaurações diretas em resina composta (PEDROSO et al., 2022). Essa forma de restauração oferece diversos benefícios como a redução de tempo clínico e custo relativamente baixo. Além disso, oferece um resultado estético satisfatório e uma interessante longevidade clínica. Para que esses resultados sejam alcançados, é necessário um planejamento coerente e adequado. O uso de dispositivos interoclusais para manutenção dos casos também pode ser uma alternativa adjuvante nesses casos (BOFFO et al., 2021).

Portanto, o restabelecimento das guias anteriores (incisal e canina), é um componente essencial nas reabilitações orais e conseqüentemente no seu sucesso. É amplamente aceito que a oclusão é um dos fundamentos de uma odontologia de excelência e que o cirurgião-dentista deve dominar a teoria e aplicá-la, na prática, em todos os tratamentos. A oclusão mutuamente protegida é crucial para manter o equilíbrio do sistema estomatognático. A ausência das guias anteriores de desocclusão pode causar conseqüências deletérias para esse sistema. A reconstituição dessas guias deve ser adaptada ao caso do paciente, considerando suas expectativas e condições. Uma oclusão com guias devidamente balanceadas melhora a qualidade de vida do paciente, prevenindo dores orofaciais e desgaste dental prematuro.

2.4 APLICAÇÃO DO SCANNER INTRAORAL EM SITUAÇÕES DE DESGASTES DENTAIS PRESENTES

A prática clínica odontológica tem se direcionado em uma odontologia preventiva que, antes de surgir uma patologia, tem-se o cuidado com a saúde bucal. Os scanners intraorais são aliados a esta odontologia preventiva e conservadora, permitindo um acompanhamento preciso da saúde bucal por meio das imagens captadas, nas quais são observados os detalhes de anatomia e estrutura dental. Com o aumento na incidência de desgastes dentais, a odontologia preventiva, faz-se ainda mais importante e essencial para que ao menor sinal clínico de desgaste identificado, esse seja identificado e tratado.

O scanner intraoral tem se mostrado um grande aliado no diagnóstico e monitoramento dos diversos tipos de desgastes dentais. Ao se demonstrar preciso nas imagens capturadas, o escaneamento bucal auxilia nas habilidades visuais do cirurgião-dentista, evitando, por exemplo, equívocos clínicos. No diagnóstico é possível observar, na tela do scanner utilizado, o quanto de tecido dentário foi perdido e quão severa é a lesão, evidenciando a precisão durante a escolha dos tratamentos e sua aplicação. Sendo um grande aliado ao profissional da saúde. Os scanners intraorais, além de tudo, permitem uma melhor comunicação com o paciente onde é possível mostrar a alteração encontrada ao paciente e incentivá-lo a seguir o tratamento com um maior entendimento da sua condição (GARCÍA et al., 2022).

Entre os desgastes citados, é possível exemplificar a prática nas lesões de erosão, em que o escaneamento digital pode indicar o quanto de tecido foi perdido, a face do dente mais afetada e em que velocidade este desgaste vem ocorrendo. Dessa maneira o paciente consegue visualizar o dano acometido e, com isso, evitar hábitos ou alimentos que são determinantes para o aumento do caso de erosão. Assim como na atrição, onde é possível ver o desgaste na borda incisal e na face oclusal dos dentes, é possível identificar as disfunções no complexo dental do paciente, constituindo o tratamento integral de saúde do paciente (MITRI WATTANAKUL et al., 2023).

Os modelos criados de maneira 3D pelos softwares são utilizados para confecção de dispositivos protetores. Esses dispositivos são de grande importância para a estabilização de desgastes como a atrição. Eles permitem que esta proteção seja feita de maneira mais rápida e com uma maior precisão e encaixe na arcada dentária. Devido ao fato de ser digital, não há alteração de dimensão como nos materiais de moldagem tradicionais. Além desses protetores, podem ser confeccionados guias para preparação de restaurações, onde essas favorecem maior segurança para o profissional e melhor adaptação das restaurações (GREEN, 2016).

Uma das aplicações de maior relevância quando se utiliza o escaneamento intraoral é que durante o monitoramento dos desgastes ocorre a avaliação de quais dentes são os mais afetados, o tipo de desgaste apresentado e um diagnóstico preciso. A comparação entre as imagens registradas ao longo de meses e anos é um índice necessário para o acompanhamento dos desgastes. Isso evita que se tornem mais severo e permitem o acompanhamento da sua progressão, além de evitar que estes desgastes tragam consequências mais severas como grandes restaurações ou até mesmo a perda dentária. Os scanners intraorais são fundamentais para garantir a veracidade e a exatidão no acompanhamento dos desgastes (MITRI WATTANAKUL et al., 2023).

2.5 SCANNER INTRAORAL: INDICAÇÕES CLÍNICAS E LIMITAÇÕES

A avaliação clínica visual de desgaste dentário apresenta uma sensibilidade muito baixa em relação à identificação do desgaste e ao volume da perda de mineral dentário, sendo apenas possível identificá-lo em perdas de volumes maiores. Sendo assim, não é possível identificar a taxa de progressão da doença que é essencial para a definição do plano de tratamento do paciente (GANS, LUSSI. 2014).

Estudos sobre a detecção visual de desgastes dentários erosivos precoces evidenciam que a sensibilidade, do scanner, para a detecção destes é maior utilizando modelos 3D digitais de arcadas completas em comparação com o exame visual tradicional. Isso deve-se ao fato de que o modelo 3D tem uma melhor e mais detalhada ampliação da imagem, além de uma melhor definição o que contribui para a análise do cirurgião-dentista, sendo mais vantajoso do que o exame tradicional (ALARAUDANJOKI, et al. 2017). Entretanto, uma das limitações do uso dessa tecnologia é a necessidade da utilização de softwares externos para o alinhamento desses modelos 3D, evitando ao máximo erros no alinhamento e, consequentemente, no diagnóstico do paciente (O'TOOLE, et al. 2019).

Restaurações em resina composta podem ser utilizadas como referência para o alinhamento dos modelos 3D, visto que são feitas de materiais que sofrem menos danos frente aos desgastes dentários. Superfícies dentárias que apresentem restaurações em resina compostas estão menos suscetíveis ao desgaste erosivo (como a face vestibular ou distal) são as de melhor escolha para a realização do alinhamento de modelos (O'TOOLE, et al. 2019).

Apesar das vantagens, o escaneamento intraoral não é validado para identificar pequenas quantidades de desgaste erosivo de tecido dentário, pois como é um método semiquantitativo, ocorre uma dificuldade para a quantificação e o monitoramento do desgaste em níveis micrométricos (BARTLETT et al., 1997; SCHLUETER et al., 2005).

3 CONCLUSÃO

Este capítulo teve como objetivo geral trazer a importância da utilização do scanner intraoral na detecção e tratamento de desgastes dentários. O scanner intraoral é uma ferramenta que vem auxiliando os cirurgiões-dentistas de forma significativa, este recurso é capaz de capturar e digitalizar, com precisão e eficácia, a arcada dentária do paciente. Essa ferramenta pode ser empregada em diferentes áreas da odontologia e detectar alterações nas estruturas dentais. O seu uso em tratamentos ortodônticos, implantes e próteses dentárias, presença de lesões de cáries, desgastes dentários e seus variados tipos, proporcionam também grande auxílio na percepção e prevenção de alterações oclusais prejudiciais. Esses materiais, por possuírem alterações dimensionais, não são tão fiéis quando comparados aos resultados obtidos com a utilização dos scanners. No que se refere ao uso do mecanismo relacionado aos desgastes dentários, constatou-se que essa nova tecnologia, além de detectar desde o menor desgaste presente, possibilita observar qual tipo de desgaste está presente. Essa diferenciação é importante pois cada tipo de desgaste possui etiologias e condutas de tratamentos diferentes.

REFERÊNCIAS

- ALARAUDANJOKI, V. et al. Is a Basic Erosive Wear Examination (BEWE) reliable for recording erosive tooth wear on 3D models? *Journal of Dentistry*, v. 59, p. 26–32, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.02.001>. Acesso em: 1 ago. 2024.
- ALVES, Maria do Socorro Coelho et al. Diagnóstico clínico e protocolo de tratamento do desgaste dental não fisiológico na sociedade contemporânea. *Odontologia Clínico-Científica (Online)*, v. 11, n. 3, p. 247-251, 2012. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-38882012000300014. Acesso em: 4 ago. 2024.
- ANGELONE, F.; PONSIGLIONE, A. M.; RICCIARDI, C.; CESARELLI, G.; SANSONE, M.; AMATO, F. Diagnostic applications of intraoral scanners: a systematic review. *J. Imaging*, v. 9, n. 7, p. 134, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jimaging9070134>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- AZEVEDO, J. S.; BORBA, T. S.; SANTOS, M. C. U.; SANTOS, F. P. Restoring canine guide with composite resin: case report. *Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José*, v. 15, n. 1, 2020. Disponível em: <https://revista.saojose.br/index.php/cafsj/article/view/403>. Acesso em: 4 ago. 2024.
- BARTLETT, D. W.; BLUNT, L.; SMITH, B. G. Measurement of tooth wear in patients with palatal erosion. *Irish Dental Journal*, v. 182, n. 5, p. 179-184, mar. 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/4809338>. Acesso em: 1 ago. 2024.
- BOFFO, Bruna Sampaio et al. Reestablishment of a canine guide with ceramic fragments in a bruxist patient: a case report. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, p. e31110111758, 17 jan. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11758/10556>. Acesso em: 4 ago. 2024.
- CURY, J. A. *Uso do flúor e controle da cárie como doença*. 1. ed. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2001. p. 33-68.
- GANSS, C.; LUSSI, A. Diagnosis of erosive tooth wear. *Monographs in Oral Science*, v. 25, p. 22-31, 2014. Disponível em: <https://karger.com/books/book/301/Erosive-Tooth-WearFrom-Diagnosis-to-Therapy>. Acesso em: 1 ago. 2024.
- GARCIA, Alcício Rosalino; SUNDFELD, Renato Herman; DE ALEXANDRE, Rodrigo Sversut. Reestablishment of occlusion with prosthesis and composite resin restorations. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, v. 50, n. 2, p. 91-96, 2009. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/tdcpublication/50/2/50_2_91/_pdf/-char/en. Acesso em: 4 ago. 2024.
- GARCÍA, Víctor Díaz-Flores; FREIRE, Yolanda; FERNÁNDEZ, Susana David; MURILLO, Beatriz Tomás; SÁNCHEZ, Margarita Gómez. Application of the intraoral scanner in the diagnosis of dental wear: an in vivo study of tooth wear analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 4481, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/8/4481>. Acesso em: 3 ago. 2024.

GREEN, J. I. Prevention and management of tooth wear: the role of dental technology. *Primary Dental Journal*, v. 5, n. 3, p. 30-34, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/205016841600500302>. Acesso em: 4 ago. 2024.

GRIPPO, John O.; SIMRING, Marvin; COLEMAN, Thomas A. Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 24, n. 1, p. 10-23, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/221797750_Abfraction_Abrasion_Biocorrosion_and_the_Enigma_of_Noncarious_Cervical_Lesions_A_20-Year_Perspective . Acesso em: 3 ago. 2024.

KUMAR, Mandeep et al. To evaluate the severity, distribution of occlusal tooth wear and its correlation with bite force in young North Indian adults. *The Open Dentistry Journal*, v. 12, n. 1, p. 735-741, 28 set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/1745017901814010735>. Acesso em: 9 ago. 2024.

LUSSI, Adrian; JAEGGI, Thomas. Erosion—diagnosis and risk factors. *Clinical Oral Investigations*, v. 12, p. 5-13, 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-007-0179-z>. Acesso em: 3 ago. 2024.

MANGANO, F.; GANDOLFI, A.; LUONGO, G. et al. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*, v. 17, p. 149, 2017. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-017-0442-x>. Acesso em: 4 ago. 2024.

MARRO, F. et al. Monitoring the progression of erosive tooth wear (ETW) using BEWE index in casts and their 3D images: a retrospective longitudinal study. *Journal of Dentistry*, v. 73, p. 70-75, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.04.008>. Acesso em: 1 ago. 2024.

MITRIRATTANAKUL, S.; NEOH, S. P.; CHALARMCHAICHALOENKIT, J.; LIMTHANABODI, C.; TRERAYAPIWAT, C.; PIPATPAJONG, N.; TAECUSHONG, N.; CHINTAVALAKORN, R. Accuracy of the intraoral scanner for detection of tooth wear. *International Dental Journal*, v. 73, n. 1, p. 56-62, 2023. ISSN 0020-6539. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.identj.2022.06.004>. Acesso em: 4 ago. 2024.

O'TOOLE, S. et al. Investigation into the accuracy and measurement methods of sequential 3D dental scan alignment. *Dental Materials*, v. 35, p. 495-500, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.01.012>. Acesso em: 1 ago. 2024.

PEDROSO, Jayme Rafael et al. Canine guide - clinical importance. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 1, p. e29911125058, 7 jan. 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25058/21901>. Acesso em: 4 ago. 2024.

SCHLENZ, Maximiliane Amelie et al. Intraoral scanner-based monitoring of tooth wear in young adults: 12-month results. *Clinical Oral Investigations*, v. 26, p. 1869-1878, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8816769/>. Acesso em: 3 ago. 2024.

SCHLUETER, N.; GANSS, C.; DE SANCTIS, S.; KLIMEK, J. Evaluation of a profilometrical method for monitoring erosive tooth wear. *European Journal of Oral Sciences*, v. 113, n. 6, p. 505-511, dez. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2005.00253.x>. Acesso em: 1 ago. 2024.

SIHEM HAJJAJI et al. Restoration of the anterior guide with the fixed prosthesis. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, v. 8, n. 2, p. 019-025, 30 nov. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.30574/wjbphs.2021.8.2.0122>. Acesso em: 4 ago. 2024.

SUESE, Kazuhiko. Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dental Materials Journal*, [S.l.], v. 39, n. 1, p. 52-56, jan. 2020. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/39/1/39_2019-224/_article/-char/en. Acesso em: 1 ago. 2024.

REALIZAÇÃO:

SEVEN
publicações acadêmicas

ACESSE NOSSO CATÁLOGO!



[WWW. SEVENPUBLI.COM](http://WWW.SEVENPUBLI.COM)

CONECTANDO O **PESQUISADOR** E A **CIÊNCIA** EM UM SÓ CLIQUE.