

HU Revista

EBSERH
HOSPÍCIO UNIVERSITÁRIO FEDERAL

ufjf

AVANÇOS TECNOLÓGICOS EM
Odontologia

Editorial**Avanços tecnológicos em Odontologia: vários caminhos e uma certeza**

Rodrigo César Santiago, Daniel Amaral Alves Marlière, Márcio José da Silva Campos, Karina Lopes Devito

05

Artigos Originais**Efeito do Diabetes Mellitus tipo I na organização espacial das trabéculas ósseas: análise por meio do processo de esqueletonização**

Layza Maria Silva, Jessyca Figueira Venâncio, Adriano de Oliveira Loures, Daniella Guedes de Figueiredo Lopes, Paula Dechichi, Gustavo Davi Rabelo

07-13

Artigos de Revisão da Literatura**Termografia Infravermelha na Odontologia**

Ana Marly Araújo Maia Amorim, Jussara da Silva Barbosa, Ana Priscila Lira de Farias Freitas, José Eraldo Ferreira Viana, Luiz Eduardo Marinho Vieira, Fernanda Clotilde Mariz Suassuna, Patrícia Meira Bento, Daniela Pita de Melo

15-22

Uso de métodos não invasivos para avaliação da espessura muco-gengival: a tecnologia a favor do diagnóstico

Lísia Procópio Rodrigues, Marcos Vinícius Queiroz de Paula, Francielle Silvestre Verner, Karina Lopes Devito

23-28

Aplicabilidade clínica dos avanços da tecnologia CAD-CAM em Odontologia

Bruno Salles Sotto Maior, Aloizio Filgueiras, Dione Gonçalves Pinto, Lucas Lactim Ferrarez, Mariele Ferraz de Oliveira, Tamiris Alacoque de Carvalho Freitas

29-34

A produção tecnológica na odontologia: o registro de patentes

Giordani Santos Silveira, Laíze Pires Freitas, Fernanda Cristina Campolina e Silva, Humberto Torres Marques-Neto, Dauro Douglas Oliveira

35-40

Uma atualização sobre biomateriais em implantodontia

Thaís Izidoro Pires, Adriana Araújo de Oliveira Paiva, Cleide Gisele Ribeiro, Matheus Furtado de Carvalho, Eduardo Machado Vilela, Breno Nogueira-Silva, Neuza Maria Souza Picorelli Assis

41-47

Utilização da imagem por ressonância magnética na odontologia: revisão de literatura

Beatriz de Carvalho Rocha, Beatriz Salomão Porto Alegre Rosa, Maria Augusta Visconti

49-54

Tecnologia a serviço da Endodontia: avanços no diagnóstico e tratamento de canais radiculares

Celso Neiva Campos, Alloma Oliveira Campos, Michelle Conceição Bellei

55-61

Influência de antioxidantes na resistência de união de substratos clareados

Murilo Baena Lopes, Klissia Romero Felizardo, Letícia Cristina Brigantini, Sandrine Bittencourt Berger, Laísa Araújo Cortines Laxe, Luciana Andrea Salvio

63-76

Cinco tópicos tecnológicos na ortodontia atual

Sergio Luiz Mota Júnior

77-84

Artigos de Revisão Sistemática**Indicações e tratamentos da laserterapia de baixa intensidade na odontologia: uma revisão sistemática da literatura**

Fabiana Aparecida Mayrink de Oliveira, Marcelo Tarcísio Martins, Mateus Antunes Ribeiro, Pedro Henrique Azevedo da Mota, Marcus Vinícius Queiroz de Paula

85-96

Os modelos ortodônticos digitais são confiáveis? Uma revisão sistemática

Matheus Melo Pithon, Leticia Sant'Anna, Ana Andrade, Orlando Tanaka, Lucianne Cople-Maia, Marcela Magno, Camila Amorim, Tarcila Mattos

97-113

Qual material possui maior longevidade em molares decíduos: resina composta ou cimento de ionômero de vidro ? – Revisão sistemática da literatura

Ana Luiza Martins de Souza, Alana Gail Lopes, Taís Chaves Magalhães, Hugo Lemes Carlo, Rogerio Lacerda dos Santos, Fabíola Galbiatti de Carvalho Carlo

115-122

Relato de Caso

Condilectomia alta associada à discopexia, com mini-âncoras, no tratamento da hiperplasia condilar: relato de caso

Eduardo Stehling Urbano, Frederico Coimbra da Rocha, Marcelo Santos Bahia, Rodrigo César Santiago

123-129

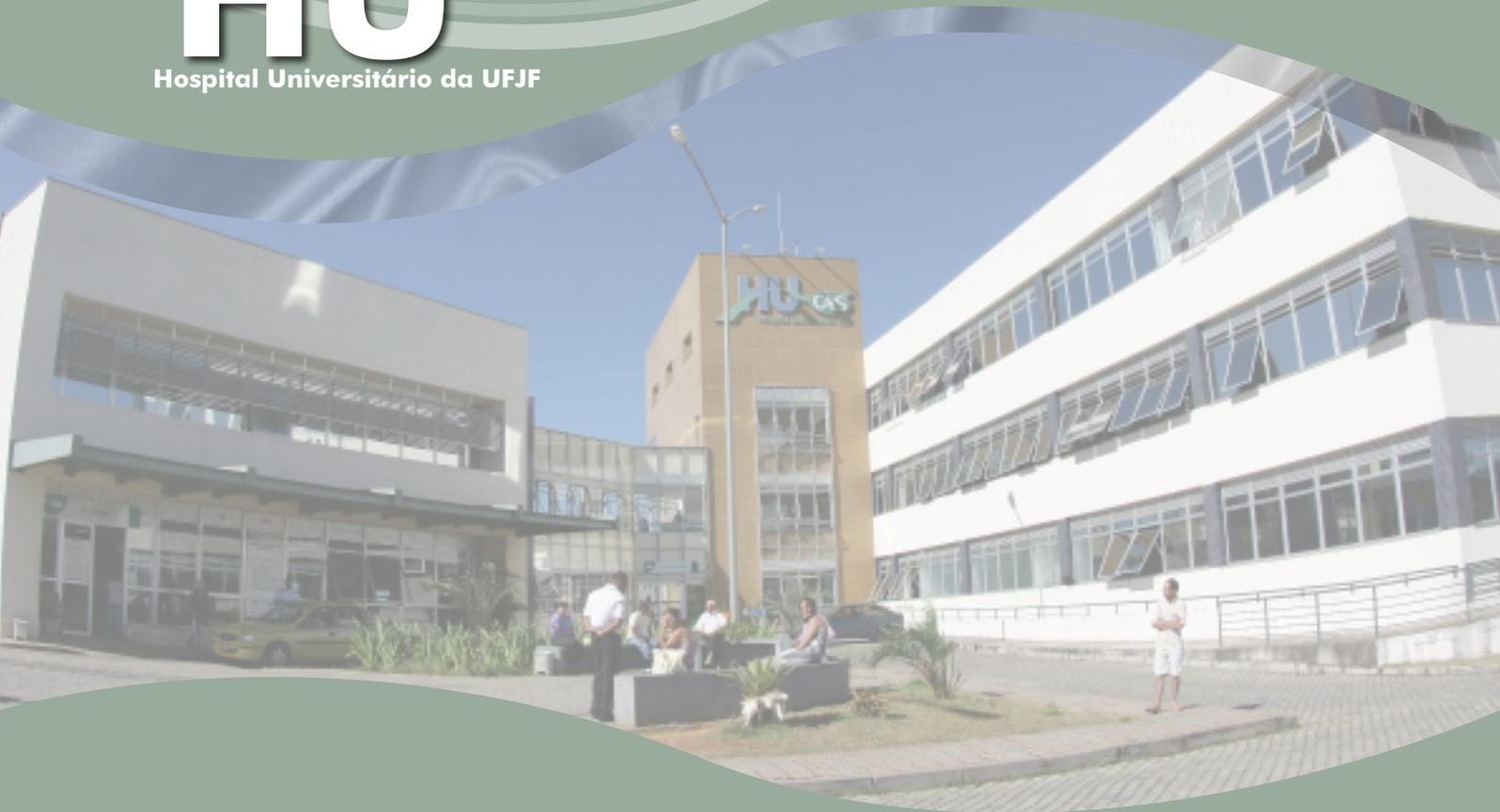
Comparação de diferentes planejamentos em cirurgia ortognática para tratamento de assimetrias faciais: relato de casos

Daniel Amaral Alves Marlière, Hugo Leite Rodrigues Neto, Alan Robert Moreira Schmitt, Luciana Asprino, Rodrigo Alvitos Pereira

131-141

HU

Hospital Universitário da UFJF



Hospital Universitário (HU) da Universidade Federal de Juiz de Fora é referência de atendimento pelo Sistema Único de Saúde (SUS) para uma população superior a um milhão de habitantes de cerca de 37 cidades da Zona da Mata.

O Hospital possui duas unidades de atendimento, uma no bairro Santa Catarina, que concentra internações, cirurgias de grande porte, Unidades de Tratamento Intensivo e transplante de medula óssea; e a outra unidade situada no bairro Dom Bosco, onde são realizados, desde 2007, atendimentos ambulatoriais e diagnósticos.

O HU é a única instituição de saúde reconhecida como hospital de ensino pelo Ministério da Saúde e Ministério da Educação em toda a Zona da Mata e Vertentes. Oferece em caráter permanente e contínuo, programas de residência regulamentados e credenciados, possui Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos credenciado pela CONEP/MS e edita a HU Revista, revista científica de periodicidade trimestral há 36 anos.

Missão:

Formar Recursos Humanos, gerar conhecimentos e prestar assistência de qualidade na área de saúde à comunidade e região.

Visão:

O HU deverá nos próximos dois anos, ter autonomia na rede de serviços de saúde, como centro de referência para o desenvolvimento regional, formando e reciclando RH, consolidando a pesquisa e prestando assistência humanizada à clientela da região, com qualidade e resolubilidade.

Negócio:

Assistência, Ensino e Pesquisa na área de saúde para o desenvolvimento da região.

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Unidade Santa Catarina:

Rua Catulo Breviglieri s/nº Bairro: Santa Catarina - 36036110 - Fone: (32) 4009-5100

Unidade Dom Bosco:

Av. Eugênio do Nascimento s/nº Bairro: Dom Bosco - 36038330 - Fone: (32) 4009-5300

www.hu.ufjf.br - Juiz de Fora/ MG



©2018 Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF)
Av. Eugenio do Nascimento, s/n – Gerência de Ensino e Pesquisa – Dom Bosco -
Hospital Universitário
CEP 36038-330 - Juiz de Fora - Minas Gerais - Brasil
Telefone: +55 (32) 4009-5408 / E-mail: revista.hurevista@ufjf.edu.br
Divulgação eletrônica: <http://ojs2.ufjf.emnuvens.com.br/hurevista> - ISSN - eletrônico:
1982-8047/ISSN - impressa: 0103-3123
Periodicidade: Trimestral
Indexação:
Index Medicus Latino Americano (LATINDEX)
Biblioteca Virtual em Saúde (LILACS)
Google Scholar
Portal de Periódicos Capes/MEC
Diretório de Políticas Editoriais das Revistas Científicas Brasileiras (Diadorim)
Periódicos de Minas
National Library of Medicine (NLM Catalog)
Public Knowledge Project (PKP)

Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

H874 HU Revista. – Vol. 11, n. 3 (set./dez. 1984) - .
– Juiz de Fora : Universidade Federal de Juiz
de Fora, 1984-
v. : il. ; 30 cm.

Continuação de: H.E. Revista.
ISSN 0103-3123

1. Ciências médicas - Periódicos. I. Univer-
sidade Federal de Juiz de Fora.

CDD 610.5

Conselho Editorial

Editora-chefe

Helady Sanders Pinheiro

Editores associados

Daniel Amaral Alves Marlière

Graciela Paula do Nascimento Duque

Rodrigo César Santiago

Comissão Editorial

Adriano Fernando Mendes Junior

Ana Carolina Apolônio

Ana Paula Boroni Moreira

Angélica da Conceição Oliveira

Clarice Lima Álvares da Silva

Daniel Godoy Martinez

Fabiana Oliveira Bastos Bonato

Fabiane Rossi dos Santos Grincenkov

Florence Mara Rosa

Isabelle Magalhães Guedes Freitas

Karina Lopes Devito

Maycon Moura Reboredo

Márcio José da Silva Campos

Mateus Camaroti Laterza

Renata Maria Souza Oliveira e Silva

Sabrina Teixeira Ferraz

Simone Barbosa Pinho

Thiago César Nascimento

Editoração

Daniel Amaral Alves Marlière

Luã Dornella da Silva

Raiza Silva Campos

Capa

Luã Dornella da Silva

Divulgação eletrônica

<http://ojs2.ufjf.emnuvens.com.br/hurevista>

Avanços tecnológicos em Odontologia: vários caminhos e uma certeza

Rodrigo César Santiago¹
Daniel Amaral Alves Marlière¹
Márcio José da Silva Campos²
Karina Lopes Devito²

A HU Revista, na busca de novos caminhos para divulgar conhecimento de forma séria e transparente, traz a edição temática de Odontologia, abordando os avanços tecnológicos desta importante área da Saúde.

Fruto de esforço mútuo entre corpo editorial, editores de seção e pesquisadores de destaque na área, esta edição temática ou especial traz, à luz do conhecimento, temas relevantes não somente para a Odontologia, mas para todo o público leitor da HU Revista, interessado em se atualizar sobre inovação e desenvolvimento tecnológico em Saúde.

Tópicos relacionados à diferentes especialidades odontológicas como implantodontia, ortodontia, odontopediatria, endodontia, radiologia, prótese e cirurgia compõem esta edição, com abordagens atuais e de importância ímpar para o conhecimento de todos, principalmente daqueles envolvidos diretamente com esta área única da Saúde, capaz de devolver não somente sorrisos àqueles que dela precisam, mas também elevar sua autoestima e qualidade de vida.

Foi um trabalho árduo, onde meses foram consumidos desde sua idealização até o presente momento de divulgação dos frutos desta empreitada, que são os 15 artigos que compõem o atual número. O caminho não foi fácil, mas temos certeza de que é desta maneira, com dedicação e compromisso, que se deve fazer a divulgação científica. Estamos orgulhosos do cumprimento de mais uma etapa.

Esperamos ter atendido às expectativas não somente nossas, do corpo editorial, mas de todos os leitores da HU Revista. Boa leitura a todos e que venham os próximos desafios com as futuras edições temáticas das demais áreas da Saúde.

¹Editores associados HU Revista

²Editores de seção e Professores da

Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora

Medicina

A Faculdade de Medicina da UFJF concluiu a construção de uma nova unidade, com ampla e moderna estrutura, para melhor acomodar seus alunos e oferecer novos recursos que beneficiem o aprendizado.

Desde os primeiros períodos do curso, através do seu processo de formação, permite que seus alunos exerçam atividades junto à comunidade, no Hospital Universitário e nas Unidades Básicas de Saúde da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora e em várias cidades da Zona da Mata Mineira, com enfoque especial para a saúde pública, consolidando o Sistema Único de Saúde.

O Programa de Pós-Graduação em Saúde (PPoS) - Mestrado e Doutorado, é uma iniciativa da Faculdade de Medicina e está estruturado nos Núcleos de Pesquisa (NPs) multidisciplinares, onde são desenvolvidas investigações científicas referentes aos problemas da Saúde Brasileira no âmbito da UFJF.

A criação do Núcleo de Apoio Pedagógico, em 2002, tem permitido uma capacitação docente com a implementação de novos métodos pedagógicos e o desenvolvimento de ações na educação continuada e permanente dos médicos.

mkt@coresolucoes.com.br



FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Campus Universitário – Faculdade de Medicina

Bairro Martelos – Juiz de Fora – MG CEP: 36036-300

E-mail: direcao.medicina@ufff.edu.br

Site: www.medicina.ufff.br

Telefone: (32) 2102-3845

Efeito do Diabetes Mellitus tipo I na organização espacial das trabéculas ósseas: análise por meio do processo de esqueletonização



Effects of Type I Diabetes Mellitus on the spatial organization of bone trabeculae: analysis by skeletonization

Layza Maria Silva¹,
Jessyca Figueira Venâncio¹,
Adriano de Oliveira Loures²,
Daniella Guedes de
Figueiredo Lopes²,
Paula Dechichi¹,
Gustavo Davi Rabelo²

¹ Faculdade de Odontologia,
Universidade Federal de Uberlândia
– Uberlândia/MG.

² Faculdade de Odontologia,
Universidade Federal de Juiz de
Fora – Juiz de Fora/MG.

✉ **Gustavo Rabelo**
Faculdade de Odontologia –
Campus Universitário
Martelos
CEP: 36036-300
Juiz de Fora - MG
📧 drgustavorabelo@yahoo.com.br

Submetido: 27/11/2018
Aceito: 11/12/2018

RESUMO

Introdução: Diabetes mellitus é uma doença metabólica que afeta vários órgãos-alvo, incluindo os ossos. **Objetivo:** Avaliar pelo método de esqueletonização o efeito do Diabetes mellitus tipo I (DM1) na microarquitetura de osso esponjoso. **Material e métodos:** Quatorze ratos Wistar foram divididos em: Saudável (S, n=7) e Diabético (D, n=7). O DM1 foi induzido por meio de injeção endovenosa de estreptozotocina no grupo D, sendo a confirmação da condição realizada por checagem do nível glicêmico. Os animais foram sacrificados após 35 dias da indução no grupo D, juntamente com os do grupo S. As epífises femorais foram seccionadas, removidas, desmineralizadas e incluídas em parafina. Dois cortes (5 µm) foram obtidos, corados em Hematoxilina e Eosina, e analisados ao Microscópio de Luz. Foi realizada a delimitação interativa das trabéculas ósseas, seguido pelo processo de binarização utilizando threshold global, feita por dois operadores distintos. Depois, foi realizado o processo de esqueletonização para acesso às características das trabéculas e da rede de interconexão entre elas. Os parâmetros avaliados foram: Área óssea em micrômetros quadrados (B.Ar, seguido pela proporção em porcentagem BV/TV), Índice de Modelo estrutural (SMI), Dimensão Fractal (FD), Número de trabéculas (Tb.N), Número de ramos (B.N), Número total de junções (Junc.N), Média de pontos terminais (End.p), Média de extensão de cada ramo (R.Le) e Número de junções triplas (Triple.points.N). **Resultados:** Houve diferença significativa apenas no parâmetro SMI para os diferentes operadores ($p < 0,0001$), sendo o mesmo retirado da análise entre diabetes vs saudável. Houve diferença significativa na quantidade óssea, sendo maior no grupo S ($0,46 \pm 0,09$) comparado ao grupo D ($0,41 \pm 0,07$) ($p = 0,0082$). Os demais parâmetros não mostraram diferença significativa. **Conclusão:** Conclui-se que a área óssea no grupo saudável é maior em comparação ao DM1. Dentro das limitações deste estudo, parece que a distribuição espacial das trabéculas e suas características de interconexão não são alteradas no diabetes.

Palavras-chave: diabetes mellitus experimental, osso e ossos, osso esponjoso, histologia

ABSTRACT

Introduction: Diabetes is a metabolic disease that affects several target-organs, including bone. **Objective:** Analyze the effects of Diabetes Mellitus Type 1 (DM1) on the trabecular bone microarchitecture by using the skeletonization process. **Material and methods:** Fourteen Wistar rats were divided in two groups: Health (S, n=7) and Diabetic (D, n=7). DM1 was induced with streptozotocin in D group, and glycemic levels were tested on peripheral blood samples. After 35 days, the animals were euthanized and had their femurs removed. The epiphysis were decalcified and embedded in paraffin. Five microns sections were stained in Hematoxylin and Eosin, and analyzed at the light microscope. Bone trabeculae were manually delimited, and then the binarization process with a global threshold was performed for each image. The whole process were conducted by two operators separately. Skeletonization was applied to binary images in order to evaluate the trabeculae characteristics and their network. Bone area (B.Ar), Bone proportion (BV/TV) Structure Model Index (SMI), Fractal Dimension (FD), Trabeculae number (Tb.N), Mean branches (B.N), Mean junction points (Junc.N), Mean End-points (End.p), Mean branches length (B.Le), and Mean triple points (Triple.points.N) were evaluated. **Results:** There was a significant difference only for SMI between different operators ($p < 0.0001$), being this parameter excluded for the evaluation between health and diabetic groups. There was a significant difference between S and D for bone area, with S (0.46 ± 0.09) higher than D (0.41 ± 0.07) ($p = 0.0082$). The other parameters analyzed were not significantly different. **Conclusion:** Bone trabecular area was higher in health compared with diabetes. Within the limitations of this study, one could suggest that there are no alterations of the spatial distribution of the trabeculae with their network and their inner structural characteristics.

Keywords: diabetes, bone, trabecular bone, histology



INTRODUÇÃO

Diabetes mellitus é uma doença metabólica caracterizada por hiperglicemia crônica como principal sintoma (TANAKA et al., 2018). Pacientes com diabetes tipo 1 (DM1) apresentam menor densidade mineral óssea e apresentam alto risco de fraturas (LECKA-CZERNIK, 2017). Além do volume ósseo reduzido, outros parâmetros de qualidade óssea também estão significativamente alterados nessa doença (MANSUR et al., 2015). Estudos relacionando qualidade óssea e DM1 têm avaliado diversos parâmetros de composição e microarquitetura, em ambas as regiões, cortical e trabecular.

O osso esponjoso consiste de uma rede de trabéculas ósseas, que delimitam pequenos espaços ocupados por tecido medular, e cuja organização espacial é altamente anisotrópica (SALMON et al., 2015). O uso da histomorfometria, utilizando parâmetros de microarquitetura, permite avaliar alguns parâmetros relacionados à qualidade óssea e remodelação, identificando alterações no arranjo estrutural e também no turnover ósseo (CHAVASSIEUX; ARLLOT; MEUNIER, 2001). Estudos recentes têm preconizado o uso de medições microarquiteturais obtidas pela análise histológica por meio do uso de novos algoritmos e análises computacionais, que por sua vez propiciam análise de várias características bidimensionais das trabéculas ósseas, como: espessura, conectividade e sua distribuição espacial (GUGGENBUHL et al., 2006).

Nestas análises computacionais, uma avaliação promissora aplicada em estudos recentes é a eskeletonização, que tem sido amplamente utilizada em grande número de aplicativos de processamento de imagens, visão computacional e gráfica, incluindo: modelagem, animação de objetos, compactação de dados e correspondência de formas (SAHA et al., 2018). A eskeletonização propicia a análise dos componentes de uma imagem por meio da transformação destes em uma estrutura linear principal, oferecendo uma representação compacta de um objeto, preservando importantes características topológicas, geométricas e mantendo todas as suas características essenciais (CHEN et al., 2016). Dalle Carbonare et al. (2005) demonstraram a aplicação da eskeletonização no osso trabecular, evidenciando que o perfil das trabéculas e suas conexões, caracterizado em uma rede de componentes lineares, permitiu a identificação dos pontos de conexões ou junções, dos segmentos trabeculares e dos pontos terminais.

Mesmo com a aplicação desta técnica já bem fundamentada na literatura, poucos são os estudos que revelam uma aplicabilidade direta em situações distintas na avaliação da microarquitetura óssea comparando grupos específicos. Ainda, há desafios envolvidos com a eskeletonização na avaliação de imagens ósseas e

quanto à interpretação dos resultados obtidos nestas mensurações. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do Diabetes mellitus tipo I (DM1) na microarquitetura de osso esponjoso, pelo método de eskeletonização, mensurando parâmetros estruturais e de interconexão das trabéculas ósseas.

MÉTODOS

Foram utilizados ratos machos (*Rattus norvegicus*), da linhagem Wistar, sadios e com peso entre 200 e 250g. Os animais foram mantidos no depositário de animais em estantes climatizadas a temperatura de 22°C e ciclo claro-escuro de 12 horas, com ração e água ad libitum. Estes animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos: a) grupo teste, com ratos diabéticos (n=9); b) grupo controle, com ratos saudáveis (n=9). Todos os procedimentos foram realizados de acordo com as normas do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), com aprovação prévia da Comissão de Ética no Uso de Animais CEUA (Protocolo: 026/14).

No grupo teste, a indução do DM1 nos animais foi feita pela administração da droga Estreptozotocina (STZ, Sigma, St. Louis, Missouri, EUA), por via intravenosa na dosagem de 60mg/kg de peso corporal diluída em tampão citrato. Após jejum de 24h iniciou-se o protocolo de indução. Foi realizada a anestesia por via intraperitoneal utilizado 7 mg/Kg do relaxante muscular cloridrato de xilazina 2% e 100 mg/Kg do anestésico e analgésico cloridrato de cetamina 10%. Em seguida foi administrada a droga STZ por via endovenosa através de punção da veia peniana. Após a administração os animais foram acomodados em caixas contendo maravalha em estantes climatizadas e alimentados normalmente. A hiperglicemia foi confirmada 24h após a indução por meio de coleta do sangue da cauda dos animais. Posteriormente, foi realizada nova aferição glicêmica no período de uma semana e 14 dias. Os animais que apresentaram glicemia maior que 250 mg/dl foram considerados diabéticos.

Após 35 dias da indução de DM1 os animais foram sacrificados, por meio de aprofundamento anestésico e deslocamento cervical, seguindo os princípios da Declaração dos Direitos dos Animais. A remoção dos fêmures foi feita por desarticulação, as epífises foram removidas e fixadas em paraformaldeído 4%. As epífises femorais direitas foram incluídas no estudo, totalizando nove epífises por grupo: a) grupo saudável - S (n=9) e grupo diabético - D (n=9). Após a fixação, as peças foram descalcificadas utilizando solução de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) a 10% (pH 7.4). Posteriormente, as mesmas foram processadas para inclusão em parafina pela técnica convencional. De cada bloco foram obtidos dois cortes de 5 µm de espessura, compreendendo osso cortical e trabecular. Todos os cortes foram corados em Hematoxilina e Eosina (HE) e analisados ao Microscópio de Luz.

Na região trabecular, abaixo do disco epifisário, foram selecionadas aleatoriamente duas áreas compreendendo a região de trabéculas ósseas. As imagens foram capturadas com aumento original de 20x (Figura 1A). Trinta e seis imagens foram capturadas por grupo para realização de análise histomorfométrica, juntamente com a caracterização morfológica e organizacional das trabéculas ósseas. A captura das imagens foi realizada por um operador único.

As imagens histológicas foram inseridas no software ImageJ (ImageJ 1.52a, Wayne Rasband, National Institute of Health, USA), e foi realizado processo de segmentação interativa das trabéculas, onde as mesmas foram delimitadas manualmente, sendo cada uma delas correspondente à uma região de interesse (ROI) (Figura 1B). Posteriormente, as ROIs foram agrupadas e excluídas da imagem, utilizando a ferramenta Fill no Plugin ROI Manager, deixando todas as áreas correspondentes ao tecido ósseo na cor branca (valor 255) e todas as demais

estruturas, incluindo tecido mole, foram convertidas para cor preta (valor 0), caracterizando assim o processo de binarização (Figura 1C). Após a obtenção das imagens binárias, foi mensurada a área óssea (B.Ar, μm^2), e os valores anotados para comparação entre os grupos. Foi também anotado o número total de trabéculas em cada imagem (Tb.N). Posteriormente, foi realizado o processo de esqueletonização para cada imagem binária.

Na parte de ferramentas de processamento do software ImageJ (Process), foi selecionado dentro da seção Binary a ferramenta Skeletonize. Esta ferramenta permite transformar as trabéculas ósseas em estruturas lineares, com definição dos seus ramos principais e ramos secundários. Cada trabécula então tem sua estrutura esqueletonizada, permitindo avaliar sua distribuição no espaço e as características de sua organização espacial, no que se refere à distribuição de seus ramos e suas respectivas conexões (Figura 1D).

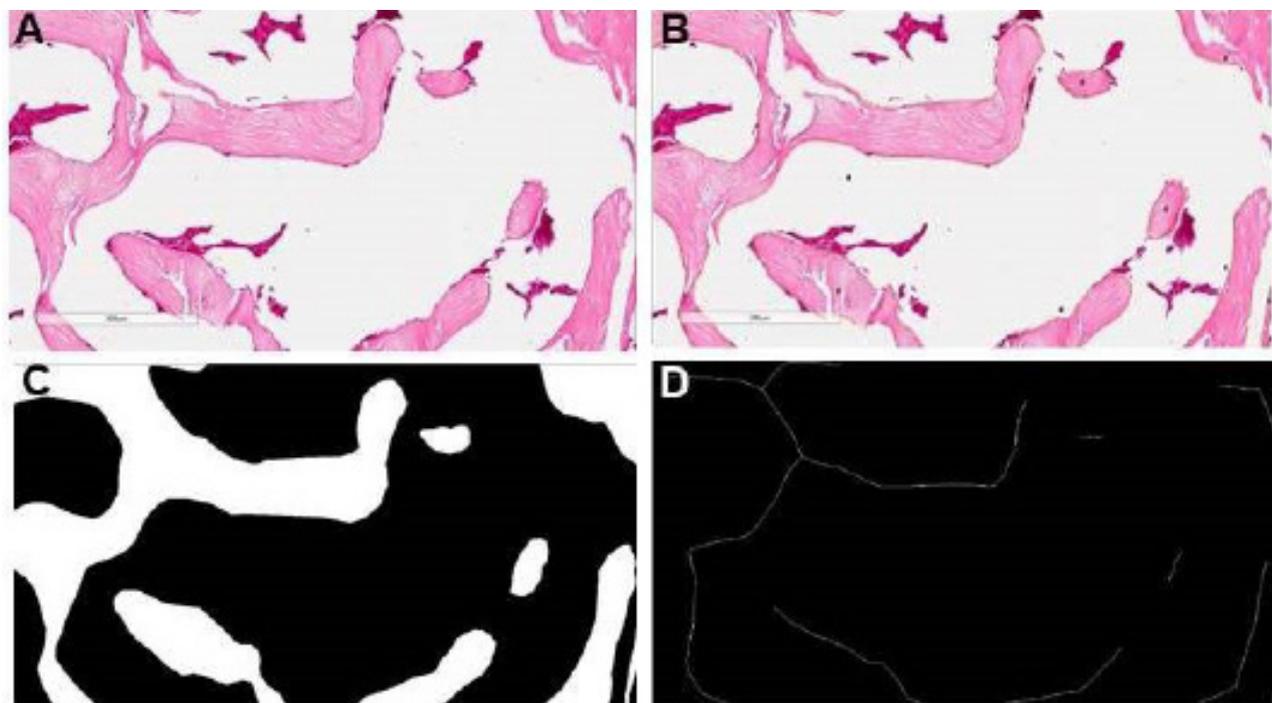


Figura 1: A) Fotomicrografia do osso esponjoso (H&E, Ampliação original 20X); B) Segmentação interativa das trabéculas ósseas – contorno em amarelo claro (H&E, Ampliação original 20X); C) Binarização das trabéculas ósseas; D) Esqueletonização da imagem binária.

Para análise desta distribuição espacial trabecular e das características inerentes a cada trabécula, as imagens esqueletonizadas eram avaliadas pelo plugin BoneJ (DOUBE et al., 2010). Este plugin de download livre permite realizar várias análises do osso cortical e trabecular, e no caso específico deste trabalho, foi utilizada a ferramenta Analyse Skeleton no osso trabecular, que permite contar e medir os ramos esqueléticos das trabéculas e suas junções (pontos de conexão). Tanto o processo de segmentação interativa prévio à binarização, quanto o processo de esqueletonização, foram realizados por dois operadores distintos (Operador 1

e 2), previamente calibrados para utilização do software e dos plug-ins.

Os parâmetros avaliados foram: Porcentagem de área óssea em micrômetros quadrados, seguido do cálculo da análise da proporção de osso (BV/TV, calculado pela área óssea dividida pelo total de tecido analisado), Índice de Modelo estrutural (SMI), Dimensão Fractal (FD), Número de trabéculas (Tb.N), Número de ramos (B.N), Número total de junções (Junc.N), Média de pontos terminais (End.p), Média de extensão de cada ramo (B.Le) e Número de junções triplas (Triple.points.N).

Na análise estatística, foi realizado teste D'Agostino & Pearson omnibus normality test para averiguar a distribuição dos dados, seguido pelo teste de Mann Whitney para comparação entre Operador 1 vs Operador 2, e também entre grupo saudável vs grupo diabético. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Os dados foram organizados em média \pm desvio padrão / mediana.

RESULTADOS

Nas imagens histológicas foram observadas trabéculas ósseas circundadas por tecido medular. Estas trabéculas apresentavam coloração eosinofílica, inúmeras lacunas com osteócitos e alguns canais esporádicos preenchidos por vasos sanguíneos. A morfologia dessas trabéculas era bem variada e suas superfícies apresentavam-se arredondadas (estruturas formando ângulos côncavos e convexos).

Na avaliação qualitativa do arranjo espacial destas trabéculas, foi observado que as áreas escolhidas mais

próximas ao disco epifisário apresentavam trabéculas mais espessas, anastomosadas e com maior número de ramos, enquanto que as trabéculas encontradas mais próximas à região de transição para diáfise eram mais finas, esparsas e com menor número de ramos. Nos processos de binarização e esqueletonização foi observada a transformação das trabéculas em suas respectivas estruturas lineares, identificando visualmente os pontos de junção, os segmentos e os pontos terminais de cada região da trabécula. Por ramos se entende que no processo de esqueletonização foi possível identificar porções distintas da trabécula principal, porções estas que eram projetadas da estrutura principal da trabécula. Em alguns casos esporádicos, foi observado que por vezes, uma trabécula única na imagem original, apresentava depois da esqueletonização a presença de pequenos ramos emergentes.

Na análise estatística dos parâmetros avaliados, não foi observada diferença significativa entre Operador 1 e Operador 2, exceto pelo Índice de Modelo Estrutural (SMI) (Tabela 1).

Tabela 1: Comparação entre os dois operadores que realizaram o processo de segmentação interativa e binarização

Parâmetros	Total: 36 imagens		
	Operador 1	Operador 2	p
BV/TV	0,06 + 0,05 / 0,05	0,05 + 0,03 / 0,04	0,68
SMI	0,46 \pm 0,12 / 0,44	0,11 \pm 0,17 / 0,08	< 0,0001*
FD	1,12 \pm 0,04 / 1,11	1,13 \pm 0,05 / 1,12	0,71
Tb.N	2,65 \pm 1,58 / 2,00	2,60 \pm 1,80 / 2,00	0,64
B.N	5,28 \pm 3,66 / 4,00	6,47 \pm 5,95 / 4,66	0,54
Junc.N	2,33 \pm 2,09 / 1,50	3,14 \pm 3,43 / 2,00	0,31

Média + DP / Mediana. Teste de Mann Whitney. *Diferença estatisticamente significativa $p < 0,05$

Dessa forma, para a comparação entre os grupos saudável e diabético este parâmetro foi descartado. Comparando as características trabeculares entre S e D, foi observada diferença significativa apenas para

o volume ósseo ($p = 0,0082$), com maior proporção de matriz óssea no grupo S ($0,46 \pm 0,09$) comparado ao grupo D ($0,41 \pm 0,07$). Nos demais parâmetros não houve diferença significativa entre D e S (Tabela 2).

Tabela 2: Comparação entre os parâmetros de qualidade óssea trabecular entre grupo Diabético e grupo Saudável

Parâmetros	Grupos		p
	D (n=9)	S (n=9)	
BV/TV	0,41 \pm 0,07 / 0,40	0,46 \pm 0,09 / 0,46	0,0082*
FD	1,12 \pm 0,04 / 1,12	1,12 \pm 0,04 / 1,10	0,18
Tb.N	2,64 \pm 1,32 / 3,00	2,40 \pm 1,40 / 2,00	0,30
B.N	6,06 \pm 4,90 / 4,00	5,73 \pm 5,02 / 4,30	0,97
Junc.N	2,91 \pm 2,77 / 1,60	2,60 \pm 2,92 / 2,00	0,75
End.p	3,44 \pm 1,86 / 3,00	3,66 \pm 1,50 / 3,50	0,28
B.Le	135 \pm 106 / 142	179 \pm 161 / 157	0,16
Triple.points.N	2,85 \pm 2,79 / 1,60	2,60 \pm 2,92 / 2,00	0,91

Média + DP / Mediana. Teste de Mann Whitney. *Diferença estatisticamente significativa $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

A avaliação da microarquitetura óssea no Diabetes representa um alvo importante de diversos estudos atualmente, principalmente na tentativa de elucidar mecanismos que levam a uma condição de pior qualidade óssea nos indivíduos acometidos por esta doença metabólica altamente prevalente. Quando é necessário avaliar a arquitetura óssea em alta resolução, estudos experimentais em animais são recomendados para acessar alguns parâmetros de arranjo microarquitetural por meio de análises histológicas. A condução de estudos experimentais *in vivo* nos animais possibilita identificar alterações que seriam impossíveis de serem acessadas em outros tipos de estudo, como exemplo as mudanças arquiteturais e de composição no osso depois da instalação do diabetes (LIMIRIO et al., 2018). No presente estudo, a análise de um grupo de parâmetros que interfere na qualidade óssea trabecular no osso longo trouxe nova luz ao conhecimento das modificações ósseas no DM1, evidenciando menor quantidade óssea no diabetes quando comparado ao grupo saudável, sem mudanças significativas na organização espacial das trabéculas. Ainda, a utilização de métodos computacionais de imagens biológicas, representada neste estudo pela esqueletonização aplicada nas imagens histológicas, possibilitou identificar características inerentes às trabéculas ósseas e sua organização, propiciando melhor entendimento dessa rede de conectividade entre elas e suas ramificações.

Para realizar a segmentação interativa das trabéculas o pesquisador necessita ter domínio do conteúdo que deseja avaliar. Neste estudo, a delimitação trabecular foi executada por dois operadores diferentes em momentos distintos, não mostrando contrariedade nos parâmetros avaliados, exceto pelo SMI. Tal resultado divergente na análise do SMI em imagens histológicas bidimensionais não foi inesperado, uma vez que esse parâmetro é utilizado para medir hastes e placas no osso trabecular explorando a mudança na curvatura da superfície que ocorre quando uma estrutura varia de planar (SMI = 0) ou cilíndrica (SMI = 3) para esférica (SMI = 4) (SALMON et al., 2015). Como nossa análise trata-se de imagem em 2D, o SMI tende a ficar mais próximo de 0 pelo formato achatado que as trabéculas apresentam em uma visualização bidimensional, não apresentado desta forma uma real capacidade de avaliar a forma trabecular, como acontece em imagens tridimensionais. Os dados que foram encontrados do SMI indicam que o operador 2 delimitou as trabéculas de forma que o contorno fosse mais caracterizado por ângulos agudos e com interrupções abruptas, enquanto que o operador 1 delimitou as superfícies trabeculares lançando mão de contornos mais arredondados, permitindo maior interpretação de ângulos côncavos e convexos. Portanto, o SMI se mostrou como um parâmetro subjetivo para avaliar as trabéculas em imagens em 2D, sendo este excluído

para análise dos grupos S x D.

Em relação aos outros parâmetros, a falta de diferença significativa entre operadores mostra homogeneidade nos critérios ao delimitar a área de interesse (área óssea), além de coerência na identificação das trabéculas (evidenciado pelo número igual de trabéculas nas duas análises), revelando o potencial do uso da segmentação e esqueletonização para trabalhos de qualidade óssea. Ainda, pesquisadores podem utilizar estes métodos computacionais de forma padronizada, por meio do ImageJ. Também de forma interessante, a dimensão fractal não foi diferente nas comparações entre operadores e entre diabetes versus saudável, o que mostra sua aplicabilidade de forma independente da quantidade de tecido ósseo, sendo esta relacionada à organização das estruturas que compõe o osso trabecular. A falta de significância na comparação da dimensão fractal foi acompanhada pela ausência de diferença entre as características morfológicas das trabéculas, o que mostra conformidade entre os parâmetros e sugere a indicação do seu uso, também nas imagens histológicas. Em análises imaginológicas, tanto de alta (tomografias) ou menor (radiografias) resolução, a dimensão fractal tem se mostrado eficaz na diferenciação entre saúde e doença, e entre condições de melhor ou pior qualidade óssea (ÖNEM; BAKSI; SOĞUR, 2012; RABELO et al., 2018).

A esqueletonização é uma metodologia para caracterizar e quantificar microestruturas complexas oferecendo uma representação compacta de um objeto em uma estrutura linear, preservando importantes características topológicas e microestruturais da mesma (SAHA et al., 2018; ZHOU et al., 2016). Sua aplicabilidade na avaliação da qualidade óssea se caracteriza pelo uso deste método na avaliação das características inerentes às trabéculas ósseas, principalmente quanto às suas características individuais e também nas características globais considerando a rede de interconexão destas estruturas. As trabéculas ósseas são transformadas em estruturas lineares, com definição dos seus ramos principais e ramos secundários, permitindo avaliar sua distribuição no espaço. No caso específico deste estudo, o osso trabecular foi avaliado quanto à contagem de trabéculas, seus ramos esqueléticos e suas junções. Os resultados não apresentaram diferença significativa entre o grupo S em relação ao grupo D, considerando todas as informações que a esqueletonização fornece. Mesmo com uma diferença significativa entre a quantidade óssea, o arranjo espacial da microarquitetura trabecular não foi diferente no diabetes.

Em relação à doença em estudo, o diabetes mellitus é caracterizado como uma condição que pode causar diversas alterações no metabolismo ósseo, por vezes levando a uma diminuição em sua formação. Estudos apontam que a influência da acumulação de produtos finais da glicação avançada na matriz orgânica, presentes no diabetes, atuam reduzindo a formação óssea (SROGA;

WU; VASHISHTH, 2015; TANG; VASHISHTH, 2010). Níveis elevados de esclerostina, o mais potente inibidor da formação óssea, foram encontrados em pacientes diabéticos (GENNARI et al., 2012). A osteocalcina, que modula a produção osteoblástica, pode se apresentar de forma reduzida no diabético, aumentando risco à ocorrência de fraturas ósseas (FARR; KHOSLA, 2016). O aumento dos níveis de serotonina periférica derivada do intestino contribui para a diminuição na formação óssea (KASPERK; GEORGESCU; NAWROTH, 2017). A falta de efeitos anabólicos da insulina sobre o metabolismo de células mesenquimais podem ser uma causa importante para um metabolismo ósseo perturbado na diabetes de tipo 1 (THRAILKILL et al., 2005). Em uma revisão de literatura, foi mostrado que em modelo murino de animais que carecem do receptor de insulina, o número de células formadoras de osso mostrou-se insuficiente, especificamente em osteoblastos (KEENAN; MADDALONI, 2016). Em consonância com todos estes estudos mencionados, encontramos diminuição da área óssea nos ratos diabéticos, o que remete à situação que menos osso trabecular poderia ser um indicativo de menor qualidade óssea, também relacionado à maior propensão a fraturas, estas últimas que comumente ocorrem nos ossos longos.

CONCLUSÃO

Conclui-se que as alterações metabólicas no diabetes refletem em uma menor quantidade óssea trabecular. Para avaliação da microarquitetura óssea, neste modelo experimental, a análise de imagens histológicas utilizando o método de segmentação e posterior esqueletonização possibilitou identificar características trabeculares de estrutura e organização espacial. Este método computacional de avaliação permitiu revelar que mesmo com menor quantidade óssea, sugere-se que a organização espacial das trabéculas e a interconexão destas estruturas em uma rede de conectividade parece não se alterar no diabetes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto de Ciências Biomédicas - ICBIM e ao Centro de Pesquisa de Biomecânica, Biomateriais e Biologia Celular – CPBio/FOUFU, ambos da Universidade Federal de Uberlândia. Ainda, os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

CHAVASSIEUX, P.; ARLLOT, M.; MEUNIER, P. J. Clinical use of Bone Biopsy. Osteoporosis. Second Edi ed. [S.l.]: **Academic Press**, 2001.

CHEN, C. et al. Trabecular bone characterization on the continuum of plates and rods using in vivo MR imaging and volumetric topological analysis. **Physics in Medicine and Biology**, v. 61, n. 18, p. N478–N496, 2016.

DALLE CARBONARE, L. et al. Bone microarchitecture evaluated by histomorphometry. **Micron**. v. 36, n. 7-8, p. 609-16, 2005.

DOUBE, M. et al. BoneJ: Free and extensible bone image analysis in ImageJ. **Bone**, v. 47, n. 6, p. 1076-9, 2010.

FARR, J. N.; KHOSLA, S. Determinants of bone strength and quality in diabetes mellitus in humans. **Bone**, v. 82, p. 28–34, 2016.

GENNARI, L. et al. Circulating Sclerostin levels and bone turnover in type 1 and type 2 diabetes. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 97, n. 5, p. 1737-44, 2012.

GUGGENBUHL, P. et al. Texture analysis of X-ray radiographs of iliac bone is correlated with bone micro-CT. **Osteoporosis International**, v. 17, n. 3, p. 447–454, 2006.

KASPERK, C.; GEORGESCU, C.; NAWROTH, P. Diabetes Mellitus and Bone Metabolism. **Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes**. v. 125, n. 4, p. 213-7, 2017.

KEENAN, H. A.; MADDALONI, E. Bone Microarchitecture in Type 1 Diabetes: It Is Complicated. **Current Osteoporosis Reports**, v. 14, n. 6, p. 351–358, 2016.

LECKA-CZERNIK, B. Diabetes, bone and glucose-lowering agents: basic biology. **Diabetologia**, v. 60, n. 7, p. 1163–1169, 2017.

LIMIRIO, P. H. J. O. et al. Influence of hyperbaric oxygen on biomechanics and structural bone matrix in type 1 diabetes mellitus rats. **PLoS one**, v. 3, n. 2, e0191694, 2018.

MANSUR, S. A. et al. Stable Incretin Mimetics Counter Rapid Deterioration of Bone Quality in Type 1 Diabetes Mellitus. **Journal of Cellular Physiology**, v. 230, n. 12, p. 3009–3018, 2015.

ÖNEM, E.; BAKSI, G.; SOĞUR, E. Changes in the Fractal Dimension, Feret Diameter, and Lacunarity of Mandibular Alveolar Bone During Initial Healing of Dental Implants. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 27, n. 5, p. 1009–13, 2012.

RABELO, G. D. et al. Cortical Fractal Analysis and Collagen Crosslinks Content in Femoral Neck After Osteoporotic Fracture in Postmenopausal Women: Comparison with Osteoarthritis. **Calcified Tissue International**, v. 102, n. 6, p. 644-650, 2018.

SAHA, P. K. et al. Fuzzy Object Skeletonization: Theory, Algorithms, and Applications. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 24, n. 8, p. 2298–2314, 2018.

SALMON, P. L. et al. Structure model index does not measure rods and plates in trabecular bone. **Frontiers in Endocrinology**, v. 6, n. OCT, p. 1-10, 2015.

SROGA, G. E.; WU, P. C.; VASHISHTH, D. Insulin-like growth factor 1, glycation and bone fragility: Implications for fracture resistance of bone. **PLoS one**, v. 10, n. 1, e0117046, 2015.

TANAKA, H. et al. Characteristics of bone strength and metabolism in type 2 diabetic model Tsumura, Suzuki, Obese Diabetes mice. **Bone Reports**, v. 9, p. 74-83, 2018.

TANG, S. Y.; VASHISHTH, D. Non-enzymatic glycation alters microdamage formation in human cancellous bone. **Bone**, v. 46, n. 1, p. 148-154, 2010.

THRAILKILL, K. M. et al. Bone formation is impaired in a model of type 1 diabetes. **Diabetes**, v. 54, n. 10, p. 2875-2881, 2005.

ZHOU, B. et al. In vivo precision of digital topological skeletonization based individual trabecula segmentation (ITS) analysis of trabecular microstructure at the distal radius and tibia by HR-pQCT. **Pattern Recognition Letters**, v. 76, p. 83-89, 2016.

Odontologia



A Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora vem formando profissionais na área de saúde bucal. Conceito máximo no ENADE, contamos com um corpo docente amplamente qualificado e de destaque nacional. A instituição dispõe ainda de infra-estrutura independente e exclusiva para nossos cursos, projetada de acordo com rígidas normas de arquitetura e biossegurança.

São mais de 14 anos de experiência em Pós-Graduação, com cursos em todas as áreas da Odontologia. O primeiro Curso de Especialização lançado foi o de Endodontia, em 1996, a partir de então, foram abertos mais 13 Cursos: Ortodontia, Radiologia e Imaginologia Odontológica, Odontogeriatrics, Implantodontia, Odontologia Legal, Odontopediatria, Periodontia, Prótese Dentária, Saúde Coletiva, Dentística e Pacientes com Necessidades Especiais. Possuímos também uma Residência Odontológica em Cirurgia Buco-Maxilo-Facial e um Programa de Mestrado.

O Mestrado em Clínica Odontológica, aprovado pela CAPES em 2006, realiza desde 2007 processo seletivo anual. Sua estrutura organizacional oferece condições para o desenvolvimento de trabalhos científicos de qualidade. Doze laboratórios de ensino e de pesquisa, com equipamentos e materiais de excelência dão suporte ao Programa. Atualmente 18 professores, compõem o corpo docente, tendo como linhas de pesquisa:

- 1) Avaliação clínica e laboratorial dos materiais, instrumentos e técnicas odontológicas;
- 2) Diagnóstico e terapêutica das condições sócio-biológicas e das doenças em Odontologia.

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Campus Universitário – Faculdade de Odontologia
Bairro Martelos – Juiz de Fora – MG CEP: 36036-300

E-mail: mestrado.clinicaodonto@uffj.edu.br

site: www.uffj.br/odontologia

Telefone: (32) 2102-3851

● Ana Marly Araújo Maia Amorim¹,
Jussara da Silva Barbosa¹,
Ana Priscila Lira de Farias Freitas¹,
José Eraldo Viana Ferreira¹,
Luiz Eduardo Marinho Vieira¹,
Fernanda Clotilde Mariz Suassuna¹,
Patrícia Meira Bento¹,
Daniela Pita de Melo¹,

¹ Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba

✉ **Daniela Melo**
Rua Juvêncio Arruda, S/N
Bodocongó
CEP: 58429-600
Campina Grande - PB
☎ danipita@gmail.com

RESUMO

A termografia infravermelha consiste em um exame de imagem complementar aplicada na avaliação da temperatura corporal com base na emissão de radiação infravermelha através da pele, podendo auxiliar no diagnóstico ou monitoramento das intervenções terapêuticas. Trata-se de uma técnica não ionizante e não invasiva que capta e registra a distribuição térmica da superfície cutânea avaliada por meio das alterações na microcirculação dos pacientes frente a diferentes condições patológicas. Dentre as aplicações na Odontologia, a termografia pode complementar o exame físico anatômico, visto que apresenta em tempo real condições fisiológicas, de acordo com a temperatura. Esta técnica pode auxiliar no diagnóstico e planejamento do tratamento de alterações orofaciais, como processos inflamatórios e infecciosos na região orofacial, acompanhamento pós-cirúrgico e na avaliação de pacientes com desordens temporomandibulares (DTM). A termografia ainda é pouco utilizada na Odontologia, e protocolos para avaliação de alterações na região de cabeça e pescoço ainda devem ser testados e estabelecidos. Porém, já mostra ser um exame complementar de boa performance na detecção de pontos gatilho da dor, acompanhamento de pacientes de forma não invasiva e como documentação médico-legal.

Palavras-chave: termografia, odontologia, diagnóstico

ABSTRACT

Infrared thermography consists of a complementary imaging test applied to the assessment of body temperature based on the emission of infrared radiation through the skin, which may aid in the diagnosis or monitoring of therapeutic interventions. It is a non-ionizing and non-invasive technique that captures and records the thermal distribution of the cutaneous surface evaluated by means of the changes in the patients' microcirculation in face of different pathological conditions. Among the applications in Dentistry, thermography can complement the anatomical physical examination, since it presents in real time physiological conditions according to temperature. This technique can help in the diagnosis and planning of the treatment of orofacial alterations, such as inflammatory and infectious processes in the orofacial region, post-surgical follow-up and in the routine evaluation of patients with temporomandibular disorders (TMD). Thermography is still poorly used in Dentistry and protocols for the evaluation of head and neck disorders have yet to be tested and established. However, it already shows up as a good complementary examination for the detection of pain trigger points, follow-up of patients in a non-invasive way, and as medical-legal documentation.

Keywords: thermography, dentistry, diagnosis

Submetido: 03/12/2018
Aceito: 05/12/2018



INTRODUÇÃO

A termografia infravermelha é um exame complementar de imagem ainda emergente de diagnóstico, monitorização e prognóstico na medicina, sendo introduzido pela primeira vez em 1956 por R. N. Lawson para o diagnóstico do câncer de mama (PROTEASA et al., 2010). Ao longo dos anos, diversos dispositivos, como termômetros, termistores, termopares e sistemas de imagens de cristais líquidos, foram empregados para medir a temperatura corporal (MOULI et al., 2012). Apenas em 1987, a termografia médica infravermelha foi reconhecida pelo conselho da American Medical Association como uma ferramenta de diagnóstico viável, e em 2010 foi reconhecida pela Academia Americana de Imagem Infravermelha Médica (HILDEBRANDT; RASCHNER; AMMER, 2010).

A imagem formada consiste na detecção do calor emitido por radiação do corpo em análise, no caso do corpo humano, a radiação eletromagnética emitida é infravermelha longo, com comprimento de onda em torno de 9-10 micrometros. Dessa forma, o método atua como um instrumento de análise não invasiva e não radioativa, indolor e sem toque, seguro para o paciente e o profissional. E pode informar, em tempo real, as funções fisiológicas relacionadas com o controle da temperatura da pele, detectar a extensão das alterações funcionais, nervosas e vasculares, com base na maior ou menor radiação de cada região (CHRISTENSEN et al., 2012; PRESÍDIO, WANDERLEY, MEDRADO, 2016; CÔRTE, HERNANDEZ, 2016; NIEDZIELSKA, PAWELEC; PUSZCZEWICZ, 2017).

O uso da termografia pode ser útil na elaboração de um correto diagnóstico de uma reação inflamatória da região maxilofacial, bem como no monitoramento do quadro, após submetido a possibilidades de tratamento, visto que os termogramas podem fornecer relações importantes quanto aos métodos de tratamento e sua eficiência. A análise da termografia pode ser usada como método complementar na detecção, diagnóstico e/ou monitoramento de inúmeras condições médicas fisiológicas, incluindo condições orais como no diagnóstico de DTM e de dor orofacial (BRIOSCHI et al., 2001; HADDAD et al., 2014). Tais achados sugerem que a termografia infravermelha pode ser útil na avaliação de DTM mio gênica e pode ser usada como um método de triagem e, conseqüentemente, para melhorar a precisão do diagnóstico (IOSIF et al., 2016).

Além de não invasivo e sem riscos de ionização, os termogramas são imagens digitais, que podem ser analisadas digitalmente, sem a necessidade de impressão normal, bem como salvos em um banco de dados e em drives (GHEORGHIPĂ; GHEORGHIPĂ, 2007; SIKDAR et al., 2010). Neste contexto, considerando a técnica bastante promissora na área da Odontologia, objetivou-se realizar uma revisão de literatura sobre a Termografia infravermelha.

REVISÃO DE LITERATURA

A Termografia Infravermelha é uma técnica de imagem aplicada na avaliação da temperatura da pele com base na emissão de radiação infravermelha (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003), podendo auxiliar no diagnóstico (BRIOSCHI et al, 2010; DIBAI-FILHO et al., 2014) ou ser utilizada como uma forma de avaliação nas intervenções terapêuticas (RING; AMMER, 2012).

Fundamentos da Termografia Infravermelha

A termografia, também denominada teletermografia, termometria cutânea infravermelha ou exame INFRARED (IR), começou a ser aplicada na área médica na década de 50, sendo um método de diagnóstico por imagem, sem contato físico, com capacidade de mensurar à distância a radiação infravermelha emitida pela superfície cutânea, apresentando sensibilidade de 0,05°C (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2001; BRIOSCHI, 2011).

A Termografia Infravermelha é um exame que tem a capacidade de converter a radiação térmica de ondas eletromagnéticas do infravermelho longo (9-10µm) em imagens denominadas termogramas, em tempo real. É uma técnica não ionizante e não invasiva que capta e registra a distribuição térmica da superfície cutânea dos pacientes com base na microcirculação que se altera frente a diferentes condições patológicas (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2001; VARGAS et al., 2009).

A temperatura da pele está diretamente relacionada com o fluxo sanguíneo, regulado pelo sistema nervoso autônomo e afeta ambos os lados do corpo de forma uniforme e simultânea, produzindo um padrão térmico simétrico frente às condições de normalidade (KAWANO et al., 1993; CANAVAN; GRATT, 1995; HADDAD; BRIOSCHI; ARITA, 2012). Através desse exame é possível quantificar e realizar um monitoramento térmico das regiões de interesse (ROI) com precisão (HADDAD et al., 2014), sempre considerando o padrão de comparação de simetria de radiação térmica entre os lados direito e esquerdo.

Nesse tipo de exame é possível visualizar as temperaturas da superfície cutânea através de uma imagem digital de alta sensibilidade e qualidade, com uma escala de cores (rainbow - branco, vermelho, laranja, amarelo, verde, azul celeste, azul royal, violeta) quantitativa contribuindo para a interpretação visual. Cada cor representará uma faixa de temperatura diferente, a depender da imagem capturada. Locais mais frios, com menos vascularização, estarão representados por cores frias, como tons de azul e violeta. Já as regiões com mais vascularização, ou seja, mais quentes, estarão representadas pelas cores quentes, sendo a cor branca indicadora da região mais aquecida, seguida do vermelho, laranja e amarelo (BRIOSCHI; YENG; TEIXEIRA, 2007; RING; AMMER, 2012).

Temperatura Corporal

A termorregulação corporal (equilíbrio térmico) visa controlar a temperatura do corpo, por meio de mecanismo de termogênese e termólise, sendo a última responsável bem representada pela transferência de calor por emissão de radiação. A temperatura (sinal vital) também representa um meio de diagnóstico de doenças, como demonstrado pela história da ciência, quando Hipócrates relatou o primeiro diagnóstico termobiológico 480 a.C., afirmando "onde houver excesso de calor ou frio a doença estará lá para ser descoberta" (BRIOSCHI et al., 2010).

O hipotálamo é o órgão responsável pelo controle da temperatura do organismo, recebendo informações dos nervos sensitivos aferentes da pele e órgãos referentes, tanto da perda quanto do ganho de calor. A temperatura central do organismo é mantida em um padrão compatível com a normalidade por meio de mecanismos homeostáticos e a temperatura cutânea será mantida praticamente constante, variando discretamente conforme a temperatura ambiente. A temperatura cutânea considerada normal nos seres humanos é de 36°C, onde a temperatura central, próxima a esta, é mantida sob maior constância, sendo importante para diagnosticar doenças (BRIOSCHI et al., 2010; BRIOSCHI, 2011).

Dentre os mecanismos de termorregulação corporal, a emissão de radiação representa 60% do processo de termólise, o que significa que nosso corpo é emissor de radiação eletromagnética, com comprimento de onda em torno de 9-10µm. Dependendo da temperatura e da capacidade do corpo em emitir radiação, a intensidade da radiação térmica é dada pela emissividade do corpo (BERNARD et al., 2013).

A emissividade de um objeto é a razão entre a quantidade real de energia infravermelha emitida em comparação com a quantidade teoricamente perfeita que poderia ser emitida (objeto que emite o máximo de energia infravermelha possível com emissividade igual a 100% - corpo negro), estando na mesma temperatura. A emissividade pode variar entre 0 e 1 (BERNARD et al., 2013).

Desse modo, um corpo que emite 80% da quantidade máxima de energia infravermelha tem um valor de emissividade igual a 0,8. A emissividade do corpo humano corresponde a 98% (emissividade= 0,98), de forma que a pele possui alta emissividade infravermelha, com isso, a medição da radiação emitida pode ser transformada em valores de temperatura muito precisos (BRIOSCHI et al., 2010; BERNARD et al., 2013; SOUZA et al., 2015).

A emissividade da pele humana pode ser influenciada pela temperatura, umidade do ambiente, bem como pela gordura acumulada por cada indivíduo em diferentes regiões (VILLASENOR-MORA; SANCHEZ-MARIN; GARAY-SEVILLA, 2008). De forma geral, cada indivíduo apresenta temperatura cutânea diferente por região, justamente por apresentarem temperatura central e metabolismo corporal

diferentes, dependendo da idade, sexo, altura, peso, nível de hidratação do corpo, entre outros fatores (VARGAS et al., 2009; BANDEIRA et al., 2014).

Para verificação da temperatura central na face, por meio da análise da temperatura cutânea, duas regiões anatômicas têm sido utilizadas, o meato acústico externo e a área pré-óptica. No Meato Acústico Externo verifica-se a temperatura timpânica, na área mais côncava da região facial que é irrigada pelas artérias e veias auriculares posteriores, com certa proximidade ao hipotálamo (DEMARTINO; SIMÕES, 2003; HADDAD et al., 2014). Na área pré-óptica verifica-se a denominada Temperatura do Túnel Cerebral (BTT- Brain Tunnel Temperature) na região da Comissura Palpebral Medial (HADDAD et al., 2014), região onde emergem as artérias supraorbitais e supratrocleares (ramos diretos da artéria oftálmica e carótida interna) que trazem sangue aquecido do centro termorregulador hipotalâmico (ABREU et al., 2010; BRIOSCHI, 2011; NAKAMURA, 2011). A medição da temperatura central representada na face é importante do ponto de vista representativo, visto que tais pontos seriam menos influenciados por alterações cutâneas.

Como comentado posteriormente, além das variações internas do metabolismo, a temperatura ambiente em que o paciente é submetido também influencia na temperatura corporal cutânea. Dessa forma, visando realizar a leitura da temperatura cutânea do indivíduo sem a influência da temperatura do ambiente, e de forma relativa à temperatura central do corpo, foi proposta uma equação para o cálculo da temperatura adimensional (Equação 1).

Equação (1):

Valor adimensional=

$$\frac{(\text{Temperatura média do ponto} - \text{Temperatura ambiente})}{(\text{Temperatura timpânica} - \text{Temperatura ambiente})}$$

A normalização da temperatura adimensional (θ), varia entre 0 e 1. Na equação descrita acima, a temperatura média do ponto corresponde ao ponto ou média da área analisado no termograma, e a temperatura timpânica (central) é dada por meio da temperatura do Meato Acústico Externo, no caso de imagens coletadas em norma lateral da face. A temperatura adimensional pode corrigir o efeito do metabolismo corporal permitindo a comparação da temperatura entre os indivíduos (BRIOSCHI, 2011). No caso de termogramas obtidos em norma frontal da face, a região hiperradiante da comissura palpebral medial (BTT) pode ser utilizada como referência da temperatura central (HADDAD et al., 2014).

Com o objetivo de contribuir para o conhecimento dos profissionais da área da saúde na interpretação de termogramas faciais, como também para auxiliar no diagnóstico, Haddad et al. (2016) realizaram exames termográficos faciais em 161 voluntários (ambos os sexos), compatíveis com o padrão de normalidade, para definir

gradientes térmicos, quantificá-los e realizar uma descrição termográfica da face. De acordo com os resultados encontrados, as regiões que se apresentaram hiperradiantes foram: meato acústico externo, supratroclear, temporal, comissura palpebral medial (BTT), comissura labial; e as regiões mais hiporradiantes foram as seguintes: comissura palpebral lateral, nasolabial e lábio inferior.

Exame termográfico infravermelho

Para aquisição das imagens termográficas são utilizadas câmeras portáteis de sensor infravermelho de vários modelos. Dentre as características mais importantes que devem ser verificadas antes da aquisição de uma máquina, são lentes específicas e a resolução espacial, possuindo também emissividade regulável.

O exame termográfico deve ser realizado em sala específica com temperatura do ambiente padronizada, que deve ser mantida entre 22 e 24°C. Para isso, a depender da localização geográfica, é importante que a sala disponha de ar condicionado com capacidade térmica suficiente para o tamanho da mesma, além de monitoramento com termohigrômetro digital da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, durante todos os exames.

Antes da tomada do exame, o paciente deve aguardar 15 minutos em repouso na sala de exame, previamente climatizada, com temperatura média de 23 ± 1 °C, e umidade relativa do ar entre 40 e 60%, para estabilização com a temperatura ambiente (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003). Da mesma forma, a câmera térmica deve ser ligada previamente por tempo similar antes da primeira imagem. Idealmente, as salas não devem possuir janelas, contribuindo significativamente para evitar insolações diretas no paciente, e para iluminação do ambiente. Lâmpadas fluorescentes, tipo frias, podem ser utilizadas. Considera-se ainda importante controlar a quantidade de pessoas que permanecem na sala no momento do exame para evitar o risco de aumento da temperatura ambiente e temperatura refletida.

É preferível que as paredes de fundo onde a cadeira do paciente é posicionada sejam revestidas com materiais isolantes, como placas de Poliestireno Expandido (EPS - isopor), papel alumínio e E.V.A na cor preta (AIRES et al., 2018), formando uma barreira térmica isolante contra possíveis fontes externas de calor e fazendo com que nenhuma imagem fantasma seja formada ou refletida no momento do exame, o que poderia interferir na análise da imagem térmica.

Preparação do paciente

É importante que os exames térmicos estejam de acordo com as diretrizes preconizadas pela Academia Americana de Termologia (SCHWARTZ, 2008). Para realização do exame termográfico, todos os pacientes precisam receber orientações prévias, a fim de evitar que

fatores externos interfiram na aquisição das imagens.

Tais orientações referem-se a: fazer limpeza facial em casa no dia do exame para fidedignidade dos dados registrados pela câmera termográfica; não utilizar no dia do exame fontes de calor, como secador de cabelo e chapinha; não utilizar cremes, talcos, perfumes, maquiagens, entre outros; os homens devem se barbear pelo menos seis horas antes do exame; não ingerir alimentos quentes; não fazer uso de analgésicos, corticóides, anti-inflamatórios, anti-hipertensivos; não praticar qualquer tipo de exercício físico; se fumante, interromper o uso de cigarros e cachimbos por 4 horas antes do exame; não tomar banho quente; estar em jejum por no mínimo três horas antes do exame, nem consumir estimulantes e substâncias com cafeína; não tocar, esfregar ou coçar a pele a ser examinada; e não usar jóias.

Para realização do exame termográfico da face, o participante precisa ser acomodado em uma cadeira, posicionado de modo ereto, com plano sagital perpendicular ao solo (Figura 1). Para análises faciais, frontais ou laterais, utiliza-se a medição padronizada de 0,80 m (distância entre a câmera e o paciente) a cada aquisição de imagem, podendo variar entre 0,30 a 1 metro (HADDAD et al., 2014), dependendo do modelo da câmera utilizada e finalidade do exame.

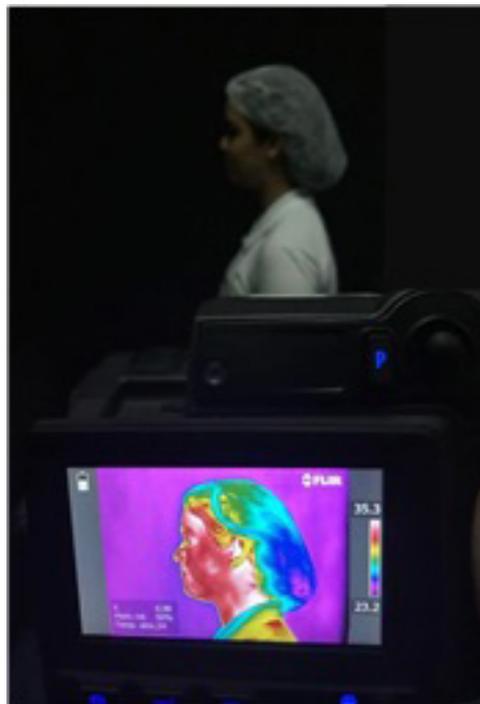


Figura 1: Paciente posicionado para a aquisição termográfica

Aplicações da Termografia na Odontologia

Por ser um método de exame por imagem que pode ser realizado de forma rápida e seguro, visto que

não se utiliza radiação ionizante, a termografia pode contribuir, conjuntamente ao exame físico, para auxiliar significativamente o diagnóstico e planejamento do tratamento de inúmeras alterações orofaciais, indicar um direcionamento para a causa da dor do paciente, acompanhar tipo de tratamento empregado em cada caso, e como documentação médico-legal. Este exame pode ser realizado em qualquer pessoa, inclusive em gestantes e crianças, por ser um método indolor e que não se utiliza contraste, sendo útil para o diagnóstico complementar avançado (BRIOSCHI et al., 2004; BRIOSCHI; ABRAMAVICUS; CORREA, 2005; BRIOSCHI et al., 2007; HADDAD; BRIOSCHI; ARITA, 2012; HADDAD et al., 2014).

Pela capacidade de registrar a distribuição térmica da superfície cutânea dos pacientes por meio da microcirculação que pode estar alterada, a termografia é um método que consegue proporcionar informações sobre disfunção vascular, traumatismo ou disfunção miofascial e processos inflamatórios locais (GRATT, 1998; BRIOSCHI; ABRAMAVICUS; CORREA, 2005; BRIOSCHI; YENG; TEIXEIRA, 2007; HADDAD; BRIOSCHI; ARITA, 2012; DIBAI-FILHO et al., 2014), apresentando, portanto, diversas aplicações.

A termografia é principalmente indicada para documentar doenças nos tecidos moles que não podem ser evidenciadas por exames de laboratório, radiográficos ou eletroneuromiográficos (HAKGUDER et al., 2003). Pode ser utilizada para avaliar inflamações e infecções na região orofacial; em avaliações pós-cirúrgicas, e como método auxiliar de diagnóstico da DTM (BRIOSCHI et al., 2010; SCHWARTZ et al., 2008).

A imagem infravermelha possui a capacidade de mostrar, fisiologicamente, a circulação superficial da pele, podendo refletir a relação existente entre o Sistema Nervoso Neurovegetativo Simpático (SNNVS) e o fluxo sanguíneo cutâneo. Assim, a termografia pode auxiliar no estudo da dor já que a vascularização está sob o controle direto do SNNVS. O fluxo sanguíneo na presença de dor pode ser modificado no momento da monitoração infravermelha, sendo este um excelente método para se correlacionar com a percepção da dor (BRIOSCHI; ABRAMAVICUS; CORREA, 2005).

Em um estudo preliminar utilizando a termografia como diagnóstico complementar para DTM miofascial, as regiões da musculatura mastigatória de 23 mulheres foram avaliadas (idade média de 21 anos) utilizando projeções laterais e exame clínico, sendo divididas da seguinte forma: pacientes com e sem DTM miofascial. Os autores verificaram que as regiões dos músculos masseter e temporal anterior apresentaram temperatura menos elevada na presença de DTM miofascial quando comparadas com o grupo controle. Afirmam ainda que a termografia é um método útil, não invasivo e não ionizante, que pode auxiliar no diagnóstico dessa disfunção (HADDAD et al., 2014).

Outras áreas da Odontologia também estão envolvidas com pesquisas termográficas, como a Endodontia (BEHNIA;

MCDONALD, 2001; BRISEÑO et al., 2015), Periodontia (PARK et al., 2014), Estomatologia (IOSIF et al., 2016), Patologia Oral (CHAKRABORTY et al., 2016), Implantodontia (HARDER et al., 2018) e a Cirurgia Oral (CHRISTENSEN; VAETH; WENZEL, 2012; PEDREIRA et al. 2016).

DISCUSSÃO

Em 2014, o Instituto Brasileiro de Termologia Médica (IBTM) foi fundado para gerenciar as pesquisas na área de Termologia e Termografia infravermelha, como também para disponibilizar treinamentos e qualificações, juntamente com a Associação Brasileira de Termologia (ABRATERM). Destaca-se a utilização da Termografia na área de saúde devido esta permitir a investigação do diagnóstico médico a partir da análise do mapeamento de temperatura no corpo. Pode-se dizer que as características de emissão infravermelha indicam o estado microcirculatório do paciente (DIAKIDES; BRONZINO, 2008; RING; AMMER, 2012).

A termografia infravermelha vem sendo estudada ao longo dos anos na Medicina, sendo uma técnica recentemente aplicada à Odontologia na qual sua utilização ainda é limitada à pesquisa científica, podendo apenas um médico especialista na área realizar laudos clínicos. Resultados de pesquisas científicas mostram que a termografia é precisa e confiável como ferramenta complementar de diagnóstico, se considerarmos a teoria do sistema músculo-esquelético de acordo com o qual as estruturas devem estar em equilíbrio térmico quando em um estado saudável (QUINTANA, CUEVAS, CARMONA, 2017).

Presidio et al (2016) destacam que o uso da termografia infravermelha vem crescendo na odontologia nos últimos anos. No entanto ainda são poucos os ensaios clínicos randomizados, que utilizaram este método de diagnóstico para detecção de possíveis distúrbios funcionais nesta área da saúde.

Estudos sobre mapeamento facial de termogramas têm sido realizados em adultos saudáveis na tentativa de se alcançar uma padronização para análise de imagens termográficas, por meio destes foram encontrados 28 pontos de referência bilaterais, apresentando temperaturas médias e percentuais baseadas na temperatura central do corpo (HADDAD et al., 2016).

É importante considerar alguns fatores que podem influenciar na realização dos termogramas, tais como a distância entre a câmera e o paciente, como também, o isolamento na parede do local onde o exame foi realizado. Alguns estudos utilizaram a distância de 1 metro entre a câmera e o paciente como parâmetro para aquisição das imagens térmicas (DIBAI-FILHO et al., 2014; RODRIGUES-BIGATON et al., 2014; WOZNIAC et al., 2015; BARROS et al., 2018). Outros autores realizaram as imagens à uma distância de 0,71m (HADDAD et al., 2014) e 0,80m (HADDAD et al., 2016), visando um enquadramento

vertical limite, com mínimo de temperatura ambiente. Já em outras pesquisas os autores não informaram quais as distâncias que foram utilizadas para aquisição dos termogramas (GRATT et al., 1998; KEMPPAINEN; FORSTER; HANDWERKER, 2001; BOUDREAU et al., 2009).

O isolamento (papel alumínio, isopor e EVA) da parede da sala de termografia infravermelha é considerado importante, para evitar formação de imagens fantasmas ou refletidas no momento do exame (AIRES et al., 2018). No entanto, a literatura consultada não aborda o uso do isolamento (DIBAI-FILHO et al., 2014; RODRIGUES-BIGATON et al., 2014), autores apenas relatam que foi utilizado um material emborrachado, colocado por trás do paciente na sala de exames (WOZNIAK et al., 2015).

Podemos citar outros parâmetros que devem ser respeitados no momento da aquisição das imagens térmicas como a padronização da temperatura ambiente (23 ± 1 °C), a umidade relativa do ar (40 e 60%) (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003). Em alguns estudos esses aspectos não são abordados, podendo comprometer a fidedignidade dos resultados (KEMPPAINEN; FORSTER; HANDWERKER, 2001; BOUDREAU et al., 2009).

Essa técnica tem se mostrado uma ferramenta de diagnóstico complementar efetivo na monitorização do complexo crânio-cervical-mandibular (BARROS et al., 2018). Pesquisas destacam que na região orofacial o uso da câmera térmica tem sido aplicado ao diagnóstico de DTM (HADDAD, et al, 2014, BRIOSCHI, 2011) porém, alguns trabalhos têm demonstrado dificuldade em identificar alterações, considerando a termografia limitada no diagnóstico de tais disfunções (DIBAI-FILHO et al., 2013; RODRIGUES-BIGATON et al., 2014; DIBAI-FILHO et al., 2015).

A dor de origem miosfacial relacionada a lesões nos músculos mastigatórios pode ser identificada através da palpção dos músculos nos pontos-gatilho miofasciais e com auxílio da câmera térmica. Achados sugerem que a termografia é um método útil para o diagnóstico desses pontos e da dor miofascial (HADDAD; BRIOSCHI; ARITA, 2012; DIBAI FILHO et al., 2014).

É importante ressaltar que mais pesquisas sejam realizadas com a Termografia Infravermelha com diferentes aplicações na Odontologia, com o objetivo de ampliar a sua utilização na área. Com isso, a população poderá ter mais acesso às vantagens proporcionadas pela técnica.

CONCLUSÃO

A termografia por infravermelho é um exame de imagem não invasivo com crescente aplicação nas áreas da odontologia, com maior notoriedade no campo das DTM, podendo auxiliar no diagnóstico, ou monitoramento e avaliação de intervenções terapêuticas.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. M. et al. Consistency of brain temperature tunnel measurements in different environmental temperature. **American Society of Anesthesiologists**. A673, 2010.

AIRES JÚNIOR, F.A.F. **Otimização do processo metodológico para aquisição de imagens termográficas da face**. 2018. 95f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

BANDEIRA, F. et al. Termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 1, p. 59-64, Jan/Fev., 2014

BARROS, A. et al. Thermographic Study of the Orofacial Structures Involved in Clarinetists Musical Performance. **Dentistry Journal**, v.6, n.4, nov.2018.

BEHNIA, A.; MCDONALD, N.J. Avaliação termográfica infravermelha in vitro da raiz temperaturas da superfície geradas pelo sistema thermafil plus. **Journal of Endodontics**, v.93, n.3, p. 203-5, 2001.

BERNARD, V. et al. Infrared camera assessment of skin surface temperature--effect of emissivity. **Physica Medica**, v. 29, n. 6, p. 583-91, nov., 2013.

BOUDREAU, S. A. et al. Vascular and psychophysical effects of topical capsaicin application to orofacial tissues. **Journal of Oral & Facial Pain and Headache**, v. 23, n. 3, p. 253-64, summer, 2009.

BRIOSCHI, M. L.; MACEDO, J. F.; MACEDO, R. A. C. Termometria Cutânea Infravermelha de Alta Sensibilidade (T.I.A.S.) – Definição, Aplicações e Especificações. **Revista Médica do Paraná**. v. 59, n. 2, p. 56-63, 2001.

BRIOSCHI, M. L.; MACEDO, J. F.; MACEDO, R. A. C. Skin thermometry: new concepts. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 2, n. 2, p. 151-60, jun, 2003.

BRIOSCHI, M. L. et al. Terapia de pontos-gatilhos guiada por termografia infravermelha. **Revista Dor**, v. 5, n. 3, p. 9, 2004.

BRIOSCHI, M. L., ABRAMAVICUS, S.; CORREA, C. F. Valor da imagem infravermelha na avaliação da dor. **Sociedade Brasileira para o Estudo da Dor**, v. 6, n. 1, p. 514-524, jan/fev/mar, 2005.

BRIOSCHI, M. L.; YENG, L. T.; TEIXEIRA, M. J. Diagnóstico Avançado em Dor por Imagem Infravermelha e Outras Aplicações. **Prática Hospitalar**. Ano IX, n. 50, 2007.

BRIOSCHI, M. L. et al. **Princípios e Indicações da Termografia Médica**. 1. ed. São Paulo: Andreoli, 2010.

BRIOSCHI, M. L. **Metodologia de normalização de análise do campo de temperaturas em imagem infravermelha humana**. 2011. 115f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

- BRISEÑO MARROQUÍN, B. et al. Thermoplastic properties of endodontic gutta-percha: a thermographic in vitro study. **Journal of Endodontics**, v.41, n.1, p. 79-82, jan, 2015.
- CANAVAN, D.; GRATT, B. M. Electronic thermography for the assessment of mild and moderate temporomandibular joint dysfunction. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 79, n. 6, p. 778-86, 1995.
- CHAKRABORTY, M. et al. A new approach of oral cancer detection using bilateral texture features in digital infrared thermal images. **Conference proceedings: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Soc.**, p. 1377-1380, aug, 2016
- CHRISTENSEN. J.; VAETH, M.; WENZEL, A. Thermographic imaging of facial skin-gender differences and temperature changes over time in healthy subjects. **Dentomaxillofacial Radiology.**, v.41, n.8, p. 662-7, dec, 2012.
- CÔRTE, A. C. R.; HERNANDEZ, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 22, n. 4, p. 315-19, jul/ago, 2016.
- DEMARTINO, M. M. F.; SIMÕES, A. L. B. A comparative study of tympanic and oral temperatures in healthy adults. **Revista de Ciências Médicas.**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 115-121, 2003.
- DIAKIDES, N.A.; BRONZINO, J.D. **Medical infrared imaging**. Boca Raton: CRC Press; 2008.
- DIBAI FILHO, A.V. et al. Accuracy of infrared thermography of the masticatory muscles for the diagnosis of myogenous temporomandibular disorder. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v.36, n.4, p. 245-52, mai, 2013.
- DIBAI-FILHO, A.V. et al. The chronicity of myogenous temporomandibular disorder changes the skin temperature over the anterior temporalis muscle. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, v. 18, n. 3, p. 430-4, jul, 2014.
- DIBAI-FILHO, A.V. et al. Women with more severe degrees of temporomandibular disorder exhibit an increase in temperature over the temporomandibular joint. **Saudi Dental Journal**, v.27, n.1, p. 44-9, jan, 2015.
- GHEORGHIPĂ, D.; GHEORGHIPĂ, B. Thermography-investigation method of diagnosis and treatment in temporomandibular joint territory. **Oral Health and Dental Management**. v. 6, n. 4, p. 60-4, 2007.
- GRATT, B. M. **Clinical application of static area telethermography in dentistry**. Bergen, Norway: Bergen Print Service AS, p. 255, 1998.
- HADDAD, D. S., BRIOSCHI, M. L.; ARITA, E. S. Thermographic and clinical correlation of myofascial trigger points in the masticatory muscles. **Dentomaxillofacial Radiology.**, v. 41, n. 8, p. 621-9, dez, 2012.
- HADDAD, D. S. et al. Thermographic characterization of masticatory muscle regions in volunteers with and without myogenous temporomandibular disorder: preliminary results. **Dentomaxillofacial Radiology**. v. 43, n. 8, p. 20130440, dez, 2014.
- HADDAD, D. S. et al. A new evaluation of heat distribution on facial skin surface by infrared thermography. **Dentomaxillofacial Radiology.**, v. 45, n. 4, 2016.
- HAKGUDER, A. et al. Efficacy of low level laser therapy in myofascial pain syndrome: an algometric and thermographic evaluation. **Lasers in Surgery and Medicine.**, v. 33, n. 5, p. 339-43, dez, 2003.
- HARDER, S. et al. Intraosseous Temperature Changes During Implant Site Preparation: In Vitro Comparison of Thermocouples and Infrared Thermography. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants.**, v.33, n.1, p. 72-78, jan/fev, 2018.
- HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. **Sensors**. v. 10, n. 5, p. 4700-15, mai, 2010.
- IOSIF, L. et al. Clinical study on thermography, as modern investigation method for Candida-associated denture stomatitis. **Romanian Journal of Morphology and Embryology.**, v.57, n.1, p. 191-5, abr., 2016.
- KAWANO, W. et al. Deep thermometry of temporomandibular joint and masticatory muscle regions. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 69, n. 2, p. 216-21, fev, 1993.
- KEMPPAINEN, P.; FORSTER, C.; HANDWERKER, H. O. The importance of stimulus site and intensity in differences of pain-induced vascular reflexes in human orofacial regions. **Pain**, v. 91, n. 3, p. 331-8, abr, 2001.
- MOULI, P., CHANDRA, E., et al. Application of Thermography in Dentistry-A Review. **Journal of Dental and Medical Sciences**. v. 1, n. 1, p. 39-43, jan, 2012.
- NAKAMURA, K. Central circuitries for body temperature regulation and fever. **Amerin Journal Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.**, v. 301, n. 5, p. 1207-28, nov, 2011
- NIEDZIELSKA, I.; PAWELEC, S.; PUSZCZEWICZ, Z. The employment of thermographic examinations in the diagnostics of diseases of the paranasal sinuses. **Dentomaxillofacial Radiology**. v. 46, n. 6, p. 20160367, jun., 2017.
- PARK, C.H. et al. Spatiotemporally controlled microchannels of periodontal mimic scaffolds. **Journal of Dental Research.**, v.83, n.12, p.1304-12, set. 2014.
- PEDREIRA, A.A. et al. Thermographic and clinical evaluation of 808-nm laser photobiomodulation effects after third molar extraction. **Minerva Stomatologica**, v.65, n.4, p. 213-22, ago, 2016.

PRESÍDIO, L. R.; WANDERLEY, F. G. C.; MEDRADO, A. P. O uso da termografia infravermelha na odontologia e suas especialidades: uma revisão sistemática. **Revista Bahiana de Odontologia**. v. 7, n. 2, jun, 2016.

PROTEASA, E. et al. Thermography, an imagistic method in investigation of the oral mucosa status in complete denture wearers. **Journal of optoelectronics and advanced materials**. v. 12, n. 11, p. 2333-40, nov, 2010.

QUINTANA, M. S.; CUEVAS, I. F.; CARMONA, P. G. **Infrared Thermography as a means of monitoring and preventing sports injuries. In Innovative Research in Thermal Imaging for Biology and Medicine**; IGI Global: Hershey, PA, USA, jan, 2017.

RING, E. F.; AMMER, K. Infrared thermal imaging in medicine. **Physiological Measurement**, v. 33, n. 3, p. 33-46, mar, 2012.

RODRIGUES-BIGATON, D.; et al. Accuracy of two forms of infrared image analysis of the masticatory muscles in the diagnosis of myogenous temporomandibular disorder. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 18, n. 1, p. 49-55, jan, 2014.

SCHWARTZ, R. G. et al. Temporomandibular disorders. **The New England Journal of Medicine**., v. 359, p. 447-66, 2008.

SIKDAR, S. D. et al. Thermography: A New Diagnostic Tool in Dentistry. **Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology**. v. 22 n. 4 p. 206-210, mai, 2010.

SOUZA, G. A. et al. Reference breast temperature: proposal of an equation. **Einstein**, v. 13, n. 4, p. 518-24, ago, 2015.

VARGAS, J. V. C. et al. Normalized methodology for medical infrared imaging. **Infrared Physics & Technology**, v. 52, p. 42-47, jan, 2009.

VILLASENOR-MORA, C; SANCHEZ-MARIN, F.J; GARAY-SEVILLA, M.E. Contrast enhancement of mid and far infrared images of subcutaneous veins. **Infrared Physics & Technology**, New York, v.51, p.221-228, mar, 2008.

WOŹNIAK, K. et al. Assessment of the Sensitivity, Specificity, and Accuracy of Thermography in Identifying Patients with TMD. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, v. 21, p. 1485-93, mai, 2015.

Lísia Procópio Rodrigues¹,
Marcos Vinícius Queiroz de
Paula²,
Francielle Silvestre Verner³,
 Karina Lopes Devito²

¹ Faculdade de Odontologia,
Universidade Federal de Juiz de
Fora. Juiz de Fora, MG

² Departamento de Clínica
Odontológica, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal
de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG

³ Departamento de Odontologia,
Universidade Federal de Juiz de
Fora. Governador Valadares, MG

✉ **Karina Devito**
Departamento de Clínica
Odontológica, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal
de Juiz de Fora (UFJF)
Campus Universitário, s/n
CEP: 36036-900
Juiz de Fora - MG
✉ karina.devito@ufjf.edu.br

RESUMO

O objetivo no presente estudo foi realizar uma revisão atualizada da literatura sobre os diferentes métodos não invasivos utilizados para avaliação da espessura muco-gengival. O biotipo gengival é considerado um dos principais elementos de influência no resultado do tratamento estético. Pacientes com gengiva espessa demonstram ser mais resistentes à recessão gengival após terapia cirúrgica e/ou restauradora. Em contrapartida, pacientes com biotipo fino apresentam maior risco de recessão, sendo necessário, muitas vezes, o enxerto de tecido conjuntivo. O palato é a principal área doadora para enxerto de tecido conjuntivo subepitelial, sendo que a determinação da espessura da mucosa palatina é de grande importância para a previsibilidade dos procedimentos cirúrgicos. Existem diversos métodos para mensurar a espessura muco-gengival, alguns considerados invasivos, como: a avaliação transgengival (ou transmucosa); e outros, mais recentes, considerados não invasivos, como as imagens seccionais de ultrassom, tomografias computadorizadas ou imagens de ressonância magnética. Apesar de diversos estudos demonstrarem resultados positivos do uso de exames por imagens para avaliação da espessura dos tecidos muco-gengivais, concluiu-se que os métodos invasivos ainda parecem ser os mais utilizados.

Palavras-chave: gengiva, mucosa bucal, tecido conjuntivo, tomografia computadorizada de feixe cônico, ultrassonografia, imagem por ressonância magnética

ABSTRACT

The aim of the present study was to carry out an updated review of the literature on the different non-invasive methods used to evaluate muco-gingival thickness. The gingival biotype is considered one of the main influential elements in the result of the aesthetic treatment. Patients with thick gingiva demonstrate to be more resistant to gingival recession after surgical and/or restorative therapy. On the other hand, patients with fine biotype are at greater risk of recession, often requiring the grafting of connective tissue. The palate is the main donor area for subepithelial connective tissue graft, and the determination of the thickness of the palatal mucosa is of great importance for the predictability of surgical procedures. There are several methods to measure muco-gingival thickness, some considered invasive, such as: transgingival (or transmucosal) evaluation; and others, more recent, considered noninvasive, such as sectional images of ultrasound, computed tomography or magnetic resonance imaging. Although several studies show the positive results of the use of images in the assessment of thickness of muco-gingival tissues, invasive methods still appear to be the most used.

Keywords: gingiva, mouth mucosa, connective tissue, cone-beam computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging

Submetido: 07/12/2018
Aceito: 17/12/2018

INTRODUÇÃO

A gengiva é delimitada em três regiões, marginal, interdental e inserida, apresentando variações em estrutura e espessura conforme demanda funcional. A gengiva marginal circunda o elemento dentário, formando a superfície de tecido mole do sulco gengival. A gengiva interdental apresenta formato piramidal sobre o ponto de contato dentário. A gengiva inserida é firme e contínua com a margem gengival, ligada ao perioste do osso alveolar. A espessura da gengiva inserida é um parâmetro de grande importância clínica, com variações em relação à idade e às diferentes áreas da cavidade bucal, sendo representada pela distância entre a junção muco-gengival e a superfície externa do sulco gengival (CARRANZA et al., 2007).

O biotipo gengival ou fenótipo gengival corresponde à espessura gengival e ao tecido ósseo que envolve o dente. O biotipo pode ser dividido, de maneira geral, em espesso ou fino, apresentando assim diferentes associações entre tecidos moles e duros. Problemas gengivais ou periodontais são mais propensos a ocorrer em pacientes com um biotipo fino. O biotipo gengival espesso é representado por vasto tecido queratinizado de contorno gengival plano, indicando arquitetura óssea subjacente espessa, com maior resistência à inflamação ou trauma. Por outro lado, o biotipo gengival fino é delimitado por menor faixa do tecido queratinizado e contorno gengival escamoso, de arquitetura óssea fina, mais sensível a injúrias. A inflamação do tecido periodontal implica na formação de bolsa no biotipo espesso e de recessão gengival e perda de papilas nos tecidos finos (MANJUNATH, RANA e SARKAR, 2015).

A recessão gengival é uma das condições clínicas periodontais mais comuns, definida como o deslocamento da margem gengival na junção cimento-esmalte para a região apical, associada a alguns fatores causais, como escovação traumática, movimentação ortodôntica, biotipo gengival fino ou doença periodontal. Sendo necessária, muitas vezes, a cirurgia plástica periodontal com finalidades funcionais e estéticas, principalmente no tratamento periodontal e na implantodontia. O palato é a principal área doadora para enxerto de tecido conjuntivo subepitelial, sendo sua dimensão relacionada à posição do feixe vasculo-nervoso e espessura da mucosa palatina (GUPTA et al., 2015). Embora a determinação da espessura da mucosa palatina seja de grande importância para a previsibilidade dos procedimentos cirúrgicos, a avaliação prévia da área doadora é ignorada por alguns profissionais (YILMAZ, BOKE e AYALI, 2015).

O biotipo gengival pode ser definido por diferentes métodos, invasivos ou não invasivos, como, por exemplo, a avaliação visual direta, a avaliação por meio de sonda periodontal ou instrumentos endodônticos

que permitem a realização de medidas de espessuras, por meio do método de transparência da sonda e pela avaliação transmucosa com instrumentos perfurantes. A espessura da mucosa palatina também pode ser mensurada por métodos não invasivos, utilizando-se exames por imagem, como dispositivos ultrassônicos e exames de tomografia computadorizada (MANJUNATH, RANA e SARKAR, 2015).

Conhecer a espessura muco-gengival e os diferentes métodos para sua avaliação é fundamental para um planejamento mais seguro e um tratamento com maior chance de sucesso. Assim sendo, o objetivo no presente estudo foi realizar uma revisão atualizada da literatura sobre os diferentes métodos não invasivos utilizados para avaliação da espessura muco-gengival.

REVISÃO DE LITERATURA

Ainda na década de 90, começaram a se desenvolver estudos em que o objetivo era destacar a importância do conhecimento das medidas muco-gengivais e apresentar diferentes métodos não invasivos, baseados em exames por imagem, para a realização dessas medidas. Para facilitar o entendimento do estado da arte dessa temática, uma revisão cronológica dos principais estudos a partir do ano 2000 foi apresentada a seguir.

Müller et al. (2000) avaliaram a espessura da mucosa mastigatória por meio de ultrassom. Quarenta indivíduos periodontalmente saudáveis tiveram suas espessuras de mucosa mensuradas em diversos locais. Pode-se observar que as mulheres apresentaram mucosa significativamente mais fina do que os homens. A mucosa foi mais espessa nas regiões da tuberosidade, área retromolar e regiões dos terceiros molares e segundos pré-molares. As espessuras mais finas foram nas regiões de incisivos e nas raízes palatinas dos molares. Os autores concluíram que existe uma considerável variação intra e interindividual da espessura da mucosa mastigatória.

Januário, Barriviera e Duarte (2008) desenvolveram uma técnica simples e não invasiva para obtenção de exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) que permitisse a visualização do tecido mole periodontal. Foram obtidos dois exames de TCFC de três pacientes com diferentes biotipos gengivais. No primeiro exame, utilizou-se a técnica padrão. Na segunda aquisição, os pacientes utilizaram um afastador labial que permitia o afastamento do lábio, bochecha e retraia a língua para o assoalho da boca. Na primeira aquisição, apenas medições dento-alveolares foram possíveis de serem realizadas. Em contrapartida, a TCFC realizada com o afastador permitiu medições da distância da margem gengival à crista óssea, da margem gengival à junção amelocementária e a espessura do tecido gengival.

Song et al. (2008) avaliaram a espessura da mucosa palatina usando imagens de tomografia computadorizada (TC) de 100 indivíduos adultos. A espessura média da mucosa palatina foi de 3,83 mm. As mulheres apresentaram mucosa significativamente mais fina que os homens. A espessura da mucosa aumentou com a idade e variou de acordo com a região do dente. Os autores concluíram que a região de canino à pré-molar é a mais apropriada como sítio doador de enxerto, pois a mucosa é uniformemente espessa. Além disso, a TC pode ser considerada como um método alternativo válido para a medição da espessura do tecido mole palatino.

Barriviera et al. (2009) submeteram 31 pacientes a exames de TCFC utilizando um afastador labial e espátulas de madeira para distanciar os tecidos moles (lábios e bochechas) dos dentes, permitindo uma observação clara e medidas da espessura da mucosa palatina. Os autores concluíram que o método descrito é não-invasivo e permite obter imagens de alta qualidade da mucosa palatina.

Stein et al. (2013) avaliaram a correlação de diferentes parâmetros morfométricos (relação largura/comprimento da coroa, largura gengival, festonamento gengival e exame de transparência da sonda periodontal através do sulco gengival) de incisivos centrais superiores com a espessura da gengiva vestibular e do osso alveolar. As dimensões da gengiva e do osso alveolar foram avaliadas em radiografias de perfil. Os resultados indicaram que a relação largura/comprimento da coroa foi positivamente correlacionada com a espessura gengival na junção cimento-esmalte e com a espessura da crista alveolar. O biotipo gengival (definido pela transparência da sonda) apresentou uma correlação negativa com a espessura da gengiva livre. Os autores afirmaram que a sondagem periodontal tem um valor limitado para determinar as dimensões dos tecidos.

Ueno et al. (2014) avaliaram, em imagens de TCFC, a espessura da mucosa palatina de uma população japonesa. As medições foram realizadas em diversas regiões do palato de 44 adultos. Os resultados indicaram que a mucosa palatina nessa população foi mais espessa nas regiões de canino e pré-molar (de 9 a 12 mm da margem gengival, ou seja, mais próximo da sutura palatina mediana).

Segundo Gupta et al. (2015), a mucosa palatina é a principal área doadora de tecido mole e enxertos de tecido conjuntivo, que são utilizados para aumentar a mucosa queratinizada em torno de dentes e implantes, cobrindo raízes expostas e aumentando a espessura na região da crista alveolar. O objetivo deste estudo foi comparar a espessura da mucosa palatina obtida em imagens de TCFC e por sondagem. Foram confeccionados guias individuais para 20 pacientes, permitindo a padronização dos pontos de mensuração.

Clinicamente, as espessuras foram medidas com uma sonda periodontal. Após as medidas clínicas, os orifícios dos guias foram preenchidos com guta-percha e as tomografias foram realizadas com esses guias posicionados. Os resultados indicaram que não houve diferença entre os dois métodos de mensuração. Além disso, a espessura do tecido aumentou à medida que a distância com a margem gengival foi ficando maior, e que a mucosa na região dos pré-molares foi a mais espessa. Os autores concluíram que a TCFC pode ser usada como um método não invasivo para determinar com precisão a espessura da mucosa mastigatória palatina.

DISCUSSÃO

Espessura muco-gengival

O biótipo gengival envolve as estruturas de suporte e proteção dos dentes, em dimensão vestibulo-lingual, relacionando-se ao tecido ósseo subjacente e considerando a forma do elemento dentário (CARRANZA et al., 2007; MALHOTRA et al., 2014; RAMESH et al., 2014; YAMAN et al., 2014). Uma das classificações mais usuais para o biótipo gengival, separa-o em dois tipos: biotipo fino ou espesso. A gengiva espessa responde à inflamação tornando-se edemaciada, e o tecido queratinizado fino pode resultar em recessão gengival. O tamanho da crista óssea e a quantidade de tecido mole são proporcionais à densidade do osso e ao tecido gengival. O tecido ósseo compacto está associado ao biotipo espesso; já o tecido ósseo fino, com potencial de fenestração e deiscência, está relacionado ao biotipo gengival fino. Assim sendo, diferentes casos respondem de forma variável a diversas situações clínicas, como: inflamação, trauma, exodontias, tratamentos restauradores e hábitos parafuncionais; desencadeando diferentes padrões de remodelação óssea e defeitos periodontais. O processo de remodelação que acompanha a cicatrização do tecido de suporte será pior quando associado a biotipos finos (MALHOTRA et al., 2014; RAJPOOT et al., 2015). Portanto, procedimentos de reabilitação protética e restauradora, assim como terapias cirúrgicas na região maxilo-mandibular, requerem avaliação específica do biotipo gengival, auxiliando no diagnóstico pré-operatório e elaboração do caso clínico. A avaliação da quantidade e qualidade do tecido gengival permite uma maior previsibilidade clínica em diferentes situações, como reabilitações com implantes, definindo a necessidade ou não de enxerto gengival (CARRANZA et al., 2007).

A mucosa palatina é muito utilizada em terapias de plastia gengival, sendo de grande relevância nos procedimentos estéticos envolvendo tecidos moles (MALHOTRA et al., 2014; RAJPOOT et al., 2015).

Enxertos de tecido conjuntivo palatino são amplamente utilizados em defeitos do rebordo alveolar, através de cirurgias periodontais de recobrimento de recessões gengivais, aumento de coroa clínica, aumento da crista alveolar após exodontias e refinamento dos tecidos moles em torno dos implantes. Enxertos finos (< 0,05 mm) ou intermediários (0,05 a 0,75 mm) são usados para aumento da gengiva inserida em largura; e os enxertos espessos (0,75 a 1,25 mm) ou de espessura total (> 1,25 mm) são usados nos procedimentos de recobrimentos radiculares extensos (RAMESH et al., 2014; GUPTA et al., 2015; RAJPOOT et al., 2015).

A área doadora do enxerto é definida a partir da modalidade terapêutica programada, pois há regiões que não proporcionam tecido doador de qualidade, em função da forma anatômica do palato ou da espessura insuficiente do tecido coletado, afetando assim, o desfecho cirúrgico. O enxerto gengival livre pode levar resultados não estéticos devido à formação de queloides e a não correspondência de cores; já o enxerto de tecido conjuntivo epitelial, resulta em melhor resultado estético pela alta previsibilidade, mas requer um tecido doador com espessura adequada. Os principais sítios doadores para o enxerto de tecido conjuntivo são: palato, região do túber e de áreas edêntulas. Quando o tecido doador coletado para o enxerto é muito espesso, podem ocorrer problemas nos processos de cicatrização e revascularização; quando muito fino, podem ter o tamanho reduzido (MALHOTRA et al., 2014; RAMESH et al., 2014; GUPTA et al., 2015; RAJPOOT et al., 2015).

A avaliação da morfologia do palato e localização do feixe vâsculo-nervoso deve ser realizada previamente à cirurgia de retirada do enxerto, pois a espessura gengival coletada é determinante no manejo e cicatrização da margem gengival durante procedimentos cirúrgicos regenerativos. A manipulação dos tecidos moles deve ser planejada, desde a incisão e descolamento, considerando sua dimensão, suprimento sanguíneo, estética e aproximação das margens da ferida cirúrgica (CARRANZA et al., 2007; RAJPOOT et al., 2015).

Métodos invasivos para diagnóstico da espessura muco-gengival

O método mais comum para determinar a espessura do tecido mole (gengival ou da mucosa palatina) é realizado com o auxílio da sonda periodontal ou de limas endodônticas, e requer anestesia antes da sondagem (RAMESH et al., 2014; YAMAN et al., 2014; GUPTA et al., 2015; SILVA et al., 2017).

A sondagem transmucosa ou transgengival além de ser um método invasivo, não é acurado, pois pode haver edema em decorrência da injeção do anestésico local previamente à quantificação do tecido. Além disso, quando se utiliza sondas periodontais, pode-se subestimar a espessura, penetrando parcialmente nos

tecidos. No caso em que é feito a mensuração através de limas endodônticas, a quantidade de tecido pode ser superestimada, penetrando mais profundamente em áreas onde há presença de osso poroso (RAMESH et al., 2014; GUPTA et al., 2015; RAJPOOT et al., 2015).

Um segundo método, também considerado invasivo, que pode ser utilizado para avaliação da espessura do tecido mole gengival é o exame de transparência da sonda periodontal. Nesse exame, a sonda é inserida no sulco gengival vestibular, principalmente nos incisivos centrais superiores e, quando é possível sua visualização, o biotipo é considerado fino. Quando a sonda não é visível, a gengiva é considerada espessa (de ROUCK et al., 2009; STEIN et al., 2013; MALHOTRA et al., 2014; MANJUNATH, RANA e SARKAR, 2015). Além disso, Fischer et al. (2018) avaliaram a espessura gengival utilizando um paquímetro digital. Para isso, a extremidade plana de uma pinça foi introduzida no sulco gengival dos dentes anteriores tracionando a gengiva e possibilitando a medida da espessura com o paquímetro.

Métodos não invasivos para diagnóstico da espessura muco-gengival

Na tentativa de minimizar o incômodo na determinação da espessura dos tecidos moles dentários e eliminar outras limitações dos métodos descritos acima, alguns autores começaram a determinar a espessura da mucosa mastigatória palatina e da gengiva vestibular a partir de exames tomográficos, TC ou TCFC (JANUÁRIO, BARRIVIERA e DUARTE, 2008; SONG et al., 2008; BARRIVIERA et al., 2009; UENO et al., 2014; GUPTA et al., 2015; YILMAZ, BOKE e AYALI, 2015; AMID et al., 2017; SILVA et al., 2017; GÜRLEK et al., 2018). Comparada com a TC, a TCFC possui vantagens, como: menor radiação, melhor qualidade de imagem, maior conforto ao paciente e menor custo. No entanto, a distinção entre os tecidos moles pode ser dificultada nas imagens de TCFC, que possuem uma limitação na resolução de contraste. Dessa forma, é importante que ao executar esta técnica, seja realizado o afastamento de lábios e bochechas para diferenciar a mucosa palatina ou vestibular da bochecha e/ou lábio (JANUÁRIO, BARRIVIERA e DUARTE, 2008; BARRIVIEIRA et al., 2009; AMID et al., 2017; SILVA et al., 2017).

Gupta et al. (2015) compararam a espessura da mucosa palatina obtida em imagens de TCFC e por sondagem e observaram que não houve diferença significativa entre os dois métodos de mensuração, indicando o uso da TCFC para esse fim. Mas vale destacar que, nas imagens de TCFC, os tecidos epitelial, adiposo e conjuntivo não são passíveis de diferenciação, conseguindo apenas quantificar esses tecidos, não qualificá-los; e, em situações de inflamação gengival, a aparência nas imagens é similar à gengiva saudável (BARRIVIEIRA et

al., 2009).

Outros estudos abordaram a utilização do ultrassom para mensurar tecidos moles gengivais. Nesse método uma sonda ultrassônica é colocada perpendicularmente em contato com a gengiva ou mucosa a ser medida (MÜLLER et al., 2000; RAJPOOT et al., 2015; PARMAR et al., 2016; YOUNES et al., 2016; GÜRLEK et al., 2018). É considerado um método simples, rápido, não invasivo e sem incidência de radiação, quantificando a espessura gengival sem administração de anestesia local. No entanto, apresenta desvantagens como: acesso limitado ao instrumento, dificuldade em manter a direção do transdutor e resultados não fidedignos em situações de espessura gengival maior que 2,5 mm.

Atualmente, Heil et al. (2018) utilizaram IRM para mensurar a espessura da mucosa palatina, concluindo que esse exame pode ser altamente confiável na determinação das espessuras dos tecidos moles bucais. A partir dos artigos revisados, pode-se notar que existem diversos métodos para mensurar a espessura gengival e/ou a mucosa mastigatória, alguns considerados invasivos, como: a avaliação transgengival (ou transmucosa) e o exame de transparência da sonda periodontal na margem gengival; e outros, mais recentes, considerados não invasivos. Esses últimos utilizam imagens seccionais de ultrassom, TC ou TCFC e IRM para determinar a espessura tecidual. Apesar de diversos estudos mostrarem resultados positivos do uso de imagens na avaliação da espessura dos tecidos moles, os métodos invasivos, mesmo não se mostrando acurados em variadas situações, ainda são os mais utilizados.

CONCLUSÃO

A partir dos artigos revisados, pode-se notar que existem diversos métodos para mensurar a espessura muco-gengival, alguns considerados invasivos como: a avaliação transgengival (ou transmucosa) e o exame de transparência da sonda periodontal na margem gengival e outros mais recentes, considerados não invasivos. Esses últimos utilizam imagens seccionais de ultrassom, TC ou TCFC e IRM para determinar a espessura tecidual. Apesar de diversos estudos mostrarem os resultados positivos do uso de imagens na avaliação da espessura dos tecidos moles, os métodos invasivos parecem ser os mais utilizados, apesar de muitas vezes não apresentarem a acurácia desejada.

REFERÊNCIAS

AMID, R. et al. Assessment of gingival biotype and facial hard/soft tissue dimensions in the maxillary anterior teeth region using cone beam computed tomography. **Archives of Oral Biology**, v. 79, p. 1-6, jul. 2017.

BARRIVIEIRA, M. et al. A new method to assess and measure palatal masticatory mucosa by cone-beam computerized tomography. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 36, n. 7, p. 564-568, jul. 2009.

CARRANZA, F. A. et al. Periodontia Clínica. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

DE ROUCK, T. et al. The gingival biotype revisited. Transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 36, n. 5, p. 428-433, may. 2009.

FISCHER, K. R. et al. Gingival biotype revisited-novel classification and assessment tool. **Clinical Oral Investigations**, v. 21, n. 1, p. 443-448, jan. 2018.

GUPTA, P. et al. Accuracy of cone-beam computerized tomography in determining the thickness of palatal masticatory mucosa. **Journal of Indian Society of Periodontology**, v. 19, n. 4, p. 396-400, jul./ago., 2015.

GÜRLEK, Ö. et al. A novel soft tissue thickness measuring method using cone beam computed tomography. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 30, n. 6, p. 516-522, nov. 2018.

HEIL, A. et al. Determination of the palatal masticatory mucosa thickness by dental MRI: a prospective study analysing age and gender effects. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 47, n. 2, p. 20170282, feb. 2018.

JANUÁRIO, A. L.; BARRIVIERA, M.; DUARTE, W. R. Soft tissue cone-beam computed tomography: a novel method for the measurement of gingival tissue and the dimensions of the dentogingival unit. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 20, n. 6, p. 366-373, 2008.

MALHOTRA, R. et al. Analysis of the gingival biotype based on the measurement of the dentopapillary complex. **Journal of Indian Society of Periodontology**, v. 18, n. 1, p. 43-47, jan. 2014.

MANJUNATH, R. G.; RANA, A.; SARKAR, A. Gingival biotype assessment in a healthy periodontium: transgingival probing method. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 9, n. 5, p. ZC66-69, may. 2015.

MÜLLER, H. P. et al. Thickness of masticatory mucosa. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 27, n. 6, p. 431-436, jun. 2000.

PARMAR, R. et al. Determination of soft tissue thickness at orthodontic miniscrew placement sites using ultrasonography for customizing screw selection. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 150, n. 4, p. 651-658, oct. 2016.

RAJPOOT, N. et al. Evaluation of variation in the palatal gingival biotypes using an ultrasound device. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 9, n. 3, p. ZC56-60, mar. 2015.

RAMESH, K. et al. Assessment of thickness of palatal masticatory mucosa and maximum graft dimensions at palatal vault associated with age and gender – a clinical study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 8, n. 5, p. ZC9-13, may. 2014.

SILVA, J. N. N. et al. Influence of lip retraction on the cone beam computed tomography assessment of bone and gingival tissues of the anterior maxilla. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 123, n. 6, p. 714-720, jun. 2017.

SONG, J. E. et al. Thickness of posterior palatal masticatory mucosa: the use of computerized tomography. **Journal of Periodontology**, v. 79, n. 3, p. 406-412, mar. 2008.

STEIN, J. M. et al. The gingival biotype: measurement of soft and hard tissue dimensions - a radiographic morphometric study. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 40, n. 12, p. 1132-1139, dec. 2013.

UENO, D. et al. Palatal mucosal measurements in a Japanese population using cone-beam computed tomography. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 26, n. 1, p. 48-58, jan./feb. 2014.

YAMAN, D. et al. Thickness of palatal masticatory mucosa and its relationship with different parameters in Turkish subjects. **International Journal of Medical Sciences**, v. 11, n. 10, p. 1009-1014, jul. 2014.

YILMAZ, H. G.; BOKE, F.; AYALI, A. Cone-beam computed tomography evaluation of the soft tissue thickness and greater palatine foramen location in the palate. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 42, n. 5, p. 458-461, may. 2008.

YOUNES, F. et al. Relationship between buccal bone and gingival thickness revisited using non-invasive registration methods. **Clinical Oral Implants Research**, v. 27, n. 5, p. 523-528, may. 2016.

✉ Giordani Santos Silveira¹,
Laíze Rosa Pires Freitas¹,
Fernanda Cristina Campolina
e Silva²,
Humberto Torres Marques-
Neto²,
Dauro Douglas Oliveira¹

¹ Programa de Pós-graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG

² Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG

✉ **Giordani Silveira**
Av. Dom José Gaspar, 500/Pr.
46/Sala 101. Coração Eucarístico
CEP: 30535-901
Belo Horizonte - MG
📧 giordanisilveira@hotmail.com

RESUMO

A geração de conhecimento obtida por meio da pesquisa científica materializa-se no anúncio dos resultados à sociedade. Este se faz basicamente de 2 formas: com apresentações em congressos e publicação de artigos científicos, ou por meio da solicitação de patentes. Se há intenção em auferir ganhos financeiros e materiais com as descobertas, ideias e inventos resultantes da pesquisa, a solicitação de uma patente se faz necessária. O objetivo deste artigo foi contribuir com a divulgação das informações pertinentes às patentes para o profissional da Odontologia brasileira. Uma descrição sucinta das etapas necessárias para a sua solicitação foi realizada. Deve-se reconhecer o esforço do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) em disponibilizar no seu sítio eletrônico todas as informações necessárias aos interessados em fazer um pedido de patente, de maneira inteligível e didática, possibilitando a estes realizar seus próprios pedidos de patente de maneira autônoma.

Palavras-chave: patentes, inovação, odontologia

ABSTRACT

The generation of knowledge obtained through scientific research materializes in the announcement of results to society. This is basically done in two ways: with presentations at congresses and publication of scientific articles, or through the application for patents. If there is an intention to make financial and material gains with the discoveries, ideas and inventions resulting from the research, the application for a patent is necessary. The aim of this article was to contribute to the dissemination of information pertinent to patents for the Brazilian Dentistry professional. A brief description of the steps required for its request has been made. It must be recognized the effort of the Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) to make available on its website all the information necessary to those interested in making a patent application, in an intelligible and didactic way, enabling them to make their own patent applications.

Keywords: patent, innovation, dentistry

Submetido: 05/06/2018
Aceito: 05/06/2018

INTRODUÇÃO

A geração de conhecimento obtida por meio da pesquisa científica, seja ela acadêmica, básica ou aplicada, materializa-se no anúncio dos resultados à sociedade. Este se faz basicamente de 2 formas: com apresentações em congressos e publicação de artigos científicos, ou por meio da solicitação de patentes. A escolha de qual modalidade de divulgação do conhecimento depende dos objetivos a serem atendidos (CONSOLARO, 2007; PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS, 2008).

Quando os pesquisadores desejam disponibilizar suas observações, ideias, invenções ou modificações de técnica sem um interesse financeiro subjacente, deve-se optar pela publicação de artigos científicos em periódicos ou apresentação em reuniões e congressos. Desta forma, o conhecimento torna-se de domínio público, permitindo a sua aplicação imediata ou fomentando outros pesquisadores a testá-lo, aperfeiçoá-lo ou até mesmo utilizá-lo como base para novas linhas de pesquisa. A recompensa para os pesquisadores é a possibilidade de aumento do prestígio intelectual e da valorização profissional na comunidade científica através das citações bibliográficas (CONSOLARO, 2007; PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS, 2008).

Se há intenção em obter ganhos financeiros e materiais com as descobertas, ideias e inventos resultantes da pesquisa, a solicitação de uma patente se faz necessária. A patente é um título de propriedade temporário, oficial, concedido pelo Estado, por força de lei, ao seu titular ou seus sucessores (pessoa física ou jurídica), que passam a possuir os direitos exclusivos sobre o bem, seja de um produto, de um processo de fabricação ou do aperfeiçoamento de produtos e processos já existentes (CARVAJAL et al., 2017; INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL, 2015; PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS, 2008). Em outras palavras, é uma espécie de contrato entre o inventor e a sociedade, em que o primeiro se compromete a tornar público a descrição detalhada do seu invento, recebendo em troca o direito exclusivo de explorá-lo comercialmente durante um certo período. A sociedade beneficia-se com esta divulgação pública do invento que, de outra forma, permaneceria em sigilo (TEIXEIRA, 2006).

Na Odontologia e, mais especificamente na Ortodontia, há muitas técnicas, dispositivos e abordagens, que aumentam a possibilidade de desenvolvimento de instrumentos novos ou modificados, dispositivos e formas de tratamento (CONSOLARO, 2007). A despeito desta particularidade, surpreendentemente, a disponibilidade de informações nos periódicos odontológicos brasileiros sobre patentes é quase inexistente. Da mesma forma, a grade curricular

dos cursos de Odontologia e dos demais cursos da área de saúde não possui disciplinas sobre "Registro de Patentes" ou "Propriedade Industrial" (CARVAJAL et al., 2017).

Desta forma, o objetivo deste artigo foi contribuir com a divulgação das informações pertinentes às patentes para o profissional da Odontologia brasileira, no intuito de preencher esta lacuna, bem como descrever de forma sucinta as etapas necessárias para a sua solicitação.

REVISÃO DA LITERATURA

Patente: Definições e características

Todas as criações que impliquem em desenvolvimento que acarrete em solução de um problema ou avanço tecnológico em relação ao que já existe e que possuam aplicação industrial são, a princípio, passíveis de proteção intelectual (INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL, 2015).

A concessão da patente pelo Estado é a recompensa ao titular pelos esforços e gastos despendidos na sua criação. Portanto, é um instrumento de incentivo à contínua renovação tecnológica, estimulando o investimento das empresas, universidades e institutos de pesquisa para o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos para a sociedade (INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL, 2015).

Um importante aspecto do direito de uso exclusivo da patente pelo seu titular é a validade limitada a um determinado período de tempo. A vigência para patente de invenção é de 20 anos e para modelo de utilidade, de 15 anos, contados a partir da data do depósito do pedido. Após este período, a patente cai em domínio público, estando disponível para ser usada por toda a sociedade, incentivando não só o inventor a prosseguir na pesquisa de aperfeiçoamentos, mas também os seus concorrentes (INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL, 2015; PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS, 2008).

A validade territorial de uma patente restringe-se aos países onde ela foi requerida e que concederam a sua proteção. Cada país é soberano para concedê-la ou não, independentemente da decisão em outros países sobre pedidos de patentes depositados nos mesmos (INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL, 2015).

De acordo com o Art. 2º, inciso I da Lei da Propriedade Industrial (LPI), a concessão de patente pode ser de 2 tipos: de invenção ou de modelo de utilidade. A de invenção é definida como sendo um produto ou uma atividade industrial inédita que represente uma solução nova para um problema técnico existente e que possa ser fabricado. De acordo com

o Art. 8º da LPI, para ser patenteável, uma invenção deve atender simultaneamente a 3 requisitos básicos: novidade, atividade inventiva e aplicação industrial. O modelo de utilidade é a criação referente a um objeto de uso prático, ou parte deste, que apresente nova forma ou disposição, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação. Deve envolver também ato inventivo e ter aplicação industrial para ser patenteável. (Art. 9º da LPI) (INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL, 2015).

Submissão da patente no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)

Busca prévia

Apesar de não ser obrigatória, recomenda-se a realização de busca nos bancos de dados antes do requerimento do pedido de registro para verificar se já existe algo igual ou semelhante àquilo que se quer patentear, já que o ineditismo é requisito para a obtenção da carta-patente. A busca também é uma importante ferramenta de pesquisa e monitoramento, disponível gratuitamente para todos os interessados no sítio eletrônico do Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI (<http://www.inpi.gov.br>).

Há um guia prático para realização de buscas de patentes, inclusive em 4 bases de dados. Base do INPI: acesso a pedidos de patente depositados no Brasil; Base Latipat: patentes depositadas na Espanha e em países da América Latina; Base Espacenet: patentes de mais de 90 países (base de maior abrangência); e Base Patentscope: patentes de mais de 40 países.

Depósito do pedido de patente

Após a confirmação da originalidade na busca prévia, deve-se realizar o cadastramento no e-INPI e providenciar os seguintes documentos:

- 1) Requerimento: formulário de "Depósito do Pedido de Patente", disponível no Passo 4 do Guia básico de patente no sítio eletrônico do INPI;
- 2) relatório descritivo: claro e preciso sobre o objeto do pedido;
- 3) quadro reivindicatório: estabelece os direitos do inventor/criador, definindo a matéria para a qual a proteção é solicitada. Deve conter os aspectos técnicos relacionados à invenção ou modelo;
- 4) desenhos (se for o caso): auxiliam na compreensão do objeto a ser protegido;
- 5) resumo;
- 6) comprovante de pagamento da Guia de Recolhimento da União relativa ao depósito (artigo 19 da LPI).

No que diz respeito ao conteúdo técnico (itens: 2,

3, 4 e 5), o Manual para o Depositante de Patentes também no Passo 4 do Guia básico de patente, disponível no sítio eletrônico do INPI, apresenta os detalhes relativos à redação, principalmente, do Relatório Descritivo e Reivindicações.

Está disponível o depósito eletrônico do pedido de patente através do e-patentes no sítio eletrônico do INPI. Se preferir, o pedido também continua sendo depositado presencialmente, em papel, na Sede do INPI na rua Mayrink Veiga, 9 - Centro, Rio de Janeiro/RJ ou em uma representação do INPI nas outras capitais do Brasil. Há ainda a possibilidade de depósito por via postal.

Acompanhamento

Os pedidos de patentes são publicados semanalmente na Revista de Propriedade Industrial (RPI), disponível gratuitamente no portal do INPI. O acompanhamento da tramitação do Pedido de Patente é de inteira responsabilidade do usuário, sob o risco de possível arquivamento definitivo, caso não atenda às exigências publicadas na RPI.

Após o depósito do pedido, é publicado na RPI o despacho referente à notificação de requerimento de pedido de patente. O pedido é enviado para o Setor de Exame Formal. Caso não atenda ao disposto no artigo 19 da LPI e/ou às demais disposições quanto à sua forma, de acordo com as Instruções Normativas nos 30 e 31/2013, é publicado um despacho para cumprimento de exigências formais, que devem ser atendidas em 30 dias; se este prazo expirar, o pedido é anulado. Se o pedido estiver atendendo todas as exigências formais citadas anteriormente, é publicado o despacho notificando o Pedido de Patente protocolizado. Este pedido fica mantido em sigilo por 18 meses a partir da data do depósito.

Após o período de sigilo, é publicada na RPI o despacho relativo à notificação da publicação do conteúdo técnico Pedido de Patente. Feito isso, um examinador de Patentes analisa o pedido e dá um parecer sobre a aceitação (deferimento) ou rejeição (indeferimento). Exigências para reformulação do pedido podem ser solicitadas pelo examinador antes da decisão final. O prazo de resposta é de 90 (noventa) dias da publicação na RPI; caso seja desrespeitado, o pedido pode ser arquivado definitivamente, inviabilizando a proteção patentária. Uma vez atendidas todas as exigências, a Carta-Patente é emitida em formato eletrônico (FIGURA 1).

Obrigações do depositante de patente

a) pedido de Exame Técnico (Resolução PR no 94/2013): deve ser requerido com data limite até o 36º mês, a partir da data do depósito;

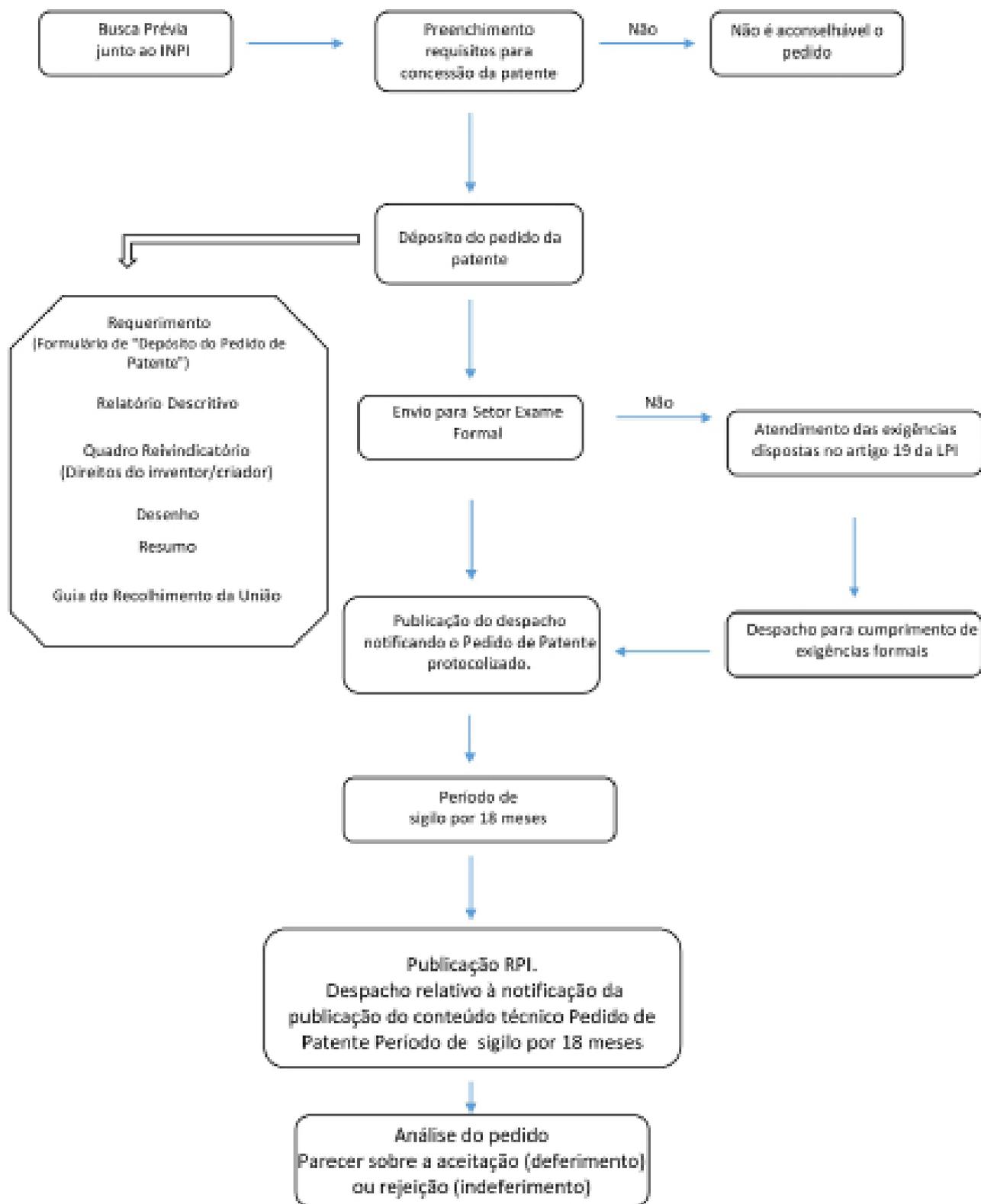


Figura 1: Fluxograma dos passos para registro do pedido de patente junto ao INPI

b) pagamento das anuidades (Resolução PR no 113/2013): deve ser efetuado a partir do 2o aniversário a partir da data do depósito. Enquanto a patente não for concedida, o valor será referente à anuidade de pedido de patente (valor fixo e reduzido). Após a concessão da carta-patente, o valor será referente à anuidade de patente (valores variáveis, aumentando conforme a idade da patente);

c) cumprimento das exigências formais (30 dias) e técnicas (60 dias) a partir da publicação na RPI;

d) pagamento da Expedição da Carta-Patente no prazo de 60 dias (prazo ordinário) a partir da publicação do deferimento na RPI.

DISCUSSÃO

O empreendedorismo de uma nação pode ser avaliado através da sua capacidade de inovar e desenvolver novos produtos e serviços. Muitas vezes o desenvolvimento destas tecnologias gera divisas, as quais fomentam o desenvolvimento econômico e social do país (FABER, 2010). Além disso, os países que mais produzem ciência e tecnologia são aqueles que mais impulsionam seus processos globalmente (TARGINO, 2000).

O desenvolvimento de tecnologia de um país é medido pelo número de depósitos de patentes realizados. Infelizmente, no Brasil, o número de depósitos de patentes é incipiente quando comparado ao de países desenvolvidos (FABER, 2010). Especificamente na Odontologia, o número de registros de patentes apresentou um decréscimo acentuado nos últimos anos, de 358 registros em 2004 para apenas 14 registros em 2016 (SILVA, 2018). Por outro lado, a produção científica brasileira tem um local de destaque no contexto mundial. Isto revela uma aparente cisão entre a produção de ciência e a de tecnologia no Brasil, inclusive com raízes históricas (FABER, 2010). O diálogo entre o conhecimento científico e a inovação tecnológica precisa ser priorizado urgentemente, e o Estado brasileiro deve fornecer amparo legal, iniciativas e políticas educacional e industrial para este fim.

A Lei da Propriedade Industrial, Lei no. 9279 de 1996, regula os direitos e as obrigações relativas à propriedade industrial por meio da concessão de patentes, marcas, desenhos industriais e localizações geográficas, além de evitar a concorrência desleal (BRASIL, 1996). Posteriormente, duas leis foram promulgadas com objetivo de complementá-la e de estimular a geração de patentes, inclusive em universidades. São elas: a Lei da Inovação, Lei no 10.973 de 2004, que "visa estimular a interação das universidades com o setor produtivo, sendo que para isso as universidades precisam se adequar às novas exigências que incluem, entre outras ações, a criação de Núcleos de Inovação Tecnológica" (BRASIL, 2004); e a chamada Lei do Bem, Lei no 11.196 de 2005, que concede benefícios

às empresas que investem em inovação (BRASIL, 2005).

Deve-se reconhecer o esforço do INPI, uma autarquia federal, em disponibilizar no seu sítio eletrônico todas as informações necessárias aos interessados em fazer um pedido de patente, de maneira inteligível e didática. Não menos importante é a possibilidade de realizar todos os passos de maneira eletrônica, o que agiliza o processo e reduz os custos envolvidos. Os valores atualizados das taxas cobradas pelo INPI estão disponíveis no endereço: (<http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/patente/arquivos/tabela-de-retribuicao-de-servicos-de-patentes-inpi-20170606.pdf>).

Outra iniciativa do Estado favorável ao incremento da inovação tecnológica foi a Portaria normativa no. 17, de 2009, que permitiu a apresentação do trabalho de conclusão de curso (TCC) do mestrado profissional na forma de patentes, registros de propriedade intelectual, projetos técnicos, dentre outros (MEC, 2009). Neste contexto, no âmbito da pós-graduação stricto sensu, das modalidades de mestrado e doutorado profissional (MEC, 2017), espera-se também a geração e aplicação de processos de inovação.

Entretanto, avanços são necessários, pois o sistema brasileiro de patentes não está isento de críticas, especialmente em relação ao excesso de burocracia e à demora entre depósito e concessão, assim como o sistema judiciário, pela sua lentidão em relação ao sistema de patentes (MUELLER; PERUCCHI, 2014).

CONCLUSÃO

Pelo exposto no artigo, não há empecilho para o profissional da Odontologia realizar seu próprio pedido de patente de maneira autônoma. Mas se não se sentir completamente seguro em fazê-lo e tiver orçamento favorável, pode contratar um escritório de advocacia especializado em patentes para assessorá-lo.

Vale ainda ressaltar que o depósito do pedido de patente não impede a sua posterior publicação em artigos científicos ou divulgação em congressos. Já a publicação prévia ao depósito de patente pode inviabilizar a concessão da patente uma vez que o requisito de novidade fica comprometido.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei no 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 maio 1996. Seção 1, p. 8353.

BRASIL. Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 dez. 2004. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Lei 11.196, de 21 de novembro de 2005. Dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 nov. 2005. Seção e, p. 1.

CARVAJAL, P.C.C. et al. Manual para registro de patentes para profissionais da saúde. **South American Development Society Journal**, v.3, n.8, p. 83-107, aug. 2017.

CONSOLARO, A. Sobre ineditismo de ideias, citações de autores, marcas comerciais e patentes na Ortodontia. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v.12, n.2, p. 11-13, apr. 2007.

FABER, J. Innovations needs to be stimulated in Brazil by means of patent applications. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v.15, n.4, p. 5, jul./aug. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Manual para o depositante de patentes**. Brasília: INPI, 2015. 50 p.

MEC. Portaria Normativa 17, de 28 de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União**, no. 248, 29 de dezembro de 2009. Disponível em: https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/PortariaNormativa_17MP.pdf. Acesso em: 15 dez. 2018.

MEC. Portaria Normativa 389, de 23 de março de 2017. **Diário Oficial da União**, no. 58, 23 de março de 2017. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/24032017-PORTARIA-No-389-DE-23-DE-MARCO-DE-2017.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.

MUELLER, S.P.M.; PERUCCHI V. Universidades e a produção de patentes: tópicos de interesse para o estudioso da informação tecnológica. **Perspectivas em Ciências da Informação**, v.19, n.2, p.15-36, abr. 2014.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS. **Cartilha de proteção do conhecimento da Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2008. 21p.

SILVA, L.M. **Patentes odontológicas depositadas no Brasil indexadas na Base Derwent Innovations Index (DII) no período de 2014-2016**. 2018. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biblioteconomia) – Faculdade de Biblioteconomia, e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

TARGINO, M. G. Comunicação científica: uma revisão de seus elementos básicos. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 10, n. 2, p. 1-27, 2000.

TEIXEIRA, F. **Tudo o que você queria saber sobre patentes mas tinha vergonha de perguntar**. São Paulo: Interfarma, 2006. 147p.

Aloizio Filgueiras¹,
Dione Gonçalves Pinto¹,
Lucas Lactim Ferrarez¹,
Mariele Ferraz de Oliveira¹,
Tamiris Alacoque de
Carvalho Freitas¹,
Bruno Salles Sotto-Maior²

¹ Programa de Pós-Graduação em
Clínica Odontológica, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal
de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG

² Departamento de Odontologia
Restauradora, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal
de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG

✉ **Bruno Sotto-Maior**
Rua Giuseppe Verdi, 910
Residencial São Lucas II
CEP: 36036-643
Juiz de Fora - MG
📧 brunosottomaior@gmail.com

RESUMO

O avanço tecnológico tem se mostrado um grande aliado em diversas áreas, assim como na odontologia. O surgimento da tecnologia CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) na década de 1950 trouxe outra realidade para a prática clínica diária. Previamente todo o processo laboratorial de trabalhos protéticos era demorado e puramente físico, atualmente a fabricação das peças protéticas demanda um menor tempo devido a utilização do meio digital, o que conseqüentemente diminui as consultas aos Cirurgiões-Dentistas. A adição de ferramentas digitais no planejamento e na execução dos tratamentos odontológicos alterou completamente o workflow, fazendo com que a busca para um aperfeiçoamento seja constante visando sempre o melhor atendimento e qualidade dos tratamentos realizados. Dessa forma este trabalho tem o objetivo de realizar uma revisão crítica da literatura sobre a aplicabilidade clínica da tecnologia CAD-CAM em Odontologia.

Palavras-chave: impressão tridimensional, tecnologia odontológica, CAD-CAM

ABSTRACT

The technological advance has been shown to be a greatly in several areas, as well as in dentistry. The emergence of the technological CAD / CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing) in the 1950s brought another reality to daily clinical practice. Previously, the entire laboratory process of prosthetic work was time consuming and purely physical, currently the manufacture of prosthetic work requires less time due to the use of the digital medium, which consequently decreases the dentist appointments. The addition of digital tools in the planning and execution of dental treatments has completely altered the workflow, making the search for a constant improvement, always aiming at the best care and quality of treatment performed. Thus, this paper has the objective of performing a critical review of the literature on the clinical applicability of CAD / CAM technology in dentistry.

Keywords: 3D printing, dental technology, CAD-CAM

Submetido: 06/12/2018
Aceito: 19/12/2018



INTRODUÇÃO

O progresso tecnológico que ocorre em diversos campos da ciência viabilizou aplicação também na área odontológica. Tecnologia aliada aos tratamentos odontológicos tem como objetivo a otimização dos procedimentos, busca por métodos de tratamento que conjugam estética, durabilidade, facilidade de execução e economia de tempo, tanto para o profissional quanto para o paciente, e isso já é uma realidade há mais de 30 anos na odontologia (ALGHAZZAWI, 2016). Os sistemas CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), desenvolvido na década 1950, permitem modelar, projetar e fabricar objetos em processos industriais, mas tem sido utilizado na odontologia para a confecção de restaurações inlays, onlays, coroas, laminados, próteses parciais fixas e implantes (AHLHOLM et al., 2016), o que representa uma associação de sucesso entre a evolução da informática e da engenharia para as necessidades da odontologia.

Os maiores desenvolvimentos quanto à tecnologia CAD/CAM na odontologia se iniciaram nas décadas de 70 e 80 pelos pesquisadores François Duret, Werner Moermann e Matts Andersson, idealizadores dos sistemas Sopher® System, CEREC® e Procera® respectivamente (MORMANN, 2006; CORREIA 2006). O sistema Sopher® System foi pioneiro na produção de restaurações protética com morfologia oclusal, mas não obteve sucesso devido à sua alta complexidade e custo (DAVIDOWITZ; KOTICK, 2011). Atualmente, várias empresas têm desenvolvido tais sistemas com alta tecnologia, que se baseiam em três componentes fundamentais: sistema de leitura do preparo dental, podendo ser intraoral ou laboratorial (escaneamento), software de desenho da peça protética (CAD) e sistema de fresagem (CAM) (ALGHAZZAWI, 2016; JODA, 2017).

Ao início da utilização da tecnologia CAD/CAM os sistemas cerâmicos utilizados inicialmente foram as cerâmicas feldspática, leucita e dissilicato de lítio, os blocos em compósito também eram utilizados (DAVIDOWITZ; KOTICK, 2011). Nos anos 2000, o sistema CEREC® 1 CERamic REConstruction, deu espaço para a terceira geração, CEREC® 3, este sistema apresentou avanços em relação à adaptação das restaurações, melhor obtenção da anatomia oclusal e maior rapidez no desgaste do bloco cerâmico (SANNINO et. al., 2015). Incorporou-se também, a tridimensionalidade nos seus softwares integrado a um computador. A unidade escaneadora foi aperfeiçoada utilizando o método do princípio da triangulação ativa, com a captura óptica da imagem realizada por infravermelho, produzindo um sinal elétrico e gerando dados em três dimensões na tela do computador (DAVIDOWITZ; KOTICK, 2011). Dessa forma o escâner projeta um padrão linear sob um ângulo de triangulação ativa, permitindo que as linhas luminosas não apareçam planas, mas com deslocamentos suaves,

dependendo da profundidade do preparo. A unidade fresadora foi separada da digitalização e apresenta duas pontas montada diamantadas, uma cilíndrica e outra tronco-cônica, melhorando consideravelmente as anatomias das peças restauradoras (MORMANN, 2006).

Entre 2001 e 2003, ocorreu a criação do CEREC inLab, um sistema de laboratório que permitia a digitalização à laser do modelo de gesso, onde a infraestrutura é desenhada no computador (CAD) e, posteriormente, executada a usinagem do bloco de cerâmica e posteriormente seria aplicada a cerâmica de cobertura (MORMANN, 2006). Já o CEREC 3D trouxe uma tecnologia muito mais ilustrativa, com manipulação do sistema de forma mais fácil e intuitiva, permitindo que as restaurações pudessem ser avaliadas na tela, de todos os ângulos (LIU, 2005; MORMANN, 2006; MANTRI; BHASIN, 2010).

O sistema Procera System® foi desenvolvido pelo Dr. Matts Andersson no início da década de 80, buscando fazer o processamento do titânio devido problemas técnicos durante sua fundição (ANDERSON, 1996; MIYASAKI, 2011) e conseguinte, em 1989, foi desenvolvido para o Procera Allceram®, no qual estruturas eram produzidas com alta precisão com o uso de alumina densamente sinterizada (MORMANN, 2006). Atualmente, a empresa disponibiliza um sistema CAD/CAM completo, somente para fluxo de trabalho laboratorial, o 3Shape Dental System®, em que se tem o escaneamento intraoral com o 3Shape TRIOS® e o escaneamento de bancada o 3Shape da série E e 3Shape D1000® e D2000®.

Como Duret afirmou em seu artigo no ano 1991, concluindo que o CAD/CAM traria efeitos importantes na odontologia, aumentaria a versatilidade, a precisão, a relação custo-benefício e faria parte da prática odontológica de rotina no início do século XXI (DURET; PRESTON, 1991), se confirmam atualmente. Sendo assim, o objetivo desta revisão é apresentar o panorama atual da aplicabilidade da tecnologia CAD/CAM na confecção de próteses fixas em Odontologia.

REVISÃO DE LITERATURA

Para a realização desta revisão, foi realizada uma busca em bases de dados, como, Pubmed e Scielo. Onde as palavras-chave utilizadas foram CAD/CAM, CEREC system, Procera system, digital impressions, conventional impressions

Será exposto a seguir as etapas do workflow digital.

Escaneamento

A primeira etapa no processo de confecção de um trabalho em CAD/CAM é o escaneamento, no qual se tem a obtenção de estruturas tridimensionais. Podendo este ser feito de duas maneiras: intraoral e/ou escaneamento

de bancada (ALGHAZZAWI, 2016).

Com o escâner intraoral a imagem tridimensional é obtida diretamente do meio bucal, eliminando as etapas convencionais de moldagem, conseqüentemente eliminando possíveis distorções dos materiais de moldagem, garantindo maior confiabilidade e ganho em tempo nas etapas clínicas (BIRNBAUM; AARONSON, 2008; KHALED; AHMED, 2018). Mas o sistema também apresenta algumas desvantagens como a necessidade de obtenção de um escâner no consultório. Em determinadas situações que o escâner deveria atuar, como em sulcos gengivais ou preparos mais profundos, o profissional encontrará uma maior dificuldade na obtenção destas imagens (RAU et. al., 2017).

No escâner de bancada, a imagem tridimensional é obtida fora do meio bucal, podendo ser feita a partir do molde ou do modelo de gesso, o que seria vantajoso em relação ao escâner intraoral, pois a fidelidade de cópia é maior (HACK; PATZELT, 2015).

Software

Um software específico é fornecido pelo fabricante, sendo que cada marca comercial possui um software distinto. Tais softwares possuem bibliotecas digitais, dais quais se pode obter coroas anatômicas completas, inlays, onlays, table tops, facetas, pilares personalizados, guia cirúrgicos, dentre outros. Tais peças ainda podem ser personalizadas de acordo com cada paciente, podendo ser alterado sua forma e tamanho (ALGHAZZAWI, 2016).

Imagens por Ressonância Magnética para avaliação de Processos Patológicos

Diversas lesões podem acometer o sistema estomatognático, como os cistos e tumores e as técnicas de diagnóstico por imagem são muito importantes para complementar e auxiliar o diagnóstico correto (PINTO et al., 2016). A IRM é a modalidade de escolha para o diagnóstico de tumores, pois exibe um bom contraste entre tecidos normais e anormais, além de possibilitar a identificação do conteúdo da lesão, a vascularização local e o possível acometimento da cadeia ganglionar (KABALA et al., 1992). Ademais, para os tumores malignos de cabeça e pescoço, a informação sobre o estadiamento e diagnóstico de recidivas, são fundamentais para o planejamento do tratamento, para um melhor prognóstico e menor morbidade para o paciente (BONDT et al., 2007; SARRIÓN et al., 2015).

Juerchott et al. (2018) estabeleceram, a partir de IRM, critérios para a diferenciação de cistos periapicais e granulomas in vivo, tais como a análise das margens da lesão (cistos: bem definidos; granulomas: mal definidos), textura da borda (cistos: borda homogênea; granulomas: borda heterogênea), textura do centro da lesão, envolvimento do tecido circundante (cistos: não

envolvem; granulomas: envolvem), espessura máxima da margem da lesão, dentre outros. Do total, seis critérios foram capazes de diferenciar adequadamente as lesões após comparação com o resultado histopatológico, fornecendo um impacto clínico relevante, pois o tratamento é específico para cada condição. No entanto, com a IRM, não foi possível determinar o tipo de cisto.

Processamento

A obtenção de peças protética por meio da tecnologia CAD pode se dar por dois tipos de processamento, o subtrativo, fresagem, e o aditivo, impressão 3D (ALGHAZZAWI, 2016).

Fresagem

A fresagem corresponde à última fase do sistema CAD/CAM, que seria a confecção da peça protética propriamente dita. Para tal, existem duas formas de obtenção, através da produção chairside, laboratorial e outsourcing (ALGHAZZAWI, 2016).

A produção chairside, é realizada no próprio consultório pelo dentista, ou seja, a restauração indireta é produzida e cimentada em sessão única. Os tipos de restaurações confeccionadas desta forma são; inlays, onlays, overlays, coroas (sem copings) e facetas (HILGERT et al., 2010). Ela apresenta como desvantagem o fato dessas restaurações serem usinadas a partir de blocos de materiais restauradores pré-fabricados, nos quais a cor é única ou com variação de saturação e translucidez padronizada, prejudicando a estética em dentes anteriores; além disso, as cerâmicas geralmente não são glazeadas, e sim polidas (HILGERT et al., 2009; HILGERT et al., 2009; HILGERT et al., 2010).

Na produção laboratorial, as peças protéticas são fresadas em laboratórios. Inicialmente a digitalização do preparo para a obtenção do modelo virtual é realizada, e a mesma pode ser de duas formas: impressão óptica, com um escâner intraoral, ou impressão convencional, modelagem em gesso e digitalização, com escâner extraoral. Em ambos os casos, o dentista envia os dados ou impressão/modelagem para o laboratório de prótese que consegue produzir os mais variados tipos de peças protéticas, desde inlays, onlays e coroas unitárias, até infraestruturas de 14 elementos, abutments personalizados para implantes, restaurações provisórias em acrílico, infraestruturas para próteses removíveis, etc (ALGHAZZAWI, 2016). A vantagem deste tipo de produção se dá pela possibilidade de caracterização extrínseca e glazeamento nos materiais cerâmicos (HILGERT et al., 2009; HILGERT et al., 2009; HILGERT et al., 2010).

O tipo de produção outsourcing é realizado em centros de produção, afiliados às empresas fornecedoras do sistema CAD/CAM, como, por exemplo: LAVA (3M ESPE®), ETKON (Straumann®) e PROCERA (Nobel Biocare®). Nesta possibilidade, tanto dentistas

quanto laboratórios, que optam por não adquirir os sistemas CAD/CAM, enviam seus trabalhos para estes locais altamente estruturados. Esses centros possuem equipamentos mais complexos e tecnologicamente avançados, com os quais é possível produzir diversos tipos de estruturas (HILGERT et al., 2009; HILGERT et al., 2009; HILGERT et al., 2010).

Impressão 3D

A impressão 3D, atualmente, faz uso de duas técnicas, o processamento digital de luz e a impressão polyjet. A impressão por processamento digital de luz é feita utilizando uma fonte de luz convencional, painel de cristal líquido, ou fonte de projeção para polimerizar a camada superficial de uma cuba de resina fotopolimerizável em um formato pré-definido pelo modelo digital. A impressão polyjet é realizada com cabeças de jato que borrifam ou injetam a resina nas áreas desejadas. À medida que as cabeças do jato fazem passagens subsequentes, cada camada pulverizada é polimerizada com uma fonte de luz ultravioleta (BROWN et al., 2018).

DISCUSSÃO

A odontologia digital está cada vez mais presente nos consultórios e laboratórios de próteses dentárias e como consequência grande parte dos tratamentos reabilitadores podem ou são planejados e executados do seu início ao fim de maneira digital. Tecnologias como a radiografia digital, tomografia cone beam, câmeras intraorais, fotografia digital, microscópio e escâneres de boca auxiliam no planejamento e os equipamentos como, fresadoras, impressores 3D, escâneres de bancada guiaram o trabalho técnico laboratorial (BIRNBAUM, 2010; POLIDO, 2010; AHMED, 2018; YILMAZ, 2015).

Para se obter êxito nos tratamentos conduzidos com o auxílio da odontologia digital tem-se em mente que existem dois campos distintos, o mundo digital e o mundo físico. Os pacientes (físico) precisam ser digitalizados (digital) para se realizar o tratamento. No futuro as atuações em boca serão cada vez menores e os modelos digitais dos pacientes fornecerão informações suficientes para o planejamento e a execução do tratamento. É possível, até mesmo, pensar que no futuro a mão de obra direta do Cirurgião-Dentista possa ser substituída por um robô, visando obter uma maior precisão. O Cirurgião-Dentista irá se especializar e se qualificar para o manuseio de equipamentos e diagnosticar problemas orais "deixando de lado" a atividade prática odontológica (BIRNBAUM, 2010; POLIDO, 2010; ALGHAZZAWI, 2016; TAKEUCHI et al., 2018; AHMED, 2018). Sendo assim um protocolo de trabalho clínico digital deverá ser criado para execução dos procedimentos, como por exemplo, captura e processamento de imagens digitais: câmeras fotográficas digitais, intraorais e filmadoras, escâneres intraorais ou de bancada e exames de imagem como tomografia e radiografia digital serão utilizadas para

ser obter a versão digital do paciente. (BIRNBAUM, 2010; ALGHAZZAWI, 2016; TAKEUCHI et al., 2018; AHMED, 2018). Realização de um planejamento virtual, após a captura das informações, estas serão analisadas através de softwares e todo tratamento será conduzido com essas informações desde o planejamento até a execução. Desta forma o profissional deverá gastar mais tempos na frente de equipamentos digitais do que na frente do próprio paciente. (BIRNBAUM, 2010; ALGHAZZAWI, 2016; TAKEUCHI et al., 2018; AHMED, 2018).

Feito o planejamento e a última etapa será o processo de confecção por fresagem ou impressão 3D, a partir do planejamento virtual a manufatura será executada retornando assim ao mundo físico, transformando o planejamento digital em próteses dentais fixas, removíveis, parciais e totais, guias cirúrgicos, alinhadores dentais, placas de bruxismo, dentre outros. Através de duas técnicas básicas a fresagem (forma subtrativa) ou a impressão 3D (forma aditiva) são criados os trabalhos que serão destinados à reabilitação dos pacientes.

As câmeras intraorais comercialmente disponíveis se apresentam de duas maneiras: câmeras de imagem única que registram imagens individuais, sendo elas, iTero (Align Technology), o PlanScan (Planmeca), o CS 3500 (Carestream Dental LLC) e o Trios (3 Shape). E as câmeras de vídeo, que são usadas pelo scanner True Definition (Lava Chairside Oral Scanner), Apollo DI (Sirona) e Sistemas OmniCam system (Sirona). As câmeras de imagem única registram apenas uma secção, sendo necessária a sobreposição de imagens pelo software para a geração de um modelo de arcada completa tridimensional (ALGHAZZAWI, 2016).

Dentre os sistemas CAD/CAM disponíveis para consultórios odontológicos temos o CEREC e E4D, e uma das vantagens do sistema E4D em relação ao CEREC é a eliminação de um dos passos, no caso a aplicação de uma camada de dióxido de titânio. Já para os sistemas laboratoriais completos temos, Sirona CEREC inLab, Degudent Cercon, Kavo Everest e Wieland Zeno (HILGERT et al., 2009). Cada sistema possui sua peculiaridade, seja em relação as etapas necessárias para finalização das restaurações, ao tipo de material disponível e ao grau de dificuldade para sua utilização.

Com a utilização de tal tecnologia obtêm-se tratamentos protéticos cada vez mais bem adaptados e com um tempo muito menor de tratamento, mas os usos de peças protéticas confeccionadas de forma tradicional, através das técnicas de moldagem, ainda apresentam boa adaptação marginal e longevidade (BIRNBAUM, 2010; YILMAZ, 2015; ALGHAZZAWI, 2016; TAKEUCHI et al., 2018; AHLHOLM et al., 2018; AHMED, 2018). Estudos indicam que coroas totais confeccionadas pelo CAD/CAM apresentam uma desadaptação de 49µm, já as coroas produzidas através da moldagem tal nível de desadaptação é de 71 µm, porém aceitável clinicamente (SYREK et al., 2010; TING-SHU, JIAN, 2015).

Apesar da tecnologia a serviço da odontologia ainda

possuir um custo muito elevado, o que inviabiliza a aquisição de equipamentos, esta vem diminuindo seus valores de mercado e em um futuro próximo será possível que todo Cirurgião-Dentista implemente um fluxo de trabalho digital em seu consultório, clínica ou laboratório (ALGHAZZAWI, 2016; AHMED, 2018). Equipamentos cada vez menores mais modernos e compactos ajudam a otimizar o espaço dentro do ambiente de trabalho e profissionais que possuem mais de um local de trabalho poderão através de redes fechadas ou abertas de computadores trabalharem com comunicação remota utilizando sua estrutura digital a distância (POLIDO, 2010; ALGHAZZAWI, 2016; AHMED, 2018)

Com isso temos a certeza que as reabilitações orais ganharam destaque nos tempos modernos e nos mostram novas perspectivas para o futuro (BIRNBAUM, 2010; POLIDO, 2010; TING-SHU; JIAN, 2015 TAKEUCHI et al., 2018; AHMED, 2018).

CONCLUSÃO

Com os constantes avanços, fica evidente que o uso dessas tecnologias já é uma realidade no dia a dia clínico dos profissionais em diferentes áreas da odontologia. O uso da tecnologia CAD/CAM para confecção de próteses fixas tem se mostrado vantajoso tanto por questões financeiras, quanto pela praticidade e agilidade de tratamento; possibilitando os cirurgiões-dentistas a realizarem tratamentos mais eficazes, com maior precisão e menor tempo. Portanto, cabe a nós definirmos o quão importante é a nossa inserção neste workflow digital, analisando nossa área de atuação e o mercado ao qual estamos inseridos. Desta maneira, independente da escolha do fluxo de trabalho, analógico ou digital, estaremos conscientes da busca constante pelo melhor atendimento.

REFERÊNCIAS

ANDERSSON, M. et al. Accuracy of machine milling and spark erosion with a CAD/CAM system. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 76, n. 2, p. 187-193, Aug. 1996.

ANDERSSON, M. et al. Procera: a new way to achieve an all-ceramic crown. **Quintessence International**, v. 29, n. 5, p. 285-296, May. 1998.

AHLHOLM, P. et al. Digital versus conventional impressions in fixed prosthodontics: A review. **Journal of Prosthodont**, v. 27, n. 1, p. 35-41, Jan. 2018.

AHMED, K.E. We're going digital - the current state of CAD/CAM in prosthodontics. **Primary Dental Journal**, v. 7, n. 2, p. 30-35, Summer. 2018.

ALGHAZZAWI, T.F. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 60, n. 2, p. 72-84, Apr. 2016.

BIRNBAUM, N.S. The revolution in dental impressioning. **Inside Dentistry**, v. 6, n. 7, p.1-3, 2010.

BIRNBAUM, N.S., AARONSON, H.B. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v. 29, n. 8, p. 494-505, Oct. 2008.

BROWN, G.B et al. Accuracy of 3-dimensional printed dental models reconstructed from digital intraoral impressions. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 154, n.5, p. 733-739, Nov. 2018.

DAVIDOWITZ, G., KOTCK, P.G. The use of CAD/CAM in dentistry. **Dental Clinics of North America**, v. 55, n. 3, p. 559-570, Jul. 2011.

HACK, G.D., PATZELT, S.B. Evaluation of the accuracy of six intraoral scanning devices: an in-vitro investigation. **ADA Professional Product Review**, v. 10, n. 4, p. 1-5, Set. 2015.

HILGERT, L.A. et al. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte. Parte 1: princípios de utilização. **Clínica - international journal of brazilian dentistry**, v. 5, n. 3, p. 294-303, Set. 2009.

HILGERT, L.A. et al. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte. Parte 2: possibilidades restauradoras e sistemas CAD/CAM. **Clínica- International Journal of Brazilian Dentistry**, v. 5, n. 4, p. 424-435, Dec. 2009.

HILGERT, L.A. et al. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte. Parte 3: materiais restauradores para sistemas CAD/CAM. **Clínica- International Journal of Brazilian Dentistry**, v. 6, n. 1, p. 86-96, Mar. 2010.

JODA, T., ZARONE, F., FERRARI, M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. **BMC Oral Health**, v. 17, n. 124, p. 3-9, Sep. 2017.

LIU, P.R. A panorama of dental CAD/CAM restorative system. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v. 26, n. 7, p. 507-512, Jul. 2005.

MIYAZAKI, T., HOTTA, Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. **Australian Dental Journal**, v. 56, n. 1, p.97-106, Jun. 2011.

MORMANN, H.W. The evolution of the CEREC system. **The Journal of the American Dental Association**, v. 137, p. 7s-13s, Sep. 2006.

POLIDO, W.D. Moldagens digitais e manuseio de modelos digitais: o futuro da Odontologia. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 15, n. 5, p. 18-22, Sep. 2010.

RAU, C.T. et al. The quality of fixed prosthodontic impressions: an assessment of crown and bridge impressions received at commercial laboratories. **The Journal of American Dental Association**, v. 148, n. 9, p. 654-660, Sep. 2017.

SANNINO, G. et al. Cerec CAD/CAM chairside system. **Oral Implantology**, v. 7, n. 3, p. 57-70, Apr. 2015.

SYREK, A. et al. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. **Journal of dentistry**, v. 38, n. 7, p. 553-559, Jul. 2010.

TAKEUCHI, Y. et al. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. **Journal of Oral Science**, v. 60, n. 1, p. 1-7, Dec. 2018.

TING-SHU, S., JIAN, S. Intraoral digital impression technique: a review. **Journal of Prothodontics**, v. 24, n. 4, p. 313-321, Jun. 2015.

YILMAZ, B. Incorporating digital scans of diagnostic casts into computed tomography for virtual implant treatment planning. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 114, n. 2, p. 178-181, Aug. 2015.

Farmácia

A Faculdade de Farmácia (FF) conta com mais de 100 anos de história. Atualmente, possui dois programas de pós-graduação *Stricto sensu*: Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados em parceria com a Embrapa e a Epamig e Mestrado Acadêmico em Ciências Farmacêuticas; além de três cursos de pós-graduação *Lato sensu*: Controle de Qualidade de Medicamentos, Cosméticos e Correlatos; Análises Clínicas e Gestão da Assistência Farmacêutica. Com o HU-UFJF, tem participação efetiva nos programas de residência nas áreas de Análises Clínicas, Farmácia e Multiprofissional em Saúde. A implantação do Centro de Pesquisas Farmacêuticas vai impulsionar o desenvolvimento científico da Faculdade.

Na extensão, a FF presta serviços à comunidade, por meio dos Laboratórios de Análises Clínicas HU/CAS, do Laboratório de Análises de Alimentos e Águas (LAAA) e das duas unidades da Farmácia Universitária, situadas uma no campus e outra no centro da cidade. Os acadêmicos também podem atuar na empresa júnior Ecofarma, que possibilita o exercício do empreendedorismo.



mkt@coresolucoes.com.br

FACULDADE DE FARMÁCIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Campus Universitário – Faculdade de Farmácia
Bairro Martelos – Juiz de Fora – MG CEP: 36036-300

E-mail: diretoria.farmacia@ufff.edu.br

Site: www.ufff.br/farmacia

Telefone: (32) 2102-3802

Thais Izidoro Pires¹,
Adriana Araújo De Oliveira
Paiva¹,
Cleide Gisele Ribeiro²,
Matheus Furtado de
Carvalho³,
Eduardo Machado Vilela³,
Breno Nogueira Silva³,
Neuza Maria Souza
Picorelli Assis³

¹ Programa de Pós-Graduação em
Clínica Odontológica, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal
de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG

² Pós-Odonto Suprema, Faculdade
de Ciências Médicas e Saúde de
Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG

³ Departamento de Clínica
Odontológica, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal
de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG

✉ **Neuza Assis**
Rua Delfim Moreira, 199
Centro
CEP: 36010-570
Juiz de Fora - MG
📧 neuzapicorelli@terra.com.br

RESUMO

O processo alveolar é uma estrutura dente dependente que sofre alterações dimensionais após a exodontia. Defeitos ósseos resultantes prejudicam a colocação de implantes e o sucesso em longo prazo. Diversas técnicas cirúrgicas e biomateriais tem sido apresentados como opções terapêuticas para preservação e recuperação dos rebordos edêntulos. Assim, o objetivo desta revisão narrativa é evidenciar o estado atual dos biomateriais disponíveis bem como as possíveis perspectivas futuras. A utilização de biomateriais para cirurgias de reconstrução e manutenção de rebordo alveolar com sucesso é evidente. As cirurgias de reconstrução e preservação de rebordo alveolar com a utilização de novos biomateriais apresentam sucesso evidente. A impressão em 3D de estruturas biocompatíveis, fatores de crescimento, a matriz de dentina desmineralizada (DDM), parafusos e membranas reabsorvíveis podem ser as perspectivas futuras.

Palavras-chave: substitutos ósseos, implantes dentários, regeneração óssea

ABSTRACT

The alveolar bone depends on the presence of teeth and dimensional changes occurs after tooth extraction. The resulting bone defects impair both implant installation and long term success. Surgical procedures and biomaterials are considered as treatment options for maintenance and recovery of edentulous ridge. Thus, the aim of this narrative review is to present the current biomaterials as well as future perspectives. Surgical procedures for alveolar ridge preservation and reconstruction with new biomaterials are successful. 3D-Printed biocompatible scaffolds, growth factors, decellularized extracellular matrix (dECM), resorbable pins and membranes could be the future perspectives.

Keywords: bone substitute, dental implants; bone regeneration

Submetido: 06/12/2018
Aceito: 27/06/2018



INTRODUÇÃO

O processo alveolar é uma estrutura dente dependente que sofre alterações dimensionais após a exodontia (ARAÚJO; LINDHE, 2005), mesmo se técnicas de preservação do rebordo alveolar forem aplicadas (COSYN; CLEYMAET; DE BRUYN, 2016). A parede óssea vestibular remodela mais que a correspondente lingual/palatina (CHAPPUIS; ARAÚJO; BUSER, 2017). Defeitos ósseos prejudicam a colocação de implantes orais e resultam em: volume ósseo insuficiente para instalar implantes na posição proteticamente adequada; proximidade de estruturas anatômicas nobres; relações intermaxilares verticais e/ou horizontais desfavoráveis (CHIAPASCO; CASENTINI; ZANIBONI, 2009; CHIAPASCO; ZANIBONI; BOISCO, 2006). Assim, a exodontia realizada sem preservação do rebordo torna o tratamento com implantes mais desafiador, com comprometimento da estética e o prognóstico (TAN et al., 2012).

O sucesso a longo prazo da terapia com implantes requer a presença de tecido ósseo vital em torno do implante para suportar a carga oclusal (GLAUSER et al., 2001). Para criar condições mais favoráveis, diferentes técnicas de reconstrução óssea têm sido propostas, como a regeneração óssea guiada (RGO) (URBAN et al., 2013), elevação do assoalho do seio maxilar (PJETURSSON et al., 2009), distração osteogênica (JENSEN et al., 2011) e enxerto osso autógeno em bloco (SCHWARTZ-ARAD et al., 2016).

O princípio básico da ROG consiste na aplicação de uma membrana sobre um defeito ósseo para excluir a interferência de tecidos não osteogênicos com a regeneração. A ROG pode ser indicada imediatamente após a exodontia para manutenção do rebordo ósseo ou concomitante à instalação de implantes como forma de recuperar paredes óssea ou preencher espaços entre a loja óssea e o implante. A membrana de ROG ideal seria aquela com rigidez suficiente para suportar a compressão dos tecidos sobrejacentes, com grau de plasticidade que permitisse ser contornada e moldada ao formato do defeito. A quantidade de osso regenerado pode ser reduzida se a membrana sofrer colapso para dentro do defeito (ELGALI et al., 2017).

A ROG é o método mais utilizado para preservar/aumentar o osso em defeitos alveolares. Pode ser associada com osso autógeno, substitutos ósseos xenogênicos, alogênicos ou sintéticos, combinados ou não com membranas de barreiras (BENIC; HÄMMERLE, 2014; EZIRGANLI et al., 2013; LEE et al., 2015; OCAK et al., 2017; STOPA et al., 2018). A reconstrução com osso autógeno é um procedimento muito documentado (AGHALOO et al., 2016) e é considerado como padrão-ouro. No entanto, algumas limitações são observadas, incluindo a aceitação pelos pacientes, quantidade de osso disponível, morbidade e as possíveis complicações

do procedimento, como deiscência da ferida e exposição do enxerto (CHIAPASCO; CASENTINI; ZANIBONI, 2009; CHIAPASCO; ZANIBONI; BOISCO, 2006).

O substituto ósseo ideal requer as seguintes propriedades: bioreabsorvível; biocompatível; propriedades osteogênicas, osteocondutoras e osteoindutoras; fisicamente e quimicamente semelhante ao osso; fornecer cálcio e fosfato; microporoso; fácil de usar; capacidade de manutenção do espaço e estabilidade biomecânica durante o período inicial de cicatrização (AL RUHAIMI, 2001). A ROG com substitutos xenogênicos em combinação com uma membrana de colágeno é hoje considerado como o método mais usado e bem documentado para o aumento ósseo localizado em defeitos alveolares com instalação simultânea de implantes (BENIC; HÄMMERLE, 2014; CHIAPASCO; CASENTINI; ZANIBONI, 2009; JENSEN; TERHEYDEN, 2009; LEE et al., 2015).

O aumento do rebordo alveolar é essencial para o sucesso da terapia com implantes e depende do desempenho biológico dos materiais para enxerto (YAMADA; EGUSA, 2018). Um grande número de novos materiais, membranas e técnicas para ROG tem sido introduzido na prática clínica. Isto implica na necessidade de uma atualização do conhecimento sobre as propriedades destas terapêuticas e avaliação crítica dos resultados. Assim, o objetivo desta revisão narrativa é evidenciar o estado atual dos biomateriais disponíveis bem como as possíveis perspectivas futuras.

REVISÃO DE LITERATURA

Kim et al. (2016) revisaram os resultados da matriz de dentina desmineralizada (DDM) de dente autógeno. A formação de osso corticocanceloso e a reabsorção óssea marginal foram avaliadas histologicamente após 3 e 6 meses. Após 5 anos, foi observada uma redução da altura vestibular (-0,4 a -3,3 mm) e da largura do rebordo alveolar (-0,4 a -4,2) avaliada por TCFC. A DDM mostrou que o osso corticocanceloso formado foi mantido com sucesso no implante.

AlKudmani; Jasser; Andreana (2017) realizaram uma revisão sistemática para avaliar o efeito do tipo de enxerto ósseo e a ROG em torno de implantes imediatos nas mudanças dos tecidos duros e moles. Os implantes imediatos com enxerto ósseo tiveram maior estabilidade dos tecidos moles e preservação da dimensão horizontal e da espessura da tábua vestibular comparados com áreas não enxertadas. O uso apenas de barreira diminuiu significativamente a reabsorção da vestibular e os defeitos remanescentes em torno dos implantes; o uso concomitante de enxerto ósseo e membrana promoveu preservação adicional do tecido mole. O material para enxerto ósseo considerado como ótimo foi a combinação de cortical autógeno e gel de ácido polilático e poliglicólico.

Bae et al. (2017) avaliaram uma estrutura impressa em 3D de policaprolactona (PCL)/β-fosfato tricálcio

(β -TCP)/matriz óssea extra-celular descelularizada (bdECM) conjugada com a proteína óssea morfogenética recombinante humana (rhBMP-2) usada como guia cirúrgico e enxerto ósseo em cães. Os dentes inferiores foram removidos e escaneados por tomografia computadorizada (TC) para fabricar a estrutura personalizada para o defeito. O implante foi instalado e a rhBMP-2 foi injetada na estrutura encaixada no grupo experimental. A análise histológica mostrou que os grupos tiveram volume similar de novo osso, mas o grupo com BMP exibiu uma proporção de contato osso/implante significativamente mais alta. A estrutura impressa em 3D com rhBMP-2 pode ser utilizada simultaneamente como guia cirúrgico de implante e enxerto ósseo.

Benic et al. (2017) compararam um substituto ósseo porcino em bloco com colágeno (PCBB) associado ou não a membrana de colágeno (CM) e proteína óssea morfogenética 2 (BMP-2) para aumento ósseo horizontal, incorporação do enxerto e manutenção do rebordo. Os tratamentos foram alocados aleatoriamente: PCBB; PCBB+BMP-2; PCBB+CM; e PCBB+CM+BMP-2. Após 12 semanas, um implante de titânio foi inserido. Todos os implantes osseointegraram e exibiram cobertura completa da superfície vestibular com tecido duro. A adição de BMP-2 ao PCBB ou CM utilizados para aumento horizontal do rebordo não forneceu melhora significativa na manutenção do rebordo e na formação do novo osso. PCBB com e sem CM mostrou pronunciado crescimento ósseo e capacidade de manutenção do contorno do rebordo.

Elgali et al. (2017) revisaram as propriedades das membranas com avaliação crítica dos mecanismos biológicos que comandam a regeneração óssea nos defeitos cobertos por membranas. Diferentes modificações nas propriedades físico-químicas e mecânicas das membranas podem promover a regeneração óssea. Contudo, o papel das porosidades para a função de barreira ainda precisa de elucidação. Novos achados experimentais sugerem um papel ativo do compartimento da membrana por si só na promoção do processo regenerativo no defeito durante a ROG, ao invés de ser apenas uma barreira passiva.

A impressão de células em 3D emergiu como uma tecnologia poderosa para recapitular o microambiente do tecido nativo, permitindo a deposição de múltiplas células em uma posição pré-definida. Tem sido pesquisada uma bioink (tinta biológica) que possa fornecer um microambiente adequado para sustentar as atividades celulares. Assim, a matriz extracelular descelularizada (dECM) surgiu como uma possibilidade bem qualificada de bioink devido a sua capacidade de herdar os sinais intrínsecos da ECM nativa. Foi feita a descrição do papel da ECM, os métodos de descelularização e uma introdução nas aplicações e avanços das bioinks de dECM e direções futuras (KIM et al., 2017).

Os efeitos dos biomateriais hidroxiapatita (HA), osso bovino desproteínizado (DPB), osso alo gênico humano (HALG) e sulfato de cálcio (CAP) utilizados para enxerto com barreiras de titânio para aumento ósseo para tratar

defeitos peri-implantes em calvária de 32 ratas com ROG foram comparados (ARTAS et al., 2018). Foi feita análise histológica e imunohistoquímica do fator de crescimento endotelial vascular (VEGF). Não houve diferença significativa entre os grupos na regeneração do novo osso ou na expressão do VEGF após 3 meses. Nenhum dos enxertos utilizados mostrou superioridade em relação à formação do novo osso.

Barbu et al. (2018) avaliaram a eficácia da piezo cirurgia em estágio único no levantamento de seio utilizando uma combinação de Bio-Oss® (Geistlich Pharma AG) particulado com fibrina rica em plaquetas (PRF). A média de ganho em altura foi de 10,12 mm em seis meses após a cirurgia e o tempo médio de acompanhamento foi de 43,79 meses. Concluíram que esta terapêutica pode ser considerada uma técnica previsível e efetiva no tratamento da maxila edêntula posterior.

Bartols et al. (2018) compararam enxertos ósseos em bloco fixados à distância (BBG-D) com a técnica SonicWeld RX (membrana e parafusos de poli-D-L-lático (PDLLA) fixada à distância, preenchido com partículas de osso autógeno e osso bovino desproteínizado) (SWST) para o aumento lateral do rebordo com instalação imediata de implante. Cinco enxertos e dois implantes foram perdidos no grupo SWST e um enxerto no grupo BBG-D. As complicações severas foram diferentes nos grupos ($p=0,035$). Cinco deiscências aconteceram no grupo SWST e nenhuma no grupo BBG-D ($p=0,042$). Sete complicações menores aconteceram no grupo SWST e uma no grupo BBG-D ($p=0,035$). O BBG-D permanece como o padrão ouro para o aumento lateral do rebordo alveolar comparada com a técnica SWST.

Cha et al. (2018) determinaram o efeito da BMP-2 misturada com hidrogel de polietileno glicol ou substituto ósseo sintético (SBS) na formação de novo osso em deiscências periimplantares em seis beagles. Após 16 semanas de cicatrização, a quantidade de osso neoformado e o volume ósseo total aumentado não diferiram significativamente entre os grupos tratados com BMP e com SBS+hidrogel ($p>0,05$). Também não foram observadas diferenças na proporção do contato osso/implante. Concluíram que a eficácia osteogênica da BMP-2 desaparece após 16 semanas devido à melhora da remodelação do tecido ósseo independente do material carreador aplicado nas deiscências periimplantares. Contudo, o uso de BMP-2 em combinação com hidrogel resultou em maior redução no defeito ósseo vertical.

Chen et al. (2018) desenvolveram uma barreira de colágeno bioativo para regeneração tecidual guiada conjugada com propriedades antibacterianas e antiinflamatórias. A membrana de colágeno revestida com nano-silver (AgNP) mostrou excelentes efeitos antibacterianos contra *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, efeitos antiinflamatórios efetivos e limitada toxicidade celular. Também foram capazes de induzir a diferenciação osteogênica de células tronco mesenquimais.

Chiapasco et al. (2018) avaliaram rebordos com atrofia

severa reconstruídos com enxerto autógeno em bloco de calvária, enxerto bovino e membranas e reabilitados com próteses sobre implantes de 1998 a 2014. A taxa de sobrevivência dos implantes foi de 98,5%. Os enxertos de calvária se mantiveram estáveis ao longo do tempo, a taxa de sobrevivência foi consistente com aquela reportada por implantes instalados em osso nativo e a satisfação dos pacientes foi alta. Consideraram que foi uma modalidade de tratamento previsível e confiável para a reabilitação de rebordos com atrofia severa.

Corning; Mealey (2018) compararam, histologicamente, os resultados o osso alógeno congelado seco mineralizado (FDBA) e o aloenxerto solvente desidratado (SDBA) utilizados na preservação do rebordo alveolar pós exodontia. Uma biópsia óssea foi removida no local e avaliada histomorfometricamente para determinar o percentual de osso vital, material de enxerto residual e tecido conjuntivo ou outros (CT/outros). Mudanças nas dimensões do rebordo também foram avaliadas. Não houve diferenças estatísticas entre os grupo na média dos resultados para parâmetros histológicos ou na alteração dimensional do rebordo alveolar. Não houve benefício significativo nem desvantagem com o uso do FDBA ou SDBA quando se comparou parâmetros histomorfométricos ou alterações dimensionais.

De Sousa et al. (2018) realizaram uma revisão sistemática e metanálise para responder se pacientes que receberam enxertos com biomateriais apresentam ganho ósseo vertical (antes da instalação de implantes), complicações e taxas de sobrevivência similares aos dos enxertos autógenos na região posterior da mandíbula. Foram incluídos estudos em inglês, ensaios clínicos randomizados controlados e/ou prospectivos com pelo menos 10 pacientes e estudos que compararam enxertos com substitutos ósseos com autógeno. Concluíram que os biomateriais ou osso autógeno são indicados para reconstrução da região posterior de mandíbula atrofica, sem redução da sobrevivência dos implantes.

Li; Zhu; Huang (2018) avaliaram a eficácia clínica da matriz de dentina desmineralizada (DDM) versus grânulos de Bio-Oss na ROG para implante imediato em sítios pós-extração de 40 pacientes com periodontite severa, nos dentes inferiores posteriores. A estabilidade dos implantes (n=45) e o nível ósseo marginal foram medidos imediatamente, 6 e 18 meses após a cirurgia. Com exceção de 2 casos (infecção), 43 implantes não apresentaram complicações após 1 ano de função. Não houve diferença significativa entre os grupos em relação ao quociente de estabilidade do implante e a reabsorção do osso marginal. Os grânulos de DDM autógeno preparados no local após a exodontia se constituem como excelente opção prontamente disponível em relação ao enxerto ósseo em ROG.

Menezes et al. (2018) compararam a taxa de reabsorção óssea, a histomorfometria e achados imunoistoquímicos do vidro bioativo misturado com enxerto autógeno ou apenas osso autógeno no levantamento de seio maxilar. A TCFC

pós-operatória foi utilizada para medir o volume do enxerto após 15 dias (T1) e após seis meses (T2) e determinar a taxa de reabsorção. A coloração por imunoistoquímica mostrou fraca atividade osteoclástica em ambos os grupos, indicando que estava na fase de remodelação. A similaridade entre os grupos na formação e manutenção do volume de enxerto após seis meses sugere que o vidro bioativo misturado com osso autógeno (1:1) pode ser usado com segurança como substituto ósseo no levantamento de seio maxilar.

Stopa et al. (2018) avaliaram pacientes com atrofia óssea dos maxilares para transplante de osso alogênico, congelado, esterilizado por radiação de banco de tecidos na forma de blocos ósseos cortico-esponjosos e grânulos esponjosos. Blocos foram estabilizados com parafusos de titânio e os espaços livres foram preenchidos com osso autógeno particulado e cobertos com transplantes de pericárdio e fibrina rica em plaquetas (PRF). Após quatro meses, os implantes foram instalados e a restauração protética foi realizada após a osseointegração. Foram analisadas a quantidade e qualidade do tecido ósseo reconstruído, bem como o grau de reabsorção. Os procedimentos cirúrgicos realizados confirmaram a segurança e eficácia do material biológico na reconstrução da mandíbula.

Yamada; Egusa (2018) realizaram uma revisão de literatura sobre as capacidades e limitações clinicamente relevantes dos substitutos ósseos atualmente disponíveis para o aumento ósseo. O desempenho biológico dos substitutos ósseos à base de fosfato de cálcio foi dividido de acordo com a capacidade de manutenção de espaço, biocompatibilidade, bioabsorção e manutenção de volume ao longo do tempo. Os substitutos ósseos atualmente disponíveis fornecem apenas osteocondução. O tamanho das partículas, a sensibilidade à dissolução enzimática ou química e as propriedades mecânicas afetam a capacidade de manutenção do espaço dos substitutos ósseos. A natureza das fibras de colágeno, o tamanho das partículas e a liberação de íons de cálcio influenciam a biocompatibilidade dos substitutos ósseos. A bioabsorção dos substitutos é determinada pela solubilidade em água e resistência a ácidos. A bioabsorção do remanescente de substituto ósseo e a manutenção do volume do osso aumentado são inversamente relacionados. É necessário melhorar a biocompatibilidade dos substitutos ósseos atualmente disponíveis e obter um equilíbrio adequado entre a bioabsorção e a manutenção do volume para alcançar a remodelação óssea ideal.

DISCUSSÃO

Para o sucesso na terapia com implantes, a preservação e/ou reconstrução do rebordo alveolar é essencial e depende do desempenho biológico dos materiais de enxerto ósseo. A capacidade e limitações inerentes aos substitutos ósseos disponíveis atualmente devem ser identificadas a fim de

melhorar as possibilidades terapêuticas de aumento do rebordo alveolar (YAMADA; EGUSA, 2018).

A ROG é a técnica de escolha para recuperação e/ou preservação de rebordos e tem como princípios a manutenção e estabilidade do espaço para infiltração e proliferação de células osteogênicas, a promoção de angiogênese e o fechamento primário da ferida (ELGALI et al., 2017; YAMADA; EGUSA, 2018). A membrana em um defeito, associado a enxertos ósseos ou substitutos, é usada para excluir o epitélio e fornecer um arcabouço, permitindo que ocorra o potencial regenerativo intrínseco do tecido hospedeiro e migração das células osteogênicas (ALKUDMANI; JASSER; ANDREANA, 2017; ELGALI et al., 2017; ESPOSITO et al., 2009). Quando utilizada em defeitos em torno de implantes imediatos, o uso isolado da membrana diminuiu a reabsorção da tábua vestibular, enquanto o uso associado com enxerto adicionou efeito positivo também nos tecidos moles (ALKUDMANI; JASSER; ANDREANA, 2017).

As primeiras membranas foram de politetrafluoretileno expandido (PTFE) e uma segunda geração surgiu com as reabsorvíveis. Assim, como tentativa de melhorar as características das tradicionais, foi desenvolvida uma membrana de colágeno revestida com nano-silver que mostrou habilidade em guiar a formação óssea, capacidade antibacteriana e antiinflamatória com baixa citotoxicidade e exibiu potencial para ser aplicada na reconstrução alveolar (CHEN et al., 2018). Outros materiais, como PRF, tem sido usado como membrana com sucesso nos casos de perfuração da membrana do seio e em combinação com Bio-Oss® na cirurgia de levantamento de seio com instalação imediata de implantes (BARBU et al., 2018). A melhora dos materiais de membranas com foco nas propriedades bioativas e de barreira é uma estratégia importante nas pesquisas (ELGALI et al., 2017).

O enxerto de osso autógeno é considerado como padrão ouro pela capacidade osteogênica, osteocondutiva e osteoindutiva. Entretanto, apresenta como desvantagens, a necessidade de um segundo sítio cirúrgico e limitada disponibilidade. Elevadas taxas de sucesso são relatadas, mas ainda se busca materiais que possam reduzir a morbidade para o paciente (CHIAPASCO et al., 2018).

A associação de enxertos autógenos com outros biomateriais, como enxertos sintéticos, trouxe bons resultados na manutenção das dimensões do rebordo onde foram instalados implantes imediatos (ALKUDMANI; JASSER; ANDREANA, 2017) e resulta em aumento do volume do material sem necessidade de remoção adicional. A similaridade na formação e manutenção do volume de enxerto após seis meses sugeriu que o vidro bioativo misturado com osso autógeno pode ser eficaz no levantamento de seio maxilar (MENEZES et al., 2018).

Biomateriais utilizados isolados mostram resultados positivos na regeneração de rebordos. Estudos em animais mostraram que os biomateriais hidroxiapatita (HA), osso bovino desproteínizado (DPB), osso alo gênico

humano (HALG) e sulfato de cálcio (CAP) não mostraram diferenças na regeneração óssea quando utilizados para tratar defeitos periimplantares (ARTAS et al., 2018). O osso alógeno congelado seco mineralizado (FDBA) e o aloenxerto solvente desidratado (SDBA) foram utilizados em humanos na preservação do rebordo com resultados histomorfométricos e alterações dimensionais semelhantes (CORNING; MEALEY, 2018; STOPA et al., 2018). Na região posterior de mandíbulas atrofadas, o osso autógeno, a hidroxiapatita e o Bio-Oss® forneceram resultados semelhantes de ganho ósseo e na sobrevivência de implantes (DE SOUSA et al., 2018).

Dentes extraídos são fonte de biomateriais, apresentando como vantagens a disponibilidade e a possibilidade de preparação do material após a exodontia. A DDM pode ser obtida pela pulverização de dentes após a remoção de tecido mole e polpa; o pó é lavado e desmineralizado, desidratado, a gordura removida e depois congelado a seco (KIM et al., 2010). Observou-se estabilidade da DDM em combinação com a instalação de implantes em longo prazo por meio de avaliação tomográfica e histológica (KIM et al., 2016). A DDM apresentou comportamento clínico e radiográfico semelhante ao da ROG com um substituto ósseo já consagrado (Bio-Oss®), quando utilizada em pacientes com instalação de implantes imediatos (LI; ZHU; HUANG, 2018).

Fatores de crescimento têm sido pesquisados com objetivo de resolver a regeneração de defeitos extensos que exigem longo tempo de tratamento e têm baixa previsibilidade. As BMPs podem estimular o aumento ósseo local, entretanto sua aplicação necessita de um carreador, como substitutos ósseos ou esponja de colágeno reabsorvível. Apesar da expectativa de que a BMP-2 possa melhorar o aumento de rebordo, sua adição não resultou em diferenças quando utilizada em conjunto com bloco ósseo porcino (BENIC et al., 2017). O estudo de Cha et al. (2018) mostrou que a eficácia osteogênica da BMP-2 desapareceu após o período de 16 semanas devido à melhora da remodelação do tecido ósseo independente de qual material carreador foi aplicado nos defeitos de deiscências periimplantares.

Materiais de enxerto impresso em 3D foram introduzidos recentemente e podem fornecer um ambiente favorável para a angiogênese e a formação de novo osso (KARAGEORGIU; KAPLAN, 2005). Existe uma busca pelo material biológico ideal para impressão e a matriz extracelular descelularizada (dECM) se tornou a candidata mais qualificada (KIM et al., 2017). O estudo preliminar de Bae et al. (2017) mostrou que o uso de uma estrutura impressa em 3D conjugada com rhBMP-2 restaurou o volume e a forma originais do rebordo alveolar no sítio do defeito. Consideraram que esta pode ser uma técnica fácil e efetiva para instalação simultânea de implante e enxerto ósseo em sítios de grandes defeitos.

Novas técnicas e materiais tem sido empregados como alternativas de tratamento, como enxertos ósseos em

bloco fixados à distância (BBG-D) e a técnica da SonicWeld RX (SWST) (BARTOLS et al., 2018). Entretanto, ainda apresentam restrições e limitações pois a técnica BBG-D necessita remoção adicional de osso doador enquanto a SWST está associada a maior perda de enxerto e implantes.

CONCLUSÃO

O sucesso da ROG com utilização de biomaterial é evidente nos estudos selecionados, mas ainda existem limitações e complicações. Para maiores avanços na reconstrução alveolar, existe a possibilidade de novas terapias que possam trazer soluções para problemas que ainda são desafiadores no momento. A impressão em 3D de estruturas biocompatíveis funcionando como enxerto e arcabouço para migração celular e carregadas com fatores de crescimento, as DDM, parafusos e membranas reabsorvíveis podem ser as perspectivas futuras.

REFERÊNCIAS

- AGHALOO, T. et al. Bone Augmentation of the Edentulous Maxilla for Implant Placement: A Systematic Review. **International Journal of Oral Maxillofacial & Implants**, v. 31, n. suppl, p. 19-30, 2016.
- AL RUHAIMI, K. A. Bone Graft Substitutes: A Comparative Qualitative Histologic Review of Current Osteoconductive Grafting Materials. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 16, n. 1, p. 105-114, jan./feb. 2001.
- ALKUDMANI, H.; JASSER, R. A. L.; ANDREANA, S. Is bone graft or guided bone regeneration needed when placing immediate dental implants? A systematic review. **Implant Dentistry**, v. 26, n. 6, p. 936-944, dec. 2017.
- ARAÚJO, M. G.; LINDHE, J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 32, n. 2, p. 212-218, feb. 2005.
- ARTAS, G. et al. A comparison of different bone graft materials in peri-implant guided bone regeneration. **Brazilian Oral Research**, v. 32, n. 10, p. 1-8, jul. 2018.
- BAE, J. C. et al. Development and assessment of a 3D-printed scaffold with rhBMP-2 for an implant surgical guide stent and bone graft material: A pilot animal study. **Materials (Basel)**, v. 10, n. 12, dec. 2017.
- BARBU, H. M. et al. Maxillary Sinus Floor Augmentation to Enable One-Stage Implant Placement by Using Bovine Bone Substitute and Platelet-Rich Fibrin. **BioMed Research International**, v. 2018, p. 1-6, aug. 2018.
- BARTOLS, A. et al. Lateral alveolar ridge augmentation with autogenous block grafts fixed at a distance versus resorbable Poly-D-L-Lactide foil fixed at a distance: A single-blind, randomized, controlled trial. **Clinical Oral Implants Research**, v. 29, n. 8, p. 843-854, aug. 2018.
- BENIC, G.; HÄMMERLE, C. Horizontal bone augmentation by means of guided bone regeneration. **Periodontology 2000**, v. 66, n. 1, p. 13-40, oct. 2014.
- BENIC, G. I. et al. Primary ridge augmentation with collagenated xenogenic block bone substitute in combination with collagen membrane and rhBMP-2: a pilot histological investigation. **Clinical Oral Implants Research**, v. 28, n. 12, p. 1543-1552, dec. 2017.
- CHA, J. K. et al. Osteogenic efficacy of BMP-2 mixed with hydrogel and bone substitute in peri-implant dehiscence defects in dogs: 16 weeks of healing. **Clinical Oral Implants Research**, v. 29, n. 3, p. 300-308, mar. 2018.
- CHAPPUIS, V.; ARAÚJO, M. G.; BUSER, D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. **Periodontology 2000**, v. 73, n. 1, p. 73-83, feb. 2017.
- CHEN, P. et al. Fabrication of a silver nanoparticle-coated collagen membrane with anti-bacterial and anti-inflammatory activities for guided bone regeneration. **Biomedical Materials**, v. 13, n. 6, p. 065014, oct. 2018.
- CHIAPASCO, M. et al. Dental implants placed in severely atrophic jaws reconstructed with autogenous calvarium, bovine bone mineral, and collagen membranes: A 3- to 19-year retrospective follow-up study. **Clinical Oral Implants Research**, v. 29, n. 7, p. 725-740, jul. 2018.
- CHIAPASCO, M.; CASENTINI, P.; ZANIBONI, M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 24 Suppl, n. 1, p. 237-259, 2009.
- CHIAPASCO, M.; ZANIBONI, M.; BOISCO, M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. **Clinical Oral Implants Research**, v. 17, n. suppl. 2, p. 136-159, oct. 2006.
- CORNING, P.; MEALEY, B. Ridge preservation following tooth extraction using mineralized freeze-dried bone allograft compared to mineralized solvent-dehydrated bone allograft. A randomized controlled clinical trial. **Journal of Periodontology**, v. 30, [Epub ahead of print], aug. 2018.
- COSYN, J.; CLEYMAET, R.; DE BRUYN, H. Predictors of Alveolar Process Remodeling Following Ridge Preservation in High-Risk Patients. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 18, n. 2, p. 226-233, apr. 2016.

- DE SOUSA, C. A. et al. Bone augmentation using autogenous bone versus biomaterial in the posterior region of atrophic mandibles: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, v. 76, p. 1–8, sep. 2018.
- ELGALI, I. et al. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. **European Journal of Oral Sciences**, v. 125, n. 5, p. 315–337, oct. 2017.
- ESPOSITO, M. et al. Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation techniques for dental implant treatment. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 7, n. 4, p. CD003607, oct. 2009.
- EZIRGANLI, Ş. et al. Comparative investigation of the effects of different materials used with a titanium barrier on new bone formation. **Clinical Oral Implants Research**, v. 24, n. 3, p. 312–319, mar. 2013.
- GLAUSER, R. et al. Immediate occlusal loading of Brånemark implants applied in various jawbone regions: A prospective, 1-year clinical study. **Clinical implant dentistry and related research**, v. 3, n. 4, p. 204–213, 2001.
- JENSEN, O. T. et al. Orthognathic and Osteoperiosteal Flap Augmentation Strategies for Maxillary Dental Implant Reconstruction. **Dental Clinics of North America**, v. 55, n. 4, p. 813–846, oct. 2011.
- JENSEN, S. S.; TERHEYDEN, D. D. S. H. Bone Augmentation Procedures in Localized Defects in the Alveolar Ridge : Clinical Results with Different Bone Grafts and Bone-Substitute Materials. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 24, n. suppl, p. 218–236, 2009.
- KARAGEORGIOU, V.; KAPLAN, D. Porosity of 3D biomaterial scaffolds and osteogenesis. **Biomaterials**, v. 26, n. 27, p. 5474–5491, sep. 2005.
- KIM, B. S. et al. Decellularized extracellular matrix: A step towards the next generation source for bioink manufacturing. **Biofabrication**, v. 9, n. 3, p. 034104, aug. 2017.
- KIM, Y. K. et al. Development of a novel bone grafting material using autogenous teeth. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics**, v. 109, n. 4, p. 496–503, apr. 2010.
- KIM, Y. K. et al. Guided Bone Regeneration Using Demineralized Dentin Matrix: Long-Term Follow-Up. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 74, n. 3, p. 515.e1–515.e9, mar. 2016.
- LEE, D. J. et al. Patient Perception and Satisfaction with Implant Therapy in a Predoctoral Implant Education Program: A Preliminary Study. **Journal of Prosthodontics**, v. 24, n. 7, p. 525–531, oct. 2015.
- LI, P.; ZHU, H.; HUANG, D. Autogenous DDM versus Bio-Oss granules in GBR for immediate implantation in periodontal postextraction sites: A prospective clinical study. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 20, n. 6, p. 923–928, dec. 2018.
- MENEZES, J. D. et al. Bioactive glass added to autogenous bone graft in maxillary sinus augmentation: a prospective histomorphometric, immunohistochemical, and bone graft resorption assessment. **Journal of Applied Oral Science**, v. 26, n. 0, p. 1–9, jun. 2018.
- OCAK, H. et al. Comparison of Bovine Bone-Autogenic Bone Mixture Versus Platelet-Rich Fibrin for Maxillary Sinus Grafting: Histologic and Histomorphologic Study. **Journal of Oral Implantology**, v. 43, n. 3, p. 194–201, jun. 2017.
- PJETURSSON, B. E. et al. Maxillary sinus floor elevation using the (transalveolar) osteotome technique with or without grafting material. Part I: Implant survival and patients' perception. **Clinical Oral Implants Research**, v. 20, n. 7, p. 667–676, jul. 2009.
- SCHWARTZ-ARAD, D. et al. Long Term Follow-Up of Dental Implants Placed in Autologous Onlay Bone Graft. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, v. 18, n. 3, p. 449–461, jun. 2016.
- STOPA, Z. et al. Evaluation of the Safety and Clinical Efficacy of Allogeneic Bone Grafts in the Reconstruction of the Maxilla and Mandible. **Transplantation Proceedings**, v. 50, n. 7, p. 2199–2201, sep. 2018.
- TAN, W. L. et al. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. **Clinical Oral Implants Research**, v. 23, n. suppl 5, p. 1–21, feb. 2012.
- URBAN, I. et al. Horizontal guided bone regeneration in the posterior maxilla using recombinant human platelet-derived growth factor: a case report. **International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v. 33, n. 4, p. 421–5, jul./aug. 2013.
- YAMADA, M.; EGUSA, H. Current bone substitutes for implant dentistry. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 62, n. 2, p. 152–161, apr. 2018.

Utilização da Imagem por Ressonância Magnética na Odontologia: Revisão de Literatura



Use of magnetic resonance in dentistry: literature review

Beatriz de Carvalho
Rocha¹,
Beatriz Salomão Porto Alegre
Rosa¹,
Maria Augusta Visconti¹

¹ Departamento de Patologia e
Diagnóstico Oral, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal
do Rio de Janeiro

✉ **Beatriz Rocha**
Rua Siqueira Campos, 43/1017
Copacabana
CEP: 22031-901
Rio de Janeiro - RJ
📧 beatriz@proradiologiaoral.
com.br

Submetido: 30/11/2018
Aceito: 27/12/2018

RESUMO

A Imagem por Ressonância Magnética (IRM) tem sido considerada a modalidade de escolha para o diagnóstico de processos patológicos que acometem a articulação temporomandibular, tecidos moles e outros processos inflamatórios. Devido a sua característica não invasiva e livre de radiação ionizante, novas aplicações para a técnica têm sido propostas e estudadas nas mais diversas áreas da Odontologia, como Endodontia, Dentística, Periodontia e Cirurgia Oral. O objetivo neste trabalho é apresentar uma revisão de literatura acerca da utilização da IRM na Odontologia, destacando as vantagens e limitações da técnica.

Palavras-chave: imagem por ressonância magnética, imagem tridimensional, odontologia

ABSTRACT

Magnetic Resonance Imaging (MRI) has been considered the modality of choice for the diagnosis of pathological processes that affect the temporomandibular joint, soft tissues and other inflammatory processes. Due to its non-invasive and ionizing radiation-free properties, new applications for the technique have been proposed and studied in several areas of Dentistry, such as Endodontics, Dentistry, Periodontics and Oral Surgery. The aim of this work is to present a literature review about the use of MRI in Dentistry, highlighting the advantages and limitations of the technique.

Keywords: magnetic resonance imaging, imaging three-dimensional, dentistry



INTRODUÇÃO

A Imagem por Ressonância magnética (IRM) foi primeiramente descrita por Lauterbur e Mansfield, na década de 1970 (LAUTERBUR, 1970; NIRAJ, 2016). Desde então, é crescente a indicação deste exame na Odontologia, sendo essa técnica responsável por atribuir melhor contraste para os tecidos moles, além de não emitir radiação ionizante, o que caracteriza esse exame como não invasivo (van LUIJK, 1981). A Ressonância Magnética (RM) atua a partir da formação de um forte campo magnético que alinha os átomos do corpo, especialmente os de hidrogênio, na mesma direção desse campo. Os átomos absorvem a energia oriunda do pulso de radiofrequência (RF) e a liberam quando ocorre o desligamento do pulso. A energia desprendida é detectada como um sinal pela bobina do scanner. A diferença de sinal entre os diferentes tecidos forma a IRM. Assim, tecidos com elevado teor de água na sua composição, e, portanto, muitos átomos de hidrogênio, apresentam imagem com maior contraste (branco), e estruturas com baixo teor de água e hidrogênio apresentam-se menos contrastadas (preto), sendo denominadas como hiperintensas e hipointensas, respectivamente (van LUIJK, 1981).

As principais indicações das IRM em Odontologia incluem o estudo das desordens temporomandibulares (DTM), mediante avaliação de degeneração discal, deslocamento do disco articular, efusão do conteúdo articular e alteração nos músculos da mastigação, além da análise de processos patológicos, estadiamento de tumores e alterações inflamatórias (NIRAJ et al., 2016; ALMASHRAQI et al., 2018). Recentemente, novas aplicações clínicas para a técnica têm sido estudadas nas áreas de Endodontia, Implantodontia, Cirurgia Oral, Periodontia e Dentística (TYMOFIYEVA et al., 2013). O aumento no campo das indicações odontológicas vem acompanhado de significativo desenvolvimento tecnológico das IRM, mais precisamente com o desenvolvimento de bobinas de superfície dentária dedicadas. Essas bobinas aumentam a intensidade da relação sinal-ruído e melhoram a qualidade da imagem em comparação com as bobinas padrão de cabeça e pescoço (GRADL et al., 2016).

A IRM apresenta papel promissor na Odontologia, pois, além de ser uma técnica não invasiva, sem radiação ionizante e seus efeitos deletérios, e com excelente resolução de contraste para tecidos moles, ainda gera imagens multiplanares, e é segura para crianças e gestantes (NIRAJ, 2016). No entanto, é um exame caro, demorado e com elevado nível de ruído. É contra-indicado para pacientes claustrofóbicos e portadores de marcapassos cardíacos ou desfibriladores. Para esses pacientes, o campo magnético gerado pelo ressonador pode deslocar esses objetos e causar danos físicos aos pacientes (NIRAJ et al., 2016).

O objetivo neste estudo foi apresentar as principais indicações clínicas da IRM em Odontologia, destacando as vantagens e limitações da técnica.

REVISÃO DE LITERATURA

Imagens por Ressonância Magnética no Diagnóstico de Desordens Temporomandibulares

A articulação temporomandibular (ATM), composta por tecidos duros e moles, é considerada uma das articulações mais complexas do corpo humano (HAYAKAWA et al., 2007). A IRM é, atualmente, o método de imagem de referência para o estudo dos componentes moles articulares (disco articular, membrana sinovial, músculo pterigoideo lateral) e para o diagnóstico dos desarranjos articulares (TALMACEANU et al., 2018).

As desordens temporomandibulares (DTM) representam um grupo heterogêneo de processos patológicos que acometem o complexo estomatognático, envolvendo a articulação propriamente dita, os músculos da mastigação e estruturas relacionadas. Podem estar presentes um conjunto de sinais e sintomas, como dor, estalos, crepitação e limitação da abertura de boca (MANFREDINI et al., 2012). Para cada uma das condições há um método diagnóstico recomendado.

O diagnóstico de DTM é pautado no exame clínico do paciente e associado a exames de imagem. A IRM é considerada o padrão-ouro para diagnosticar alterações estruturais nos componentes moles da articulação temporomandibular (ALMASHRAQI, et al., 2018). De acordo com TONIN et al. (2018), a IRM apresenta acurácia de 95% para o diagnóstico de deslocamento de disco e 93% para alterações na morfologia do disco e alterações ósseas. A identificação precoce dessas alterações é importante para prevenir o agravamento dessas condições.

Imagens por Ressonância Magnética no diagnóstico de cárie

A formação da IRM depende da magnetização dos núcleos de hidrogênio a partir da aplicação de um pulso de RF. Devido ao elevado conteúdo mineral do dente e ao confinamento do fluido nos túbulos dentinários, existem poucos prótons livres, o que consequentemente resulta em um momento magnético ou magnetização fraca, sendo um fator limitante para o diagnóstico de cárie em aparelhos de RM convencionais (LLOYD et al., 2000). Algumas técnicas desenvolvidas buscam superar essas limitações, como é o caso da IRM com tempo de eco ultracurto e varredura de imagem com Transformada de Fourier (IDIYATULLIN, et al., 2011).

A aplicação da IRM para o diagnóstico de cárie é pautada na identificação da estrutura cariada, que é visualizada devido ao aumento da porosidade das

estruturas mineralizadas, ao acúmulo de ácidos provenientes do metabolismo bacteriano e à penetração de saliva. Assim, o tecido cariado apresenta maior quantidade de prótons, o que resulta em maior intensidade do sinal quando comparado com os tecidos sadios circunjacentes (DI NARDO et al., 2018).

No estudo realizado por Bracher et al. (2011), os autores compararam o potencial da IRM, com tempo de eco ultra-curto para o diagnóstico de cárie in vivo, utilizando a radiografia interproximal como padrão-ouro. A IRM apresentou resultado superior ao exame radiográfico, pois todas as lesões visíveis na imagem radiográfica foram identificadas na IRM e 19% das lesões só foram identificadas pela IRM. Esses resultados corroboram as evidências de que a IRM apresenta grande potencial para o diagnóstico de cáries (BRACHER et al., 2011).

Imagens por Ressonância Magnética em Endodontia

A aplicabilidade da IRM em Endodontia vem sendo amplamente estudada devido ao potencial de identificação dos tecidos pulpares, estudo da anatomia radicular e avaliação de lesões periapicais (DI NARDO et al., 2018).

Ploder et al. (2001), utilizando a técnica de RM com uso de contraste, puderam observar a perfusão vascular de dentes após reimplante. O tecido pulpar vital apresentou-se brilhante devido ao hipersinal dessa estrutura. Por outro lado, a falta de contraste foi interpretada como necrose pulpar. A avaliação do suprimento sanguíneo é especialmente importante nos casos de trauma em que ocorre avulsão, seguido de reimplante (PLODER et al., 2001). A literatura recomenda o tratamento endodôntico de dentes com ápice fechado, de 7 a 10 dias após o reimplante (FLORES et al., 2007), dentes com o ápice aberto devem ser acompanhados e tratados endodônticamente caso apresentem sinais de necrose (FLORES et al., 2007). Com a IRM é possível acompanhar o fluxo de revascularização e prevenir intervenções desnecessárias, como demonstrado por Assaf et al. (2015) no estudo prospectivo com 12 dentes permanentes avulsionados, dos quais apenas um precisou de intervenção endodôntica.

A identificação de trincas radiculares também tem sido objeto de estudo, a partir da utilização de bobinas de superfície dentária e do algoritmo da Transformada de Fourier (SWIFT-Sweep Imaging with Fourier Transformation), que permitiram a análise de tecidos duros in vivo, com alta qualidade de imagem. Apesar da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) ser considerada padrão-ouro para a análise de tecidos duros do complexo maxilo-mandibular, esse exame dispõe da radiação ionizante, além disso sofre grande interferência pela produção de artefatos oriundos de materiais metálicos restauradores, o que dificulta o

diagnóstico de trincas e ou fraturas radiculares. No caso da IRM, o preenchimento dessas rachaduras por fluidos, cria um contraste positivo e a observação detalhada dessa condição (IDIYATULLIN et al., 2016).

Imagens por Ressonância Magnética para avaliação de Processos Patológicos

Diversas lesões podem acometer o sistema estomatognático, como os cistos e tumores e as técnicas de diagnóstico por imagem são muito importantes para complementar e auxiliar o diagnóstico correto (PINTO et al., 2016). A IRM é a modalidade de escolha para o diagnóstico de tumores, pois exibe um bom contraste entre tecidos normais e anormais, além de possibilitar a identificação do conteúdo da lesão, a vascularização local e o possível acometimento da cadeia ganglionar (KABALA et al., 1992). Ademais, para os tumores malignos de cabeça e pescoço, a informação sobre o estadiamento e diagnóstico de recidivas, são fundamentais para o planejamento do tratamento, para um melhor prognóstico e menor morbidade para o paciente (BONDT et al., 2007; SARRIÓN et al., 2015).

Juerchott et al. (2018) estabeleceram, a partir de IRM, critérios para a diferenciação de cistos periapicais e granulomas in vivo, tais como a análise das margens da lesão (cistos: bem definidos; granulomas: mal definidos), textura da borda (cistos: borda homogênea; granulomas: borda heterogênea), textura do centro da lesão, envolvimento do tecido circundante (cistos: não envolvem; granulomas: envolvem), espessura máxima da margem da lesão, dentre outros. Do total, seis critérios foram capazes de diferenciar adequadamente as lesões após comparação com o resultado histopatológico, fornecendo um impacto clínico relevante, pois o tratamento é específico para cada condição. No entanto, com a IRM, não foi possível determinar o tipo de cisto.

Imagens por Ressonância Magnética para avaliação periodontal

A IRM também tem sido estudada como ferramenta de diagnóstico dos tecidos periodontais, avaliando a integridade do espaço periodontal e da cortical alveolar, além de possibilitar a identificação de inflamação nos tecidos de suporte periodontais (GAUDINO et al., 2011). Esse método de imagem auxilia no reconhecimento de lesões periodontais mais precocemente que as radiografias, uma vez que permite a visualização de tecidos moles inflamados com alta precisão (GAUDINO et al., 2011; GEIBEL et al., 2015; GRADL et al., 2016).

Ruetters et al. (2018) avaliaram a concordância entre a IRM e Radiografias Periapicais (RP) na mensuração do suporte ósseo periodontal residual de 21 dentes. Dois avaliadores independentes fizeram a análise das imagens e, como resultado, encontraram uma excelente

concordância intra e interavaliadores para a IRM, bem como para as RP. Foi observada uma forte concordância entre os dois métodos de diagnóstico para avaliar a proporção de suporte ósseo periodontal residual. Assim, a IRM e as RP mostraram altos níveis de confiabilidade e reprodutibilidade.

Imagens por Ressonância Magnética para avaliação do canal mandibular

O feixe neurovascular presente no interior do canal mandibular é composto pelo nervo alveolar inferior, fibras nervosas autônomas, artéria e veia alveolar inferior, e vasos linfáticos. A sua relação com as estruturas adjacentes é de grande interesse para os cirurgiões-dentistas, tanto para cirurgia de dentes não irrompidos como para o planejamento de implantes (AGBAJE et al., 2016). Apesar de não ocorrer com tanta frequência, as injúrias ao feixe neurovascular podem estar presentes e em função disso, a correta avaliação imaginológica pré-cirúrgica se faz necessária para o planejamento seguro e consequentemente prognóstico mais favorável (FERRETI et al., 2009). A indicação da IRM para esse fim ainda não é rotina na clínica odontológica, tanto pelo custo como pelo longo tempo de aquisição da imagem.

A TCFC é o exame de escolha para avaliação das estruturas mineralizadas, inclusive das corticais ósseas do canal mandibular. No entanto, nem sempre é possível acompanhar todo o seu trajeto, devido a diferentes densidades ósseas e variações anatômicas. Com a IRM, visualiza-se o feixe neurovascular em toda a sua extensão, de forma acurada (EGGERS et al., 2005).

Imagens por Ressonância Magnética para avaliação do seio maxilar

A IRM também apresenta potencial para ser utilizada na análise dos seios maxilares. Tanto a IRM como a tomografia computadorizada (TC) são considerados métodos padrão-ouro na descrição e avaliação da complexa anatomia dos seios maxilares (SACCUCCI et al., 2015; RANI et al., 2017).

As medidas dos seios maxilares também são utilizadas pelas ciências forenses como método preditivo de idade e sexo, pois são consideradas indicadores confiáveis (JASIM et al., 2013; KANTHEM et al., 2015; RANI et al., 2017).

Além disso, também é possível obter modelos tridimensionais a partir da IRM, como demonstrado por Andersen et al. (2018), que avaliaram a precisão da segmentação dos seios maxilares pela técnica de IRM. A construção desses modelos é especialmente útil como ferramenta de diagnóstico, planejamento cirúrgico e simulações.

DISCUSSÃO

No presente estudo foram encontrados trabalhos que avaliaram a aplicabilidade da IRM na Odontologia nos últimos anos. Isso está relacionado ao fato de que os exames de imagem mais utilizados na rotina da clínica odontológica estão limitados aos exames radiográficos, como radiografias periapicais intraorais e panorâmicas extraorais, além dos exames tomográficos. Esses métodos de imagem auxiliam no diagnóstico das alterações dos tecidos duros e periodontais, porém carecem de informações sobre os tecidos moles (SCHARA et al., 2009; RUETTERS et al., 2018). Assim, em vários campos da Odontologia, os exames de IRM estão sendo introduzidos como uma outra ferramenta de diagnóstico (GEIBEL et al., 2015; GRADL et al., 2016).

Nos últimos anos, diversos estudos avaliaram a aplicabilidade da IRM em Odontologia. As principais indicações incluíam a análise do complexo temporomandibular e diagnóstico de processos patológicos (NIRAJ et al., 2016; ALMASHRAQI et al., 2018). Estudos recentes apontam que o desenvolvimento de novas tecnologias em RM, como bobinas dedicadas, varredura com Transformada de Fourier e tempo de eco ultra-curto permitem uma melhor qualidade da imagem e a possibilidade de formação de imagens mesmo de tecidos duros (GRADL et al., 2016; IDIYATULLIN, et al., 2011). Com isso, várias especialidades poderão se beneficiar desta técnica, que possui como principais vantagens, a não utilização de radiação e o excelente contraste em tecidos moles.

A IRM provou ser uma importante ferramenta no diagnóstico de cárie, na avaliação endodôntica, periodontal e do canal mandibular, além do estudo dos seios maxilares (PLODER et al., 2001; EGGERS et al., 2005; BRACHER et al., 2011; GAUDINO et al., 2011; IDIYATULLIN et al., 2016; ANDERSEN et al., 2018). O surgimento de novas áreas para aplicação das IRM em Odontologia vai ao encontro da necessidade de utilizar métodos de imagem seguros e livres de radiação, pois se sabe que a radiação ionizante pode, em última análise, aumentar o risco de câncer (YEH & CHEN, 2018).

A IRM é o padrão-ouro para o diagnóstico de DTM, em função da correta visualização do disco articular. Tonin et al. (2018) revelaram elevada acurácia da IRM para o diagnóstico de deslocamento de disco, de alterações na morfologia discal e de alterações ósseas. Em patologia oral, este exame tornou-se fundamental não só para o diagnóstico, mas para estimar o prognóstico do paciente. Conforme descrito por Bondt et al. (2007), a identificação do envolvimento de um nódulo linfático por tumor maligno piora o prognóstico do paciente em 50%. Esse conhecimento é fundamental para pautar novas possibilidades de tratamento. Estudos comparativos demonstraram que a IRM apresenta, no mínimo, resultados semelhantes aos observados nos métodos tradicionais de imagem (CURTIN et al., 1998; BONDT et al., 2007).

Bracher et al. (2011), avaliando a capacidade de diagnosticar lesões de cárie por meio de IRM, com tempo de eco ultracurto, em comparação com a radiografia interproximal, encontraram acurácia superior da IRM, especialmente na identificação de cárie secundária, que pode ficar mascarada pela geometria da projeção dos raios X e por estruturas adjacentes.

Ruetters et al. (2018) mensuraram o suporte ósseo periodontal residual de 21 dentes, a partir da técnica de IRM e RP e encontraram altos níveis de confiabilidade e reprodutibilidade para ambas as técnicas. Algumas indicações clínicas são muito inovadoras, como é o caso da avaliação da perfusão vascular em dentes reimplantados após avulsão (PLODER et al., 2001). Não se tem conhecimento até o momento, de outra técnica realizada in vivo, capaz de avaliar a vascularização da estrutura dentária. A IRM apresenta-se, assim, como uma técnica bastante promissora para a Odontologia.

CONCLUSÃO

A IRM apresenta enorme potencial para o diagnóstico de diversas condições na Odontologia. Porém, um dos grandes desafios é a formação de imagens de estruturas tão pequenas, complexas e mineralizadas, como são as estruturas dentárias. Muitos dos métodos descritos na literatura foram usados no campo da pesquisa e até o momento não foram transferidos para a rotina clínica. Além disso, o alto custo do equipamento e o longo tempo de aquisição, ainda são desafios para tornar a IRM mais acessível ao Cirurgião-Dentista.

REFERÊNCIAS

AGBAJE, J. et al. Tracking of the inferior alveolar nerve: its implication in surgical planning. **Clinical Oral Investigations**, v. 21, n. 9, nov. 2016.

ALMASHRAQI, A.A. et al. An MRI evaluation of the effects of qat chewing habit on the temporomandibular joint. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, v. 126, n. 3, p. 272-282, set. 2018.

ANDERSEN, T.N. et al. Accuracy and precision of manual segmentation of the maxillary sinus in MR images—a method study. **The British Journal of Radiology**, v. 91, n. 1085, mar. 2018.

ASSAF, A.T. et al. Early detection of pulp necrosis and dental vitality after traumatic dental injuries in children and adolescents by 3-Tesla magnetic resonance imaging. **Journal of Cranio-Maxillo Facial Surgery**, v. 43, n. 7, p.1088-1093, set. 2015.

BRACHER, A.K. et al. Feasibility of ultra-Short echo time (UTE) magnetic resonance imaging for identification of carious lesions. **Magnetic Resonance in Medicine**, v. 66, n. 2, p. 538-545, fev. 2011.

BONDT, R.B.J. et al. Detection of lymph node metastases in head and neck cancer: A meta-analysis comparing US, USGFNAC, CT and MR imaging. **European journal of radiology**, v. 64, p. 266-272, nov. 2007.

DI NARDO, D. et al. Nuclear magnetic resonance imaging in endodontics: a review. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 4, p. 536 - 542, abr. 2018.

EGGERS, G. et al. Geometric accuracy of magnetic resonance imaging of the mandibular nerve. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 34, p. 285-291, set. 2005.

FERRETTI, F., MALVENTI, M., MALASOMA, R. Dental magnetic resonance imaging: study of impacted mandibular third molars. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 38, p. 387-392, set. 2009.

FLORES, M.T. et al. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. II. Avulsion of permanent teeth. **Dental traumatology**, v. 23, n. 3, p. 130-136, jun. 2007.

GAUDINO, C. et al. MR-Imaging of teeth and periodontal apparatus: an experimental study comparing high-resolution MRI with MDCT and CBCT. **European Radiology**, v.21, n. 12, p. 2575-2583, jul. 2011.

GEIBEL, M.A. et al. Assessment of Apical Periodontitis by MRI: A Feasibility Study. **Fortschr Rontgenstr**, v.187, n.4, p.269-275, abr. 2015.

GRADL, J. et al. Application of a dedicated surface coil in dental MRI provides superior image quality in comparison with a standard coil. **Clinical Neuroradiology**, n. 27, p. 371-378, set. 2016.

HAYAKAWA, Y. et al. An approach for three-dimensional visualization using high-resolution MRI of the temporomandibular joint. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 36, p.341-347, set. 2007.

IDIYATULLIN, D. et al. Dental MRI: making the invisible visible. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 6, p. 745-752, jun. 2011.

IDIYATULLIN, D. et al. Role of MRI for detecting micro cracks in teeth. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 45, n. 7, set. 2016.

JASIM, H.H.; AL-TAEI, J.A. Computed tomographic measurement of maxillary sinus volume and dimension in correlation to the age and gender (comparative study among individuals with dentate and edentulous maxilla). **Journal of Baghdad College of Dentistry**, v. 25, p.87-93, mar. 2013.

JUERCHOTT, A. et al. Differentiation of periapical granulomas and cysts by using dental MRI: a pilot study. **International Journal of Oral Science**, v. 10, n.17, mai. 2018.

- KABALA, B.J.; GODDARD, P.; COOK, P. Magnetic resonance imaging of extracranial head and neck tumours. **The British Journal of Radiology**, v. 65, n. 773, p. 375-383, mai. 1992.
- KANTHEM, R.K. et al. Sex determination using maxillary sinus. **Journal of Forensic Dental Sciences**, v. 7, p.163-167, mai. 2015.
- LAUTERBUR, P.C. Image formation by induced local interactions: examples employing nuclear magnetic resonance. **Nature**, v. 242, n. 16, p. 190-191, mar. 1973.
- LLOYD, C.H. et al. Application of magnetic resonance microimaging to the study of dental caries. **Caries Research**, v. 34, n. 1, p. 53-58, jan-fev. 2000.
- MANFREDINI, D. et al. Distribution of diagnoses in a population of patients with temporomandibular disorders. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 114, n. 5, p. 35-41, nov. 2012.
- NIRAJ, L.K. et al. MRI in Dentistry- a future towards radiation free imaging – systematic review. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 10, n. 10, p. ZE14-ZE19, out. 2016.
- PINTO, A.S.B. et al. Value of magnetic resonance imaging for diagnosis of dentigerous cyst. **Case Reports in Dentistry**, p. 1-6, set. 2016.
- PLODER, O. et al. Reperfusion of autotransplanted teeth—comparison of clinical measurements by means of dental magnetic resonance imaging. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 92, p. 335-340, set. 2001.
- RANI, S.U. et al. Age and gender assessment through three-dimensional morphometric analysis of maxillary sinus using magnetic resonance imaging. **Journal Forensic Dental Sciences**, v. 9, n. 1, p. 46, jan-abr. 2017.
- RUETTERS, M. et al. Dental magnetic resonance imaging for periodontal indication – a new approach of imaging residual periodontal bone support. **Acta Odontologica Scandinavica**, n. 29, p. 1-6, ago.2018.
- SACCUCCI, M. et al. Gender assessment through three-dimensional analysis of maxillary sinuses by means of cone beam computed tomography. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v. 19, n. 2, p.185-193. 2015.
- SARRIÓN, M.G. et al. Utility of imaging techniques in the diagnosis of oral cancer. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v. 43, n. 9, p. 1880-1894, nov. 2015.
- TALMACEANU, D. et al. Imaging modalities for temporomandibular joint disorders: an update. **Clujul Medical**, v.91, n.3, p.280-287, jul. 2018.
- TONIN, R.H. et al. Correlation between age, gender, and the number of diagnoses of temporomandibular disorders through magnetic resonance imaging: A retrospective observational study. **The Journal of Craniomandibular & Sleep Practice**, v. 28, p. 1-9, mai. 2018.
- TYMOFIYEVA, O. et al. Influence of dental materials on dental MRI. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 42, n.6, p.1-9, abr. 2013
- van LUIJK, J.A. NMR: Dental imaging without x-rays? **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 52, n. 3, p. 321-324, set. 1981.
- YEH, J.K.; CHEN, C.H. Estimated radiation risk of cancer from dental cone-beam computed tomography imaging in orthodontics patients. **BMC Oral Health**, v. 18, n.1, p. 131, dez. 2018.

● Celso Neiva Campos¹,
Alloma de Souza Oliveira
Campos²,
Michelle da Conceição Bellei²

¹ Departamento de Clínica
Odontológica, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal
de Juiz de Fora – Juiz de Fora, MG

² Programa de Pós-Graduação
em Odontologia, Faculdade de
Odontologia, Universidade Federal
de Juiz de Fora – Juiz de Fora, MG

✉ **Celso Campos**
Rua Lindalva de Paula Ribeiro,
240
Bosque Imperial
CEP: 36036-466
Juiz de Fora - MG
📧 cncampos@terra.com.br

RESUMO

A Endodontia é a especialidade da Odontologia que cuida da prevenção, diagnóstico e tratamento das afecções que acometem a polpa dental, a cavidade endodôntica e os tecidos periodontais adjacentes. O tratamento endodôntico, considerado complexo e desgastante para o paciente e operador, durante anos vem sendo foco de atenção para estudiosos da área e indústria especializada. O objetivo deste estudo de revisão de literatura foi apresentar, de forma sucinta, a evolução tecnológica dedicada à Endodontia nas últimas décadas e suas consequências na atualidade. Muitos foram os estudos que acarretaram no desenvolvimento de aparelhos, instrumentos, materiais e técnicas hoje utilizadas visando a simplificação, agilização e aumento da taxa de sucesso do tratamento endodôntico. Entre os principais incrementos na Endodontia podemos citar os modernos instrumentos endodônticos, os sofisticados motores e aparelhos controlados eletronicamente e alguns materiais. Esses, modificaram significativamente a forma de realizar algumas etapas do tratamento como a odontometria, o preparo químico-mecânico, a obturação, o reparo de perfurações e, ainda, o diagnóstico por imagem, tornando a Endodontia mais segura, eficiente, rápida, com maior previsibilidade e menos cansativa para profissional e paciente.

Palavras-chave: endodontia, desenvolvimento tecnológico, tratamento do canal radicular, automação

ABSTRACT

Endodontics is the specialty of Dentistry concerned with prevention, diagnostics and treatment of affections of the dental pulp, endodontic cavity and the adjacent periodontal tissues. Endodontic treatment, considered complex and exhausting for the patient and operator, has for years been the focus of attention of scholars in this area of expertise and specialized industry. The purpose of this literature review study was to present, succinctly, the technological evolution dedicated to endodontics in the last decades and their consequences at the present time. Many studies have led to the development of devices, instruments, materials and techniques used today to simplify, streamline and increase the success rate of endodontic treatment. Among the main improvements in endodontics, we can mention the modern endodontic instruments, sophisticated motors, electronically-controlled devices and some materials. These significantly modified the way to perform some treatment steps, such as odontometry, chemo-mechanical preparation, filling, perforation repair, and imaging diagnosis, making endodontics safer, more efficient, faster, with greater predictability and less tiring for the professional and patient.

Keywords: endodontics, technological development, root canal therapy, automation

Submetido: 29/11/2018
Aceito: 31/12/2018



INTRODUÇÃO

A Endodontia é a especialidade da Odontologia que cuida da prevenção, diagnóstico e tratamento das afecções que acometem a polpa dental, a cavidade endodôntica e os tecidos periodontais adjacentes. O tratamento dos canais radiculares, meio utilizado para cuidar dessas afecções, sempre foi considerado como de grande complexidade e delonga, exigindo do operador muita habilidade, paciência e persistência. Tal característica deve-se principalmente ao fato dos canais radiculares apresentarem, na maioria dos casos, anatomia complexa, com curvaturas, atresias, ramificações e calcificações, associada à impossibilidade de visualização de sua extensão, o que sempre foi feito, com muitas limitações, por meio das radiografias periapicais (SEMAAN, et al., 2009).

Desde o início do século passado até os anos 90, a Endodontia seguia desenvolvendo-se, técnica e cientificamente no sentido de minimizar essas dificuldades, mas com resultados pouco significativos. Considerada como a fase mais trabalhosa do tratamento endodôntico, a instrumentação ou preparo dos canais radiculares sempre esteve em foco entre as pesquisas (HULSMANN; PETERS; DUMMER, 2005). Em 1961, Ingle propôs a padronização dos instrumentos endodônticos, antes fabricados em aço carbono e posteriormente em aço inoxidável, um grande passo para a indústria especializada. Durante esse tempo as limas endodônticas sofreram alterações em suas configurações, seja no design (HASSAN; ROSHDY; ISSA, 2018), na lâmina de corte, formato da ponta, seção transversal da haste e conicidade (KUZKANANI, 2018).

Incansáveis, sempre foram os esforços na busca de métodos e técnicas que promovessem uma eficiente desinfecção do sistema de canais radiculares, fator fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico, assim como estudos sobre materiais, biocompatibilidade e microbiologia (KISHEN et al., 2016).

Nas últimas três décadas, aproximadamente, as pesquisas e a dedicação no desenvolvimento de novas tecnologias permitiram uma evolução significativa da Endodontia, revolucionando os métodos e técnicas tanto para tratar o canal radicular, quanto para sua visualização e diagnóstico por imagem (TORABINEJAD et al., 1995). Nesse âmbito, as limas de liga de níquel-titânio (NiTi) e suas variáveis, altamente flexíveis, os diferentes sistemas motorizados de instrumentação de canais radiculares, os localizadores apicais eletrônicos, a terapia fotodinâmica, a tomografia computadorizada de feixe cônico, cimento MTA, o uso do microscópio e a irrigação ultrassônica.

Destarte, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura abordando alguns destes avanços tecnológicos e suas respectivas contribuições e tendências no preparo do sistema de canais radiculares.

REVISÃO DE LITERATURA

Instrumentação dos canais radiculares

Até o final da década de 80, muitos foram esforços e estudos sobre aparelhos, instrumentos e técnicas para instrumentação dos canais radiculares, todavia, não podemos destacar nenhum que represente um marco nesta difícil e importante etapa do tratamento endodôntico. Alguns tiveram destaque e mantêm sua importância até a atualidade como a padronização dos instrumentos (limas) manuais por Ingle (1961). Entretanto, um grande avanço, foi dado pela introdução dos instrumentos de NiTi (WALIA et al., 1988), que conferem até três vezes mais flexibilidade às limas, assim como maior resistência à fratura em relação às de aço inoxidável, que eram utilizadas na época e, por sua vez, substituíram os instrumentos em aço carbono (HULSMANN; PETERS; DUMMER, 2005).

Desde então, houve uma evolução na mecanização do preparo do sistema de canais radiculares (SCR) com desenvolvimento rápido de várias gerações de instrumentos e equipamentos pela indústria como a inserção do movimento rotatório em limas de NiTi logo em seguida, em 1994, por Johnson e McSpadden, (HAAPASALO; SHEN, 2013). Destes sistemas de instrumentos, fazem parte o ProTaper® (Dentisply/Maillefer), sistema K3® (Sybron Keer), Quantec®, EndoSequence® e BioRace® (KUZKANANI, 2018).

Em 2007, a liga de NiTi, por meio de um tratamento térmico, evoluiu para a liga denominada M-wire, que resultou em melhorias na resistência à fadiga dos instrumentos proporcionando mais segurança em relação à fratura durante o preparo mecânico (KUZKANANI, 2018). Dentre eles pode-se destacar o Profile Vortex. Em 2008, Ghassan Yared iniciou um trabalho preliminar utilizando o instrumento ProTaper F2 em movimento recíprocante, na tentativa de otimizar um único instrumento a modelar qualquer tipo de canal (YARED, 2008). Porém, era necessária uma mudança na forma do instrumento para esse tipo de movimentação, definido como um movimento repetitivo de ida e volta, nos sentidos horário e anti-horário (HAAPASALO; SHEN, 2013). Em 2010, foi a vez da liga CM-Wire, que tinha como característica maior flexibilidade e memória de forma, como o HyFlex CM e o K3FX. Assim, em 2011, foram inseridas no mercado as limas com conceito de uso único, WaveOne (Dentisply) e Reciproc (VDW), ambas de liga M-wire e movimento recíprocante. Com o avanço da instrumentação mecanizada, houve a necessidade da criação do chamado Glide Path, definido como um pré-alargamento do canal radicular antes da instrumentação mecanizada para manter o formato original do canal e diminuir erros de instrumentação, como transporte apical e descentralização apical (HULSMANN; PETERS; DUMMER, 2005).

A partir de então surgiram inúmeros instrumentos com movimentação rotatória e recíproca e até mesmo instrumentos com formato e tipo de movimento diferentes, como exemplos, o Self Adjusting File (SAF) (HAAPASALO; SHEN, 2013), o OneShape, instrumento único em movimento rotatório, Revo-S e XP-endo Shaper (FKG Dentaire), recém lançada no mercado com movimento contínuo e mudança de fase de acordo com a temperatura (HASSAN; ROSHDY; ISSA, 2018; KUZEKANANI, 2018).

Para realizar o preparo químico-mecânico do canal radicular é de suma importância estabelecer um comprimento de trabalho (CT), que sempre foi realizado por meio de radiografias periapicais. Este método acarretava em muitas dúvidas quanto ao verdadeiro ponto onde devia-se estabelecer o limite apical da instrumentação. Durante anos, a comunidade científica discutiu sobre esse limite, sempre gerando muitas discussões. (GORDON; CHANDLER, 2004).

O primeiro localizador apical eletrônico foi desenvolvido por Sunada (1962), seguido pela evolução de quatro gerações de equipamentos até os dias atuais (OTHEEM et al., 2018). Os representantes mais conhecidos da primeira geração foram Exact-A-Pex®, Endometer®, Neosono D®, Neosono M®, Foramatron® (O'NEILL, 1974); da segunda geração foi o Endocater®; da quarta geração, o Root ZX (J. Morita, Kyoto, Japan). Os primeiros aparelhos apresentavam limitações quanto à precisão das mensurações devido à presença de fluidos, de tecido pulpar e da necessidade de isolamento do instrumento endodôntico durante a medição (GORDON; CHANDLER, 2004). Também se tornaram conhecidos o Root ZX mini (J. Morita Corporation), de quinta geração, e o Apex ID (SybronEndo) e CanalPro (ColteneEndo), de sexta geração. O uso do localizador eletrônico evita consequências desagradáveis como formação de degraus nas paredes dos canais, assim como instrumentação e obturação inadequadas, perfuração radicular e sintomatologia pós-operatória (FERREIRA; FRONER; BERNARDINELLI, 1998). Além disso, o uso da radiografia é limitado, já que a precisão da constrição apical é difícil de ser encontrada pela bidimensionalidade das radiografias periapicais (FERREIRA; FRONER; BERNARDINELLI, 1998; GORDON; CHANDLER, 2004; OTHEEM et al., 2018).

Desinfecção dos canais radiculares

A desinfecção dos canais radiculares consiste na etapa que complementa a parte mecânica do preparo e modelagem do sistema de canais radiculares (SCR), visto que permite a limpeza também das áreas não tocadas pelos instrumentos (CESARIO et al., 2018). Porém, esta etapa pode apresentar algumas dificuldades que podem ser minimizadas através do meio utilizado para a desinfecção. Uma dessas dificuldades é a formação de

smear layer, que impede o contato do irrigante nas paredes do canal (CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ, 1989) e sua ação para o interior dos túbulos dentinários; a permanência de micro-organismos, seja por complexidade anatômica ou pela irrigação inadequada; e o vapor lock, que corresponde ao ar preso na porção apical do SCR (GU et al., 2009). O uso alternado do hipoclorito de sódio (NaOCl) e o ácido etilendiaminotetracético (EDTA) tem sido recomendado pela eficiência de sua ação nas paredes do canal como desproteinizante e na remoção de smear layer (CIUCCHI; KHETTABI; HOLZ, 1989).

A irrigação convencional, realizada manualmente através de agulhas/seringas/cânulas, mesmo sendo amplamente aceita e utilizada no dia a dia clínico pela relação custo/benefício e pela segurança ao apresentar menos risco de extravasamento de irrigante aos tecidos periapicais, mostra falhas pelo fluxo do irrigante não se estender muito além da ponta da agulha, o que fomentou pesquisas e tecnologias para melhorar a qualidade e efetividade do preparo químico do SCR (GU et al., 2009).

Durante a década de 1990, foram inseridos no mercado métodos alternativos para o desbridamento do SCR, onde os dividimos em dois modos de ação: técnica de agitação de irrigantes manual e técnica de agitação de irrigantes de forma mecanizada. Dentre as técnicas manuais temos a irrigação convencional, com agulhas/cânulas; as escovas para canal radicular (GU et al., 2009), como a Endobrush (C&S Microinstruments Ltd, Markham, Ontario, Canada) e Navitip FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT); e a agitação mecânica manual, realizada pela ativação através de guta-percha ajustada ao forame apical. Dentre a técnica de agitação de irrigante de forma mecanizada, temos as escovas rotatórias, como o Ruddlebrush e o Canalbrush (Coltene Whaledent); a irrigação através do movimento rotatório, como o Quantec-E (SybronEndo), XP-endo finisher (FKG Dentaire) e Easy Clean (Easy Dental Equipment); pelo Sonic, com EndoActivator e o Rispisonic (Medidenta International); pelo Ultrasonic, com movimento contínuo (UI – ultrasonic irrigation) ou intermitente (PUI – Passive Ultrasonic Irrigation); e pelo dispositivo de alternância de pressão, com o EndoVac e o RinsEndo (Durr Dental).

A irrigação passiva ultrassônica (PUI) obteve destaque, já que grande parte dos estudos apontaram para uma eficácia superior àquela apresentada pela irrigação passiva convencional por seringa/agulha na remoção de restos de tecido pulpar e smear layer (SABINS; JOHNSON; HELLSTEIN, 2003; CESARIO et al., 2018). Nesta técnica, o irrigante é introduzido no SCR pela irrigação passiva seringa/agulha e ativado com o uso de um instrumento oscilante ultrassônico. A eficácia desta técnica se deve à agitação do irrigante e seu volume serem muito maiores do que na técnica convencional (LEE; WU; WESSELINK, 2004).

Além destes, merece destaque na desinfecção dos canais radiculares a terapia fotodinâmica (PDT

- Photodynamic Therapy) que é baseada no agente fotossensibilizante não tóxico, conhecido como fotossensibilizador, que quando ativado por uma luz, gera radicais livres citotóxicos às células do tecido alvo (DOUGHERTY et al., 1998). A PDT é um novo método que objetiva aumentar a eficácia da desinfecção de canais radiculares, através da irradiação com laser de baixa intensidade, por uma fibra ótica introduzida nos canais radiculares previamente corados pelo fotossensibilizador, geralmente o azul de metileno. Isso leva à ruptura das paredes celulares bacterianas e à destruição dos microorganismos (LACERDA et al., 2016). O primeiro laser designado especificamente à odontologia foi introduzido em 1989 e uma variedade de lasers são descritos, como o laser de dióxido de carbono, Laser Nd:YAG; Er:YAG e Er:YSGG, Argon, Krypton e o laser diodo, sendo o último o mais utilizado na Endodontia (MARKOVIĆ et al., 2015). Alguns estudos concluíram que a PDT pode ser um adjunto ao tratamento químico-mecânico convencional, pela redução microbiana no interior dos canais radiculares, principalmente de bactérias gram-positivas, que são os microbiotas mais resistentes e presentes no insucesso da terapia endodôntica (LACERDA et al., 2016; MARKOVIĆ et al., 2015).

Diagnóstico por imagem

Várias modalidades de captura de imagens são utilizadas na Endodontia clínica atual, como a radiografia convencional, a radiografia digital e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). A radiografia convencional possui como características a bidimensionalidade, ser dependente do fator de exposição, processamento químico e filme intraoral (KISHEN et al., 2016). As radiografias digitais surgiram na década de 80, trazendo melhorias em relação ao sistema anterior, como diminuição da exposição do paciente à radiação, capacidade de interpretação imediata da imagem, facilidade para arquivar e compartilhar as imagens, manipulação das imagens para melhoria das propriedades como contraste e brilho no programa computacional, e eliminação da etapa de processamento químico (KISHEN et al., 2016). Os sistemas de captura digital incluem sensores eletrônicos digitais e são criados por um dispositivo de carga acoplada (CCD) ou um semicondutor complementar de óxido de metal (CMOS), enquanto os sistemas indiretos usam placa de fósforo fotoestimulável (PSP) (KISHEN et al., 2016).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) foi introduzida na área odontológica através do estudo preliminar de Mozzo et al. (1998) chamado NewTom-9000, onde relataram alta acurácia das imagens, assim como baixa dosagem em relação à tomografia computadorizada convencional. Além disso, proporciona uma imagem tridimensional, com pouca distorção e facilita a interpretação, diagnóstico e prognóstico (BAHCALL, 2015; KISHEN et al., 2016). Agregou uma série de benefícios à Endodontia como

visualização de fraturas radiculares (DE MARTIN E SILVA et al., 2018), reabsorções interna e externa, extensão de lesões periapicais, proximidade com seio maxilar, desvios e perfurações. A TCFC não é uma substituta das radiografias convencionais e digitais, mas sim um exame complementar quando houver limitação para as radiografias periapicais (VERNER et al., 2017; BAHCALL, 2015). Todavia, ela também apresenta limitações, como dificuldade de visualização das imagens na presença de artefatos metálicos (DE MARTIN E SILVA et al., 2018) e menor resolução de imagem em comparação às radiografias periapicais (KISHEN et al., 2016).

O microscópio eletrônico é um equipamento complementar de diagnóstico clínico por meio da magnificação de imagem da área tratada, que permite a identificação das estruturas com maior precisão e a realização de tratamentos com maior previsibilidade (TANG; LI; YIN; 2010; PECORA; PECORA; 2015). Ele também auxilia na localização de canais radiculares calcificados, na visualização de linhas finas de fraturas verticais ou trincas, na detecção de microinfiltrações, além de permitir cavidades de acesso com menor amplitude (TANG; LI; YIN; 2010).

Material reparador

Durante várias décadas, muitos materiais foram desenvolvidos para a Endodontia, mas cabe destaque especial ao agregado trióxido mineral, mais conhecido como MTA (Mineral Trioxide Aggregate). Ele foi desenvolvido na Universidade Loma Linda na década de noventa e patenteado por Torabinejad et al (1995). Logo recebeu a aceitação pela Federal Drug Administration (FDA) dos EUA e tornou-se comercialmente disponível como ProRoot MTA (Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, EUA). Até recentemente, duas formas comerciais de MTA estavam disponíveis (ProRoot MTA) nas formas cinza ou branca (CAMILLERI; FORD, 2006).

O MTA é derivado de um composto original do cimento Portland. Embora esse composto seja similar em alguns aspectos, o cimento Portland e o cimento odontológico não são idênticos. O MTA passa por processamento e purificação adicionais. Os produtos MTA, quando comparados aos cimentos Portland, têm um tamanho médio de partícula menor e contêm menos metais pesados tóxicos (ISLAM, CHNG e YAP, 2006).

Sua criação foi um passo importante para a Endodontia, visto que muitos problemas de origem patológica ou iatrogênica, como por exemplo, as perfurações radiculares, passaram a ser possivelmente solucionáveis com o advento deste cimento endodôntico (TORABINEJAD et al., 1995). Alguns estudos (TORABINEJAD et al., 1995; TANG; LI; YIN; 2010) mostraram as características positivas do MTA. Várias propriedades são de grande valia para o resultado desejável no uso desse cimento. Destacam-se a biocompatibilidade, bioatividade, hidrofiliabilidade (uso na

presença de umidade), radiopacidade e baixa solubilidade. A alta biocompatibilidade estimula respostas ótimas de cura. Isso tem sido observado histologicamente com a formação de novo cimento na área dos tecidos perirradiculares, ou seja, ocorre a indução de reparo tecidual mineralizado e uma baixa resposta inflamatória com formação de ponte no espaço pulpar (TORABINEJAD et al., 1995).

Atualmente, o MTA tem sua indicação voltada principalmente para as reabsorções perforantes, fechamentos apicais, retro-obturações nas cirurgias parendodônticas, apesificações, assim como nos recentes tratamentos por Endodontia regenerativa (TANG; LI; YIN; 2010).

Obturação dos canais radiculares

O objetivo da obturação dos canais radiculares é promover um ambiente que impede a proliferação e crescimento de bactérias residuais e inibir o aparecimento de novas bactérias (CATHRO; LOVE, 2003). A técnica de cone único e a técnica da condensação lateral e vertical são técnicas pioneiras na Endodontia e utilizadas até os dias de hoje (SCHILDER, 1967). Mas, devido às suas limitações, passaram por modificações com objetivo de cumprir as necessidades de um bom resultado para o preenchimento correto do SCR.

O compactador de McSpadden foi uma destas modificações introduzido em 1978 (MCSPADDEN, 1980), que corresponde a um instrumento de aço inoxidável que utiliza energia friccional através do movimento rotatório para aquecer a guta-percha e compactá-la apicalmente. Porém, é um instrumento propenso à fratura e pode extravasar material obturador com facilidade através do ápice (CATHRO; LOVE, 2003). A técnica híbrida de Tagger e a técnica híbrida de Tagger modificada, utilizando condensadores manuais (TAGGER, 1984), também vieram para aprimorar o conceito de Schilder (1967), onde acreditou-se que o preenchimento tridimensional por todo espaço pulpar, incluindo ramificações, deveria ser atingido.

Buchanan, em 1996, apresentou o System B (Analytic Sybron Dental Specialties, Orange, CS, USA), um aparelho que funciona como um condensador de onda contínua com fonte de calor, com variedade em tamanho de pontas. Outros sistemas obturadores que merecem destaque são o sistema Obtura II, formado por um componente que injeta guta-percha termoplastificada no interior dos canais radiculares a uma temperatura de 150 a 200°C, e o sistema Thermafill, que consiste em um flexível suporte uniformemente revestido por guta-percha aquecida que penetra no interior dos canais radiculares (HARGREAVES; LOUIS, 2011). Ele apresenta como vantagens o curto período para obturação e uma melhor adaptação da guta-percha aquecida à anatomia interna dos canais radiculares (BHANDI; SUBHASH, 2013). Porém, a sobrecarga do canal radicular devido ao aumento do fluxo do material termoplastificado e a contração do material após seu

esfriamento foram relatados como desvantagens desse sistema (CATHRO; LOVE, 2003).

Os sistemas e aparelhos desenvolvidos para obturação dos canais radiculares se mostraram complexos quanto ao manuseio, além do custo elevado do material de reposição. Exceção para o compactador de McSpadden, por se tratar de um instrumento de baixo custo, fácil manuseio e rápida termoplastificação mecânica.

DISCUSSÃO

Atualmente, a humanidade está cercada de tecnologias inovadoras, das mais diferentes formas, visando facilitar nossas tarefas diárias com mais conforto, agilidade, segurança e, às vezes, com menor custo operacional. A Endodontia, assim como a Odontologia, estão inseridas nesse contexto, por meio de uma série de avanços conquistados, principalmente, nas duas últimas décadas.

O grande marco deste salto tecnológico pode ser descrito como a introdução dos sistemas motorizados para instrumentação dos canais radiculares, conjugado ao desenvolvimento de novas ligas metálicas para confecção das limas endodônticas, como as de NiTi e M-Wire (WALIA, 1988; KUZEKANANI, 2018). Dessa associação, surgiu um novo conceito em preparo de canais radiculares, com movimentos automatizados rotatório ou recíprocante, que possibilita uma instrumentação de qualidade com mais segurança e rapidez, principalmente nos casos de canais com curvaturas significativas (HAAPASALO; SHEN, 2013). Todavia, com a redução do tempo de trabalho, impede-se que a substância irrigante permaneça por mais tempo em contato com a superfície radicular. Com objetivo de contornar essa deficiência algumas alternativas foram desenvolvidas e têm sido propostas como a ativação da substância irrigante por vibração sônica ou ultrassônica. Também a terapia fotodinâmica, por meio dos aparelhos de laser de baixa potência, tem sido proposta como adjuvante (LACERDA et al., 2016).

Para um tratamento endodôntico seguro, é de suma importância o respeito ao ligamento periodontal e, para isso, torna-se necessária uma precisão do comprimento de trabalho a ser estabelecido durante o tratamento, o que até a década passada era obtido apenas por meio de radiografias periapicais, que devido a sobreposição de estruturas e distorções é impreciso (KISHEN et al., 2016). Com o advento dos localizadores apicais eletrônicos este procedimento tornou-se rápido, simples e muito mais seguro, devido à sua maior acurácia na determinação do limite apical de instrumentação (OTHEEM et al., 2018), assim como na constatação de canais e perfurações radiculares.

Outro recurso de excelência para a Endodontia foi a TCFC, cada vez mais utilizada, possibilita uma maior segurança no diagnóstico e planejamento de tratamentos clínicos e cirúrgicos (KISHEN et al., 2016). Este recurso, praticamente eliminou a cirurgia parendodôntica exploratória, um procedimento muito comum em casos duvidosos sobre a

origem de problemas endodônticos. Como ferramenta de magnificação de imagem, o microscópio clínico já é utilizado há pelo menos duas décadas. Apesar de sua grande utilidade na visualização da cavidade pulpar, terço cervical do canal e nas cirurgias pararendodônticas (TANG; LI; YIN; 2010; PECORA; PECORA; 2015), ainda possui limitações como o alto custo, versatilidade e impossibilidade de visualização após curvaturas.

Apesar de não ser propriamente um avanço tecnológico, não se pode deixar de citar o MTA, material reparador que mudou o paradigma da Endodontia no que se refere a perfurações, reabsorções radiculares e terapia regenerativa (TANG; LI; YIN; 2010). Todavia, as tecnologias hoje empregadas nas pesquisas que o envolvem têm sido responsáveis pela sua aplicação cada vez mais ampla.

Muitos sistemas e equipamentos como o Obtura II, Thermafill, System B foram inseridos no mercado como novas tecnologias para a obturação dos canais radiculares (BHANDI; SUBHASH, 2013), mas devido ao alto custo, complexidade de manuseio, dificuldade de obtenção de material de reposição, não obtiveram boa adesão junto aos profissionais brasileiros. Para a termoplastificação mecânica da guta-percha hoje tem-se utilizado mais comumente o Compactador de McSpadden e as técnicas de Schilder e Híbrida de Tagger Modificada.

Por fim, pode-se afirmar que foram muitas as conquistas tecnológicas para a Endodontia que agregaram segurança, qualidade, conforto, rapidez, entre tantas outras vantagens para o tratamento endodôntico. Entretanto, cabe a cada um, como profissional da área, e em cada caso específico, considerando riscos, benefícios, vantagens e desvantagens, estabelecer o momento de sua utilização.

CONCLUSÃO

Nos últimos anos houve um significativo avanço tecnológico com consequente transformação na Endodontia, tanto no desenvolvimento de novas técnicas, com a introdução de aparelhos quanto de novos materiais. Tais avanços reduziram drasticamente o tempo operatório do tratamento, gerando maior conforto para o paciente e menor estresse para o profissional. Ressalta-se que a tecnologia deve ser utilizada com bom senso e demanda conhecimento e treinamento do profissional antes de utilizá-las.

REFERÊNCIAS

BAHCALL, J. Today's endodontic therapy driven by advances in technology, changes in thinking. **Compendium**, v. 36, n. 5, p. 378-379, may. 2015.

BHANDI, S. H.; SUBHASH, T. S. Comparative evaluation of sealing ability of three newer root canal obturating materials guttaflow, resilon and thermafil: an in vitro study. **Journal of International Oral Health**, v. 5, n. 1, p. 54-65, feb. 2013.

BUCHANAN, L. S. The continuous wave of obturation. **Dentistry Today**, v. 15, n. 1, p. 64-7, jan. 1996.

CAMILLERI, J.; FORD, T.R.P. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. **International Endodontic Journal**, v.39, n. 10, p.747-754, oct. 2006.

CATHRO, P. R.; LOVE, R. M.; Comparison of microseal and system b/ obtura II obturation techniques. **International Endodontic Journal**, v. 36, n. 2, p. 876-882, dec. 2003.

CESARIO, F. et al. Comparisons by microcomputed tomography of the efficiency of diferente irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial groove. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 21, n. 4, p. 383-387, jul./aug. 2018.

CIUCCHI, B.; KHETTABI, M.; HOLZ, J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. **International Endodontic Journal**, v. 22, n. 1, p. 21-28, jan. 1989.

DE MARTIN E SILVA, D. et al. Diagnosis of mesiodistal vertical root fractures in teeth with metal posts: influence of applying filters in cone-beam computed tomography images at different resolutions. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 3, p. 470-474, mar. 2018.

DOUGHERTY, T. J. et al. Photodynamic therapy. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 90, n. 12, p. 889-905, jun. 1998.

FERREIRA, C.; FRONER, I.; BERNARDINELI, N. Utilização de duas técnicas alternativas para localização do forame apical em Endodontia: avaliação clínica e radiográfica. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, v. 12, n. 3, p. 241-246, jul. 1998.

GORDON, M.P.; CHANDLER, N.P. Electronic apex locators. **International Endodontic Journal**, v. 3, n. 7, p. 425-437, jul. 2004.

GU, L.; et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 6, p. 791-804, jun. 2009.

HASSAN, R.; ROSHDY, N.; ISSA, N. Comparison of canal transportation and centering ability of xp shaper, waveone and oneshape: a cone beam computed tomography study of curved root canals. **Acta Odontologica Latinoamericana**, v. 31, n. 1, p. 67-74, jun. 2018.

- HAAPASALO, M.; SHEN, Y. Evolution of nickel-titanium instruments: from past to future. **Endodontic Topics**, v. 29, p. 3-17, nov. 2013.
- HARGREAVES, K.; LOUIS, B. Obturation of the cleaned and shaped root canal system .In: COHEN S; BURNS R. C. **Pathways of Pulp**. 10. ed. St. Louis, MO, USA: Mosby, 2011. p. 349-389.
- HULSMANN, M.; PETERS, O. A.; DUMMER, P. M. H. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. **Endodontic Topics**, v. 10, n. 1, p. 30-76, mar. 2005.
- INGLE, J. I. A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling materials. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 14, n. 1, p. 83-91, jan. 1961.
- ISLAM, I.; CHNG, H. K.; YAP, A. U. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 3, p. 193-197, mar. 2006.
- KISHEN, A. et al. Advances in endodontics: potential applications in clinical practice. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 19, n. 3, p. 199-206, jun. 2016.
- KQIKU, L.; STADTLER, P. Radiographic versus electronic root canal working length determination. **Indian Journal of Dental Research**, v. 22, n. 6, p. 777-780, nov./dec. 2011.
- KUZKANANI, M. Nickel-titanium rotary instruments: development of the single-file systems. **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, v. 8, n. 5, p. 386-390, jun./aug. 2018.
- LACERDA, M. L. S. et al. Evaluation of the dentin changes in teeth subjected to endodontic treatment and photodynamic therapy. **Revista de Odontologia da UNESP**. v. 45, n. 6, p. 339-343, nov./dec. 2016.
- LEE, S. J.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. **International Endodontic Journal**, v. 37, n. 10, p. 672-678, oct. 2004.
- MARKOVIĆ, D.; RAKAŠEVIĆ, D.; TRIŠIĆ, D. Application of high-power diode laser and photodynamic therapy in endodontic treatment - review of the literature. **Balkan Journal of Dental Medicine**, v. 19, n. 2, p. 71-74, jul. 2015.
- MCSPADDEN, J. Self study course for the thermatic condensation of gutta-percha. Toledo, OH, USA: **Ranson and Randolph**, 1980.
- MOZZO, P. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. **European Radiology**, v. 8, p. 1558-1564, jun. 1998.
- O'NEILL, L.J. A clinical evaluation of electronic root canal measurement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, v. 38, n. 3, p. 469-473, sep. 1974.
- OTHEEM, H. A. et al. Comparative analysis of two electronic apex locators in working length determination using stainless steel and nickel titanium hand files in permanent teeth with simulated apical root resorption - An in vitro study. **International Archives of Integrated Medicine**, V. 5, N. 5, p.45-51, apr. 2018.
- PECORA, G.E.; PECORA, C. N. A new dimension in endo surgery: micro endo surgery. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 18, n. 1, p. 7-14, jan./feb. 2015.
- SABINS, R. A.; JOHNSON, J. D.; HELLSTEIN, J. W. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 10, p. 674-678, oct. 2003.
- SCHILDER, H. Filling root canals in three dimensions. **Dental Clinics of North America**, v. 11, p. 723-744, 967.
- SEMAAN, F. S. et al. Endodontia mecanizada: a evolução dos sistemas rotatórios contínuos. **Revista Sul-Brasileira de Odontologia**, v. 6, n. 3, p. 297-309, set. 2009.
- SUNADA, I. New method for measuring the length of the root canal. **Journal of Dental Research**, v. 41, n. 2, p. 375-387, mar. 1962.
- TAGGER, M. et al. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. **Journal of Endodontics**, v. 10, n. 7, p. 299-303, jul. 1984.
- TANG, Y.; LI, X.; YIN, S. Outcomes of MTA as root-end filling in endodontic surgery: a systematic review. **Quintessence International**, v. 41, n. 7, p. 557-566, jul./aug. 2010.
- TORABINEJAD, M. et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **Journal of Endodontics**, v. 21, n. 7, p. 349-353, jul. 1995.
- VERNER, F. S. et al. Influence of cone-beam computed tomography filters on diagnosis of simulated endodontic complications. **International Endodontic Journal**, v. 50, n. 11, p. 1089-1096, nov. 2017.
- WALIA, H.; BRANTLEY, W. A.; GERSTEIN, H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. **Journal o Endodontics**, v. 14, n. 7, p. 346-351, jul. 1988.
- YARED G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **International Endodontic Journal**, v.41, n. 4, p. 339-344, apr. 2008.

Influência de agentes antioxidantes na resistência de união de substratos clareados



Influence of antioxidants on bond strength of bleached dental substrates

• Murilo Baena Lopes¹,
Klissia Romero Felizardo²,
Letícia Cristina Brigantini¹,
Sandrine Bittencourt
Berger¹,
Laísa Araújo Cortines Laxe³,
Luciana Andrea Salvio³

¹ Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, Universidade Norte do Paraná - UNOPAR. Londrina, Paraná

² Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, Universidade Paranaense - UNIPAR. Londrina, Paraná

³ Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, Minas Gerais

✉ **Luciana Salvio**
Rua Sampaio, 346 apto 701
Centro
CEP: 36013-240
Juiz de Fora - MG
✉ luciana.salvio@ufjf.edu.br

Submetido: 30/11/2018
Aceito: 31/12/2018

RESUMO

A busca pela estética tem levado muitos pacientes ao consultório odontológico, sendo o clareamento de dentes vitais alternativa não invasiva, quando comparado à microabrasão, facetas e coroas, além de proporcionar elevado índice de sucesso para o tratamento de dentes escurecidos. Porém, há necessidade de espera de 14-21 dias para a realização de novas restaurações após o clareamento, uma vez que o efeito oxidante nos tecidos dentários pode gerar alterações estruturais no esmalte e redução da resistência de união. Este intervalo de tempo muitas vezes, não condiz com a expectativa dos pacientes, gerando insatisfação. Diante disso, estudos têm sido conduzidos com o objetivo de minimizar ou até mesmo anular o efeito adverso do oxigênio residual, possibilitando a execução pós-clareamento de restaurações adesivas com segurança e eficácia, reduzindo o tempo de espera. Uma das alternativas tem sido a utilização de agentes antioxidantes. Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo revisar a literatura em relação aos agentes antioxidantes utilizados, bem como a eficácia dos mesmos na resistência adesiva de materiais restauradores ao substrato dental clareado. Esta revisão foi realizada através de buscas por artigos científicos, em bases de dados como Scielo, Pubmed/Medline e Cochrane Library, sem limitação de data. Foram abrangidos, no estudo, trabalhos que envolvessem os temas "clareamento dental", "clareadores", "esmalte dentário", "dentina", "antioxidantes" e "resistência à tração", buscando analisar sua relevância clínica e científica. Avaliações que não se enquadravam no assunto principal e respectivos itens avaliados foram excluídas da revisão. Concluiu-se que a utilização de compostos antioxidantes, como o ascorbato de sódio 10% (gel e solução), proantocianidinas, catalase, chá verde 10% e alfa-tocoferol tem demonstrado efetividade na reversão dos valores de resistência de união ao esmalte clareado quando aplicados por 10 minutos (ascorbato em solução e proantocianidinas), 20 minutos (catalase), 60 minutos (chá verde, ascorbato gel e alfa-tocoferol), após o clareamento.

Palavras-chave: antioxidantes, clareamento dental, clareadores, resistência à tração

ABSTRACT

The search for esthetic has led many patients to the dental office, becoming the whitening of vital teeth a noninvasive alternative when compared to microabrasion, veneers and crowns, besides providing high success rate for the treatment of discolored teeth. However, there is a necessity to wait for 14-21 days to carry out new restorations after bleaching, since the oxidizing effect on dental tissues can cause structural changes in the enamel and reduction of bond strength. This time interval often does not match the expectations of patients, causing dissatisfaction. In view of this, studies have been conducted in order to minimize or even cancel the adverse effect of residual oxygen, enabling the post-bleaching performance of adhesive restorations safely and effectively, reducing the waiting time. One of the alternatives has been the use of antioxidant agents. Thus, this study aimed to review the literature in relation to the antioxidant agents used as well as their effectiveness in bond strength of restorative dental materials to the bleached substrates. This review was performed by searching for scientific articles in databases such as Scielo, PubMed / Medline and Cochrane Library, without limitation of date. It was included in the study, researches involving the themes "Tooth whitening", "Bleaching agents", "Enamel", "Dentin", "Antioxidants" and "Tensile Strength", searching to analyze its clinical and scientific relevance. The assessments that did not fit the main subject and adjacent items evaluated were excluded from the review. It can be concluded that the use of antioxidant compounds, such as 10% sodium ascorbate (gel and solution), proanthocyanidins, catalase, 10% green tea and alpha-tocopherol, have shown effectiveness in reversion of the bond strength values to bleached enamel when applied for 10 minutes (ascorbate solution and proanthocyanidins), 20 minutes (catalase), 60 minutes (green tea, gel ascorbate and alpha-tocopherol), after bleaching.

Keywords: antioxidants, tooth whitening, bleaching agents, tensile strength



INTRODUÇÃO

Em Odontologia, o novo padrão estético é representado por dentes brancos, bem contornados e corretamente alinhados. Sendo assim, alterações dentárias que comprometam esse padrão, podem trazer sérias consequências frente a imagem social do paciente. Dependendo do significado emocional que essas alterações têm para o indivíduo, podem mudar suas relações interpessoais, causando profundas mudanças em seus padrões de autoaceitação e autoimagem, com reflexos profundos sobre sua autoestima (TIN-OO; SADDKI; HASSAN, 2011).

As pigmentações dentárias podem ser decorrentes da combinação de fatores extrínsecos e intrínsecos. Os fatores extrínsecos estão associados à permeabilidade do esmalte dental, sendo adquiridas durante a fase pós-eruptiva pela ingestão de substâncias de baixo peso molecular, como café, vinho tinto, chá preto, chimarrão, refrigerantes a base de cola, tabaco, acúmulo de placa e alimentos com corantes (WATTS; ADDY, 2001; JOINER, 2004).

Os fatores intrínsecos estão associados à permeabilidade da dentina, sendo gerados na fase pré-eruptiva em decorrência da excessiva ingestão de determinados medicamentos (tetraciclina e minociclina) durante a maturação do germe dental, assim como a alta ingestão de flúor (WATTS; ADDY, 2001; JOINER, 2004). Além disso, podem estar associados às condições hereditárias e congênitas como hipoplasia de esmalte, amelogênese imperfeita e dentinogênese imperfeita (VISCIO et al., 2000); substâncias usadas no tratamento de canal; traumas dentais que ocasionam hemorragia interna e pigmentação pelos componentes metálicos do amálgama (WATTS; ADDY, 2001; JOINER, 2004).

Com o tempo, os dentes sofrem um processo de escurecimento fisiológico devido à obliteração normal e gradual dos túbulos dentinários, frente à idade cronológica do paciente. Isso faz com que esses túbulos, observados mais amplos em pacientes jovens, tornem-se cada vez mais obliterados, alterando a coloração dentária inicial (JOINER, 2006).

Diante de tais fatores, consolidam o clareamento de dentes vitais como sendo, muitas vezes, o tratamento de primeira escolha frente as alterações de cor em esmalte e/ou dentina (JOINER, 2006; TREDWIN; NAIK; LEWIS; SCULLY, 2006; ALQAHTANI, 2014). Este procedimento visa à utilização de compostos à base de peróxido de hidrogênio e/ou peróxido de carbamida em diferentes apresentações, concentrações e tempos ou formas de aplicação (JOINER, 2006; ALQAHTANI, 2014).

As soluções de peróxido de carbamida são extremamente instáveis na cavidade oral e imediatamente se dissociam em peróxido de hidrogênio e uréia. O peróxido de hidrogênio, que é um forte agente oxidante, se degrada em oxigênio e água enquanto a

uréia se degrada em amônia e dióxido de carbono. Os radicais livres gerados nessas reações químicas de oxidação e redução (oxigênio e hidrogênio) quebram as macromoléculas de pigmentos em moléculas cada vez menores e opticamente mais claras, sendo eliminadas por difusão na intimidade do elemento dentário (CHEN; XU; SHING, 1993).

Baseado no alto número de pessoas que apresentam restaurações estéticas em resina composta, surgiram vários estudos comprovando que pacientes que são submetidos ao tratamento clareador não poderiam trocar ou fazer novas restaurações, dentro de um período de tempo de 7 dias (BARBOSA et al., 2008; TABATABAEI et al., 2011; SALOMONE et al., 2012), 10 dias (SOUZA-GABRIEL et al., 2010), 14 dias (CADENARO et al., 2006; SALOMONE et al., 2012) e 21 dias (CAN-KARABULUT; KARABULUT, 2011; GULLER; YAZDI; KOOHESTANIAN, 2012).

Este fato ocorre pela presença de radicais livres no interior dos túbulos dentinários durante e após o término do tratamento (BASTING et al., 2004; TREDWIN; NAIK; LEWIS; SCULLY, 2006; JOINER, 2007; ALQAHTANI, 2014). Esse efeito oxidativo gera alterações microestruturais como porosidades e depressões, além de leve queda na dureza superficial (TREDWIN; NAIK; LEWIS; SCULLY, 2006; JOINER, 2007; ALQAHTANI, 2014), proporcionando baixa resistência de união (DOMINGUEZ, 2012), devido à redução da infiltração do sistema adesivo, causando assim uma diminuição do número, tamanho e da qualidade dos prolongamentos resinosos. Uma vez que esses radicais livres inibem a polimerização do compósito (ATTIN, 2004; PEGORARO et al., 2011), podem gerar microinfiltrações (MORTAZAVI, 2011).

Essa discrepância entre a cor das restaurações antigas e a cor do dente clareado, proporciona um grande incômodo ao paciente que procura o tratamento restaurador logo após o clareamento. Para diminuir este tempo de espera, estudos vêm sendo realizados com o propósito de possibilitar esta troca imediata de restaurações com a utilização de substâncias que acelerem a liberação do oxigênio remanescente (GAMA et al., 2006).

Uma das alternativas tem sido o uso de substâncias antioxidantes como a catalase (GOPINATH et al., 2013), o ascorbato de sódio (TORRES; KOGA; BORGES, 2006; TURKUN et al., 2009; KIMYAI et al., 2010) e ácido ascórbico (NOMOTO et al., 2006; MURAGUCHI et al., 2007), o extrato de sementes de uva (proantocianidina) (VIDHYA et al., 2011), o chá verde (BERGER et al., 2013), o resveratrol (VENTURINI et al., 2010), α -tocoferol (vitamina E) (SASAKI et al., 2009), entre outros.

O uso de antioxidantes vem sendo objeto de pesquisas odontológicas como uma alternativa para amenizar o efeito negativo do uso de peróxidos na resistência de união dos compósitos resinosos ao substrato dental

clareado. Desta forma, o presente trabalho objetivou revisar os principais agentes antioxidantes empregados em odontologia, bem como a eficácia dos mesmos no que concerne a resistência adesiva.

REVISÃO DE LITERATURA

A técnica de clareamento mais utilizada em dentes vitalizados com alterações de cor intrínseca ou extrínseca, até 1989, consistia no condicionamento do esmalte com ácido fosfórico 37% seguido do tratamento com o peróxido de hidrogênio 30% (H₂O₂), associado ou não à aplicação de uma fonte de calor (HAYWOOD; HEYMANN, 1989).

Entretanto, essa técnica apresentava inconvenientes como a necessidade de várias sessões em consultório, a realização de um cuidadoso isolamento absoluto para proteção dos tecidos moles e o polimento do esmalte após o tratamento, dadas as alterações causadas pelo condicionamento ácido e pelos subprodutos do peróxido de hidrogênio. Além dos inconvenientes apresentados pela técnica, a aplicação de calor em dentes vitalizados gera grandes preocupações em relação à vitalidade pulpar do elemento dentário (MCEVOY, 1989).

Devido aos efeitos adversos e desvantagens fornecidas por essa técnica, diferentes produtos e sistemas de tratamento foram introduzidos. Em 1989, a técnica caseira com moldeiras pré-formadas foi introduzida e idealizada por Haywood & Heymann. Utilizava-se como principal agente clareador o peróxido de carbamida 10%, associado ao carbopol, na forma de gel. Esse gel funciona como uma fonte de peróxido de hidrogênio de baixa concentração, mas por um período prolongado, permitindo assim uma ação lenta e contínua, com pouca chance de sensibilidade dentária para o paciente (FRANCI et al., 2010).

O clareamento caseiro (de auto-aplicação) é administrado pelo paciente com orientações do dentista, sendo prescritas concentrações de peróxido de carbamida, que variam de 10% a 22% (ROBERTO et al., 2011). Essa técnica é cada vez mais comum, uma vez que o seu sucesso está ligado ao fato de ser uma alternativa de fácil aplicação, segura, conservadora, econômica e eficaz (SIQUEIRA; REZENDE; CALIXTO; KOSSATZ, 2011). Entretanto, apresenta desvantagens, como o uso da moldeira, o comprometimento do paciente para uma boa evolução do tratamento e o tempo da aplicação maior quando comparado com o clareamento de consultório, onde é aplicada uma concentração mais alta do produto por menos tempo (SIQUEIRA; REZENDE; CALIXTO; KOSSATZ, 2011; BRISO et al., 2014).

Apresenta em seu composto glicerol ou propilenoglicol (que irá atuar no transporte e responde a 85% do produto), agente aromático, ácido fosfórico ou cítrico e Carbopol. A fundamental importância do Carbopol é tornar a substância mais espessa, aumentando

a adesão do gel à estrutura dental (SOARES et al., 2008). A substância em que o Carbopol está presente libera oxigênio mais lentamente, sendo recomendado o uso noturno. Uma liberação mais lenta faz com que o produto aja por mais tempo, tornando-se mais eficaz (SOARES et al., 2008). Quando as substâncias não possuem o Carbopol, o oxigênio é liberado com maior velocidade.

Com a intenção de tornar mais rápido o procedimento de clareamento de dentes vitais, surgiu a técnica de consultório ("in-office", em inglês), chamada de clareamento assistido. É realizada exclusivamente no consultório do cirurgião-dentista, onde são utilizadas concentrações mais altas, de peróxido de hidrogênio variando entre 30% a 38% ou de peróxido de carbamida com concentrações variando entre 35% a 37% (FRANCI et al., 2010).

Dentre as vantagens relacionadas ao clareamento de consultório destaca-se uma melhor administração do tratamento, pois não depende da colaboração do paciente, bem como maior controle da aplicação em locais de retração gengival, locais estes propícios a reações de hipersensibilidade (PERDIGÃO; BARATIERI; ARCARI, 2004; SOARES et al. 2008). Como pontos negativos, o clareamento de consultório geralmente necessita de mais de uma visita ao consultório para melhores resultados, tornando-o um procedimento de custo elevado (KUGEL; KASTALI, 2000). Além disso, há maior índice de recidiva de cor a curto prazo (DAWSON et al., 2011).

Essa técnica foi associada a fontes de luz com o objetivo de "acelerar" o procedimento. O que a maior parte da literatura científica tem mostrado em trabalhos laboratoriais (GOMES et al., 2009) e em clínicos (in vivo) (MARSON et al., 2008; ALOMARI; EL DARAA, 2010) é que o uso dessas fontes de luz é desnecessário para o procedimento, e que o "acelerar" que elas podem proporcionar é desprezível, não justificando o investimento nesse tipo de equipamento (FRANCI et al., 2010; ALMEIDA et al., 2012; HAHN et al., 2013).

Segundo Buchalla; Attin (2007), a aceleração do processo clareador pode ocorrer pela fotólise, que é a excitação direta da molécula de peróxido de hidrogênio pela luz, causando uma maior liberação de radicais hidroxila; ou pela termocatálise, que causa a aceleração da liberação de radicais livres por meio do calor. No entanto, a energia requerida para que essas reações ocorram torna seu uso na cavidade oral difícil e inseguro, devido à grande possibilidade de causar danos pulpares.

Uma tendência observada é o uso do próprio peróxido de hidrogênio para o clareamento de auto-aplicação com moldeiras, variando de 6 a 9,5%, por um tempo menor que o observado para o peróxido de carbamida, não excedendo 1 hora, e peróxido de hidrogênio para uso em consultório em concentrações entre 15 e 25%, apenas variando o tempo de aplicação, ou seja, mantendo o

mesmo produto clareador por um período único e longo de 30 a 50 minutos, contrastando com a técnica original em que se preconiza utilizar normalmente três trocas de gel em intervalos de até 15 minutos (FRANCI et al., 2010).

Essa possibilidade de aplicação por um período único e longo está relacionada ao maior controle de pH durante o tempo de contato do gel clareador com as estruturas dentais. O pH se mantém por volta de 7 ou mais alcalinizado, o que permite a geração de radicais livres de peróxido de hidrogênio mais eficientes em remover pigmentos (PRICE; SEDAROUS; HILTZ, 2000).

Para promover uma maior estabilidade de cor, tem sido preconizada a associação das duas técnicas (caseira e de consultório). Essa associação (conhecida em inglês como "jump start") se inicia com uma sessão de clareamento em consultório, realizada com peróxido de hidrogênio em altas concentrações e, posteriormente, o paciente conclui o tratamento com a técnica caseira (DELIPERI; BARDWELL; PAPATHANASIOU, 2004). A associação das duas técnicas para o clareamento de dentes vitais possibilita obter melhores resultados, pois reduz o tempo de tratamento e diminui a irritação gengival e a sensibilidade dental (DELIPERI; BARDWELL; PAPATHANASIOU, 2004).

A teoria do clareamento envolve a dissociação do agente clareador com a liberação de radicais livres de oxigênio que penetram através das porosidades dos primas de esmalte e dos túbulos dentinários, provavelmente devido à permeabilidade dental e ao baixo peso molecular (cerca de 30 g/mol) (GARCIA et al., 2012). Através de uma reação de oxidação, os pigmentos, que são macromoléculas de alto peso molecular, são fragmentados em cadeias moleculares menores, com isso através de um processo de difusão são parcialmente eliminados da estrutura dental. Além disso, essas moléculas absorvem menos luz, tornando o dente mais claro (GOPINATH et al., 2013).

Estudos tem demonstrado que alguns resíduos químicos ativos, dentre eles o oxigênio dos peróxidos de agentes clareadores podem permanecer aprisionados na estrutura dental e a eliminação apenas com água, que não possui ação antagonista ao oxidante, tem se mostrado ineficaz para a eliminação desse peróxido de hidrogênio residual (TABATABAEI et al., 2011; GARCIA et al., 2012), proporcionando redução na resistência adesiva de materiais resinosos nos casos que exigem a substituição de restaurações logo após o clareamento (DISHMAN et al., 1994; SPYRIDES et al., 2000; CAVALLI et al., 2001; BASTING et al., 2004; CAVALLI et al., 2004; MIGUEL et al., 2004).

De acordo com Torres et al. (2006) o oxigênio residual pode diminuir a resistência à fratura do esmalte e interferir na formação da camada híbrida, pois o oxigênio poderia ficar preso dentro desta durante a polimerização. Além disso, também podem ocorrer

outras alterações, tais como, mudança na textura de superfície, na composição, porosidade e dureza do esmalte (TABATABAEI et al., 2011).

Para avaliar a resistência de união ao esmalte dental, ensaios mecânicos têm sido utilizados e sua confiabilidade tem sido demonstrada em diversos estudos (OZCAN; VALANDRO, 2012; VANDERLEI; BOTTINO; VALANDRO, 2013). Um destes ensaios mecânicos sugeridos é a microtração, que foi introduzida na odontologia na década de 90, no entanto algumas pesquisas tem demonstrado que esse teste não deve ser utilizado no esmalte dental, devido à fragilidade inerente do tecido, podendo gerar resultados diferentes do real, pois podem provocar trincas no esmalte (SHIMADA; KIKUSHIMA; TAGAMI, 2002). Outro método que tem sido preconizado para analisar pequenas áreas de interface adesiva em esmalte é o ensaio de microcisalhamento (MCDONOUGH et al., 2002), que utiliza uma força de cisalhamento aplicada através de uma fina alça de aço inoxidável.

Para que a adesão não seja comprometida, estudos tem indicado ser necessário um período de espera entre o término do tratamento clareador e a realização de restaurações adesivas para que o oxigênio residual possa ser eliminado, sendo que este período varia de acordo com diferentes autores, de 7 dias (TABATABAEI et al., 2011), 10 dias (SOUZA-GABRIEL et al., 2011), 14 dias (CADENARO et al., 2006; SALOMONE et al., 2012) e 21 dias (CAN-KARABULUT; KARABULUT, 2011; GULLER; YAZDI; KOOHESTANIAN, 2012).

Entretanto, Este intervalo de tempo não condiz com a expectativa do paciente em relação à conclusão do tratamento estético. Uma alternativa para a redução deste período de espera é o uso de agentes antioxidantes, que agem como estabilizadores de radicais livres (BRAZ et al., 2011), permitindo que a adesão do compósito ao dente clareado seja realizada com sucesso imediatamente após o tratamento clareador, pois neutralizam o fator etiológico responsável pela incompleta polimerização dos monômeros resinosos (TURKUN et al., 2009).

Na tentativa de aumentar a resistência de união ao dente clareado e diminuir o tempo de espera para a realização do tratamento, vários tipos de antioxidantes foram estudados, dentre eles a catalase (GOPINATH et al., 2013), o ascorbato de sódio (TORRES; KOGA; BORGES, 2006; TURKUN et al., 2009; KIMYAI et al., 2010) e ácido ascórbico (NOMOTO et al., 2006), o extrato de sementes de uva (proantocianidina) (VIDHYA et al., 2011), o chá verde (BERGER et al., 2013), o resveratrol (VENTURINI et al., 2010), α -tocoferol (vitamina E) (SASAKI et al., 2009), entre outros.

A neutralização dos radicais livres é um processo natural que ocorre no organismo e resulta na oxidação do agente neutralizador, que é classificada em: prevenção em tempo integral e a desintoxicação (ativa e passiva). O papel da prevenção de tempo integral é de

evitar o excesso de produção de radicais livres e se dá pela inativação de moléculas, que são responsáveis pela sua geração. Já o de desintoxicação é baseado em três enzimas que compõem o sistema de base de um sistema de defesa antioxidante, que são a superóxido dismutase, catalase e peroxidase, que podem ser encontradas em células em que o estresse oxidativo é maior, como citosol, mitocôndrias e peroxissomas (SCRIVER et al., 1989).

A catalase é uma enzima que naturalmente existe no corpo humano para regularizar os níveis de peróxidos, pode ser encontrada no fígado, rim e eritrócitos. Esta enzima decompõe rapidamente o peróxido de hidrogênio em oxigênio e água (TORRES et al., 2006).

Rotstein (1993), foi o precursor do uso de antioxidantes, na tentativa de eliminar os efeitos adversos do oxigênio residual pós-clareamento. Ele analisou o efeito do uso da enzima catalase aplicada por 3 minutos após o clareamento dental interno, comparando-a com o efeito de apenas sucessivas lavagens com água, e concluiu que nos dentes tratados com catalase houve uma significativa redução do peróxido de hidrogênio residual.

O ascorbato de sódio é um hidro-antioxidante, encontrado em fluídos biológicos, derivado do ácido ascórbico. É composto de vitamina C e sódio, sendo que seus sais são considerados não-tóxicos e amplamente utilizados na indústria alimentar como antioxidantes (LAI et al., 2001, LAI et al., 2002; KAYA; TURKUN, 2003). Em medicina cosmética é usado como indutor da formação de colágeno e na odontologia, como agente co-preventivo de doença periodontal.

Tem-se conhecimento de que o ascorbato de sódio é uma substância instável, de cor amarelada e que se oxida rapidamente, podendo levar a possíveis manchamentos nos dentes recém-clareados (DSM, 2001). No intuito de evitar esse possível efeito adverso, se propõe a utilização de um gel antioxidante à base de ascorbato de sódio estabilizado (PI0502546-0), de cor branco-translúcida, quimicamente conhecido como ascorbato de trisódio monofosfatado ou ascorbil fosfato. O ascorbil fosfato é um pó branco, facilmente solúvel em água em concentração de até 50% em pH básico (DSM, 2002).

Agem como estabilizadores de radicais livres, promovendo a redução de reatividade das espécies derivadas do oxigênio e nitrogênio e, assim, é capaz de prevenir o dano oxidativo para importantes macromoléculas biológicas, tais como o DNA, proteínas e lipídios (SOHEILI et al., 2003).

Em relação ao período de aplicação do antioxidante, estudos (TURKUN; KAYA, 2004; BULUT; KAYA; TURKUN, 2005) encontraram que a resistência de união da resina composta aumentou após o tratamento de dentes clareados com ascorbato de sódio a 10% por 10 minutos. Outros estudos (KIMYAI; VAFIZADEH, 2006; PAUL; ROSALINE; BALAGOREL, 2007) demonstraram que o

uso de ascorbato de sódio gel ou solução a 10% por 3 horas neutralizou o efeito oxidativo do clareamento, aumentando a resistência de união do esmalte. Entretanto, o uso de ascorbato de sódio por esse período somado ao tempo utilizado para o clareamento pode tornar-se clinicamente inaceitável (LAI et al., 2002).

Esse tempo de aplicação foi discutido por Kaya et al. (2008), que apontaram que a eficiência da remoção dos radicais livres pelo ascorbato de sódio a 10% acontece a partir de 60 minutos de aplicação direta sobre a estrutura clareada. Dabas et al. (2011), relataram que o aumento da resistência de união a dentes clareados é diretamente proporcional ao tempo de aplicação do ascorbato de sódio.

Existem duas apresentações de ascorbato de sódio, o hidrogel de ascorbato de sódio e a solução de ascorbato de sódio. A melhora dos valores de resistência de união foram observados em ambas as formas utilizando a mesma concentração no clareamento de dentes vitais (CAN-KARABULUT; KARABULUT, 2011).

O ácido ascórbico apresentou-se capaz de elevar a resistência de união em esmalte dental clareado com peróxido de carbamida quando aplicado por 180min. Mas não apresentou eficácia quando utilizado sobre dentes que sofreram clareamento com peróxido de hidrogênio (NOMOTO et al., 2006). Os resultados de Muraguchi et al. (2007) foram divergentes e o ácido ascórbico foi eficiente para o uso após o clareamento em dentes vitais com peróxido de hidrogênio ou perborato de sódio quando associado a um sistema adesivo autocondicionante de 2 passos.

Outro antioxidante pesquisado na busca de diminuir o tempo entre o clareamento dental e a restauração em resina composta, assegurando uma eficiente resistência de união é a Proantocianidina (complexos oligoméricos de proantocianidinas - OPCs) derivados do óleo de semente de uva. A proantocianidina (PA) tem sido reportada por estabilizar e aumentar a ligação cruzada exógena de tecidos a base de colágeno (CASTELLAN et al., 2011), pelas ligações de hidrogênio entre o hidroxilo fenólico e os grupos cabonilo e amida da proteína (HAN et al., 2003).

Este composto ocorre naturalmente nos metabólitos de plantas, sendo amplamente disponível em frutas, vegetais, castanhas, sementes, flores e cascas (FINE, 2000). Apesar da PA ser conhecida primeiramente por sua atividade antioxidante, este composto tem sido relatado também por demonstrar ações antibacteriana, antiviral, anticarcinogênica, anti-inflamatória, antialérgica e vasodilatadora (FINE, 2000).

Além disso, o extrato da semente de uva rico em PA aumentou as propriedades mecânicas da dentina desmineralizada, tais como: módulo de elasticidade (CASTELLAN et al., 2010a; dos SANTOS et al., 2011a; dos SANTOS et al., 2011b), nanodureza (dos SANTOS et al., 2011a; dos SANTOS et al., 2011b), resistência coesiva

(CASTELLAN et al., 2010a; LIU et al., 2011) e resistência de união dente restauração (CASTELLAN et al., 2010a; FANG et al., 2012; SRINIVASULU et al., 2012).

A aplicação de proantocianidinas à 5% em substratos que foram clareados com peróxido de hidrogênio a 38% por 10 min apresentou resultados de resistência de união significativamente maiores em comparação ao uso do ascorbato de sódio a 10% (VIDHYA et al., 2011).

O chá verde, originário da planta *Camellia Sinensis*, já evidenciou resultados promissores na redução da erosão dentária (MAGALHÃES et al., 2009), como agente antimicrobiano (YOO et al., 2011), na redução da inflamação gengival (MARUYAMA et al., 2011) e atualmente vem sendo estudado quanto ao seu poder antioxidante para aumentar a resistência de união de dentes clareados (BERGER, et al., 2013). O mesmo contém principalmente flavonóides ou catequinas de epigallocatequina galato (EGCG), epigallocatequina (EGC), epicatequina galato (ECG) e epicatequina (EC) (CHAN et al., 2011; HORŽIU et al., 2009). Estudos relatam que o chá verde apresenta propriedades antioxidantes, e estas são atribuídas às catequinas das EGCG e EGC (HORŽIU et al., 2009).

Essa capacidade antioxidante de compostos fenólicos é devido principalmente às suas propriedades de óxido redução podendo assim absorver e neutralizar radicais livres, quelando o oxigênio singlete (molécula de oxigênio em estado altamente energético, que pode ser gerada pela transferência de energia de uma molécula excitada por luz visível ou ultravioleta) e triplete ou decompondo peróxidos aumentando assim a resistência de união do composto ao esmalte clareado (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

O resveratrol (3,4,5-trihidroxiestibeno) é uma fitoalexina produzida por plantas, sua produção ocorre em resposta ao stress causado pelo ataque fúngico, dano mecânico ou irradiação de luz ultravioleta (WANG; XU; LI, 2008). Esse bioativo é sintetizado por plantas sob duas formas isômeras: trans-resveratrol e cis-resveratrol; para fins terapêuticos é obtido de extratos de uvas francesas *Vitis vinifera*, bem como em bebidas oriundas da planta, pois estas apresentam altas concentrações deste composto antioxidante (JANG; CAI, 1997), sendo superior aos tradicionais suplementos como ácido ascórbico e vitamina E (WANG; XU; LI, 2008; VENTURINI et al., 2010; KOO; MONTMINY, 2006).

Seu mecanismo de ação envolve o sequestro de espécies reativas de oxigênio (EROS), atuando como quelante de metais e modulando enzimas envolvidas em estresse oxidativo (BLANDER; GUARENTE, 2004). A atividade antioxidante de compostos fenólicos, como o resveratrol, é principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio ou decompondo peróxidos (BRENNAN; PAGLIARINI, 2001;

ZHENG; WANG, 2001).

A vitamina C (VC) e a vitamina E (VE), hidrossolúvel e lipossolúvel, respectivamente, são consideradas antioxidantes efetivos. Estas vitaminas estão envolvidas na manutenção de reações anti-oxidativas e na proteção contra a peroxidação lipídica causada por espécies reativas de oxigênio (EROS) formados durante a resposta inflamatória ou mesmo gerados durante as atividades metabólicas normais das células (UPADHYAY; MISRA, 2009).

A VE é composta por uma mistura de Tocoferóis e Tocotrienóis, sendo que ambos apresentam quatro isômeros (α , β , γ e δ) (AGGARWAL et al., 2010). Porém, a ação antioxidante é mediada pelo isômero alfa-Tocoferol (α -T), o qual possui a capacidade de incorporar-se na membrana celular e impedir a propagação da peroxidação lipídica (UPADHYAY; MISRA, 2009). Alguns pesquisadores avaliaram o efeito protetor do α -T e verificaram sua capacidade de estabilizar a membrana celular, e assim impedir a propagação do estresse oxidativo, aumentando a viabilidade celular e a quantidade de antioxidantes endógenos (AZZI; STOCKER, 2000; NEGIS et al., 2007; UPADHYAY; MISRA, 2009).

Diversos estudos sobre a ação do α -T têm sido desenvolvidos dentro da área médica devida sua ação coadjuvante no tratamento de algumas doenças, tais como aterosclerose, diabetes, mal de Alzheimer e câncer, pois impede, ou pelo menos reduz eventos oxidativos (MUNTEANU; RICCIARELLI; ZINGG, 2004; MAZLAN et al., 2006; SHINGU et al., 2011).

Com relação ao clareamento dental, a incorporação de α -T na membrana celular poderia prevenir o desencadeamento da peroxidação lipídica provocada pelos EROS que penetram através do esmalte e dentina e atingem o tecido pulpar (BUETTNER, 1993). Estudos comprovaram que a incorporação de α -T na membrana de células (Linfócito T) ocorre entre 24 e 27 horas (SAITO et al., 2003), sendo que para as células vermelhas esta incorporação já se apresenta completa no período de 24 horas (CHEESEMAN et al., 1995).

Majd et al. (2003) avaliaram o efeito protetor de alguns antioxidantes, como o Trolox, análogo da vitamina E, especificamente do isômero α -Tocoferol, e do ascorbato de sódio contra os efeitos tóxicos de materiais odontológicos de origem resinosa. Para isto, células de linhagem fibroblástica oriunda de gengiva humana foram utilizadas para o cultivo celular. Os extratos obtidos dos materiais resinosos após 24 horas foram colocados em contato com as células e mantidos por mais 24 horas para posterior análise da viabilidade celular. Além disso, os autores quantificaram a presença de íons metálicos e de antioxidantes endógenos como a Glutathione. Observou-se que o ascorbato de sódio não apresentou efeito protetor em relação aos materiais que continham íons metálicos na sua composição. Porém, o

α -T hidrossolúvel na concentração de 3 mM apresentou-se eficaz contra os efeitos tóxicos de materiais resinosos.

A utilização de substâncias antioxidantes após a técnica de clareamento dental pode ser importante, não só para restaurar resistência de união após o tratamento, mas para a possível proteção de células pulpares contra a agressão imposta pelos componentes tóxicos do clareamento realizado com materiais com capacidade de difusão transdentinária (SASAKI; FLORIO; BASTING, 2009).

DISCUSSÃO

O clareamento dental é um dos procedimentos clínicos mais procurados pelos pacientes, visto que a questão estética ocupa lugar de destaque nos dias atuais. Suas técnicas de aplicação já estão consolidadas pela literatura e o acesso ao procedimento clareador, quer seja realizado em consultório ou de forma caseira com uso de moldeiras, é cada vez mais fácil. Por ser uma técnica simples, de fácil manuseio e com uso de agentes clareadores de baixa concentração, o clareamento caseiro ainda é o mais utilizado (HAYWOOD; HEYMANN, 1989; SOARES, 2008).

No entanto, muitas das vezes o clareamento dental por si só não é capaz de assegurar a expectativa dos pacientes, levando à associação do mesmo com técnicas restauradoras em resinas compostas. Porém, grande dificuldade está relacionada à baixa adesividade dos materiais restauradores estéticos ao esmalte recentemente clareado, o que faz necessário tempo de espera entre a conclusão do clareamento e o procedimento restaurador subsequente.

A perda de adesividade da resina ao esmalte está relacionada com a possível presença de oxigênio residual, que interfere na polimerização da mesma (LAI et al., 2002; CAVALLI, 2001), formando bolhas geradoras de tensão (TORNECK et al., 1992; DISHMAN et al., 1994; LAI et al., 2002) e uma menor adaptação e penetração dos tags em esmalte (PERDIGÃO et al., 1998). Essas alterações que ocorrem na estrutura do esmalte são resultado também de um aumento da porosidade que se manifesta por uma aparência sobre-condicionada com perda da forma prismática (BEM-AMAR et al., 1995). Além disso, outros fatores importantes que poderiam ter contribuído para a diminuição da resistência de união que inclui perda de cálcio, diminuição da microdureza e alterações na substância orgânica (TIMPAWAT et al., 2005).

Com o objetivo de evitar falhas adesivas na interface material restaurador e superfície dental, um período de espera variável de até três semanas é recomendado (TITLEY; TORNECK; RUSE, 1992; CAVALLI et al., 2001; ATTIN et al., 2004; UNLU; COBANKARA; OZER, 2008) uma vez que a redução na resistência de união da resina composta ao esmalte ou dentina após o tratamento clareador tem sido demonstrada como temporária (MCGUCKIN; THRMOND; OSOVITZ, 1992).

Uma variedade de antioxidantes tem sido pesquisada por se mostrar capaz de remover o peróxido de oxigênio residual, de modo a neutralizar os radicais livres remanescentes (DROGE, 2002). Uma substância antioxidante pode ser definida como sendo uma substância química que inibe o processo de oxidação, ou qualquer substância que, quando presente em baixa concentração, comparada à do substrato oxidável, diminui ou inibe significativamente a oxidação daquele substrato. Do ponto de vista biológico, pode-se definir antioxidantes como compostos que protegem sistemas biológicos contra os efeitos potencialmente danosos de processos ou reações que promovem a oxidação de macromoléculas de estruturas celulares (ABDALLA, 2000).

Dentre os antioxidantes mais citados encontram-se o ácido ascórbico e seu derivado, o ascorbato de sódio. Contudo o ácido ascórbico não tem sido recomendado devido a sua acidez (BRISO et al., 2012).

Resultados apresentados por Nomoto et al. (2006) sugerem que o uso do ácido ascórbico melhora a adesão quando aplicado durante 2h, mas os resultados de resistência à microtração apresentaram-se inferiores aos grupos sem tratamento, e quando realizado durante 3 horas em antioxidante não apresentou diferenças significativas para o grupo sem clareamento. Esses resultados vão de encontro com os resultados de Lai et al. (2002) que também obtiveram bons resultados com um tempo mínimo de aplicação do agente antioxidante (durante 3 horas).

Em contrapartida, a solução de ascorbato de sódio a 10% tem demonstrado ser efetiva para neutralizar o oxigênio singleto e os subprodutos gerados na superfície da dentina, favorecendo a adesão e aumento da resistência de união do sistema adesivo à dentina, além de evitar falhas adesivas e compensar a diminuição da resistência à fratura em dentes endodonticamente tratados e clareado (LAI et al., 2001; KIMYAI; VALIZADEH, 2006; KIMYAI; VALIZADEH, 2008; TURKUN; CELIK; KAYA; ARICI, 2009; KHOROUSHI; FEIZ; KHODAMORADI, 2010).

Tabatabaei et al. (2011), ao avaliarem o uso do ascorbato de sódio a 10% como antioxidante aplicado por 5 e 10 minutos após o clareamento dental com peróxido de carbamida a 35% em incisivos bovinos e posterior restauração adesiva, comparado com a imersão em água destilada por 7 dias e restauração após esse tempo, obtiveram como resultado de cisalhamento, que os grupos com o uso do agente antioxidante apresentaram menor resistência de união que o grupo que foi mantido em água destilada por 7 dias.

Por outro lado, no estudo de Freire et al. (2009) foi verificado que a reação entre peróxido de hidrogênio e ascorbato de sódio foi rápida e que 5 minutos foi tempo suficiente para que o antioxidante fizesse a redução dos efeitos adversos do gel clareador. Os autores relatam que um tempo de aplicação de 5 minutos é adequado para condições clínicas e também permite que procedimentos de adesão sejam iniciados mais cedo, eliminando o tempo

de espera de 2-3 semanas após o clareamento sugerido por muitos autores (CAVALLI et al., 2001; BASTING et al., 2004; MIGUEL et al., 2004).

No que diz respeito ao tempo de aplicação desta substância antioxidante (AS) alguns autores (TURKUN; KAYA, 2004; BULUT et al., 2006; GOKÇEB et al., 2008) propuseram o uso de ascorbato de sódio durante 10 minutos e relataram que os efeitos adversos do agente clareador foram invertidos com êxito. Por outro lado, alguns autores relatam que este período independe do tipo e da concentração do peróxido utilizado, sendo o seu uso preconizado até 1/3 do tempo de aplicação do gel de clareamento (LAI et al., 2002; TURKUN et al., 2004).

O estudo realizado por Khoroushi; Aghelinejad (2011) detectou a reversão dos efeitos adversos dos radicais livres com o uso do ascorbato a 10% associado com sistemas auto condicionantes ou não, em três situações, imediato, uma semana, e com o uso do ascorbato. Independente do sistema adesivo utilizado quando associados com o ascorbato de sódio mesmo de forma imediata apresentaram resultados satisfatórios para o teste de microcisalhamento.

Miranda et al. (2013) ao avaliarem o efeito da aplicação do antioxidante ascorbato de sódio por 60 minutos após o clareamento dental, verificaram que a resistência de união foi igual estatisticamente ao de dentes não clareados e ao de dentes clareados e imersos em saliva humana por 7 dias. No entanto, esse tempo de 60 minutos, torna essa estratégia inviável para o uso na prática clínica.

Arantes et al. (2005) utilizaram a catalase após o clareamento dental e testaram a resistência adesiva desses espécimes obtendo resultados promissores, pois o grupo com catalase apresentou os mesmos valores de resistência de união que o grupo controle, que não foi clareado. Torres et al. (2006), também utilizando a catalase e outros agentes antioxidantes como o ascorbato de sódio, bicarbonato de sódio e acetona compararam a resistência adesiva entre esmalte e resina composta e concluíram que a aplicação da catalase por 20 minutos foi o agente antioxidante que proporcionou a maior resistência de união, corroborando com os estudos de Gopinath et al. (2013).

Garcia et al. (2012), testaram a atividade antioxidante de diversos agentes como: ascorbato de sódio, ácido ascórbico, bicarbonato de sódio, catalase (Neutralize, FGM- Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil), entre outros. Obtiveram como resultado que todos esses agentes citados, apresentaram atividade antioxidante significativa.

Torres; Koga; Borges (2006), avaliaram o efeito neutralizador de seis agentes antioxidantes, por 20 minutos (ascorbato de sódio 10% -AS; Catalase-CA; Glutathione Peroxidase-GP; Acetona-AC; Etanol-ET; Bicarbonato de sódio 7%- BS) sobre a resistência de união do esmalte clareado com o gel de peróxido de hidrogênio 35%. Foi observado que apenas a aplicação da Catalase (CA) resultou em aumento significativo da resistência de união.

O aumento da resistência de união dente-restauração após o pré-tratamento da dentina desmineralizada com

extratos ricos em proantocianidinas (complexos oligoméricos de proantocianidinas – OPCs) derivados do óleo de semente de uva, tem sido reportado, pela indução de ligações cruzadas no colágeno (AL-AMMAR et al., 2009; CASTELLAN et al., 2010). A interação entre proantocianidinas e proteínas tem sido postulada por quatro mecanismos: (1) interações covalentes, (2) interação iônicas, (3) interações por pontes de hidrogênio, ou (4) interações hidrófobas (BEDRAN-RUSSO et al., 2007). A aplicação de proantocianidinas 5% em substratos que foram clareados com peróxido de hidrogênio a 38% por 10 minutos apresentou resultados de resistência de união significativamente maiores em comparação ao uso do ascorbato de sódio a 10% (VIDHYA et al., 2011). Resultados semelhantes foram encontrados quando o OPCs foi associado a sistemas adesivos (ABRAHAM et al., 2013).

Ozelin et al. (2013), avaliaram a capacidade de dois agentes antioxidantes (chá verde 10% e ascorbato de sódio a 10% na forma de gel, sendo os mesmos utilizados por 15 minutos, 30 minutos e 1 hora) para inverter os valores da resistência de união após clareamento com peróxido de carbamida 10%. De acordo com os resultados obtidos apenas o tempo de aplicação de 1 hora foi efetivo no aumento da resistência de união de acordo com o trabalho de Carreira et al. (2012). O tempo de aplicação de 15 e 30 minutos do gel de ascorbato de sódio 10% e do gel de chá verde 10% respectivamente, não diferiram estatisticamente dos valores de resistência de união ao esmalte do grupo só clareado com peróxido de carbamida a 10%. Tais resultados corroboram com os achados de Kaya et al. (2008); Schwertner et al. (2016) e Berger et al. (2013) que avaliaram o efeito de diferentes tempos de aplicação do ascorbato de sódio a 10% (na forma de gel e solução) e chá verde a 10%, sendo que somente a partir do tempo de 60 minutos foi efetivo para a reversão dos valores de resistência de união ao esmalte clareado.

Cavalli et al. (2005) verificou que o chá verde na forma de gel foi capaz de remover peróxido residual, que interfere na adesão de resina ao esmalte após clareamento e inibe a polimerização de resina, permitindo que o procedimento adesivo seja executado imediatamente após o clareamento.

Upadhyay; Misra (2009), avaliaram o efeito do alfa-tocoferol (α -T) em contato com células odontoblastóides MDPC-23 na utilização do peróxido de hidrogênio em diferentes tempos de pré-tratamento. Observou-se que o α -T quando em contato com células MDPC-23 por 1 hora, foi capaz de reduzir o efeito tóxico do peróxido de hidrogênio. Tais dados corroboram com os estudos de Lima et al. (2010), os quais avaliaram a vitamina C, quando em contato com células odontoblastóides MDPC-23 por 1 hora, na utilização do peróxido de carbamida.

Vargas et al. (2013), avaliaram quais concentrações de α -T (1, 3, 5 e 10 mM) associadas a variados tempos de pré-tratamento (1, 4, 8 e 24 horas) de células MDPC-23, podem prevenir, ou pelo menos reduzir, os efeitos tóxicos do peróxido de hidrogênio (PH) sobre este tipo celular. Os

resultados mostraram efeito protetor do α -T para todos os tempos de pré-tratamento e em todas as concentrações testadas. De maneira geral, observou-se, para o grupo onde as células foram expostas apenas ao PH, há persistência de 41% do metabolismo celular. Por outro lado, foi observado, que quando as células MDPC-23 foram submetidas ao pré-tratamento com diferentes concentrações de α -T e em seguida expostas ao PH, houve importante redução dos efeitos tóxicos do produto sobre as células em cultura. Este dado confirmou a capacidade do α -T em proteger as células odontoblastóides MDPC-23 contra os efeitos oxidantes do PH. Além disso, foi demonstrado que quanto maior o tempo de contato das células com o α -T, menores são as concentrações necessárias para obter-se o efeito protetor.

Dessa forma, o potencial terapêutico da VE é amplo, sendo que a proposta de administrar esse composto vai além da sua ação antioxidante, capaz de inibir a peroxidação lipídica, pois também pode atuar como agente anti-inflamatório na polpa, minimizando outros efeitos colaterais negativos que podem ser causados pelo clareamento dental (VARGAS et al., 2013).

CONCLUSÃO

A presente revisão permite concluir que os compostos antioxidantes empregados nas pesquisas odontológicas analisadas neste trabalho, sugerem que o uso da solução de ácido ascórbico influencia positivamente na resistência de união ao substrato dental clareado, quando o mesmo é aplicado por 2 a 3h, porém não tem sido recomendado em decorrência da sua acidez e longo período de aplicação. Em contrapartida, a solução de ascorbato de sódio a 10% tem demonstrado efetividade quando aplicado por 5 e 10 minutos após o clareamento. Tais dados são similares no caso da utilização das proantocianidinas (OPCs) em uma concentração de 5% pelo tempo de 10 minutos. Quanto à catalase a mesma apresentou efeito antioxidante e efetividade de adesão quando aplicada por 20 minutos. Outros estudos mostraram que tanto o chá verde a 10%, como o ascorbato de sódio a 10% (na forma de gel e solução) somente apresentam efeito para a reversão dos valores de resistência de união ao esmalte clareado, a partir do tempo de 60 minutos, estando em similaridade com o antioxidante alfa-tocoferol (α -T) ao se utilizar maiores concentrações, por outro lado, quanto maior o tempo de contato das células com o α -T (24h), menores são as concentrações necessárias para obter-se o efeito protetor.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, S. et al. Effect of grape seed extracts on bond strength of bleached enamel using fifth and seventh generation bonding agents. **Journal of International Oral Health**, v. 5, n. 6, p.101-107, dez. 2013.

AGGARWAL, B.B. et al. Tocotrienols, the vitamin E of the 21 st century: its potencial against cancer and other chronic diseases. **Biochemical Pharmacology**, v. 80, n. 11, p. 1613-1631, dez. 2010.

AL-AMMAR, A.; DRUMMOND, J.L.; BEDRAN-RUSSO, A.K. The use of collagen cross-linking agents to enhance dentin bond strength. **Journal of Biomedical Material part B**, v. 91, n. 1, p. 419-424, out. 2009.

ALMEIDA, L.C.A.G. et al. Occurrence of sensivity during at-home and in-office tooth bleaching therapies with or without use of light sources. **Acta Odontológica Latinoamericana**, v. 25, n. 1, p. 3-8, abr. 2012.

ALOMARI, Q.; EL DARAA, E. A randomized clinical trial of in-office dental bleaching with or without light activation. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 11, n. 1, p. 17-24, jan. 2010.

ALQAHTANI, M.Q. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. **Saudi Dent Journal**, v.26, n.2, p. 33-46, abr. 2014.

ARANTES, A.C. et al. Efeito da Catalase sobre a Força de União adesiva de dentes bovinos expostos ao peróxido de carbamida 10%. **Revista de Clínica e Pesquisa Odontológica**, v.2, n.1, p. 47-49, jul./set. 2005.

ATTIN, T. et al. Effect of bleaching on restorative materials and restorations – a sytematic review. **Dental Materials**, v.20, n.9, p. 852-861, nov. 2004.

AZZI, A.; STOCKER, A. Vitamin E: non-antioxidant roles. **Progress in Lipid Research**, v. 39, n. 3, p. 231-55, mai. 2000.

BARBOSA, C.M. et al. Influence of time on bond strength after bleaching with 35% hydrogen peroxide. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, n.9, n.2, p.81-88, fev. 2008.

BASTING, R.T. et al. Shear bond strength of enamel treated with seven carbamide peroxide bleaching agents. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 16, n. 4, p. 250-259, jul. 2004.

BEDRAN-RUSSO, A.K. et al. Application of crosslinkers to dentin collagen enhances the ultimate tensile strength. **Journal of Biomedical Material part B**, v. 80, n.1, p. 268-272, jan. 2007.

BEN-AMAR, A. et al. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. **American Journal of Dentistry**, v. 8, n. 1, p. 29-32, fev. 1995.

BERGER, S. B. et al. Can green tea be used compromised bond strength after bleaching? **European Journal of Oral Sciences**, v. 121, n. 4, p. 377-81, ago. 2013.

BLANDER, G.; GUARENTE, L. The Sir2 family of protein deacetylases. **Annual Review of Biochemistry**, v.73, n.1, p. 417-435, jul. 2004.

- BRAZ, R. et al. Influence of antioxidants on stress of bonding agents in recently whitened teeth. **Acta Odontológica Latinoamericana**, v. 24, n. 3, p. 252-257, dez. 2011.
- BRENNA, O.V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n.10, p. 4841-4844, out. 2001.
- BRISO, A.L.F. et al. Análise do clareamento dental caseiro realizado com diferentes produtos: relato de caso. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v. 35, n. 1, p. 49-54, jan/jul. 2014.
- BRISO, A. L. F. et al. Effect of sodium ascorbate on tag formation in bleached enamel. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 14, n.1, p.19-23, fev. 2012.
- BUCHALLA, W.; ATTIN, T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review. **Dental Materials**, v.23, n.5, p.586-596, mai. 2007.
- BUETTNER, G.R. The pecking order of free radicals and antioxidants: lipid peroxidation, α -tocopherol and ascorbate. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 300, n. 2, p. 535-543, fev. 1993.
- BULUT, H.; KAYA, A.D.; TURKUN, M. Tensile bond strength of brackets after anti-oxidant treatment on bleached teeth. **European Journal of Orthodontics**, v. 27, n. 5, p. 466-471, out. 2005.
- BULUT, H.; TURKUN, M.; KAYA, A.D. Effect of an antioxidantizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. **American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics**, v. 129, n. 2, p. 266-72, fev. 2006.
- CADENARO, M. et al. Influence of whitening on the degree of conversion of dental adhesives on dentin. **European Journal of Oral Sciences**, v.114, n.3, p. 257-262, jun. 2006.
- CAN-KARABULUT, D.C.; KARABULUT, B. Influence of activated bleaching on various adhesive restorative systems. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 23, n. 6, p. 399-408, dez. 2011.
- CARREIRA, R.P.S. et al. **Efeito do chá verde na resistência de união do esmalte submetido ao tratamento clareador caseiro**. 2012. 39f. Dissertação (Mestre em Dentística Preventiva e Restauradora) – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2012.
- CASTELLAN, C.S. et al. Long-term stability of dentin matrix following treatment with various natural collagen cross-linkers. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 4, n. 7, p. 1343-1350, out. 2011.
- CASTELLAN, C.S. et al. Mechanical characterization of proanthocyanidin-dentin matrix interaction. **Dental Materials**, v. 26, n.10, p. 968-973, out. 2010.
- CAVALLI, V. et al. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. **Operative Dentistry**, v. 26, n. 6, p. 597-602, nov./dez. 2001.
- CAVALLI, V.; DE CARVALHO, R.M.; GIANNINI, M. Influence of carbamide peroxide based bleaching agents on the bond strength of resin enamel/dentin interfaces. **Brazilian Oral Research**, v. 19, n. 1, p. 23-29, jan./mar. 2005.
- CAVALLI, V.; GIANNINI, M.; CARVALHO, R. M. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. **Dental Materials**, v.20, n.8, p.733-739, out. 2004.
- CHAN, E.W. et al. Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*. **Pharmacognosy Research**, v.3, n.4, p. 266-272, out./dez. 2011.
- CHEESEMAN, K.H. et al. Biokinetics in humans of RRR- α -tocopherol: the free phenol, acetate ester, and succinate ester forms of vitamin E. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 19, n. 5, p. 591-8, nov. 1995.
- CHEN, J.H.; XU, J.W.; SHING, C.X. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 69, n. 1, p. 46-48, jan. 1993.
- DABAS, D.; PATIL, A.C.; UPPIN, V.M. Evaluation of the effect of concentration and duration of application of sodium ascorbate hydrogel on the bond strength of composite resin to bleached enamel. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 14, n. 4, p. 356-360, out. 2011.
- DAWSON, P.F. et al. A clinical study comparing the efficacy and sensitivity of home vs combined whitening. **Operative Dentistry**, v. 36, n. 5, p. 460-466, set./out. 2011.
- DELIPERI, S.; BARDWELL, D.N.; PAPHATHANASIOU, A. Clinical evaluation of a combined in-office and take-home bleaching system. **The Journal of American Dental Association**, v.135, n.5, p. 628-634, mai. 2004.
- DISHMAN, M. V.; COVEY, D. A.; BAUGHAN, L. W. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. **Dental Materials**, v. 10, n. 1, p.33-36, jan. 1994.
- DOMINGUEZ, J.A. et al. Ultrastructural evaluation of enamel after dental bleaching associated with fluoride. **Microscopy Research and Technique**, v.75, n.8, p. 1093-1098, ago. 2012.
- DOS SANTOS, P.H.; KAROL, S.; BEDRAN-RUSSO, A.K. Long-term nano-mechanical properties of biomodified dentin-resin interface components. **Journal of Biomechanics**, v. 44, n.9, p.1691-1694, jun. 2011a.

- DOS SANTOS, P.H.; KAROL, S.; BEDRAN-RUSSO, A.K. Nanomechanical properties of biochemically modified dentin bonded interfaces. **Journal of Oral Rehabilitation.**, v. 38, n.7, p. 541-546, jul. 2011b.
- FANG, M. et al. Biomodification to dentin by a natural crosslinker improved the resin-dentin bonds. **Journal of Dentistry**, v. 40, n. 6, p. 458-466, jun. 2012.
- FINE, A. M. Oligomeric proanthocyanidin complexes: history, structure, and phytopharmaceutical applications. **Alternative Medicine Review: A Journal of Clinical Therapeutic.**, v. 5, n. 2, p. 144-115, abr. 2000.
- FRANCI, C. et al. Clareamento dental- Técnicas e Conceitos atuais. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v especial, n. 1, p. 78-89, sem mês. 2010.
- FREIRE, A. et al. Reaction kinetics of sodium ascorbate and dental bleaching gel. **Journal of Dentistry**, v. 37, n.12, p. 932-936, dez. 2009.
- GAMA, A.M.S. et al. Restaurações adesivas em dentes pós-clareados: efeito do ascorbato de sódio na remoção do O2. **Revista Odonto Ciência**, v. 21, n. 53, p. 238-44, jul./set. 2006.
- GARCIA, E. J. et al. Antioxidant activity by DPPH assay of potencial solutions to be applied on bleaching teeth. **Brazilian Dental Journal**, v. 23, n. 1, p. 22-27, jan./fev. 2012.
- GOKÇE, B. et al. Effect of antioxidant treatment on bond strength of a luting resin to bleached enamel. **Journal of Dentistry**, v. 36, n.10, p. 780-785, out. 2008.
- GOMES, M.N.; FRANCCI, C.; MEDEIROS, I.S. et al. Effect of light irradiation on tooth whitening: enamel microhardness and color change. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v.21, n. 6, p. 387-94, dez. 2009.
- GOPINATH, S. et al. Effect of bleaching with two different concentrations of hydrogen peroxide containing sweet potato extract as an additive on human enamel: An in vitro spectrophotometric and scanning electron microscopy analysis. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 16, n. 1, p. 45-49, jan. 2013.
- NIAT, A.B.; YAZDI, F.M.; KOOHESTANIAN, N. Effects of drying agents on bond strength of etch-and-rinse adhesive systems to enamel immediately after bleaching. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 14, n. 6, p. 511-516, dez. 2012.
- HAHN, P. et al. Efficacy of tooth bleaching with and without light activation and its effect on the pulp temperature: an in vitro study. **Odontology**, v. 101, n. 1, p. 67-74, jan. 2013.
- HAN, B. et al. Proanthocyanidin: a natural crosslinking reagent for stabilizing collagen matrices. **Journal of Biomedical Material part A**, v. 65, n. 1, p. 118-124, abr. 2003.
- HAYWOOD, V.B.; HEYMANN, H.O. Nightguard vital bleaching. **Quintessence International**, v.20, n.3, p. 173-176, mar. 1989.
- HORŽIU, D. et al. The composition of polyphenols and methylxanthines in teas and herbal infusions. **Food Chemistry**, v.115, n.2, p. 441-448, jul. 2009.
- JANG, M. et al. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes. **Science**, v.275, n.5297, p. 218-220, jan. 1997.
- JOINER, A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. **Journal of Dentistry**, v.35, n.12, p. 889-896, dez. 2007.
- JOINER, A. The bleaching of teeth: a review of the literature. **Journal of Dentistry**, v. 34, n. 7, p. 412-419, ago. 2006.
- JOINER, A. Tooth colour: a review of the literature. **Journal of Dentistry**, v. 32, n. suplemento, p.3-12, sem mês. 2004.
- KAYA, A.D.; TÜRKÜN, M.; ARICI, M. Reversal of compromised bonding in bleached enamel using antioxidant gel. **Operative Dentistry**, v. 33, n. 4, p. 441-447, jul./ago. 2008.
- KHOROUSHI, M.; AGHELINJAD, S. Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. **Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal**. v. 16, n. 7, p. 990-996, nov. 2011.
- KHOROUSHI, M.; FEIZ, A.; KHODAMORADI, R. Fracture resistance of endodontically-treated teeth: effect of combination bleaching and an antioxidant. **Operative Dentistry**, v. 35, n. 5, p. 530-537, set./out. 2010.
- KIMYAI, S. et al. Comparison of the effect of hydrogel and solution forms of sodium ascorbate on orthodontic bracket-enamel shear bond strength immediately after bleaching: an in vitro study Indian **Journal of Dental Research**, v. 21, n. 1, p. 54-8, jan./mar. 2010.
- KIMYAI, S.; VAFIZADEH. The effect of hydrogel and solution of sodium ascorbate on bond strength in bleached enamel. **Operative Dentistry**, v. 31, n. 4, p. 496-499, jul./ago. 2006.
- KOO, S.H.; MONTMINY, M. In vino veritas: a tale of two shirts? **Cell.**, v.127, n.6, p. 1091-1093, dez. 2006.
- KUGEL, G.; KASTALI, S. Tooth-whitening efficacy and safety: a randomized and controlled clinical trial. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v.29, n. especial, p. S16-21, quiz S42, sem mês. 2000.

- LAI, S.C. et al. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. **Journal of Dental Research**, v. 80, n. 10, p. 1919-1924, out. 2001.
- LAI, S. C. N. et al. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. **Journal of Dental Research**, v. 81, n. 7, p. 477-481, jul. 2002.
- LIMA, A.F. et al. Protective effect of sodium ascorbate on MDPC-23 odontoblast-like cells exposed to a bleaching agent. **European Journal of Dentistry**, v. 4, n. 3, p. 238-244, jul. 2010.
- LIU, R. et al. The effect of transient proanthocyanidins preconditioning on the cross-linking and mechanical properties of demineralized dentin. **Journal of Materials Science. Materials in Medicine**, v. 22, n. 11, p. 2403-2411, nov. 2011.
- MAGALHÃES, A.C. et al. Chlorhexidine and green tea extract reduce dentin erosion and abrasion in situ. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 12, p. 994-998, dez. 2009.
- MAJD, E.S.; GOLDBERG, M.; STANISLAWSKI, L. In vitro effects of ascorbate and Trolox on the biocompatibility of dental restorative materials. **Biomaterials**, v. 24, n. 1, p. 3-9, jan. 2003.
- MARSON, F.C. et al. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. **Operative Dentistry**, v.33, n.1, p. 15- 22, jan./fev. 2008.
- MARUYAMA, T. et al. Supplementation of Green tea catechins in dentifrices suppresses gingival oxidative stress and periodontal inflammation. **Archives of Oral Biology**, v. 56, n. 1, p. 48-53, jan. 2011.
- MAZLAN, M. et al. Comparative effects of alpha-tocopherol and gamma-tocotrienol against hydrogen peroxide induced apoptosis on primary-cultured astrocytes. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 243, n.1-2, p. 5-12, abr. 2006.
- MCDONOUGH, W.G. et al. A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. **Biomaterials**, v.23, n.17, p.3603-3608, set. 2002.
- MCEVOY, S.A. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. II. Current techniques and their clinical application. **Quintessence International**, v. 20, n. 6, p. 379-384, jun. 1989.
- MCGUCKIN, R. S; THRMOND, B. A.; OSOVITZ, S. Enamel shear Bond strengths after vital bleaching. **American Journal of Dentistry**, v. 5, n. 4, p. 216-22, ago. 1992.
- MIGUEL, L. C. et al. In situ effect of 10% carbamide peroxide on resin-dentin bond strengths: a novel pilot study. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 16, n. 4, p. 235- 241, jul. 2004.
- MIRANDA, T.A.M. et al. Influence of exposure time to saliva and antioxidant treatment on bond strength to enamel after tooth bleaching: an in situ study. **Journal of Applied Oral Science**, v. 21, n. 6, p. 567-574, nov./dez. 2013.
- MORTAZAVI, V.; FATHI, M.; SOLTANI, F. Effect of postoperative bleaching on microleakage of etch-and-rinse and self-etch adhesives. **Dental Research Journal**, v. 8, n. 1, p. 16-21, inverno. 2011.
- MUNTEANU, A.; RICCIARELLI, R.; ZINGG, J.M. HIV protease inhibitors-induced atherosclerosis: prevention by alpha-tocopherol. **International Union of Biochemistry and Molecular Biology life Life**, v. 56, n. 10, p. 629-631, out. 2004.
- MURAGUCHI, K. et al. Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. **Dental Materials**, v. 26, n. 6, p. 875-881, nov. 2007.
- NEGIS, Y. et al. Molecular mechanism of alphasatocopheryl-phosphate transport across the cell membrane. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 359, n. 2, p. 348-353, jul. 2007.
- NOMOTO, S. et al. Influence of ascorbic acid on bonding of peroxide-affected dentin and 4-META/MMA-TBB resin. **Clinical Oral Investigations**, v.10, n.4, p. 325-330, dez. 2006.
- OZCAN, M.; VALANDRO, L.F. Bond strength of two resin cements to titanium after diferente surface conditioning methods. **General Dentistry**, v. 60, n. 1, p. 6-12, jan./fev. 2012.
- OZELIN, A. A. et al. Effects of Green Tea Application Time on Bond Strength after Enamel Bleaching. **Brazilian Dental Journal**, v. 25, n. 5, p. 399-403, set./out. 2014.
- PAUL, P.; ROSALINE, H.; BALAGOPEL, S. The effect of hydrogel and solution of sodium ascorbate on the bond strength of bleached enamel. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 10, n. 2, p. 43-47, abr./jun. 2007.
- PEGORARO, C.A.C.C. et al. Influência dos agentes clareadores na resistência adesiva de restaurações com compósitos aos tecidos dentários: momento atual. **Revista Dentística Online**, v. 10, n. 20, p. 11-18, sem mês. 2011.
- PERDIGÃO, J.; BARATIERI, L.N.; ARCARI, G.M. Contemporary trends and techniques intooth whitening: a review. **Practical Procedures & Aesthetic Dentistry**, v. 16, n. 3, p. 185-92, abr. 2004.
- PERDIGÃO, J. et al. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. **American Journal of Dentistry**, v. 11, n. 6, p. 291-301, dec. 1998.

- PRICE, R.B.; SEDAROUS, M.; HILTZ, G.S. The pH of tooth-whitening products. **Journal of the Canadian Dental Association**, v.66, n.8, p. 421-426, set. 2000.
- ROBERTO, A.R. et al. Evaluation of tooth color after bleaching with and without light-activation. **Revista Odonto Ciência**, v. 26, n.3, p. 247-252, jul./set. 2011.
- ROTSTEIN, I. Role of catalase in the elimination of residual hydrogen peroxide following tooth bleaching. **Journal of Endodontics**, v.19, n.11, p.567-569, nov. 1993.
- SAITO, Y. et al. Cell death caused by selenium deficiency and protective effect of antioxidants. **The Journal of biological chemistry**, v.278, n.41, p. 39428-39434, out. 2003.
- SALOMONE, P. et al. Residual oxygen releasing time from dental structure after carbamide peroxide exposure: study of the effects of a neutralizer gel. **General Dentistry**, n.60, p.147-50, abr. 2012.
- SASAKI, R. T.; FLÓRIO, F. M.; BASTING, R. T. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alpha-tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home-use bleaching treatment. **Operative Dentistry**, v.34, n.6, p.746-752, nov./dez. 2009.
- SCHWERTNER, R.C.A. et al. The effect of green tea on the shear strength of brackets after home whitening treatment. **Applied Adhesion Science**, v.4, p.12, sem mês. 2016.
- SCRIVER, C.R. et al. **The metabolic basis of inherited disease**. 6th ed. New York: McGraw-Hill, p. 155-61, 1989.
- SHIMADA, Y.; KIKUSHIMA, D.; TAGAMI, J. Micro-Shear bond strength of resin bonding systems to cervical enamel. **American Journal of Dentistry**, v.15, n.6, p.373-7, dez. 2002.
- SHINGU, C. et al. EPCK1, a vitamin C and E analogue, reduces endotoxin-induced systemic inflammation in mice. **The Journal of Surgical Research**, v.171, n.2, p. 719-725, dez. 2011.
- SIQUEIRA, M.R., et al. Associando o clareamento de consultório com o caseiro para aumentar a longevidade: relato de caso. **Full Dentistry in Science**, v. 2, n.7, p. 305-12, sem mês. 2011.
- SOARES, F. F. et al. Clareamento em dentes vitais: uma revisão bibliográfica. **Revista Saúde.com**, v. 4, n.1, p.72-84, jan./jun. 2008.
- SOHEILI, M. E.; GOLDBERG, M.; STANISLAWSKI, L. In vitro effect of ascorbate and Trolox on biocompatibility of dental restorative materials. **Biomaterials**, v.24, n.1, p.3-9, jan. 2003.
- SOUZA-GABRIEL, A.E. et al. Effect of bleaching protocols with 38% hydrogen peroxide and post-bleaching times on dentin bond strength. **Brazilian Dental Journal**, v.22, n.4, p.317-21, jul./ago. 2010.
- SPYRIDES, G. M. et al. Effect of whitening agents on dentin bonding. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v.12, n.5, p.264-270, set. 2000.
- SRINIVASULU, S. et al. Shear bond strength of composite to deep dentin after treatment with two different collagen cross-linking agents at varying time intervals. **Operative Dentistry**, v. 37, n. 5, p. 485-491, set./out. 2012.
- TABATABAEI, M.H. et al. Antioxidant effect on the shear bond strength of composite to bleached bovine dentin. **Brazilian Journal of Oral Sciences**, v.10, n.1, p.33-36, jan./mar. 2011.
- TIMPAWAT, S., et al. Effect of bleaching agents on bonding to pulp chamber dentine. **International Endodic Journal**, v. 38, n.4, p.211-217, abr. 2005.
- TIN-OO, M.M.; SADDKI, N.; HASSAN, N. Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatments they desire to improve aesthetics. **BioMed Central Oral Health**, v.11, p.6, fev. 2011.
- TITLEY, K. C.; TORNECK, C. D.; RUSE, N. D. The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. **Journal of Dental Research**, v.71, n.1, p.20-24, jan. 1992.
- TORNECK, C. D. et al. The influence of time of hydrogen peroxide exposure on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. **Journal of Endodontics**, v. 16, n. 3, p. 123-127, mar. 1990.
- TORRES, C. R. G.; KOGA, A. F.; BORGES, A. B. The effects of antioxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. **Brazilian Journal of Oral Sciences**, v.5, n.16, p.971-976, jan./mar 2006.
- TREDWIN, C.J. et al. Hydrogen peroxide tooth- whitening (bleaching) products: Review of adverse effects and safety issues. **British Dental Journal**, v. 200, n. 7, p. 371-376, abr. 2006.
- TURKUN, M. et al. Can the hydrogel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching? **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 11, n. 1, p. 35-40, fev. 2009.
- TURKUN, M.; KAYA, A.D. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 31, n.12, p. 1184-1191, dez. 2004.

UNLU, N.; COBANKARA, F. K.; OZER, F. Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. **Journal of Biomedical Material part B**, v. 84, n. 2, p. 363-8, fev. 2008.

UPADHYAY, J., MISRA, K. Towards the interaction mechanism of tocopherols and tocotrienols (vitamin E) with selected metabolizing enzymes. **Bioinformation.**, v. 3, n. 8, p. 326-31, abr. 2009.

VANDERLEI, A.; BOTTINO, M.A.; VALANDRO, L.F. Evaluation of Resin Bond Strength to Yttrium-stabilized Tetragonal Zirconia and Framework Marginal Fit: Comparison of Different Surface Conditionings. **Operative Dentistry**, v. 39, n.1, p.50-53, jan./fev. 2013.

VARGAS, F.S. **Efeito protetor da vitamina E (α -Tocoferol) contra a atividade citotóxica do peróxido de hidrogênio.** 2013. 79f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, 2013.

VENTURINI, C. D. et al. Resveratrol and red wine function as antioxidants in the nervous system without cellular proliferative effects during experimental diabetes. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 6, n. 3, p. 434-441, nov./dez. 2010.

VIDHYA, S. et al. Effect of grape seed extract on the bond strength of bleached enamel. **Operative Dentistry**, v. 36, n. 4, p. 433-438, jul./ago. 2011.

VISCIO, D. et al. Present and future technologies of tooth whitening. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v.28 , n. suplemento, p. S36-S43, sem mês. 2000.

WANG, A.; XU, Y.; LI, W. Tissue distribution and excretion of resveratrol in rat after oral administration of Polygonum cuspidatum extract (PCE). **Phytomedicine**, v.15, n.10, p. 859-866, out. 2008.

WATTS, A.; ADDY, M. Tooth discoloration and staining: a review of the literature. **British Dental Journal**, v. 190, n. 6, p. 309-16, mar. 2001.

YOO, S.; MURATA, R. M.; DUARTE, S. Antimicrobial traits of tea- and cranberry-derived polyphenols against *Streptococcus mutans*. **Caries Research**, v. 45, n. 4, p.327-335, set. 2011.

ZHENG, W.; WANG, S.Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n.11, p. 5165-5170, nov. 2001.

Sergio Luiz Mota Júnior¹

¹ Especialização em Ortodontia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Ciências Médicas e Saúde de Juiz de Fora – Juiz de Fora, MG

✉ **Sergio Mota Junior**
Rua Humaitá, 10/303
Paineiras
CEP: 36016-150
Juiz de Fora - MG
📧 sergiomotajr_orto@yahoo.com.br

RESUMO

O artigo explorou cinco tópicos de interesse na ortodontia na realidade clínica da especialidade. Muitas vezes com o apelo comercial, *marketing*, mídias sociais e até mesmo em eventos científicos, ortodontistas são instigados a absorverem novas tecnologias como se fossem indispensáveis para o sucesso clínico e que seriam vistos como retrógrados se não adotarem as novas práticas. O objetivo deste trabalho foi elucidar os temas mini-implantes ortodônticos, tomografia computadorizada de feixe cônico, bráquetes autoligados, *scanner* intraoral e alinhadores transparentes e mostrar que toda tecnologia deve ser vista com critério e estudada antes de ser adotada indiscriminadamente. A finalidade do tratamento ortodôntico deve ser pela melhor solução possível para a realidade do paciente, através de treinamento, discernimento e empenho do profissional. E isto só pode ser alcançado com estudo, educação e individualização de cada caso clínico.

Palavras-chave: tecnologia odontológica, ortodontia, aparelhos ortodônticos

ABSTRACT

The article explored five topics of interest in orthodontics into the clinical reality. Often commercial appeal, marketing, social media and even scientific events, encourages orthodontists to absorb new technologies as if an indispensable feature to clinical success. The lack of adoption of such techniques could drive the professional to the career obsolescence. The objective of this work was to elucidate about orthodontic miniscrews, cone beam computed tomography, self-ligating brackets, intraoral scanner and clear aligners, showing that all technology must be viewed with precaution and deeply investigated before being widely adopted. It is reinforced that the purpose of orthodontic treatment should be hardly tied to the patient's reality, through training, discernment and professional commitment. And this can only be achieved with education and individualization of each clinical case.

Keywords: technology, dental, orthodontics, orthodontic appliances

Submetido: 29/11/2018
Aceito: 16/01/2019



INTRODUÇÃO

A capacidade de inovar e desenvolver novos produtos e serviços é uma das formas de se determinar o empreendedorismo de uma nação. Empreender significa gerar divisas para um país, muitas vezes pelo desenvolvimento de tecnologia (FABER, 2010).

No Brasil existem 312.867 dentistas registrados ao Conselho Federal de Odontologia (CFO, 2018). Destes, 26.067 são registrados como ortodontistas (CFO, 2018). Nos Estados Unidos, o número de ortodontistas é em torno de 13.500 (AAO, 2018). Com um mercado consumidor tão abundante, não faltam empresas, inovações e ideias para suprir esta significativa fatia trabalhadora, que comumente busca algo novo para oferecer aos seus pacientes.

Atualmente, muitos ortodontistas utilizam ancoragem esquelética por meio de mini-implantes (CARANO et al., 2005; PARK et al., 2005). Em relação a exames complementares, a utilização de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) permitiu avaliação tridimensional em comparação a imagens bidimensionais (ACCORSI-MENDONÇA et al., 2012). Os bráquetes autoligados estão disponíveis em vários materiais e são os escolhidos por muitos profissionais, que afirmam que estes bráquetes apresentam vantagens clínicas (BICALHO; BICALHO, 2013). Quanto ao *scanner* intraoral, esta tecnologia vem apresentando crescente utilização na prática ortodôntica com variadas aplicações clínicas (PACHECO-PEREIRA et al., 2015). Por fim, os alinhadores estéticos ou transparentes, vem sendo muito discutidos e estudados sobre sua eficiência, indicações e limitações (JIANG et al., 2018; ZHENG et al., 2017).

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão crítica da literatura sobre os 5 tópicos de assuntos tecnológicos que são amplamente utilizados na ortodontia: mini-implantes ortodônticos, tomografia computadorizada de feixe cônico, bráquetes autoligados, *scanner* intraoral e alinhadores transparentes.

REVISÃO DE LITERATURA

Mini-implantes ortodônticos

Os dispositivos de ancoragem esquelética temporária (COSTA; RAFFAINL; MELSEN, 1998; KANOMI, 1997; PARK et al., 2001) foram introduzidos à clínica ortodôntica há aproximadamente duas décadas com o propósito de auxiliar na ancoragem com uma variada possibilidade de utilização, podendo ser aplicados diferentes direções de vetores de força. Estes dispositivos são atualmente, rotineiros no tratamento ortodôntico, principalmente em adultos (CARANO et al., 2005; PARK et al., 2005; PARK; KWON; SUNG, 2004).

A ideia da ancoragem temporária surgiu a partir de

implantes osseointegrados que permitiam ancoragem máxima, porém são dispositivos muito calibrosos, necessitam de um tempo para receberem aplicação de forças ortodônticas, são contraindicados quando os pacientes ainda apresentam crescimento e são colocados em regiões em que há ausência dentária (GOODCARE et al., 1997; SHAPIRO; KOKICH, 1988; ROBERTS; ARBUCKLE; ANALOUI, 1996; ROBERTS; SMITH; ZILBERMAN, 1984).

Antes do surgimento dos mini-implantes ortodônticos a solução para o reforço de ancoragem e distalização dentária era com a utilização de aparelhos fixos como: botão de Nance, barra transpalatina e arco lingual ou dispositivos removíveis, os quais são aparelho extra-bucal (AEB), placa lábio-ativa (PLA) e elásticos intermaxilares, sendo que precisam da colaboração efetiva dos pacientes (JANSON; SANT'ANA; VASCONCELOS, 2006). Tweed (1966) preconizava a utilização do aparelho extra-bucal J-Hook associado ao aparelho fixo para o tratamento ortodôntico em busca de uma melhor estética facial.

O tema mais recente discutido sobre os mini-implantes são os chamados "mini-implantes extra-alveolares", em que os dispositivos são inseridos fora do alcance das raízes dentárias (CHANG et al., 2018), permitindo movimentos ântero-posteriores livres do contato entre raízes e parafusos (Figura 1).



Figura 1: Mini-implante instalado na crista infra-zigomática

Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

A tomografia computadorizada foi introduzida na Odontologia em 2000 por Parks. O termo "tomografia" se refere a qualquer técnica que gere uma imagem

em corte de um tecido (ANDRADE, 2011). O processo da tomografia computadorizada foi apresentado por Randon, um matemático australiano, em 1917. A primeira técnica tomográfica foi anunciada cinquenta e cinco anos depois (PARKS, 2000).

O exame tomográfico mais utilizado na Odontologia é a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), com indicações diversas, por exemplo na implantodontia, que torna capaz de medir a espessura óssea que receberá o material reabilitador; na endodontia; na periodontia e patologia, podendo auxiliar na identificação de processos patológicos; na ortodontia,

para visualizar dentes retidos (Figura 2); na avaliação dos seios paranasais; no diagnóstico de traumas; na avaliação de componentes ósseos da articulação temporomandibular; na cirurgia buco-maxilofacial, através do planejamento, etapas cirúrgicas e até mesmo previsão de uma cirurgia ortognática com a combinação das imagens com softwares específicos; dentre outros (ACCORSI-MENDONÇA et al., 2012; RODRIGUES; VITRAL, 2007). A TCFC tem a vantagem em relação à tomografia multislice (uso mais comum na Medicina) de expor o indivíduo a uma dose de radiação menor.



Figura 2: Imagem de TCFC mostrando canino superior direito incluído e seu posicionamento em 3 dimensões intraósseo

Antes da larga utilização das TCFC na Odontologia, os diagnósticos por imagem eram feitos mais rotineiramente com a utilização de radiografias, estas fazem uma imagem bidimensional (2D), enquanto as TCFC geram imagens tridimensionais (3D), o que permite maior riqueza de detalhe, além de mais fidelidade nas estruturas avaliadas (ACCORSI-MENDONÇA et al., 2012).

Bráquetes autoligados

Os bráquetes autoligados surgiram em 1935, descrito por Stolzenberg. Inicialmente, os arcos ortodônticos eram ligados aos bráquetes através de ligaduras metálicas de aço inoxidável, que não raramente, causavam lesões de feridas na boca dos pacientes e nos dedos dos ortodontistas, além de demandar aproximadamente 11 minutos para a amarração dos arcos superior e inferior (SHIVAPUJA; BERGER, 1994).

Outra forma de amarração dos arcos aos bráquetes é através de ligaduras elastoméricas, que apesar de apresentarem desvantagens em relação à metálica (maior acúmulo de placa bacteriana, não assentam completamente os fios ao fundo do *slot*, apresenta rápida

perda de elasticidade e aumenta o atrito existente entre o fio e o bráquete (URSI; ALMEIDA, 2008)), são amplamente utilizadas devido à facilidade e rapidez de sua remoção e instalação. Neste contexto, os bráquetes autoligados tomaram grande visibilidade no meio ortodôntico.

Estes bráquetes são dispositivos que não necessitam dos sistemas de amarração metálica dente a dente tampouco amarração elástica. Eles apresentam uma "tampa" metálica ou branca (em bráquetes estéticos) através da qual, os fios mantêm-se no interior dos *slots* dos bráquetes (URSI; ALMEIDA, 2008) (Figura 3).



Figura 3: Bráquetes autoligados superiores anteriores recém colados ativos com fio ortodôntico no interior dos *slots*

Estudos prévios afirmam que a utilização destes bráquetes levam à menor necessidade de extrações dentárias por motivos ortodônticos, pois apinhamentos seriam corrigidos com a troca programada de fios ortodônticos, que levam a um aumento significativo da dimensão transversal dos arcos maxilares e mandibulares, sem a necessidade de molas ou outros dispositivos extras (BICALHO; BICALHO, 2013; DAMON, 1998).

Scanner intraoral

O método CAD/CAM (Computed Automated Design/Computer Automated Manufacturing) é considerado o precursor na tecnologia de escaneamento intraoral para utilização na Odontologia. Foi criado a partir da tese de Francois Duret, intitulada "Empreinte Optique" (Impressão Ótica), em 1973 (BÓRIO; DEL SANTO; JACOB, 2017). Duret foi o precursor na utilização desta tecnologia em 1971, mas Warner Mormann e Marco Brandestini (na Universidade de

Zurique, na Suíça) foram os primeiros a produzir o primeiro sistema CAD/CAM disponível comercialmente, em 1987, o CEREC® (Siemens, Munich, Alemanha).

As especialidades odontológicas que mais utilizam a tecnologia de escaneamento 3D (Figura 4) são a Ortodontia, a Prótese, a Implantodontia e a Cirurgia Bucomaxilofacial. (BÓRIO; DEL SANTO; JACOB, 2017). Na Ortodontia, as principais indicações para o escaneamento são: determinação do formato e tamanho das arcadas dentárias, tipo de maloclusão, cálculo da discrepância do tamanho dentário, simulação de tratamento, posicionamento de bráquetes, sejam vestibulares ou linguais para colagem indireta, confecção de guia para instalação de mini-implantes ortodônticos e confecção de alinhadores estéticos (GRUNHEID; MCCARTHY; LARSON, 2014; PACHECO-PEREIRA et al., 2015). Os modelos digitais, obtidos a partir de escaneamento intraoral, podem ser compatíveis com imagens de tomografia computadorizada, o que pode aumentar sua possibilidade de utilização no meio diagnóstico (KIM et al., 2010).

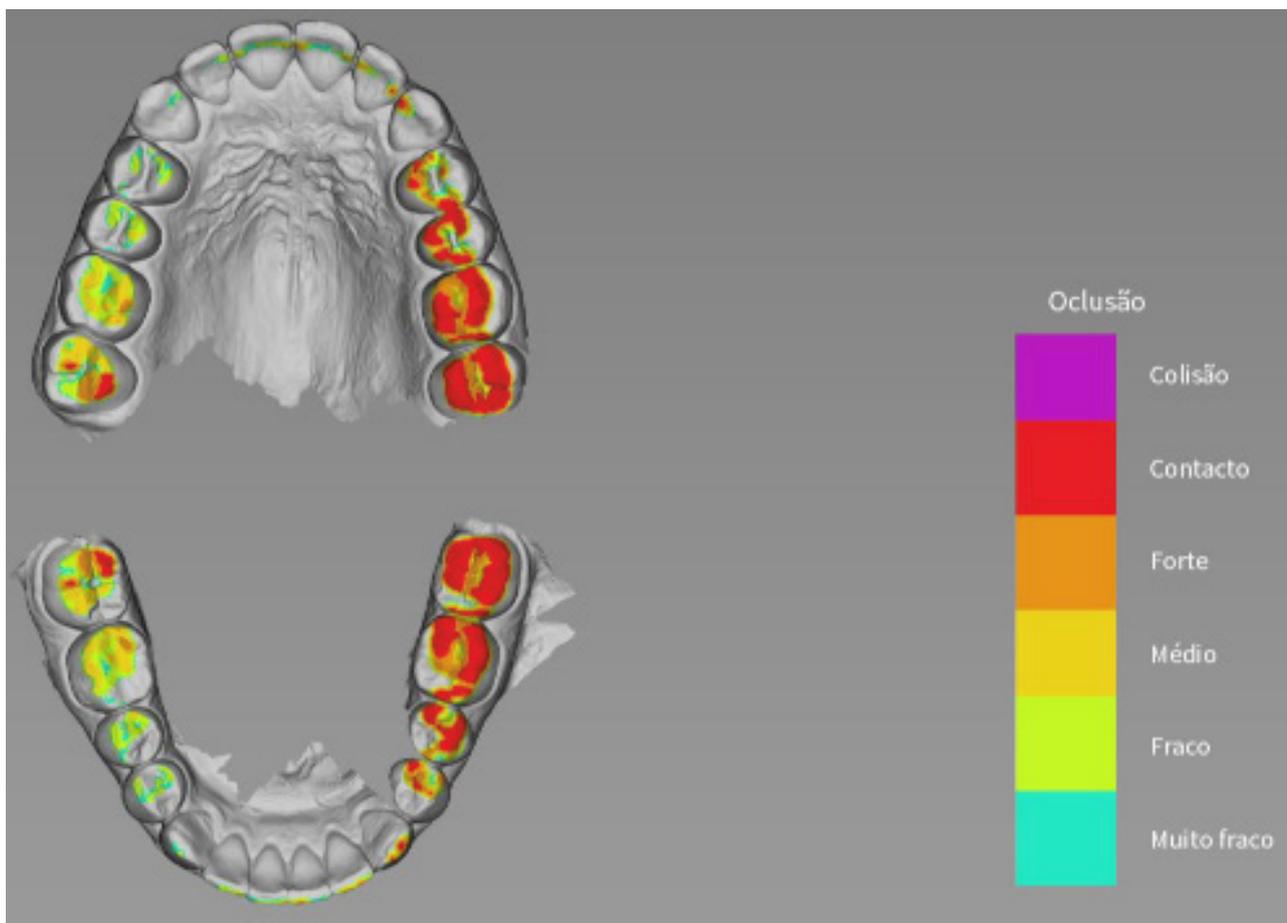


Figura 4: Imagem obtida a partir de escaneamento intraoral, destacando a intensidade dos contatos oclusais

Encontra-se disponíveis vários tipos de diversas marcas comerciais de *scanners* intraoral. O profissional que tiver interesse em utilizar esta ferramenta deve identificar suas maiores necessidades para optar a que melhor lhe atende (RUDOLPH et al., 2016).

As moldagens e modelos de gesso são utilizadas na Odontologia desde o século XX. Há muitos avanços dos materiais de moldagem e das técnicas utilizadas para a aquisição dos modelos de estudo e de trabalho. No entanto, na última década, a disponibilização de métodos,

equipamentos e técnicas de escaneamento intraoral têm apresentado a possibilidade da substituição da forma física da avaliação de dentes e arcadas dentárias por uma forma virtual (BÓRIO; DEL SANTO; JACOB, 2017).

Alinhadores transparentes

Com o recente aumento de adultos em busca de tratamento ortodôntico, houve um aumento na demanda por aparelhos que são mais estéticos e mais confortáveis do que os aparelhos fixos convencionais (ROSSINI et al., 2015).

Kesling (1945) descreveu a filosofia dos aparelhos de posicionamento dentário, feitos de material de borracha, liberando forças elásticas suaves aos dentes. Sua confecção era a partir de set-ups ortodônticos convencionais (KESLING, 1956). Os alinhadores transparentes são uma extensão do uso dos aparelhos de posicionamento dentário, que têm sido empregados por ortodontistas há muitas décadas (WEIR, 2017). Essas ideias foram desenvolvidas por Nahoum (1959), Ponitz (1971), McNamara, Kramer e Juenker (1985) e Sheridan, LeDoux e McMin (1993), antes de serem combinadas recentemente com avanços em materiais termoplásticos transparentes e tecnologia de computadores (CAD-CAM, estereolitografia e *software* de simulação de movimento dentário) (Figura 5). Isso resultou em aumento no número de produtos de alinhadores transparentes cada vez mais eficazes para o alinhamento dentário em uma variedade de maloclusões (WEIR, 2017).



Figura 5: Modelo virtual. Em vermelho, simulação dos attachments em resina composta

Os alinhadores transparentes (Figura 6) foram inicialmente introduzidos para tratar pequenas irregularidades da posição dentária. Alguns sistemas de alinhadores permanecem explicitamente limitados à correção de pequenas irregularidades, enquanto outros também afirmam tratar maloclusões complexas. A evidência clínica publicada que sustenta essas alegações é inexistente ou, na maioria das vezes, está longe de evidências científicas de alto nível. No entanto, há sistemas de alinhadores são comercializados diretamente

ao público, e alguns nem sequer exigem a intervenção de qualquer dentista em qualquer fase do processo (WEIR, 2017).



Figura 6: Alinhador transparente em posição

Pelo fato dos alinhadores serem removíveis, a higienização dental e a periodontal são mais simples que com os aparelhos ortodônticos fixos, levando a uma maior saúde periodontal nos indivíduos em tratamento com alinhadores se comparados aos que utilizam bráquetes (ABBATE et al., 2015; JIANG et al., 2018; LEVRINI et al., 2015).

DISCUSSÃO

A especialidade ortodôntica existe há mais de 100 anos e desde o início, quando os dispositivos de ancoragem esquelética não existiam, era possível que resultados excelentes fossem alcançados (VILELLA, 2007). O que se observa, atualmente, é a utilização indiscriminada de tais dispositivos. Muitas vezes pode-se chegar a um mesmo resultado, com o mesmo tempo de tratamento, sem a necessidade de expor o paciente a um procedimento, embora simples, cirúrgico.

Há profissionais, sobretudo da área ortodôntica, que insistem em afirmar que é absolutamente impossível a realização de uma ortodontia de qualidade sem a solicitação de TCFC para todos os pacientes. O exame tomográfico, por mais informações que ofereça, não é capaz de substituir o discernimento e bom senso do profissional responsável por cada caso.

É possível com as TCFC se obter imagens cefalométricas 3D mais precisas que as obtidas a partir das radiografias cefalométricas 2D, inclusive observação das vias aéreas superiores com maior precisão, efeitos de cor nas imagens, movimentação com efeitos 3D em softwares e até mesmo medições em milímetros ou décimo de milímetros entre as estruturas. No entanto, deve-se ressaltar que o exame tomográfico é um meio de diagnóstico e o profissional ortodontista deve tomar a decisão de qual tratamento deve ser feito para cada paciente baseado em sua experiência clínica e nos conceitos e informações científicas.

Muito que se sabe sobre o sistema autoligado é de

origem de material promocional de fabricantes e de apresentações em congressos (CASTRO, 2009) (por vezes financiados pelos próprios fabricantes). A impressão clínica generalizada de que os sistemas autoligados fazem com que o tratamento seja melhor e mais rápido é algo que precisa ser ainda bem estudado (GRABER; VANARSDALL; VIG, 2017).

Redução no tempo de tratamento e no número total de consultas devido à utilização de bráquetes autoligados não são confirmadas pela literatura. Os sistemas convencionais e autoligados se equivalem, não havendo superioridade significativa de nenhum deles (CHEN et al., 2010; EHSANI et al., 2009; FLEMING; JOHAL, 2010; JOHANSSON; LUNDSTRÖM, 2012; MACHIBYA et al., 2013; PANDIS; PLYCHRONOPOULOU; ELIADES, 2007).

Assim como em vários meios de tecnologia, o mercado de *scanners* intraoral se atualiza e modifica com rapidez. Com o passar do tempo, as clínicas de radiologia odontológica vêm adquirindo *scanners* e sua utilização vem sendo cada vez mais comum entre os profissionais. Na Ortodontia não é diferente. Somado à facilitação do método, alta precisão no resultado e maior conforto ao paciente, há uma grande vantagem no aspecto físico de armazenamento dos modelos de gesso. Além do aspecto legal que os ortodontistas devem guardar modelos de gesso, há profissionais que guardam os modelos como arquivo de estudo. Nesse âmbito, o armazenamento digital, que pode ser na nuvem, não ocupa espaço físico, enquanto modelos de gesso podem encher armários e até mesmo salas.

Apesar de muitos aspectos positivos na utilização de escaneamento intraoral em substituição aos modelos de gesso na ortodontia, há ainda uma barreira em relação aos custos para a utilização de tal tecnologia. No entanto, aumentando a concorrência dos fabricantes neste amplo mercado, os preços têm se tornado mais acessíveis, consequentemente clínicas e consultórios odontológicos vêm adquirindo este equipamento.

A maior parte das fontes sobre os alinhadores estéticos se dá pela experiência clínica pessoal, materiais de divulgação de empresas, opiniões de especialistas e congressos. Estudos sobre estes aparelhos ainda mostram muito baixa evidência em seus resultados clínicos (JIANG et al., 2018; LAGRAVÈRE; FLORES-MIR, 2005).

Sabe-se também, que devido ao apelo estético atual, muitos pacientes preferem ser tratados com utilização de alinhadores estéticos, no entanto, o tratamento com aparelho fixo convencional tem se mostrado mais efetivo para o tratamento das diversas maloclusões (GU et al., 2017) ou faltam evidências para mostrar a efetividade clínica dos alinhadores estéticos (ZHENG et al., 2017).

Quando avalio a atual esfera ortodôntica e o caminho que a especialidade parece estar levando, eu sinto uma preocupação aguçada. Vemos a prática clínica de muitos profissionais serem influenciadas excessivamente por um apelo comercial, *marketing*, empresas e práticas clínicas

com baixa evidência científica. Faço concordância às palavras de Mark Wertheimer (2018), quando afirma que "o atual cenário ortodôntico não parece se assemelhar à imagem que eu tinha construído quando queria tanto ser parte desta especialidade. Eu sei de muitas discussões e que eu não estou sozinho nestes pensamentos, e muitos colegas têm debatido isto, até provocar náuseas. É uma discussão repetitiva e interminável que chega sempre à mesma conclusão "o final recorrente do interminável"".

CONCLUSÃO

Acredito que a melhor forma de lidar com avanços tecnológicos na ortodontia, e em toda área da ciência, seja de forma criteriosa, crítica e com base científica, para sabermos separar o que nos é apresentado e absorver aquilo que realmente melhorará nossa prática clínica.

REFERÊNCIAS

- ABBATE, G. M. et al. Periodontal health in teenagers treated with removable aligners and fixed orthodontic appliances. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v. 76, n. 3, p. 240-250, may, 2015.
- ACCORSI-MENDONÇA, T. et al. Uso da tomografia computadorizada por feixe cônico na endodontia. **International Journal of Science Dentistry**, v. 1, n. 37, p. 39-42, 2012.
- AZARIPOUR, A. et al. Braces versus Invisalign®: gingival parameters and patients' satisfaction during treatment: a cross-sectional study. **BMC Oral Health**, v. 15, n. 69, p. 1-5, jun. 2015.
- American Association of Orthodontists. Disponível em: <https://www.aaoinfo.org> Acesso em 25 de nov. 2018.
- ANDRADE, J. G. P. Comparação da tomografia computadorizada multislice com 64 detectores e cone beam na avaliação de medidas lineares no rebordo alveolar. 45f. Dissertação (Mestrado em Odontologia), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2011.
- BICALHO, R. F.; BICALHO, J. S. Uso de bráquetes autoligados em tratamento de casos limítrofes. **Orthodontic Science and Practice**, v. 6, n. 21, p. 72-79, 2013.
- BÓRIO, J. A.; DEL SANTO, M.; JACOB, H. B. Odontologia digital contemporânea – Scanners intraorais digitais. **Orthodontic Science and Practice**, v. 10, n. 39, p. 355-362, 2017.
- CARANO, A. et al. Clinical applications of the miniscrew anchorage system. **Journal of Clinical Orthodontics**, v. 39, n. 1, p. 9-24, jan. 2005.
- CASTRO, R. Braquetes autoligados: Eficiência x evidências científicas. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 14, n. 4, p. 20-24, jul./aug. 2009.

- CHANG, C.; ALMEIDA, M. R.; PITHON, M.; URSI, W. An interview with Chris Chang. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 23, n. 1, p. 18-21, 2018.
- CHEN, S. S. et al. Systematic review of self-ligating brackets. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 137, n. 6, p. 726.e1-726.e18., jun. 2010.
- Conselho Federal de Odontologia. Disponível em: <http://cfo.org.br/website/estatisticas/> Acesso em 25 de nov. 2018.
- COSTA, A.; RAFFAINL, M.; MELSEN, B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. **The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery**, v. 13, n. 3, p. 201-209, 1998.
- DAMON, D. H. The rationale, evolution and clinical application of the self-ligating bracket. **Clinical Orthodontics and Research**, v. 1, n.1, p. 52-61, aug. 1998.
- EHSANI, S. et al. Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets: a systematic review. **The Angle Orthodontist**, v. 79, n. 3, p. 592-601, may 2009.
- FABER, J. A inovação precisa ser estimulada no Brasil por meio de depósitos de patentes. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 15, n. 4, p. 5, jul./aug. 2010
- FLEMING, P. S.; JOHAL, A. Self-Ligating Brackets in Orthodontics: A Systematic Review. **The Angle Orthodontist**, v. 80, n. 3, p. 575-584, may. 2010.
- GOODCARE, C. J. et al. Prosthodontic considerations when using implants for orthodontic anchorage. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 77, n. 2, p. 162-170, feb. 1997.
- GRABER, L. W.; VANARSDALL, R. L.; VIG, K. W. L. Orthodontics: Current principles and techniques. 6th edition. St. Louis, 2017.
- GRUNHEID, T.; MCCARTHY, S. D.; LARSON, B. E. Clinical use of a direct chairside oral scanner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 146, n. 5, p. 673-682, nov. 2014.
- GU, J. et al. Evaluation of Invisalign treatment effectiveness and efficiency compared with conventional fixed appliances using the Peer Assessment Rating index. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 151, n. 2, p. 259-266, feb. 2017.
- JANSON, M.; SANT ´ANA, E.; VASCONCELOS, W. Ancoragem esquelética com mini-implantes: incorporação rotineira da técnica na prática ortodôntica. **Revista Clínica de Ortodontia Dental Press**, v. 5, n. 4, p. 85-100, ago./set. 2006.
- JIANG, Q. et al. Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. **Journal of the American Dental Association**, v. 149, n. 8, p. 712-720. e12, aug. 2018.
- JOHANSSON, K.; LUNDSTRÖM, F. Orthodontic treatment efficiency with self-ligating and conventional edgewise twin brackets. **The Angle Orthodontist**, v. 82, n. 5, p. 929-934, sep. 2012.
- KANOMI, R. Mini-implant for orthodontic anchorage. **Journal of Clinical Orthodontics**, v. 31, n. 11, p. 763-767, nov. 1997.
- KESLING, H. D.; The philosophy of the tooth positioning appliance. **American Journal of Orthodontics and Oral Surgery**, v. 31, n. 6, p. 297-304, jun. 1945.
- KESLING, H. D. The diagnostic setup with consideration of the third dimension. **American Journal of Orthodontics**, v. 42, n. 10, p. 740-748, oct. 1956.
- KIM, B. C. et al. Integration accuracy of digital dental models and 3-dimensional computerized tomography images by sequential point- and surface-based markerless registration. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics**, v. 110, n. 3, p. 370-378, sep. 2010.
- LAGRAVÈRE, M. O.; FLORES-MIR, C. The treatment effects of Invisalign orthodontic aligners: a systematic review. **Journal of the American Dental Association**, v. 136, n. 12, p. 1724-1729, dec. 2005.
- LEVRINI, L. et al. Periodontal health status in patients treated with the Invisalign® system and fixed orthodontic appliances: A 3 months clinical and microbiological evaluation. **European Journal of Dentistry**, v. 9, n. 3, p. 404-410, jul./sep. 2015.
- MACHIBYA, F. M.; BAO, X.; ZHAO, L.; HU, M. Treatment time, outcome, and anchorage loss comparisons of self-ligating and conventional brackets. **The Angle Orthodontist**, v. 83, n. 2, p. 280-285, mar. 2013.
- PACHECO-PEREIRA, C. et al. Variation of orthodontic treatment decision-making based on dental model type: A systematic review. **The Angle Orthodontist**, v. 85, n. 3, p. 501-509, may. 2015.
- PANDIS, N.; PLYCHRONOPOULOU, A.; ELIADES, T. Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: A prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 132, n. 2, p. 208-215, aug. 2007.
- PARKS, E. T. Computed tomography applications for dentistry. **Dental Clinics of North America**, v. 44, n. 2, p. 371-394, apr. 2000.
- PARK, H. S. et al. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. **Journal of Clinical Orthodontics**, v. 35, n. 7, p. 417-422, jul. 2001.
- PARK, H. S.; KWON, T. G.; SUNG, J. H. Nonextraction Treatment with microscrew implants. **The Angle Orthodontist**, v. 74, n. 4, p. 539-549, aug. 2004.

PARK, H. S.; KYUNG, LEEB, S.; WON KWONC, O. Group distal movement of teeth using microscrew implant anchorage. **The Angle Orthodontist**, v. 75, n. 4, p. 602-609, jul. 2005.

ROBERTS, W. E.; ARBUCKLE, G. R.; ANALOUI, M. Rate of mesial translation of mandibular molars using implant-anchored mechanics. **The Angle Orthodontist**, v. 66, n. 5, p. 331-338, 1996.

ROBERTS, W.E. et al. Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implant. **American Journal of Orthodontics**, v. 86, n. 2, p. 95-111, aug. 1984.

RODRIGUES, A. F.; VITRAL, R. W. F. Aplicações da Tomografia Computadorizada na Odontologia. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 7, n. 3, p. 317-324, set./dez. 2007.

ROSSINI, G. et al. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. **The Angle Orthodontist**, v. 85, n. 5, p. 881-889, sep. 2015.

RUDOLPH, H. et al. Accuracy of intraoral and extraoral digital data acquisition for dental restorations. **Journal of Applied Oral Science**, v. 24, n. 1, p. 85-94, jan./feb. 2016.

SHAPIRO, P. A.; KOKICH, V. G. Uses of implants in orthodontics. **Dental Clinics of North America**, v. 32, n. 3, p. 539-550, jul. 1988.

SHIVAPUJA, P. K.; BERGER, J. A comparative study of convencional ligation and self-ligation bracket systems. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 106, n. 5, p. 472-480, nov. 1994.

STOLZENBERG, J. The Russell attachment and its improved advantages. **International Journal of Orthodontia and Dentistry for Children**, v. 21, n. 9, p. 837-840, sep. 1935.

TWEED, C.H. Clinical Orthodontics. Mosby, St. Louis, 1966.

URSI, W.; ALMEIDA, G. A. Nova visão em Ortodontia e Ortopedia Funcional dos maxilares. Cap. 44, Orto SPO 2008, Ed. Santos 2008.

VILELLA, O.V. O desenvolvimento da Ortodontia no Brasil e no mundo. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, n. 6, p. 131-156, nov./dez. 2007.

WEIR, T. Clear aligners in orthodontic treatment. **Australian Dental Journal**, v. 62, n. 1, p. 58-62, mar. 2017.

WERTHEIMER, M. B. Pursuit of excellence: A forgotten quest?. **APOS Trends in Orthodontics**, v. 8, p. 10-13, 2018.

ZHENG, M. et al. Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis. **Orthodontics and Craniofacial Research**, v. 20, n. 3, p. 127-133, aug. 2017.

Indicações e tratamentos da laserterapia de baixa intensidade na odontologia: uma revisão sistemática da literatura



Indications and treatments of low level laser therapy in dentistry: a systematic review of the literature

Fabiana Aparecida Mayrink de Oliveira¹,
Marcelo Tarcísio Martins¹,
Mateus Antunes Ribeiro¹,
Pedro Henrique Azevedo da Mota¹,
Marcus Vinicius Queiroz de Paula²

¹ Curso de Odontologia, Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora – Juiz de Fora, MG

² Departamento de Radiologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora, MG

✉ **Fabiana de Oliveira**
Avenida Barão do Rio Branco,
1871/1105
Centro
CEP: 36013-020
Juiz de Fora - MG
📧 fabsmay@hotmail.com

RESUMO

Introdução: O laser de baixa intensidade (LLLT – Low Level Laser Therapy) possui efeitos anti-inflamatórios, analgésicos e trófico tecidual, podendo ser aplicado em uma grande variedade de condições clínicas na odontologia. **Objetivo:** este estudo teve como objetivo revisar as indicações e as possibilidades de tratamento de LLLT nas diversas especialidades odontológicas. **Material e Métodos:** Como estratégia de busca fez-se uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, BSV e SCIELO para identificar estudos relevantes de 2016 a 2018. Uma combinação das seguintes palavras-chaves foi utilizada: low level laser therapy e dentistry. Estas foram combinadas através do operador booleano “AND”. **Resultados:** foram encontrados trinta e sete artigos com indicação de tratamento com laser de baixa intensidade na periodontia, ortodontia, cirurgia, odontopediatria, DTM, patologia, endodontia e dentística. **Conclusão:** LLLT é um tratamento seguro, sem efeitos colaterais que pode ser utilizado nas especialidades odontológicas como eficaz tratamento coadjuvante aos convencionais.

Palavras-chave: odontologia, terapia a laser de baixa intensidade, área de atuação profissional

ABSTRACT

Introduction: The low level laser therapy (LLLT) has anti-inflammatory, analgesic and tissue-trophic effects, and can be applied in a wide variety of clinical conditions in dentistry. **Objective:** This study aimed to review indications and treatment possibilities with LLLT in the various dental specialties. **Material and Methods:** as a search strategy a bibliographic search was conducted in the electronic databases MEDLINE, BSV and SCIELO to identify relevant studies from 2016 to 2018. A combination of the following keywords was used: low level laser therapy and dentistry. These were combined through the Boolean operator “AND”. **Results:** thirty seven articles were found with indication of low intensity laser treatment in periodontics, orthodontics, surgery, pediatric dentistry, TMD, pathology, endodontics and dentistry. **Conclusion:** LLLT is a safe treatment with no side effects that can be used in dental specialties as an effective adjunctive treatment to conventional ones.

Keywords: dentistry, low level laser therapy, professional practice location

Submetido: 30/11/2018
Aceito: 20/12/2018



INTRODUÇÃO

O LASER (Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação) é uma poderosa fonte de luz, que tem inúmeras aplicações em todos os campos da ciência, incluindo nas áreas da saúde como a odontologia (SRIVASTAVA, 2014). Seja com o laser de alta intensidade na realização de cirurgias mais conservadoras, com redução de dor pós-operatória; seja com a terapia a laser de baixa intensidade (Low level laser therapy – LLLT) com efeitos terapêuticos anti-inflamatórios, proporcionando analgesia, cicatrização e biomodulando os tecidos; ou, ainda, como terapia fotodinâmica, quando associado a agentes fotossensíveis sendo capaz de tratar infecções, o laser é uma tecnologia que se tornou uma alternativa desejável e inseparável a muitos procedimentos tradicionais da prática clínica (CARROL et al., 2014; SANT'ANNA et al., 2017; CIEPLIK et al., 2018; POL et al., 2017; ANG KHAW et al., 2018). Apesar das muitas aplicações dos lasers de alta intensidade, ele é ainda subutilizado por brasileiros, provavelmente pelo maior custo em relação a LLLT (CIEPLIK et al., 2018). Já os lasers de baixa intensidade, com menor custo e grandes possibilidades de tratamentos em várias especialidades odontológicas, mostra-se um método seguro, não farmacológico, que modula vários processos metabólicos através da absorção de energia pelos cromóforos. A partir desse fenômeno, há uma alteração da função mitocondrial, e conseqüentemente, da respiração celular, com aumento da produção de ATP, que produz espécies reativas de oxigênio intracelular (ROS – Reactive Oxygen Species). Essas alterações resultam na proliferação de fibroblastos, síntese de colágeno, ajuste da resposta inflamatória, bem como como melhora da angiogênese e reparo tecidual (SANT'ANNA et al., 2017).

Muitas vezes, por desconhecer a interação do laser com os tecidos e, assim, as ações terapêuticas, as doses que podem ser aplicadas em diversas condições clínicas e o próprio aparelho, muitos profissionais deixam de utilizá-lo, perdendo a oportunidade de aprimorar seus tratamentos. Desta forma, para tornar mais acessível a indicação e as formas de tratamento da LLLT na odontologia atual, este estudo teve como objetivo revisar as indicações e as possibilidades de tratamento com laser de baixa intensidade nas diversas especialidades odontológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

A principal questão deste estudo foi: "Quais são as principais indicações e tratamentos da laserterapia na Odontologia na atualidade?"

Esta pesquisa foi conduzida de acordo com o seguinte critério de inclusão: os desenhos dos estudos deveriam ser ensaios clínicos controlados randomizados em

humanos, no idioma inglês. Já os critérios de exclusão seriam os relatos de casos, séries de casos, estudos em animais, ensaios não controlados, artigos de revisão, editoriais, cartas para o editor, monografias e artigos de conferências. Os participantes foram indivíduos com alguma alteração orofacial que necessitava de intervenção odontológica, independente da idade.

A intervenção analisada foi terapia com laser de baixa intensidade nas diversas especialidades odontológicas e o comparador seriam os tratamentos convencionais nas especialidades odontológicas ou grupo placebo.

Como estratégia de busca fez-se uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados eletrônicas MEDLINE, BSV e SCIELO, conduzida em novembro de 2018 para identificar estudos relevantes de 2016 a 2018. Uma combinação das seguintes palavras-chaves foi utilizada: "low level laser therapy" e "dentistry". Estes foram combinados através do operador booleano "AND". As buscas foram complementadas por meio de consulta a artigos de revisão (CARROL et al., 2014; CIEPLIK et al., 2018; SRIVASTANA et al., 2014). A qualidade científica dos estudos incluídos foi avaliada e documentada.

Os dados revisados sistematicamente para coleta de dados nas diversas especialidades foram: tamanho da amostra, comprimento de onda e parâmetros da dose da LLLT utilizados pelos autores, resultados e desfechos da LLLT. Um fluxograma do método está representado na figura 1.

Para minimizar o risco de viés os artigos com resultados nulos, inesperados ou até mesmo negativos foram expressos neste estudo.

RESULTADOS

Dos 46 artigos encontrados foram selecionados 38 para avaliação devido à acessibilidade aos textos completos e 1 foi excluído por tratar-se de LLLT no joelho, restando assim 37 para a revisão sistemática. Nestes, o fator de impacto variou de 0,717 a 5,383 com o qualis capes classificado da seguinte forma: seis artigos A1, vinte e quatro A2, três B1, e 1 B2 sendo que dois não estavam classificados nesta plataforma.

Dos sete artigos revisados sobre ortodontia, somente um não obteve um desfecho favorável, tendo o grupo controle o mesmo resultado do grupo tratamento com LLLT no reparo de reabsorção radicular induzida ortodônticamente (ANG KHAW et al., 2018). Os outros seis ensaios clínicos randomizados apresentaram-se melhor com o tratamento a laser de baixa intensidade, como na aceleração do movimento ortodôntico; na remodelação óssea após expansão rápida da maxila ou aliviando a dor após uso de separadores elásticos (Tabela 1).

Na Cirurgia, o LLLT apresentou-se com bom efeito

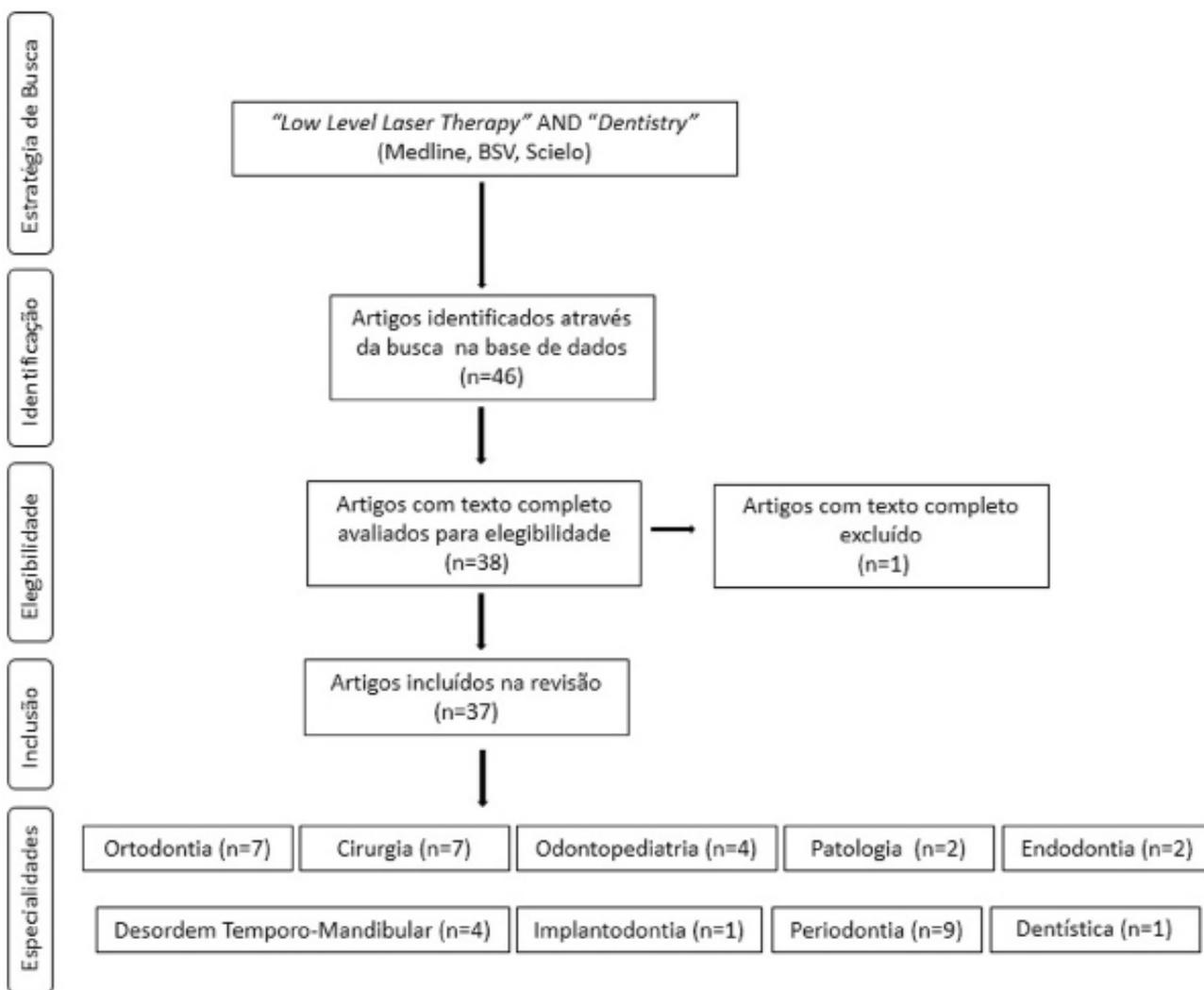


Figura 1: Fluxograma do método

terapêutico em relação analgesia após extração de terceiros molares e na abertura de boca após ortognática maxilar e mandibular ao mesmo tempo, porém a redução de trismo e edema facial não são unânimes nos ensaios revisados e o efeito analgésico previamente a aplicação da anestesia no paciente não obteve bons resultados com LLLT (Tabela 2).

Na odontopediatria a utilização de LLLT foi recomendada para o controle do reflexo de vômito, porém no tratamento de aspectos salivares em crianças desnutridas e de bruxismo infantil os estudos mostraram-se inconclusivos (Tabela 3).

Quanto ao tratamento de lesões bucais como líquen plano e mucosite o LLLT mostrou-se altamente eficaz (Tabela 4).

Em relação ao efeito analgésico do LLLT após tratamento endodôntico, observou-se que esse foi altamente eficaz de acordo com a literatura revisada

(Tabela 5).

Já quanto ao tratamento da dor miofascial na desordem tempororo-mandibular, o LLLT sozinho não foi eficaz, mas associado a exercícios motores apresentou melhores condições aos pacientes (Tabela 6).

Somente um artigo sobre Implantodontia foi encontrado nesta revisão, e este não apresentou desfecho favorável em relação a estabilidade do implante (Tabela 7).

O laser de baixa intensidade na periodontia tem sido bastante utilizado com bons resultados como coadjuvante ao tratamento de raspagem radicular, diminuindo a inflamação tecidual; porém a terapia fotodinâmica associada a diminuição da infecção ainda está controversa, bem como o alívio da dor em cirurgias de enxerto gengival livre (Tabela 8).

Na dentística, o LLLT mostrou-se eficaz na redução da sensibilidade após o clareamento (Tabela 9).

Tabela 1: Indicações e tratamentos do laser na ortodontia

Primeiro autor/Ano	Tamanho amostra (n)	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Ang Khaw CM et al. 2018	(n=20)	660nm (AlGaInP) Contínuo 75 mW 0,245W/cm ² 3,6J/cm ² (ponto) 15s (cada) – 2min	Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos tratados com LLLT e o controle	Resposta negativa
Üretürk SE et al. 2017	(n=15)	820nm (GaAlAs) Contínuo 20 mW 5 J/cm ² 10s (por ponto) 0,2 J (por ponto)	Laser acelera a movimentação do dente e pode encurtar o tempo de tratamento	Resposta positiva
AlSayed Hasan MMA et al. 2017	(n=26)	830nm (GaAlAs) Contínuo 2,25 J/cm ² 2 J (por ponto) 150mW 15s (por ponto)	LLLT foi um método efetivo para acelerar o movimento ortodôntico	Resposta positiva
Garcia VJ et al. 2016	(n=39)	660nm (InGaAlP) Contínuo 100 mW 332 mW/cm ² 90s total	A LLLT estimulou o processo de reparo durante a fase de retenção depois da expansão rápida da Mx	Resposta positiva
Ferreira FN et al. 2016	(n=14)	780nm (GaAlAs) Contínuo 70mW 0,04 cm ² (área ponta)	A LLLT teve uma diferença significativa na regeneração óssea da sutura médio-palatina acelerando o processo de reparo	Resposta positiva
Qamruddin I et al. 2016	(n=88)	940nm (GaAlAs) Contínuo 200 mW 20s (por ponto) 12J	Uma dose única de LLLT mostrou-se eficiente na redução de dor pós-operatória associada a colocação de separadores elastoméricos	Resposta positiva
Farias RD et al. 2016	(n=30)	810nm (GaAlAs) 100 mW 2J/cm ² 15s (por ponto)	Uma única aplicação de LLLT pode ser indicada para controle da dor nas fases iniciais do tratamento ortodôntico	Resposta positiva

Fluência ou Densidade de energia (J/cm²-joule por centímetro quadrado); Energia (J-joule); Densidade de Potência (mW/Cm²-miliwatt por centímetro quadrado); Potência (W-Watt; mW-miliwatt); comprimento de onda (nm-nanômetro); tempo (s-segundo); meio condutor GaAlAs (Arseneto de Gálio e Alumínio); meio condutor InGaAlP (Fosfato de Índio-gálio-alumínio)

Tabela 2: Indicações e tratamentos do laser na cirurgia

Primeiro autor/Ano	Tamanho amostra (n)	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Asutay F et al. 2018	(n=45)	(Extra e intra-oral), 810nm (GaAlAs), Contínuo 0,3 W, 4 J/cm ² 12J 40s	A LLLT reduziu a dor após extração de 3º molares em dose única, porém não reduziu o edema facial e o trismo	Resposta positiva e negativa
de Rezende RA et al. 2018	(n=82)	(Extra e intra-oral), 780nm (GaAlAs), 100mW 2J/ponto 100 J/cm ² 20s (ponto)	O tratamento com LLLT não foi significativo para expansão rápida de Mx ou nas ortognáticas isoladas de Mx ou Md. Porém, melhorou a abertura de boca em homens com ortognática Mx / Md	Resposta positiva e negativa
Tuk JGC et al. 2017	(n=163)	(Extra e intra-oral), 810nm (GaAlAs), Contínuo P: 198 mW, E: 5,94 J DE: 67,50 J/cm ² t = 30s	A aplicação de LLLT antes da anestesia não reduziu a dor sentida da injeção anestésica	Resposta negativa
Eshghpour M et al. 2017	(n=16)	InGaAlP, (Intra-oral) 660nm, 200mW 10s, 2J 1,5J/cm ² , (Extra-oral) 810nm, 200mW 10s 7 J 1,5J/cm ²	LLLT pode ser recomendada para acelerar a recuperação de alterações neurossensoriais em pacientes submetidos a osteotomia sagital bilateral	Resposta positiva
Pol R et al. 2016	(n=25)	(GaAs), 904 e 910nm e secundária 635nm, Pulsada (200ns) contínua 40W, 0,5 W Contínua, 0,07 W 180 J 15 min (varredura) 30 kHz	LLLT tem potencial para reduzir o desconforto pós-operatório de extrações de terceiros molares inclusos, devido à redução na dor pós-operatória e edema. Também reduz a ingestão de medicação pelo paciente	Resposta positiva
Eshghpour M et al. 2016	(n=não informado)	InGaAlP 660nm, Intra-oral 200mW, 6J (ponto) 4 pontos, 810nm Extra-oral 200mW 6J (ponto)	LLLT provou ser eficaz na diminuição da dor e edema após a extração de terceiros molares inclusos e pode ser recomendado para aliviar os sintomas dos pacientes após a cirurgia	Resposta positiva
Landucci A et al. 2016	(n=22)	GaAlAs, 780nm 10mW 7,5 J/cm ² Pontual, Intra e extra-oral	LLLT em dose única foi eficaz na redução dos desconfortos pós-operatórios (dor, edema e trismo) associados a extração de terceiros molares	Resposta positiva

Fluência ou Densidade de energia (J/cm²-joule por centímetro quadrado); Energia (J-joule); Densidade de Potência (mW/Cm²-miliwatt por centímetro quadrado); Potência (W-Watt; mW-miliwatt); comprimento de onda (nm-nanômetro); tempo (s-segundo); meio condutor GaAlAs (Arseneto de Gálio e Alumínio); meio condutor InGaAlP (Fosfato de índio-gálio-alumínio); meio condutor GaAs (Areseneto de Gálio) Mx (maxila); Md (mandíbula) e frequência (KHz- quilohertz)

Tabela 3: Indicações e tratamentos do laser na odontopediatria

Primeiro autor/Ano	Tamanho amostra (n)	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Vieira KA et al. 2018	(n=50)	808 nm, (GaAlAs) Contínuo, 100 mW 100/cm ² , 40 J 2500mW/cm ² 1m40s, 4J (por ponto)	O estudo dos aspectos salivares em crianças desnutridas e possíveis tratamentos que podem ser usados para melhorar a qualidade salivar e sua quantidade tem relevância social significativa.	Resposta igual
Goel H et al. 2017	(n=40)	940nm, (laser diodo) Contínuo Desfocado 0,5 mW, 4J	LLLT diminuiu o pulso e melhorou os níveis de saturação de oxigênio. Os níveis de ansiedade foram reduzidos e o reflexo de vômito foi suprimido. Os resultados indicam que o LLLT é uma técnica eficaz para controlar o reflexo de vômito em pacientes pediátricos.	Resposta positiva
Salgueiro MDCC et al. 2017	(n=76)	786,94 nm 25 J/cm ² , 1.675 mW/cm ² 70 mW, 1 J (ponto) 20s, 12 J (total)	Até o momento, não há ensaios clínicos randomizados e controlados sobre o assunto e espera-se que o estudo proposto contribua para diferentes áreas do conhecimento, como pediatria, odontologia, fisioterapia, fonoaudiologia, etc.	Resposta igual
Elbay M et al. 2016	(n=25)	810 nm Contínuo P: 300 mW De: 4 J / cm ²	A LLLT de pontos de acupuntura PC 6 parece ser uma técnica útil para o controle do reflexo de vômito em crianças durante procedimentos de radiografias maxilares.	Resposta positiva

Fluência ou Densidade de energia (J/cm²-joule por centímetro quadrado); Energia (J-joule); Densidade de Potência (mW/Cm²-miliwatt por centímetro quadrado); Potência (W-Watt; mW-miliwatt); comprimento de onda (nm-nanômetro); tempo (s-segundo); meio condutor GaAlAs (Arseneto de Gálio e Alumínio); meio condutor InGaAlP (Fosfato de índio-gálio-alumínio).

Tabela 4: Indicações e tratamentos do laser na patologia

Primeiro autor/Ano	Tamanho amostra (n)	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Mirza S et al. 2018	(n=45)	630nm, (GaAlAs) Contínua, pontual (1cm ²)	A TFD e LLLT são eficazes no tratamento de formas erosivas-atróficas de LPO em pacientes adultos.	Resposta positiva
Medeiros-Filho JB et al. 2017	(n=15)	808nm, (GaAlAs) 660nm, InGaAlP Contínua, pontual 10s	FQT + LLLT teve um efeito terapêutico maior em comparação com LLLT sozinha em relação à redução da mucosite	Resposta positiva

Fluência ou Densidade de energia (J/cm²-joule por centímetro quadrado); Energia (J-joule); Densidade de Potência (mW/Cm²-miliwatt por centímetro quadrado); Potência (W-Watt; mW-miliwatt); comprimento de onda (nm-nanômetro); tempo (s-segundo); meio condutor GaAlAs (Arseneto de Gálio e Alumínio); meio condutor InGaAlP (Fosfato de índio-gálio-alumínio); TFD-terapia fotodinâmica; FQT- fotoquimioterapia.

Tabela 5: Indicações e tratamentos do laser na endodontia

Primeiro autor/Ano	Tamanho amostra (n)	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Nabi S et al. 2018	(n=120)	50Hz 3min	A terapia com laser de baixa intensidade pode ser uma alternativa eficaz para o uso convencional de AINE's no controle da dor pós-endodôntica.	Resposta positiva
Arslan H et al. 2017	(n=36)	Laser de diodo 0.5W e 10Hz 30 s.	LLLT pode reduzir a dor pós-operatória após retratamento de canal de molares inferiores.	Resposta positiva

Fluência ou Densidade de energia (J/cm²-joule por centímetro quadrado); Energia (J-joule); Densidade de Potência (mW/Cm²-miliwatt por centímetro quadrado); Potência (W-Watt; mW-miliwatt); comprimento de onda (nm-nanômetro); tempo (s-segundo); meio condutor GaAlAs (Arseneto de Gálio e Alumínio); meio condutor InGaAlP (Fosfato de índio-gálio-alumínio); Frequência (Hz-hertz); AINEs (antiinflamatório não esteroidais).

Tabela 6: Indicações e tratamentos do laser na desordem temporomandibular (DTM)

Primeiro autor/Ano	Tamanho amostra (n)	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Magri LV et al. 2018	(n=64)	780nm (GaAlAs) Músculos 5 J/cm ² 20 mW; 10 s 0.5 W/cm ² , ATM 7.5 J/cm ² , 30 mW; 10s 0.8 W/cm ²	A analgesia promovida pela LLLT em mulheres com dor miofascial é resultado de efeitos não específicos durante o período de tratamento, embora a LLLT seja mais eficaz na manutenção da analgesia após o tratamento (30 dias) para o grupo de mulheres com ansiedade moderada (cortisol salivar acima de 10 ng / ml e sem uso de contraceptivos)	Resposta positiva e negativa
Magri LV et al. 2017	(n=61)	780 nm (GaAlAs) Músculos, 5 J/cm ² 20 mW; 10 s ATM, 7.5 J/cm ² 30 mW; 10s	O grupo tratado com LLLT e o grupo placebo obtiveram valores iguais na redução, subjetiva, da dor miofascial; porém, a LLLT não foi eficaz na redução da sensibilidade dolorosa: orofacial e corporal	Resposta positiva e negativa
Machado BC et al. 2016	(n=82)	780 nm (GaAlAs) 60 J/cm ² 60 mW, 40 s	A LLLT com exercícios motores orais foi mais eficaz reabilitação da DTM que apenas a LLLT. Resultados semelhantes de tratamento, com o protocolo de terapia orofacial miofuncional	Resposta positiva
De Carli BM et al. 2016	(n=15)	830 nm (GaAlAs) 80 J/cm ² 100 mW contínuo	Ambas as terapias investigadas foram eficazes na redução da dor, mas o efeito do LLLT foi mais rápido do que o uso de BTX-A. Ambos os tratamentos não apresentaram melhora estatisticamente significativa na abertura da boca.	Resposta positiva e negativa

Fluência ou Densidade de energia (J/cm²-joule por centímetro quadrado); Energia (J-joule); Densidade de Potência (mW/Cm²-miliwatt por centímetro quadrado); Potência (W-Watt; mW-miliwatt); comprimento de onda (nm-nanômetro); tempo (s-segundo); meio condutor GaAlAs (Arseneto de Gálio e Alumínio); meio condutor InGaAlP (Fosfato de índio-gálio-alumínio); BTX-A-toxina botulínica A; ng/ml-nanograma por mililitro

Tabela 7: Indicações e tratamentos do laser na implantodontia

Primeiro autor/Ano	Tamanho amostra (n)	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Torkzaban P et al. 2018	(n=80)	940nm (Laser diodo) 100mW Contínuo 354.6 mW/cm ²	Embora a redução da estabilidade tenha sido mais lenta no grupo laser nas primeiras semanas e aumentada da 6 ^a para a 12 ^a semana, a LLLT não teve efeito significativo na estabilidade do implante	Resposta negativa

Densidade de Potência (mW/Cm²-miliwatt por centímetro quadrado); Potência (W-Watt; mW-miliwatt); comprimento de onda (nm-nanômetro)

DISCUSSÃO

Existem muitos estudos na literatura com a utilização de LLLT em tecidos orais, moles e duros, em muitas especialidades odontológicas como endodontia, periodontia, ortodontia, cirurgia, odontopediatria, dentre tantas outras (POL et al., 2016; AL SAYED, 2017; GOEL et al., 2017; NABI et al., 2018; MALGIKAR et al., 2016). Porém, a grande variedade de aparelhos com diferentes meios ativos e parâmetros de doses, geram muitas dúvidas sobre as indicações e o próprio tratamento com laser de baixa intensidade, o que favorece sua subutilização, além do desconhecimento.

Percebe-se que muitas aplicações de laser de baixa intensidade são realizadas por meios ativos de diodo nos comprimentos de onda vermelhos (632, 660 nm) e infravermelhos (820, 940 nm). Comprimentos de onda menores afetam camadas menos profundas dos tecidos atingindo até epitélios, já comprimentos de ondas maiores como o infravermelho, atingem regiões mais profundas (CARROL et al., 2014).

Dos trinta e sete artigos revisados neste estudo, os que se apresentaram em maior quantidade foram os relacionados a periodontia. Nesses estudos, percebeu-se que a LLLT é um excelente tratamento coadjuvante ao tratamento de raspagem radicular em doenças periodontais, reduzindo a inflamação e acelerando a cicatrização tecidual (GÜNDOGAR et al., 2016; PAMUK et al., 2017). Já em pacientes diabéticos, com nível clínico de inserção acima de 5mm, a utilização de terapia fotodinâmica (TFD: LLLT – diodo, 660nm, 129 J/cm² - somado ao agente fotossensível – azul de metileno a 1%) associada ao debridamento periodontal ultrassônico, não obteve melhores resultados clínicos que o debridamento periodontal ultrassônico isoladamente, embora a TFD tenha promovido a diminuição dos níveis locais de citocinas e periodontopatógenos (CASTRO DOS SANTOS et al., 2016). Contradizendo este estudo, Malgikar et al. (2016) associou o tratamento de dimensionamento e aplainamento da raiz com TFD (980 nm, azul de metileno a 1%) e obteve bons resultados, mesmo após seis meses de acompanhamento.

Em relação ao enxerto de conjuntivo ou enxerto gengival livre, a utilização de LLLT apresentou-se

promissora a respeito do reparo tecidual, da ação anti-inflamatória e na reepitelização completa. Porém, quanto ao alívio da dor provocado pela cirurgia, e os resultados estéticos a longo prazo, os estudos não mostram benefícios (DA SILVA et al., 2016; HEIDARI et al., 2017; SANTAMARIA et al. 2016). Da mesma forma, quando LLLT foi aplicado em cirurgias de regeneração tecidual guiada em dentes com lesão de furca, o laser agregou melhoras no quadro clínico (DOGAN et al., 2016)

Na ortodontia o efeito do LLLT mostrou-se benéfico no estímulo ao trofismo celular em tecidos ósseos, promovendo o reparo ósseo como na expansão rápida da maxila (GARCIA et al., 2016; FERREIRA et al., 2016) e aprimorando o processo de remodelação óssea, devido à sua ação anti-inflamatória, acelerando e melhorando a movimentação ortodôntica (ÜRETÜRK et al., 2017; AL SAYED, 2018). A maioria dos artigos obtiveram sucesso quando utilizaram comprimentos de onda no infravermelho, contínua, meio ativo de diodo (AlGaAs), com fluência variando entre 2 a 5 J/cm². Quanto ao efeito analgésico, a LLLT mostrou-se muito eficiente, em dosagens semelhantes, no alívio da dor após uso de separadores elastoméricos (QAMRUDDIN et al., 2016; FARIAS, 2016). O efeito negativo na reabsorção radicular inflamatória induzida ortodonticamente provavelmente deveu-se à utilização de onda vermelha, a qual teve baixa absorção pela raiz (ANG KHAW et al., 2018).

Na cirurgia de terceiros molares inclusos ou semi-inclusos as complicações pós-cirúrgicas mais recorrentes são edema facial, trismo e dor. O laser de baixa intensidade com ondas no infravermelho (780 a 910 nm), de forma contínua ou pulsada, dentro de uma fluência que variou entre 4 a 7,5 J/cm², mostrou-se eficaz, principalmente na diminuição da dor pós-operatória (ASUTAY et al., 2018; POL et al., 2016; ESHGHPOUR et al., 2016; LANDUCCI et al., 2016). Este efeito analgésico se deve à absorção da luz laser pelos nociceptores, exercendo um efeito inibitório sobre as fibras nervosas, que diminui a velocidade de condução, reduzindo a amplitude dos potenciais de ação compostos, o que suprime a inflamação neurogênica (CARROL et al., 2014). Por isso, também a LLLT acelera a recuperação de alterações neurosensoriais em pacientes submetidos à osteotomia sagital bilateral (ESHGHPOUR et al., 2017).

Tabela 8: Indicações e tratamentos do laser na periodontia

Primeiro autor/Ano	Tamanho amostra (n)	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Heidari M et al. 2017	(n=12)	660 nm, (GaAlAr) Contínuo, 200 mW 32J/cm2 4J/cm2 (ponto) 32s	Os resultados mostraram que o PBM com os parâmetros utilizados neste estudo foi útil na aceleração da epitelização completa do sítio doador palatino após a coleta do FGG. No entanto, o efeito do laser no alívio da dor pós-operatória não foi confirmado	Resposta negativa
Pamuk F et al. 2017	(n=60)	940 nm, (InGaAs) Contínuo, P: 0.3 W 3.41 J/cm2 (ponto)	A LLLT como complemento ao tratamento periodontal não cirúrgico pode ajudar a resolver a inflamação e auxilia a cicatrização do tecido periodontal, particularmente em pacientes com periodontite crônica	Resposta positiva
Santamaria MP et al. 2017	(n=40)	660 nm, (GaAlAs) Contínuo, 30mW 5J/cm2, 3J/cm2 (ponto)	o LLLT não mostrou benefício adicional a longo prazo quando associado ao enxerto de tecido conjuntivo no tratamento das recessões gengivais Classe I e II de Miller	Resposta negativa
Gündoğar H et al. 2016	(n=25)	980 nm, (GaAlAs) 7.64 J/cm2, 15s 0.4 W	Dentro das limitações deste estudo, é indicado que a LLLT como adjuvante do tratamento periodontal não cirúrgico tem um impacto positivo nos parâmetros clínicos	Resposta positiva e negativa
Castro Dos Santos NC et al. 2016	(n=40)	660nm, (AlGaInP), 120 J/cm, (cada dente), 230 J/cm2, 1.2 J (ponto) 40 mW, 30s (ponto)	Ambos tratamentos periodontais, com e sem TFD, foram eficazes e com boa resposta clínica	Resposta igual
Martins F et al. 2016	(n=13)	940nm, (GaAlAs) Contínuo, 200 mW 20s (por ponto), 12J	Uma dose única de LLLT mostrou-se eficiente na redução de dor pós-operatória associada a colocação de separadores elastoméricos	Resposta positiva
da Silva Neves FL et al. 2016 (FAPESP)	(n=51)	660nm, (GaAlAs) Grupo 1: TC + FBM 60 J / cm2; 30mW, contínuo Grupo 2: TC + FBM 30 J / cm2; 30mW, Contínuo	A FBM realizada à 60 J / cm2 proporcionou melhor cicatrização da mucosa palatina, após 7 dias de remoção do enxerto de tecido conjuntivo para cobertura radicular	Resposta positiva
Malgikar S et al. 2016	(n=24)	980nm, (Laser diodo) Grupo I: RAP Grupo II: RAP + TFD + 1% azul de metileno + FP Grupo III: RAP+ (TFD) com 1% azul de metileno e LLLT 5w, pulsado e 200µs	Todos os três tratamentos, beneficiaram os pacientes com periodontite crônica, a combinação de uma única aplicação de TFD e LLLT fornece benefício adicional a RAP em parâmetros clínicos 6 meses após a intervenção, em comparação aos outros dois grupos.	Resposta positiva
Doğan GE et al. 2016	(n=33)	1064nm, (Nd: YAG) 100 mW, 300 s, (dente) 3 J/cm2	O uso de RTG resulta em valores clínicos e bioquímicos favoráveis na furca; LLLT pode melhorar os efeitos do RTG, fornecendo ganho de NCI e redução de PBS e PSH. E aumento da atividade de FA	Resposta positiva

Fluência ou Densidade de energia (J/cm²-joule por centímetro quadrado); Energia (J-joule); Densidade de Potência (mW/Cm²-miliwatt por centímetro quadrado); Potência (W-Watt; mW-miliwatt); comprimento de onda (nm-nanômetro); tempo (s-segundo); meios condutores GaAlAs (Arseneto de Gálio e Alumínio); meio condutor InGaAlP (Fosfato de índio-gálio-alumínio), Nd: YAG (Neodímio: ítrio-alumínio-granada); InGaAs (Arseneto de Gálio e índio); AlGaInP (fosforeto de alumínio-gálio-índio); TFD-Terapia fotodinâmica; FBM- fotobiomodulação; TC-tecido conjuntivo; RTG-regeneração tecidual guiada; FA-fosfatase alcalina; PBS-Profundidade da bolsa de sondagem; NCI-nível clínico de inserção e PSH-profundidade de sondagem horizontal.

Tabela 9: Indicações e tratamentos do laser na dentística

Primeiro autor/Ano	Tamanho amostra (n)	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Moosavi H et al. 2016	(n=66)	660nm, (InGaAlP) Grupo: 1 200mW, Contínuo, 15 s, 12 J/cm ² 800mW/Cm ² 880nm, (GaAlAs) Grupo: 2 200mW, Contínuo, 15 s, 12 J/cm ² 800mW/Cm ²	LLLT não reduziu a sensibilidade imediata (1 h depois do clareamento), mas diminuiu a sensibilidade em 24 e 48 h. O grupo 2 (880 nm) foi significativamente mais eficaz do que o grupo 1 (660 nm) na diminuição da sensibilidade (24 h após o clareamento), embora, ambos apresentaram menor sensibilidade que o grupo placebo (no intervalo de 48 h)	Resposta positiva

Fluência ou Densidade de energia (J/cm²-joule por centímetro quadrado); Energia (J-joule); Densidade de Potência (mW/Cm²-miliwatt por centímetro quadrado); Potência (W-Watt; mW-miliwatt); comprimento de onda (nm-nanômetro); tempo (s-segundo); meio condutor GaAlAs (Arseneto de Gálio e Alumínio); meio condutor InGaAlP (Fosfato de índio-gálio-alumínio).

Já em relação às cirurgias como expansão rápida de maxila cirurgicamente assistida e ortognáticas isoladas da maxila e mandíbula, a LLLT mostrou-se pouco eficiente (REZENDE, 2018), bem como na redução da dor ao aplicar a anestesia, quando foi realizada LLLT prévia a injeção na mucosa (TUK, 2017).

Na atuação clínica da odontopediatria a LLLT, com comprimentos de ondas no infravermelho, de forma contínua, com meio ativo de diodo (GaAlAs), com fluência variando entre 4 até 25J/cm², mostrou-se uma técnica não invasiva, indolor e sem efeitos colaterais, eficaz na estimulação de acupontos, um substituto à técnica de acupuntura tradicional que utiliza a aplicação de agulhas, sendo de difícil aceite pelas crianças (GOEL et al., 2017; SALGUEIRO et al., 2017; ELBAY et al., 2016). A estimulação dos acupontos leva ao relaxamento muscular, aliviando espasmos musculares, inflamação e dor, a estimulação libera também hormônios que promovem analgesia (SALGUEIRO et al., 2017), podendo ser empregada, por exemplo, no tratamento do bruxismo infantil. A LLLT também foi relatada no controle do reflexo de vômito de pacientes infantis através no estímulo do acuponto PC6 (ponto de Neiguan), nos momentos em que são necessárias realizações de moldagens e tomadas radiográficas (ELBAY et al., 2016; GOEL et al., 2017). Apesar dos bons resultados, mais pesquisas são necessárias para estabelecer protocolos adequados para o tratamento infantil (SALGUEIRO et al., 2017).

Ao analisar a LLLT em relação as disfunções temporomandibulares (DTM), percebe-se que é um tratamento, na maioria das vezes, coadjuvante. Na literatura revisada neste estudo observou-se que, quando o laser de baixa intensidade foi utilizado como tratamento eletivo, apresentou resultados semelhantes a tratamentos placebos (MAGRI et al., 2017; MAGRI et al., 2018). Já quando é associado a exercícios motores para DTM, que

reestabelecem as funções orofaciais, a promoção da analgesia pela LLLT mostrou-se mais efetiva (MACHADO et al., 2016).

Na revisão que abordou conteúdos de patologia, duas lesões foram abordadas neste estudo, a mucosite e o líquen plano. Observou-se que LLLT, atualmente, é tratamento eletivo para mucosite, reduzindo dor, acelerando o processo de cicatrização e com efeito anti-inflamatório, melhorando muito a qualidade de vida dos pacientes (MEDEIROS FILHO et al., 2017). Da mesma forma, com o líquen plano, a laserterapia e a TFD vêm mostrando-se eficazes no tratamento, tendo a vantagem de não trazer efeitos colaterais como os corticoides (MIRZA et al., 2018).

Na endodontia, o tratamento com LLLT é alternativa eficaz para o uso convencional de AINEs (antiinflamatório não esteroides) no controle da dor pós-endodôntica, eliminando os efeitos adversos de tais drogas nos pacientes seja no tratamento ou no retratamento endodôntico (ARSLAN et al., 2017; NABI et al., 2018)

Os artigos que apareceram em menores quantidades foram os relacionados a dentística (n=1) e implantodontia (n=1). O estudo em dentística abordou a sensibilidade após clareamento dentário de consultório, onde comparou o LLLT de 660 e 810 nm de comprimento de onda. Ambos reduziram a sensibilidade pós-operatória, porém o infravermelho foi significativamente mais eficaz que o vermelho e ambos obtiveram melhores resultados comparados ao placebo (MOOSAVI et al., 2016). O único estudo com LLLT na implantodontia analisou a estabilidade do implante dentário após laserterapia e não demonstrou aceleração ou melhora significativa do processo de estabilidade comparada ao grupo placebo. (TORKZABAN et al., 2018).

Para uma análise mais profunda das especialidades que apresentaram poucos estudos nessa revisão, seria necessária maior abrangência dos parâmetros da

seleção dos artigos, aspecto este que deve ser abordado em estudos futuros.

CONCLUSÃO

Após revisão sistemática de estudos com qualidade científica, percebeu-se que a laserterapia de baixa intensidade possui amplas indicações na odontologia como uma modalidade de tratamento coadjuvante, não invasivo nas mais diversas especialidades odontológicas, sendo seguro e sem efeitos colaterais.

REFERÊNCIAS

ALSAYED HASAN, M. M. A.; SULTAN, K.; HAMADAH, O. Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial. **Angle Orthodontist**, v. 87, n.4, p. 499-504, jul. 2017.

ANG KHAW, C. M. et al. Physical properties of root cementum: Part 27. Effect of low-level laser therapy on the repair of orthodontically induced inflammatory root resorption: A double-blind, split-mouth, randomized controlled clinical trial. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 3, n.154, p. 326 -336, set. 2018.

ARSLAN, H. et al. Effect of Low-level Laser Therapy on Postoperative Pain after Root Canal Retreatment: A Preliminary Placebo-controlled, Triple-blind, Randomized Clinical Trial. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 11 p.1765-1769, nov. 2017.

ASUTAY, F. et al. Three-dimensional evaluation of the effect of low-level laser therapy on facial swelling after lower third molar surgery: A randomized, placebo-controlled study. **Nigerian Journal of Clinical Practice**, v. 21, n. 9, p.1107-1113, sep. 2018.

CARROLL, J. D. et al. Developments in low level light therapy (LLLT) for dentistry. **Dental Materials**, v. 30, n.5, p. 465-475, may. 2014.

CASTRO DOS SANTOS, N. C. et al. Local adjunct effect of antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of chronic periodontitis in type 2 diabetics: split-mouth double-blind randomized controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 8, p.1633-1640, nov. 2016.

CIEPLIK, F. et al. Antimicrobial photodynamic therapy - what we know and what we don't. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 44, n.5, p. 571-589, sep. 2018.

DA SILVA NEVES, F. L. et al. Comparison of two power densities on the healing of palatal wounds after connective tissue graft removal: randomized clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v.31, n. 7, p.1371-1378, sep. 2016.

DE CARLI, B. M. et al The effect of laser and botulinum toxin in the treatment of myofascial pain and mouth opening: A randomized clinical trial. **Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology**, v. 159, p.120-123, jul. 2016.

DE REZENDE, R. A.; SILVA, D. N.; FRIGO, L. Effect of GaAlAs low-level laser therapy on mouth opening after orthognathic surgery. **Lasers in Medical Science**, v. 33, n.6, p.1271-1277, mar. 2018.

DOĞAN, G. E. et al. Clinical and biochemical comparison of guided tissue regeneration versus guided tissue regeneration plus low-level laser therapy in the treatment of class II furcation defects: A clinical study. **Journal of Cosmetic and Laser Therapy**, v.18, n. 2, p. 98-104, feb. 2016.

ELBAY, M. et al. The use of low-level laser therapy for controlling the gag reflex in children during intraoral radiography. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 2, p.355-61, feb. 2016.

ESHGHPOUR, M.; AHRARI, F.; TAKALLU, M. Is Low-Level Laser Therapy Effective in the Management of Pain and Swelling After Mandibular Third Molar Surgery? **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 74, n. 7, p.1322.e1-1322.e.8, mar. 2016.

ESHGHPOUR, M. et al. Is Low-Level Laser Therapy Effective for Treatment of Neurosensory Deficits Arising From Sagittal Split Ramus Osteotomy? **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 75, n. 10, p. 2085-2090, oct. 2017.

FARIAS, R. D.; CLOSS, L.Q.; MIGUENS JR, S. A. Evaluation of the use of low-level laser therapy in pain control in orthodontic patients: A randomized split-mouth clinical trial. **Angle Orthodontist**, v. 86, n.2, p. 193-198, mar. 2016.

FERREIRA, F. N. et al. Effects of low-level laser therapy on bone regeneration of the midpalatal suture after rapid maxillary expansion. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 5, p. 907-913, jul. 2016.

GARCIA, V. J. et al. Effect of low-level laser therapy after rapid maxillary expansion: a clinical investigation. **Lasers in Medical Science**, v.31, n. 6, p.1185-1194, may. 2016.

GOEL, H. et al. Effect of Low-level Laser Therapy on P6 Acupoint to Control Gag Reflex in Children: A Clinical Trial. **Journal of Acupuncture and Meridian Studies**, v. 10, n. 5, p.317-323, jul. 2017.

GÜNDOĞAR, H. et al. The effect of low-level laser therapy on non-surgical periodontal treatment: a randomized controlled, single-blind, split-mouth clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 9, p.1767-1773, dec. 2016.

- HEIDARI, M. et al. Effect of laser photobiomodulation on wound healing and postoperative pain following free gingival graft: A split-mouth triple-blind randomized controlled clinical trial. **Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology**, v. 172, p.109-114, jul. 2017.
- LANDUCCI, A. et al. Efficacy of a single dose of low-level laser therapy in reducing pain, swelling, and trismus following third molar extraction surgery. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 45, n.3, p. 392-398, mar. 2016.
- MACHADO, B. C. et al. Effects of oral motor exercises and laser therapy on chronic temporomandibular disorders: a randomized study with follow-up. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 5, p.945-954, jul. 2016.
- MAGRI, L. V. et al. Effectiveness of low-level laser therapy on pain intensity, pressure pain threshold, and SF-MPQ indexes of women with myofascial pain. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n. 2, p.419-428, feb. 2017.
- MAGRI, L. V. et al. Non-specific effects and clusters of women with painful TMD responders and non-responders to LLLT: double-blind randomized clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n. 2, p.385-392, feb. 2018.
- MALGIKAR, S. et al. Clinical effects of photodynamic and low-level laser therapies as an adjunct to scaling and root planing of chronic periodontitis: A split-mouth randomized controlled clinical trial. **Indian Journal of Dental Research**, v. 27, n. 2, p.121-126, mar-apr. 2016.
- MARTINS, F. et al. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy as an adjuvant in periodontal treatment in Down syndrome patients. **Lasers in Medical Science**, v.31, n. 9, p.1977-1981, dec. 2016.
- MEDEIROS-FILHO, J.B.; MAIA FILHO, E. M.; FERREIRA, M. C. Laser and photochemotherapy for the treatment of oral mucositis in young patients: randomized clinical trial. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 18, p.39-45, jun. 2017.
- MIRZA, S. et al. Efficacy of photodynamic therapy and low level laser therapy against steroid therapy in the treatment of erosive-atrophic oral lichen planus. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 21, p.404-408, mar. 2018.
- MOOSAVI, H. et al. Effect of low-level laser therapy on tooth sensitivity induced by in-office bleaching. **Lasers in Medical Science**, v. 31, n. 4, p.713-719, may. 2016.
- NABI, S. et al. Effect of preoperative ibuprofen in controlling postendodontic pain with and without low-level laser therapy in single visit endodontics: A randomized clinical study. **Indian Journal of Dental Research**, v. 29, n. 1, p.46-50, jan-feb. 2018.
- PAMUK, F. et al. The effect of low-level laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment on gingival crevicular fluid levels of transforming growth factor-beta 1, tissue plasminogen activator and plasminogen activator inhibitor 1 in smoking and non-smoking chronic periodontitis patients: A split-mouth, randomized control study. **Journal of Periodontal Research**, v. 52, n. 5, p.872-882, apr. 2017.
- POL, R. et al. Efficacy of Anti-Inflammatory and Analgesic of Superpulsed Low Level Laser Therapy After Impacted Mandibular Third Molars Extractions. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 27, n.3, p.685-690, may. 2016.
- QAMRUDDIN, I. et al. Effect of a single dose of low-level laser therapy on spontaneous and chewing pain caused by elastomeric separators. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 1, n.149, p.62-66, jan. 2016.
- SALGUEIRO, M. D. C. C. et al. Evaluation of muscle activity, bite force and salivary cortisol in children with bruxism before and after low level laser applied to acupoints: study protocol for a randomized controlled trial. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 17, n. 1, p.391-398, aug. 2017.
- SANTAMARIA, M. P. et al. 2-Year Assessment of Tissue Bioestimulation With Low-Level Laser on the Outcomes of Connective Tissue Graft in the Treatment of Single Gingival Recession. Randomized Clinical Trial. **Journal of Periodontology**, v. 88, n. 4, p.320-328, apr. 2017.
- SANT'ANNA, E. F. et al. High-intensity laser application in Orthodontics. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 22, n.6, p. 99 -109, nov-dec. 2017.
- SRIVASTAVA, V. K.; MAHAJAN, S. Diode lasers: a magical wand to an orthodontic practice. **Indian Journal of Dental Research**, v. 25, n.1, p.78-82, jan-feb. 2014.
- TORKZABAN, P. et al. Low-level laser therapy with 940 nm diode laser on stability of dental implants: a randomized controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v.33, n. 2, p.287-293, feb. 2018.
- TUK, J. G. C. et al. Analgesic effects of preinjection low-level laser/light therapy (LLLT) before third molar surgery: a double-blind randomized controlled trial. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology**, v. 124, n.3, p. 240-247, sep. 2017.
- ÜRETÜRK, S. E. et al. The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n.4, p. 757-764, may. 2017.
- VIEIRA, K. A. et al. Use of low-level laser therapy on children aged 1 to 5 years with energy-protein malnutrition: A clinical trial. **Medicine (Baltimore)**, v. 97, n. 17, p.e0538, apr. 2018.

Os modelos ortodônticos digitais são confiáveis? Uma revisão sistemática



Are the digital orthodontics models reliable? A systematic review

✉ Matheus Melo Pithon^{1,3},
Letícia Iandeyara Dantas de
Andrade Sant'Anna¹,
Tarcila Matos Santana¹,
Ana Carolina Dias Viana de
Andrade²,
Marcela Baraúna Magno³,
Camila Silva de Amorim³,
Orlando Motohiro Tanaka³,
Lucianne Cople Maia³

¹ Departamento de Saúde I,
Universidade Estadual do Sudoeste
da Bahia - UESB

² Departamento de Saúde II,
Universidade Estadual do Sudoeste
da Bahia - UESB

³ Departamento de Odontopediatria
e Ortodontia da Universidade
Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

✉ **Matheus Pithon**
Av. Otávio Santos, 395, sala 705
Recreio
CEP: 45020-750
Vitória da Conquista - BA
✉ matheuspithon@gmail.com

RESUMO

Introdução: Os modelos digitais são uma alternativa para o uso de modelos ortodônticos em gesso. Devido a sua importância no diagnóstico ortodôntico, faz-se necessário averiguar a precisão dos modelos ortodônticos digitais disponível no mercado. **Objetivo:** Evidenciar qual software de modelos ortodônticos digitais possui maior confiabilidade. **Material e métodos:** Foi realizada busca sistemática nas seguintes bases de dados eletrônicas: Scopus, PubMed, Web of Science, Embase e Cochrane, Grey Literature e Clinical Trials, sem limitações quanto ao ano de publicação ou idioma. Foram incluídos estudos laboratoriais que utilizaram softwares destinados a geração de modelos ortodônticos digitais, comparando-os com modelos ortodônticos em gesso. Após seleção por título e resumo, os artigos potencialmente elegíveis foram lidos na íntegra. A qualidade metodológica e o risco de viés dos artigos incluídos foram avaliados de acordo com as descrições dos modelos, técnicas de medição e análises estatísticas. A qualidade metodológica foi classificada em alta, moderada ou baixa. **Resultados:** 13.333 artigos foram encontrados nas bases de dados utilizadas. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e remoção de duplicações, restaram apenas 41 artigos. 29 foram considerados de qualidade moderada e 12 de alta qualidade. A classificação quanto à confiabilidade variou de menos confiáveis, equivalentes e a mais confiáveis. Apresentando diferenças estatísticas em suas mensurações ($p < 0,05$); sem significância clínica. **Conclusão:** os modelos ortodônticos digitais apresentaram mensurações acuradas, reproduzíveis e confiáveis quando comparado ao método convencional utilizando modelos de gesso.

Palavras-chave: modelos dentários, imagem tridimensional, ortodontia

ABSTRACT

Introduction: Digital models are an alternative for the use of orthodontic models in plaster. Due to its importance in the orthodontic diagnosis, it is necessary to ascertain the accuracy of the software of digital orthodontic models available in the market. **Objective:** To show which software of digital orthodontic models has greater reliability. **Material and methods:** A systematic search was performed in the following electronic databases: Scopus, PubMed, Web of Science, Embase and Cochrane, Gray Literature and Clinical Trials, with no limitations on year of publication or language. We included laboratory studies using digital orthodontic models, comparing them with orthodontic models of plaster through the evaluation of reliability through measurement techniques. After selection by title and abstract, potentially eligible articles have been read in full. The methodological quality and risk of bias of the included articles were evaluated according to the descriptions of the models, measurement techniques and statistical analyzes. The methodological quality was classified as high, moderate or low. **Results:** 13,333 articles were found in the databases used. After applying the eligibility criteria and removing duplicates, only 41 articles remained. 29 were considered of moderate quality and 12 of high quality. The ranking of digital models for reliability ranged from less reliable, equivalent, and more reliable. Presenting statistical differences in their measurements ($p < 0.05$), without clinical significance. **Conclusion:** The measurements made in digital models can be as accurate, reproducible and reliable as the conventional method using plaster models;

Keywords: dental models, three-dimensional image, orthodontics

Submetido: 02/11/2018
Aceito: 27/12/2018



INTRODUÇÃO

A análise de modelos apresenta-se como um importante elemento na Ortodontia desde a época do seu surgimento como especialidade. Radiografias e fotografias digitais estão se tornando norma em registros ortodônticos assim como mais recentemente tem acontecido com os modelos de estudo eletrônicos (RHEUDE et al., 2005). Os modelos digitais foram introduzidos em 1990 seguindo os avanços da tecnologia digital (JOFFE, 2004; MAH, 2007). As vantagens incluem o não requerimento de espaço extra de armazenamento, facilidade de busca e classificação dos dados, a possibilidade de análise acurada e um método simplificado de transferência de dados (KANG et al., 2011; IM et al., 2014). Sendo assim os modelos digitais surgem como alternativas aos modelos de gesso.

Em estudos prévios, foi avaliada sistematicamente a validade do uso de modelos digitais ao serem comparados com modelos de gesso (FLEMING et al., 2011), todavia nenhuma revisão sistematica enfatizou qual software possui maior precisão, tendo em vista, as inúmeras opções disponíveis no mercado. Dessa forma, objetivou-se com esse estudo, buscar evidências na literatura que elucidem se os modelos ortodônticos digitais são tão confiáveis quanto os modelos em gesso.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia empregada nessa revisão sistemática foi baseada nas diretrizes PRISMA (www.prisma-statement.org).

Estratégia de busca

Para identificação de artigos relevantes, sem limitações de ano de publicação e idioma, foi realizada uma busca nas seguintes bases de dados eletrônicas: Pubmed, Cochrane, Scopus, Embase, Web of Science, Clinical Trials e na Grey literature. A estratégia de busca foi adequada para cada base de dados. Foram utilizados os seguintes descritores/MeSH terms: dentistry, orthodontics, technology, diagnosis, planning techniques, dental models, dimensional measurement accuracy, efficiency, treatment e as palavras-chave: digital models, digital record storage, digital dental casts, digital measurement method, 3-dimensional(3D) digital models, plaster models, plaster dental casts, accuracy, reproducibility, validity, virtual models. Os detalhes da estratégia de busca são apresentados na Tabela 1.

Critérios de elegibilidade dos artigos

Na presente revisão sistemática foram incluídos estudos laboratoriais nos quais foram utilizados modelos ortodônticos digitais (P), onde foi realizada avaliação da confiabilidade através de técnicas de medição (I)

comparando esse método de diagnóstico com modelos em gesso convencionais (C) a fim de ratificar sua contribuição na prática clínica (O). Para que os artigos fossem selecionados e incluídos nessa revisão a partir do título e resumos, os mesmos deveriam satisfazer os seguintes critérios de inclusão: ser estudo laboratorial e utilizar modelos ortodônticos digitais. Como critérios de exclusão relatos de caso, estudos clínicos, revisão de literatura, livros didáticos, cartas editoriais. A seleção inicial se deu a partir da leitura dos títulos e resumos dos artigos encontrados. Aqueles que não eram relacionados com o tema foram excluídos, assim como os que apresentavam algum critério de exclusão previamente estabelecido. Os artigos em que o título e o resumo não apresentavam informações suficientes foram baixados e analisados totalmente para que se pudesse decidir sobre a sua elegibilidade. Os que apresentavam título dentro do tema porém o resumo não era disponibilizado também foram obtidos e analisados na íntegra (aqueles indisponíveis a serem baixados, solicitou-se junto aos autores que os enviasse por e-mail). Os artigos que apareceram em mais de uma base de dados de pesquisa foram considerados apenas uma vez. Dois pesquisadores (T.M. e M.R.) fizeram as seleções independentes e os resultados foram comparados, com a finalidade de evitar discrepâncias que pudessem ocorrer durante a coleta dos dados. Se fossem encontradas discrepâncias entre os dois avaliadores em relação à inclusão ou exclusão de algum estudo, um terceiro avaliador seria adicionado (M.M.P.) em uma reunião de consenso a fim de eliminar as discrepâncias.

As listas de referências dos artigos selecionados foram avaliadas para verificar a existência de algum estudo que não fora encontrado outrora pelas bases de dados pesquisadas.

Nos casos em que dados adicionais fossem necessários, foram realizados contatos via e-mail com os autores de correspondência dos estudos, a fim de sanar as dúvidas em relação aos critérios de elegibilidade. Para ser aceito nesta revisão, os artigos deveriam relatar a utilização de modelos ortodônticos digitais e modelos de gesso convencionais, comparando a precisão das informações registradas nos mesmos.

Avaliação da qualidade metodológica e risco de viés

Um procedimento de pontuação foi desenvolvido a fim de se avaliar qualitativamente a metodologia dos artigos incluídos nesta revisão sistemática. Uma lista com 12 itens de avaliação foi aplicada, a qual incluiu os critérios de elegibilidade dos modelos ortodônticos, tamanho da amostra, descrição da condição dos modelos ortodônticos, discriminação do instrumento de medida, descrição da manipulação dos modelos, especificidade dos pontos de referência, abordagem do tempo de mensuração, registro das medidas obtidas, comparação com o grupo controle, randomização declarada, ocultação de pesquisadores e apresentação da significância estatística.

Tabela 1: Base de dados, métodos de pesquisa e número de artigos obtidos

Base de dados	Métodos de pesquisa	Resultados
Pubmed	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	12.612
Cochrane	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	693
Scopus	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	28
Web of Science	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	0
Embase	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	0
Clinical Trials	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	0
Grey literature	orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques)) OR ((dentistry OR orthodontics) AND (dental models OR digital models OR digital records storage OR digital dental casts OR digital measurement method, OR 3D models OR digital models OR digital technology OR virtual models) OR (orthodontic technology AND (diagnosis OR planning techniques) AND (plaster models OR plaster dental casts OR dimensional measurement accuracy OR reproducibility OR validity OR treatment))) OR (orthodontic technology AND digital models AND (validity OR treatment OR efficiency))	0

No que tange aos critérios de elegibilidade dos modelos ortodônticos, seria atribuído ao artigo 1 ponto, se estes critérios fossem declarados, e nenhuma pontuação se não o fossem. Referente ao tamanho da amostra, o artigo foi pontuado com 1 ponto caso apresentasse uma amostra ≥ 10 modelos, com 0,5 ponto se a amostra fosse ≥ 5 e < 10 modelos e nenhuma pontuação se a amostra fosse < 5 modelos. Quanto a descrição da condição dos modelos ortodônticos, o estado de conservação da amostra foi considerado, se fosse especificado pelo artigo o mesmo era pontuado com 1 ponto, e caso fosse abordado sem clareza ou não fosse abordado pelo artigo, este não era pontuado. Em relação à especificidade do instrumento de medida, quando o artigo discriminasse o instrumento utilizado, seria atribuído ao mesmo 1 ponto, caso não o fosse, não se atribuíria pontuação. Quanto ao critério descrição da manipulação dos modelos ortodônticos, o artigo deveria especificar a forma como as medidas foram realizadas para obter 1 ponto, na ausência dessa informação, o mesmo não era pontuado. No que tange à especificidade dos pontos de

referência, quando o artigo estabelecesse os parâmetros utilizados para aferição das medidas, atribuíria-se 1 ponto ao mesmo, na ausência dessa informação não se atribuíria pontuação. Na abordagem do tempo de mensuração, o artigo recebia 1 ponto caso fosse identificado o tempo útil das medidas obtidas, e não seria pontuado caso não apresentasse tal informação. No que tange ao critério de registro das medidas obtidas, atribuíria-se 1 ponto ao artigo quando o mesmo apontasse os valores registrados nas mensurações, e não recebia pontuação quando não informasse os valores resultantes das aferições. Quanto aos critérios de comparação com o grupo controle, randomização declarada, ocultação de pesquisadores e apresentação de significância estatística, os artigos obtinham a pontuação de 1 ponto para cada um desses itens caso fossem abordados, e não seriam pontuados caso não os apresentasse. A qualidade metodológica dos artigos foi mensurada da seguinte maneira: baixa qualidade (≤ 5), qualidade moderada (> 5 e < 10) e qualidade alta (≥ 10) (Tabela 2).

Tabela 2: Procedimento de pontuação qualitativa

Critérios de avaliação	Pontuação máxima (12)
A - Critérios de elegibilidade dos modelos	1
B - Tamanho da amostra	1
C - Descrição da condição dos modelos ortodônticos	1
D- Discriminação do instrumento de medida	1
E - Descrição da manipulação dos modelos	1
F - Especificidade dos pontos de referência	1
G - Abordagem do tempo de mensuração	1
H - Registro das medidas obtidas	1
I - Comparação com o grupo controle	1
J - Randomização declarada	1
K - Ocultação de pesquisadores	1
L - Significância estatística	1

RESULTADOS

Um total de 13.333 artigos foi encontrado durante a pesquisa nas bases de dados eletrônicas. Os artigos não relacionados ao tema foram excluídos deste estudo, o que foi feito mediante a leitura dos títulos e resumos. Assim, 63 artigos foram selecionados. Após a remoção das duplicatas e atendendo os critérios de elegibilidade dessa revisão, 44 artigos foram incluídos para avaliação do texto completo. A Figura 1 ilustra os resultados das buscas.

Os estudos foram classificados de acordo com a qualidade metodológica e pontuados conforme as descrições apresentadas na Tabela 3. Três estudos foram excluídos do processo de extração de dados, uma vez que a sua qualidade metodológica foi pontuada como baixa (Asquith; McIntyre,

2012; Murugesan et al., 2012; Kim et al., 2014(a)). Apenas 41 artigos preencheram todos os critérios de seleção e tiveram uma qualidade metodológica de moderada a alta, permitindo que os mesmos fossem considerados nesta revisão sistemática. Dos artigos incluídos, 29 apresentaram qualidade moderada e 12 qualidade alta, como pode ser observado na tabela 2.

Em relação aos critérios para avaliação metodológica, apenas 4 estudos abordaram o tempo de mensuração dos modelos, a ausência dessa informação impossibilita a comparação entre métodos para avaliar qual o mais rápido. O critério de elegibilidade é de suma importância para que haja padronização dos modelos ao serem comparados, 10 estudos não contemplaram esse critério. Três estudos não discriminaram o instrumento de medida utilizado,

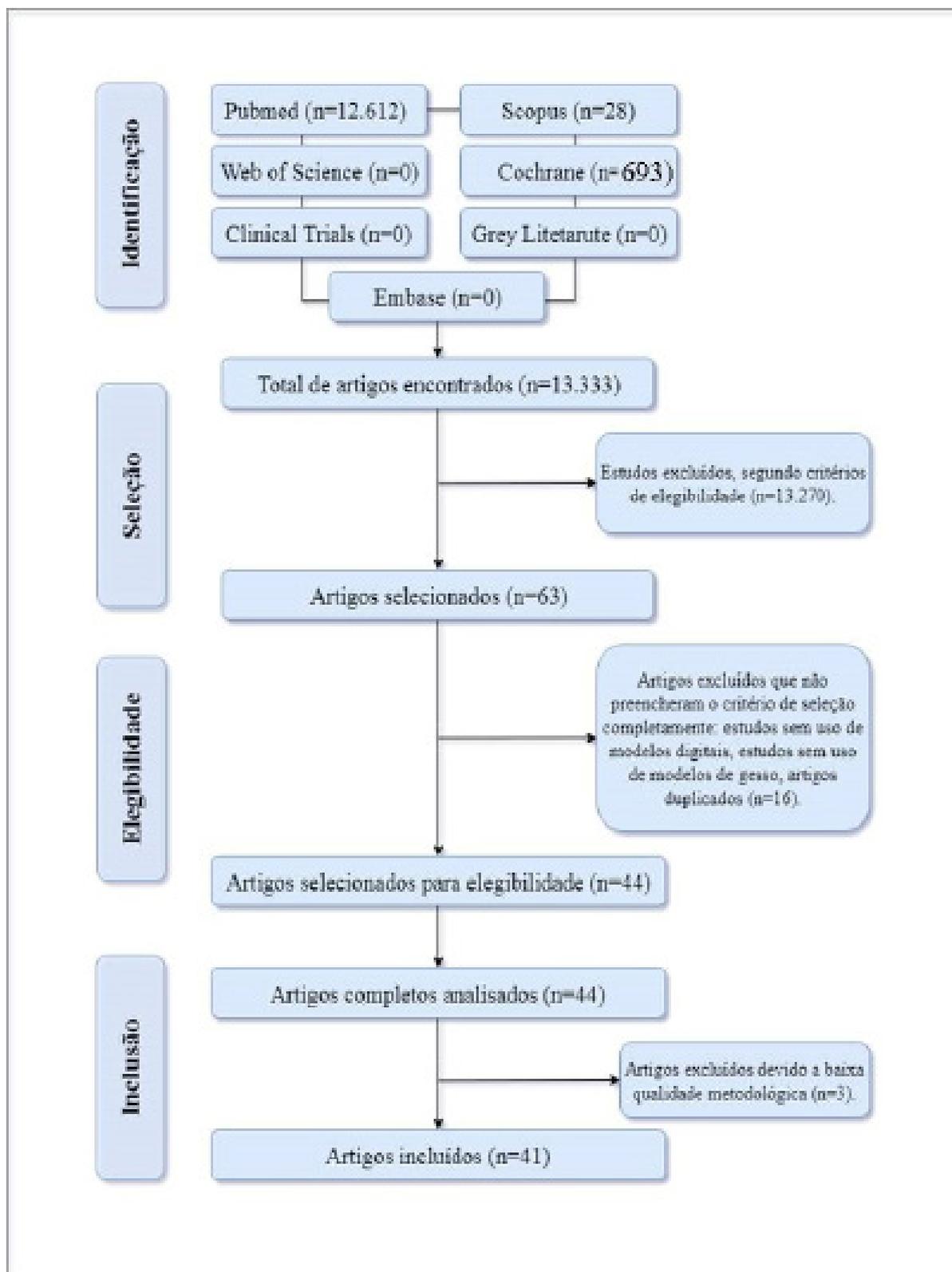


Figura 1: Fluxograma - Resultados das buscas nas bases de dados

Tabela 3: Protocolo de pontuação qualitativa da metodologia dos artigos analisados

Autor	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Total	Qualidade
Abizadeh et al. (2012)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Asquith; Mcintyre (2012)	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	5	Baixa*
Bell et al. (2003)	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Bootvong et al. (2010)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Camardella et al. (2017)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9	Moderada
Costalos et al. (2005)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	6	Moderada
Czarnota et al. (2016)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9	Moderada
Dalstra; Melsen (2009)	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	7	Moderada
El-Zanaty et al. (2010)	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	9	Moderada
Fu et al. (2017)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Grewal et al. (2017)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	8	Moderada
Grunheid et al. (2014)	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	Alta
Hazeveld et al. (2014)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	9	Moderada
Hildebrand et al. (2008)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	10	Alta
Im et al. (2014)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	9	Moderada
Jimenez-Gayosso et al. (2018)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	7	Moderada
Kasparova et al. (2013)	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8	Moderada
Keating et al. (2008)	1	0,5	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	9,5	Moderada
Kim, J. H. et al. (2014)	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	7	Moderada
Kim, S. Y. et al. (2014)	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	4	Baixa*
Kim, J. et al. (2014)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	8	Moderada
Koretsi et al. (2018)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Leifert et al., (2009)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Luu et al. (2014)	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	8	Moderada
Mangiacapra et al. (2009)	0	0,5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	5,5	Moderada
Mullen et al. (2007)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10	Alta
Murugesan et al. (2012)	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	4	Baixa*
Nalcaci et al. (2013)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	9	Moderada
Okunami et al. (2007)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	8	Moderada
Rangel et al. (2013)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Rheude et al. (2005)	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	Moderada
Rheude et al. (2005)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Santoro et al., (2003)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Sfondrini et al., (2018)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	10	Alta
Sjogren et al., (2010)	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	8	Moderada
Stevens et al., (2006)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	Alta
Tavares et al., (2017)	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	10	Alta
Veenema et al., (2009)	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	8	Moderada
Watanabe-Kanno et al. (2009)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Alta
Watanabe-Kanno et al. (2010)	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9	Moderada
Wiranto et al. (2013)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	9	Moderada
Yuan et al., (2013)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	8	Moderada
Zhang et al., (2016)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	8	Moderada
Zilberman et al. (2003)	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	7	Moderada

* artigos excluídos

A-Critérios de elegibilidade dos modelos; B-Tamanho da amostra; C-Descrição da condição dos modelos ortodônticos; D-Discriminação do instrumento de medida; E-Descrição da manipulação dos modelos; F-Especificidade dos pontos de referência; G-Abordagem do tempo de mensuração; H-Registro das medidas obtidas; I-Comparação com o grupo controle; J-Randomização declarada; K-Ocultação de pesquisadores; L-Significância estatística.

prejudicando a capacidade de reprodutibilidade do método empregado, assim como 6 estudos não estabeleceram pontos de referências para as medidas.

No que concerne a amostra dos estudos incluídos, apenas 3 estudos apresentaram amostras insatisfatórias. O registro das medidas não foi detalhado em 2 estudos. Nove estudos não declaram realizar a ocultação dos pesquisadores, enquanto 14 estudos não relataram realizar randomização dos modelos analisados.

Modelos de gesso versus modelos digitais

No que tange à avaliação de modelos digitais foi identificada na presente revisão a resolução dos instrumentos de medidas variou de 0.1 mm a 0.001 mm. A condição dos modelos de estudo relatada apresentou uma boa qualidade sem a presença de fraturas (SANTORO et al., 2003; HILDEBRAND et al., 2008; KEATING et al., 2008; Veenema et al., 2009; NALCACI et al., 2013; HAZEVELD et al., 2014), ranhuras (KEATING et al., 2008), bolhas (SANTORO et al., 2003; STEVENS et al., 2006; HILDEBRAND et al., 2008; KEATING et al., 2008; NALCACI et al., 2013; HAZEVELD et al., 2014) ou irregularidades (SANCHES et al., 2013) (Tabela 4). Na abordagem do tempo útil de mensuração o mesmo variou, com a aquisição dos dados sendo alcançada em menos de 20 minutos (YUAN et al., 2013), com a seguinte ordem de alcance: Emodels (2 minutos e 48 segundos), SureSmile (3 minutos e 12 segundos) e AnatoModels (4 minutos e 32 segundos) comparadas aos modelos de gesso (4 minutos e 29 segundos) (GRUNHEID et al., 2014). Um estudo relatou que o tempo para realização dos cálculos nos modelos de gesso foi em média de $65,6 \pm 47,0$ segundos menor do que os Emodels ($p < .0001$) (MULLEN et al., 2007). Em relação aos AnatoModels o tempo para realização das mensurações foi considerado em média 3,96 minutos maior do que nos modelos de gesso, sendo a confiabilidade intraexaminador de 95% ($p = 0.05$) (LUU et al., 2014).

No que se refere a média dos valores relacionados a confiabilidade intraexaminador a mesma foi superior a 0,8 (Kim, J. H. et al., 2014) e levemente maior para os modelos digitais ($p < .0001$) (COSTALOS et al., 2005;

Kim, J. et al., 2014) ($p > 0.75$) (EL-ZANATY et al., 2010). Constatou-se ainda, que a diferença média entre as medidas diretas e computadorizadas foi de 0,04mm ($p = 0.05$) (YUAN et al., 2013) e que as medidas obtidas usando modelos digitais, foram no geral menores do que aquelas obtidas usando modelos de gesso ($p < 0.001$) (NALCACI et al., 2013), ($p < 0.05$) (WATANABEKANNO et al., 2009), ($p=0.0124$) (Santoro et al., 2003). Houve diferenças estatisticamente significante entre os grupos, quanto à alinhamento, contatos oclusais e overjet ($p < .05$) (HILDEBRAND et al., 2008) conforme mostrado na Tabela 5, essa diferença foi maior para avaliação do overjet.

Em relação a reprodutibilidade das medidas, após a repetição de 10 mensurações, constatou-se a mesma sendo melhor para os modelos digitais onde o desvio padrão não excedeu a 0,10 mm ao contrário dos modelos de gesso no qual o mesmo foi quase 0,40 mm ($p < 0.01$) (DALSTRA; MELSEN, 2009). O comprimento do arco foi 1.5 ± 1.36 maior nos modelos de gesso do que nos modelos digitais ($p < .0001$) (MULLEN et al., 2007). As medidas da largura dos dentes foram similares entre os modelos Orthocad e de gesso, a diferença média foi menor que 0,3 mm ($p > 0.05$), (BOOTVONG et al., 2010). As medidas realizadas com SureSmile foram seguidas pelas demais sendo os modelos digitais da AnatoModels os menos acurados ($p < 0.05$) (GRUNHEID et al., 2014). As diferenças nas mensurações entre modelos de gesso, DigiModels e Lava models não excederam 0,2 mm ($p < 0.05$) (WIRANTO et al., 2013). Opondo-se aos demais meios de mensuração de modelos digitais, as medidas no RepRap3D demonstraram ser as mesmas nos modelos de gesso com desvio padrão menor que 0,5 mm (KASPAROVA et al., 2013).

Observa-se que existe diferença estatística significativa entre as mensurações nos modelos digitais para os modelos de gesso ($p < 0.05$) (CAMARDELLA et al., 2017; TAVARES et al., 2017), no entanto não a significância clínica, supõe-se que esta diferença ocorra devido a técnica de confecção do modelo digital (CZARNOTA et al., 2016), sendo assim esperado que alguns parâmetros de espaço ocorra devido ao erro cumulativo (KORETSI et al., 2018).

Tabela 4: Descrição dos estudos incluídos

Autor	Total	Amostra	Intervenção
		Condição dos modelos	Instrumento de medida
Abizadeh et al. (2012)	1	Modelos com vazios, dentes fraturados ou algum outro dando foram excluídos	Convencional: paquímetro digital Digital: -
Bell et al. (2003)	22	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -
Bootvong et al. (2010)	60	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -

Tabela 4: Continuação

Camardella et al. (2017)	28	-	Convencional: paquímetro digital Digital: TRIOS Color Scanner/ Ortho Analyzer software
Costalos et al. (2005)	48	-	-
Czarnota et al. (2016)	20	-	Convencional: paquímetro digital Digital: D700 Scanner/Ortho Analyzer software
Dalstra; Melsen (2009)	3	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -
El-Zanaty et al. (2010)	34	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Programa de medições dentárias com base em 3 dimensões (3DD)
Fu et al. (2017)		Vazados em forma padrão, sem vazios e fraturas e uniformemente polido, registro claramente a dentição completa, osso basal, giro da mucosa, frênuo, rugas palatinas e outras estruturas anatômicas	Convencional: paquímetro digital Digital: Fotogrametria 3D / MeshLab
Grewal et al. (2016)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho Insight Scanner / Cloud Software
Grunheid et al. (2014)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Emodel SureSmile software AnatoModels
Hildebrand et al. (2008)	36	Sem bolhas, sem dentes quebrados, retificados	Convencional: Medidor de medição ABO Digital: ABO OGS software
Im et al. (2014)	10	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Modelo de prototipagem rápida (Projet)
Jimenez-Gayosso et al. (2018)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Maestro3D Ortho Studio scanner
Kasparova et al. (2013)	10	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -
Keating et al. (2008)	30	Sem marcas na superfície, sem perda dentária, sem vazios, fraturas ou degraus nos pontos de contato	Convencional: paquímetro digital Digital: Scanner a laser sem contato
Kim, J. H. et al. (2014)	60		Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho Insight 3D laser scanner
Kim, S. Y. et al.(2014)a	20	-	Convencional: Não menciona Digital: Scanner de luz branca sem contato/Delcam Copycad
Koretsi et al. (2017)	48	-	Convencional: paquímetro convencional Digital: OrthoX Scan/ Ivori®analyze
Leifert et al., (2009)	50	-	Convencional: paquímetro ortodontico digital Digital: OrthoCAD

Tabela 4: Continuação

Luu et al. (2014)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Anatomodels (Invivo software)
Mangiacapra et al. (2009)	5	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho3D software
Mullen et al. (2007)	30	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Emodel software
Nalcaci et al. (2013)	20	Sem vazios, sem bolhas ou fraturas no dentes.	Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho Three-dimensional Models (O3DM)
Okunami et al. (2007)	30	-	Convencional: Medidor de medição Digital: OrthoCAD
Rangel et al. (2013)	10	Sem danos, presença de todos os dentes, morfologia normal dos dentes, sem atrição visível, cáries ou restaurações.	Convencional: Paquímetro digital Digital: Software MaxilimH 2.3.0
Rheude et al. (2005)	7	-	-
Sanches et al. (2013)	10	Todos os dentes apresentando morfologia normal, ausência de irregularidades	Convencional: paquímetro digital Digital: Scanner Orthodontic 3D
Santoro et al. (2003)	20	Sem vazios ou bolhas, sem fraturas	Convencional: paquímetro digital Digital: OrthoCAD
Sfondrini et al., (2017)	14	-	Convencional: Paquímetro analógico Digital: Trios 3 Mono Intraoral Scanner / Ortho Analyzer software
Sjogren et al., (2010)	20	-	Convencional: paquímetro digital Digital: -
Stevens et al., (2006)	24	Sem bolhas positivas ou negativas,	Convencional: paquímetro digital Digital: Emodel software
Tavares et al., (2017)	37	Perfeito estado de preparação e conservação, sem bolhas positivas ou negativas ou defeitos na coroa dentária.	Convencional: paquímetro digital Digital: Ortho Insight 3D
Veenema et al., (2009)	30	Sem características que possam alterar o diâmetro mesiodistal ou bucolingual, como restaurações, cáries, atrições ou fraturas	-
Watanabe-Kanno et al. (2009)	15	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Cécile3 software
Watanabe-Kanno et al. (2010)	15	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Cécile3 software
Wiranto et al. (2013)	22	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Digi Model software Lava Model software
Yuan et al., (2013)	10	-	Convencional: paquímetro digital Digital: Software SPSS 19.0
Zhang et al., (2017)	20	-	Convencional: paquímetro digital Digital: iTero Scanner
Zilberman et al. (2003)	20	-	Convencional: paquímetro digital Digital: OrthoCAD

Tabela 5: Resumo dos resultados

Autor	Tempo de mensuração	Registro das medidas obtidas
Abizadeh et al. (2012)	-	As diferenças estatisticamente significativas foram para largura intercanina superior (0,14 mm) e para a altura vertical inferior (1,58 mm) ($p < 0,05$).
Bell et al. (2003)	-	A média das diferenças de mensurações entre os modelos convencionais para os modelos digitais foi de 0.16 e 0.38 mm ($p < 0.05$).
Bootvong et al. (2010)	-	A mensuração da discrepância entre as linhas intercaninos, intermolares, overjet, overbite, linha média, análise espacial e largura dos dentes apresentaram magnitudes similares ($ICC > 0,7$).
Camardella et al. (2017)	-	Para vários parâmetros, foi encontrado diferença estatística entre as medidas dos dois modelos. No entanto, a maioria dessas discrepâncias não foi considerada clinicamente significativa.
Costalos et al. (2005)	-	Os modelos de gessos convencionais possuem moderada confiabilidade, enquanto os modelos digitais possuem alta confiabilidade ($p < 0.0001$).
Czarnota et al. (2016)	-	Foram observadas diferenças estatísticas significativas em alguns parâmetros como, deslocamento no segmento anterior de mandibular, overbite, distância intermolar na maxila, índice de Little e o índice de soma dos incisivos maxilares e mandibulares.
Dalstra; Melsen (2009)	-	O comprimento do arco e o overjet foram significativamente maiores quando medidos no modelo de gesso do que no modelo digital ($p < 0,001$).
El-Zanaty et al. (2010)	-	As medidas mesiodistais na maxila para os segundos pré-molares direito e esquerdo, incisivo central esquerdo e primeiro molar direito, assim como as medidas mesiodistais na mandíbula para os incisivos centrais direito e esquerdo, canino direito e primeiro pre-molar esquerdo tiveram concordância ($p > 0,75$).
Fu et al. (2017)	-	As diferenças médias entre as medições dos modelos fotogramétricos 3D e os modelos de gesso variaram de 0,011 a 0,402 mm. As diferenças médias entre as medições obtidas pelos modelos fotogramétricos 3D e os modelos de gesso não foram significativas, exceto para o perímetro do arco inferior ($p > 0.05$), e todas as diferenças foram consideradas como normalmente aceitável ($< 0,5$ mm).
Grewal et al. (2016)	-	Não foi encontrada diferença nas medições de análise do espaço total na arcada superior ($p = 0.79$) e inferior ($p = 0.69$).
Grunheid et al. (2014)	- Emodels: 2 minutos, 48 segundos; - SureSmile:3 minutos, 12 segundos; - Modelos de gesso:4 minutos, 29 segundos; - AnatoModels: 4 minutos, 32 segundos	A precisão das medidas foi melhor no software s SureSmile, seguido por Emodels. As medições nos AnatoModels foram os menos precisas ($p < 0.05$).
Hildebrand et al. (2008)	-	Para o alinhamento, contato oclusal e overjet houve diferença estatística significante ($p < 0,05$).

Tabela 5: Continuação

Im et al. (2014)	-	Diferenças estatísticas significantes foram observadas nas medidas de overjet e contato oclusal ($p < 0,01$).
Jimenez-Gayosso et al. (2018)	-	Nas medidas dos modelos do pré-tratamento foram observadas diferenças na largura intermolar maxilar ($p = 0.030$) e na altura do palato ($p = 0.002$). Já, as medidas do pos-tratamento apresentaram diferença entre os modelos para os seguintes parâmetros: largura intercanino mandibular ($p = 0.001$), altura do palato ($p = 0.001$), overjet ($p < 0.006$), overbite ($p = 0.005$), perímetro da maxila arco ($p = 0.012$), e no perímetro do arco mandibular ($p = 0.028$).
Kasparova et al. (2013)	-	A precisão das medidas de distância nos modelos de gesso e nas cópias impressas RepRap 3D foi a mesma ($p < 0.05$).
Keating et al. (2008)	-	As mensurações nos planos X e Y não apresentaram diferença estatística nos modelos analisados ($p > 0.5$). No entanto, no plano Z as mensurações foram estatisticamente diferentes ($p < 0,001$).
Kim, J. H. et al. (2014)	-	A diferença média entre modelos de gesso e modelos PUT variaram de 0,07 mm a 0,33 mm.
Kim, S. Y. et al. (2014)	-	A diferença média entre os modelos digitais para os modelos de gesso e $\leq 0,2\text{mm}3 \pm 0,169\text{mm}$. A largura do arco maxilar e do arco mandibular exibiram excelente concordância ($p < 0,05$).
Koretsi et al. (2017)	-	O viés entre os métodos foi estatisticamente significativo, mas menos de 0,5 mm para 87,2% dos resultados. A diferença total maxila e mandíbula teve amplos limites de concordância, mas o viés entre os métodos foi menor que o viés entre intra-observador.
Leifert et al., (2009)	-	Arco superior: diferença de 0,4 mm, sem diferença estatística significativa Arco inferior: não houve diferenças

Tabela 5: Continuação

Luu et al. (2013)	<p>- Modelo de gesso: 10 minutos</p> <p>- AnatoModel: 6 minutos</p>	<p>Comparando as medições dos modelos digitais com os modelos de gesso percebe-se pouca concordância com médias de diferenças baixas.</p> <p>Houve diferença estatística nas médias das medições dos dentes 11, 12, 13, 15, 21, 22, 23, 24, 25, largura intermolar inferior, perímetro do arco maxilar e mandibular, apinhamento, análise de Bolton, no entanto, apenas o perímetro do arco maxilar tinha um magnitude de diferença média, 3,38 mm e IC 95% (2,48; 4,28), que ultrapassaram o limiar clinicamente significativo ($p < 0,05$).</p>
Mangiacapra et al. (2009)	-	<p>Não houve diferenças estatísticas para as medições nos modelos digitais para os modelos convencionais nos seguintes parâmetros: distância canina ($p = 0.11$), distância inter-molar ($p = 0.24$), comprimento distal primeiro molar inferior direito ($p = 0.4$), comprimento mesio-distal do incisivo lateral inferior direito ($p = 0.39$). No entanto, o erro de medição para overbite foi menor para modelos digitais (média = 0,24, DP = 0,21) comparado aos modelos tradicionais (média = 0,69, DP = 0.53) ($p < 0.001$).</p>
Mullen et al. (2007)	<p>Diferenças significativas foram encontradas entre o tempo para executar os cálculos nos modelos de gesso, média de 65 segundos mais lento do que o cálculo com Emodels ($p .0001$).</p>	<p>Os modelos de gesso tinham uma média para o comprimento do arco de 1,5 ($\pm 1,36$ mm) do que os modelos digitais Emodels $pP .0001$; intervalo).</p>
Nalcaci et al. (2013)	-	<p>Houve diferenças estatísticas significante entre os dois métodos ($p < 0.001$). As medidas obtidas nos modelos digitais foram menores.</p>
Okunami et al. (2007)	-	<p>Houve diferenças significativas entre os modelos de gesso e os modelos digitais para contatos oclusais, relações oclusais e escores totais ($p < 0,05$). Nenhuma diferença significativa foi encontrada para alinhamento, cristas marginais, overjet e contatos interproximais.</p>
Rangel et al. (2013)	-	<p>Arco superior: erro médio de 0,14 mm Arco inferior: erro médio 0,18 mm A distância de 95% de todos os pontos correspondentes é entre 0,28 e 0,62 mm para a arcada superior e entre 0,35 e 0,64 mm para a arcada inferior.</p>
Rheude et al. (2005)	-	<p>Os resultados mostraram que 12,8% das características diagnósticas, 12% dos procedimentos mecânicos de tratamento e 6% dos planos de tratamento propostos mudaram após avaliação realizada em modelo de gesso ($p = .05$).</p>

Tabela 5: Continuação

Sanches et al. (2013)	-	Ao comparar os instrumentos de medição, Observa-se que as medidas mesiodistais dos dentes 13, 14, 23, 33 e 35 foram estatisticamente significativamente maiores para medições realizadas pelo software O3d comparado com um paquímetro digital ($p < 0.05$).
Santoro et al., (2003)	-	Houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as medições para a largura dos dentes realizadas pelos dois métodos. As medições nos modelos digitais apresentaram-se menores do que as correspondentes no modelo de gesso (média de 0,49 mm), a maior diferença foi encontrada para o incisivo lateral esquerdo inferior (0,38mm) e overbite ($p = 0.0124$).
Sfondrini et al., (2017)	-	Não houve diferença estatística entre as medidas em modelo de gesso ou digital. No entanto, o tempo de processamento do modelo digital foi menor do que o método tradicional.
Sjogren et al., (2010)	-	As avaliações de rotações nos modelos digitais apresentaram-se maiores. A técnica convencional mostrou menor variação intraexaminador para variáveis angulares do que o método de imagem 3D.
Stevens et al., (2006)	-	A maioria das diferenças médias no tamanho dos dentes não foram estatisticamente significantes ($p > 0.0021 = 0.05$) ($p > 0.0021 = 0,05/24$). A diferença das medidas das larguras dos dentes foi de 0,17mm para os modelos de gesso e 0,22 para os modelos digitais Emodels.
Tavares et al., (2017)	-	Não houve diferenças estatísticas significativas foram observadas em relação às medidas realizadas no gesso ou modelos digitais ($p > 0.05$).
Veenema et al., (2009)	-	Não foram encontrados valores estatisticamente diferentes para a pontuação total do Índice de complexidade, resultado e necessidade (ICON) em modelos de gesso ou digitais. As pontuações do ICON realizadas em modelos baseados em computador parecem ser tão precisas e confiáveis quanto às pontuações do ICON em modelos de gesso.
Watanabe-Kanno et al. (2009)	-	Todos os valores obtidos a partir dos modelos digitais da Cécile3 foram menores que os valores obtidos nos modelos de gesso ($p < 0.05$).

Tabela 5: Continuação

Watanabe-Kanno et al. (2010)	-	As diferenças médias entre os modelos de gesso e digital em relação análise de Bolton anterior e global para o examinador 1 foram de 0,34 mm para ambos e para o examinador 2 foram de 0,28 mm e 0,21 mm, respectivamente. Embora as medidas do modelo digital tenham sido inferiores ao gesso ($p < 0.05$), estas foram consideradas clinicamente insignificantes (diferenças $< 0,1$ mm).
Wiranto et al. (2013)	Scanner: média de 23 minutos	As diferenças das medições nos modelos de gesso variaram de 0,04 a 0,16 mm para os modelos digitais no DigiModels e de 0,24 a 0,07 mm para os modelos no Lava Moldels. Nenhuma medidanos modelos Lava foi significativamente diferente daqueles nos modelos de gesso. Das medições no DigiModels, alguns mostraram diferenças significativas ($p < 0.05$). No entanto, nenhuma diferença ultrapassou 0,2 mm.
Yuan et al., (2013)	20 minutos	Diferença de 0.04 mm, sem significância estatística ($p = 0.05$)
Zhang et al., (2017)	-	Não houve diferença significativa entre os modelos de gesso e os modelos digitais, exceto por uma medida de menor largura intermediária ($P < 0,005$). A diferença média de superfície entre os dois modelos foi de 0,10 mm.
Zilberman et al. (2003)	-	Houve correlação entre as medidas da largura dentária, largura intercanina e intermolar ($p = 0.05$).

DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática centrou-se na avaliação da confiabilidade das medidas realizadas em modelos ortodônticos digitais comparados aos modelos de gesso convencionais. Foram incluídos estudos laboratoriais utilizando modelos ortodônticos digitais, onde os modelos de gesso funcionaram como grupo controle. Buscou-se assim, evidências na literatura sobre a confiabilidade de modelos ortodônticos digitais, visando a apresentação de dados calculados estatisticamente.

A importância desse estudo deve-se ao fato de avaliar as evidências a respeito da confiabilidade dos modelos digitais para serem utilizados na prática clínica dos ortodontistas, eliminando a necessidade de espaço para acomodação desses.

Modelos digitais menos confiáveis

Os AnatoModels apresentaram-se como os modelos menos acurados ($p < 0.05$) quando comparados com o grupo controle (GRUNHEID et al., 2014; LUU et al., 2014), demandando quase o dobro de tempo requerido para modelos de gesso quando da sua obtenção. Além disso, notou-se uma necessidade das medidas lineares e categóricas serem avaliadas com cuidado ao se utilizar desse processo de análise, no que se refere ao envolvimento de erro sistemático (LUU et al., 2014). Os modelos do sistema O3DM (versão 2.2) mostraram reprodutibilidade aceitável, porém esta foi menor para vários ângulos, com limite de concordância pobre para variáveis angulares e lineares (SJOGREN et al., 2010).

Modelos digitais igualmente confiáveis

As medidas nos modelos de gesso e RepRap3D

foram equivalentes. A análise da precisão foi feita através dos valores de desvio padrão, os quais não diferiram significativamente da soma do desvio padrão dos modelos de gesso, sendo menor que 0,5 mm ($p = 0.38$). Entretanto, os modelos de RepRap3D apresentaram a vantagem de serem mais rápidos e terem menor custo (KASPAROVA et al., 2013). Além desses, os modelos Orthocad também apresentaram mesma acurácia e confiabilidade que os modelos de gesso, quanto a análise de espaço, sendo as diferenças clinicamente insignificantes ($p < 0.05$) (LEIFERT et al., 2009). Contudo foi demonstrado que apesar de ser uma alternativa (SANTORO et al., 2003; COSTALOS et al., 2005) aos modelos de gesso o software Orthocad ABO OGS em sua versão digital não substitui o sistema manual, pois não fornece o mesmo escore e são inaccurados quando em oclusão, interferindo nas medidas de overjet e contatos oclusais (HILDEBRAND et al., 2008). Os modelos Emodel (versão 6.0, GeoDigm) apresentaram-se com acurácia similar aos modelos de gesso e igualmente confiável aos mesmos, porém com tempo útil de mensuração mais rápido (MULLEN et al., 2007). As medidas da largura dos dentes foram no geral similares entre modelos de gesso e DigitModels e Lava models, não excedendo 0,2mm e sendo tão confiáveis quanto os mesmos (WIRANTO et al., 2013). As mensurações realizadas pelo software Ortho Analyzer apresentaram diferenças entre os modelos digitais e de gesso, no entanto, essa diferença foi considerada clinicamente aceitável (CZARNOVA et al., 2016; CAMARDELLA et al., 2017; SFONDRINI et al., 2018). Outros modelos digitais mensurados nos softwares Cloud (GREWAL et al., 2017) e Onyx Ceph3 (JIMENEZ-GAYOSSO et al., 2018) apresentaram boa confiabilidade, apesar de apresentarem diferenças em alguns parâmetros, mas com aceitação clínica.

Modelos digitais mais confiáveis

As medidas realizadas em modelos SureSmile (GRUNHEID et al., 2014) e alguns Emodels (STEVENS et al., 2006; GRUNHEID et al., 2014) demonstram-se mais confiáveis. Grunheid et al. (2014) demonstraram que modelos digitais podem ser tão acurados, mais reprodutíveis e significativamente mais rápidos do que mensurações em modelos de gesso. As medidas mais precisas foram atribuídas aos SureSmile, seguida pelos Emodels. No que tange a confiabilidade dos modelos Emodels, utilizando a média das medidas repetidas, a diferença média intraexaminador foi levemente maior na forma digital, enquanto a média interexaminador foi similar. A reprodutibilidade intra e interexaminador no geral foram maiores para os modelos digitais (STEVENS et al., 2006).

Assim como, os modelos digitais da Ivori Analyze foram considerados confiáveis, uma vez que houve menor variação entre as medições repetidas, no entanto, as medidas da largura dos dentes na Análise Bolton foram

maiores que os do modelo de gesso, apresentando diferença de 0,5mm entre os modelos. (KORETSI et al., 2018).

Apesar de notável a evolução da tecnologia digital, ainda é observada limitações quanto a precisão na análise de alguns desses modelos. Nessas condições, conforme apresentado pelos estudos prévios de Grunheid et al 2014 e Luu et al 2014, os modelos digitais da Anatomodels preencheram os caracteres de menor acurácia na reprodução das mensurações realizadas em modelos ortodônticos. Sendo assim, caberia salientar a importância do diagnóstico complementar, que poderia nesses casos, ser um coadjuvante a análise dos convencionais modelos de gesso, melhorando a qualidade do planejamento, já que, por si só, não forneceriam informações suficientemente adequadas para a prática clínica. Por outro lado, foi demonstrado que já existem modelos digitais, considerados altamente precisos, sendo tão confiáveis quanto em modelos de gesso, representando assim uma evidência positiva para a substituição destes, ao se considerar os benefícios inerentes.

CONCLUSÃO

Pode-se inferir com a realização dessa revisão sistemática que:

- As mensurações realizadas em modelos digitais podem ser tão bem acuradas, reprodutíveis e confiáveis quanto o método convencional utilizando modelos de gesso.

REFERÊNCIAS

- ABIZADEH, N. et al. Digital versus plaster study models: how accurate and reproducible are they? **Journal of Orthodontics**, v. 39, n. 3, p. 151-9, sep. 2012.
- ASQUITH, J. A.; MCINTYRE, G. T. Dental arch relationships on three-dimensional digital study models and conventional plaster study models for patients with unilateral cleft lip and palate. **The Cleft Palate-Craniofacial Journal**, v. 49, n. 5, p. 530-4, sep. 2012.
- BELL, A.; AYOUB, A. F.; SIEBERT, P. Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. **Journal of Orthodontics**, v. 30, n. 3, p. 219-23, sep. 2003.
- BOOTVONG, K. et al. Virtual model analysis as an alternative approach to plaster model analysis: reliability and validity. **The European Journal of Orthodontics**, v. 32, n. 5, p. 589-95, oct. 2010.
- CAMARDELLA, L. T.; BREUNING, H.; DE VASCONCELLOS VILELLA, O. Accuracy and reproducibility of measurements on plaster models and digital models created using an intraoral scanner. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v. 78, n. 3, p. 211-220, may. 2017.

- COSTALOS, P. A. et al. Evaluation of the accuracy of digital model analysis for the American Board of Orthodontics objective grading system for dental casts. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 128, n. 5, p. 624-629, nov. 2005.
- CZARNOTA, J.; HEY, J.; FUHRMANN, R. Measurements using orthodontic analysis software on digital models obtained by 3D scans of plaster casts : Intrarater reliability and validity. **Journal of Orofacial Orthopedics**, v. 77, n. 1, p. 22-30, jan. 2016.
- DALSTRA, M.; MELSEN, B. From alginate impressions to digital virtual models: accuracy and reproducibility. **Journal of Orthodontics**, v. 36, n. 1, p. 36-41; discussion 14, mar 2009.
- EL-ZANATY, H. M. et al. Three-dimensional dental measurements: An alternative to plaster models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 137, n. 2, p. 259-65, feb. 2010.
- FLEMING, P. S.; MARINHO, V.; JOHAL, A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. **Orthod Craniofac Res**, v. 14, n. 1, p. 1-16, feb. 2011.
- FU, X. et al. The application of multi-baseline digital close-range photogrammetry in three-dimensional imaging and measurement of dental casts. **PLoS One**, v. 12, n. 6, p. e0178858, 2017.
- GREWAL, B. et al. Royal London space analysis: plaster versus digital model assessment. **The European Journal of Orthodontics**, v. 39, n. 3, p. 320-325, jun. 1 2017.
- GRUNHEID, T. et al. Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements using different technologies. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 145, n. 2, p. 157-64, feb. 2014.
- HAZEVELD, A.; HUDDLESTON SLATER, J. J.; REN, Y. Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 145, n. 1, p. 108-15, jan. 2014.
- HILDEBRAND, J. C. et al. Evaluation of a software program for applying the American Board of Orthodontics objective grading system to digital casts. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 133, n. 2, p. 283-9, feb. 2008.
- IM, J. et al. Comparison of virtual and manual tooth setups with digital and plaster models in extraction cases. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 145, n. 4, p. 434-42, apr. 2014.
- JIMENEZ-GAYOSSO, S. I. et al. Difference between manual and digital measurements of dental arches of orthodontic patients. **Medicine (Baltimore)**, v. 97, n. 22, p. e10887, jun. 2018.
- JOFFE, L. OrthoCAD: digital models for a digital era. **Journal of Orthodontics**, v. 31, n. 4, p. 344-7, dec. 2004.
- KANG, S. H. et al. Early orthognathic surgery with three-dimensional image simulation during presurgical orthodontics in adults. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 22, n. 2, p. 473-81, mar. 2011.
- KASPAROVA, M. et al. Possibility of reconstruction of dental plaster cast from 3D digital study models. **BioMedical Engineering OnLine**, v. 12, p. 49, may. 2013.
- KEATING, A. P. et al. A comparison of plaster, digital and reconstructed study model accuracy. **Journal of Orthodontics**, v. 35, n. 3, p. 191-201; discussion 175, sep. 2008.
- KIM, J.; HEO, G.; LAGRAVERE, M. O. Accuracy of laser-scanned models compared to plaster models and cone-beam computed tomography. **The Angle orthodontist**, v. 84, n. 3, p. 443-50, may. 2014.
- KIM, J. H. et al. Accuracy and precision of polyurethane dental arch models fabricated using a three-dimensional subtractive rapid prototyping method with an intraoral scanning technique. **The Korean Journal of Orthodontics**, v. 44, n. 2, p. 69-76, mar. 2014. (a)
- KIM, S. Y. et al. Comparison of the accuracy of digitally fabricated polyurethane model and conventional gypsum model. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, v. 6, n. 1, p. 1-7, feb. 2014.
- KORETSI, V. et al. Intra-observer reliability and agreement of manual and digital orthodontic model analysis. **The European Journal of Orthodontics**, v. 40, n. 1, p. 52-57, jan. 2018.
- LEIFERT, M. F. et al. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 136, n. 1, p. 16 e1-4; discussion 16, jul. 2009.
- LUU, N. S. et al. The validity, reliability, and time requirement of study model analysis using cone-beam computed tomography-generated virtual study models. **Orthodontics & Craniofacial Research**, v. 17, n. 1, p. 14-26, feb. 2014.
- MAH, J. The evolution of digital study models. **Journal of Clinical Orthodontics** v. 41, n. 9, p. 557-61; quiz 424, sep. 2007.
- MANGIACAPRA, R. et al. Traditional plaster casts and dental digital models: intra-examiner reliability of measurements. **Progress in Orthodontics**, v. 10, n. 2, p. 48-53, 2009.
- MULLEN, S. R. et al. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 132, n. 3, p. 346-52, sep. 2007.
- MURUGESAN, K. et al. Comparative evaluation of dimension and surface detail accuracy of models produced by three different rapid prototype techniques. **The Journal of the Indian Prosthodontic Society**, v. 12, n. 1, p. 16-20, mar. 2012.

- NALCACI, R.; TOPCUOGLU, T.; OZTURK, F. Comparison of Bolton analysis and tooth size measurements obtained using conventional and three-dimensional orthodontic models. **European Journal of Dentistry**, v. 7, n. Suppl 1, p. S66-70, sep. 2013.
- OKUNAMI, T. R. et al. Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: digital vs plaster dental casts. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 131, n. 1, p. 51-6, jan 2007.
- RANGEL, F. A. et al. Accuracy and reliability of a novel method for fusion of digital dental casts and Cone Beam Computed Tomography scans. **PLoS One**, v. 8, n. 3, p. e59130, 2013.
- RHEUDE, B. et al. An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. **The Angle orthodontist**, v. 75, n. 3, p. 300-4, may. 2005.
- SANCHES, J. O. et al. Comparison of space analysis performed on plaster vs. digital dental casts applying Tanaka and Johnston's equation. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 18, n. 1, p. 128-33, jan./feb. 2013.
- SANTORO, M. et al. Comparison of measurements made on digital and plaster models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 124, n. 1, p. 101-5, jul. 2003.
- SFONDRINI, M. F. et al. Computerized Casts for Orthodontic Purpose Using Powder-Free Intraoral Scanners: Accuracy, Execution Time, and Patient Feedback. **BioMed Research International**, v. 2018, p. 1-8.
- SJOGREN, A. P.; LINDGREN, J. E.; HUGGARE, J. A. Orthodontic study cast analysis--reproducibility of recordings and agreement between conventional and 3D virtual measurements. **Journal of Digital Imaging**, v. 23, n. 4, p. 482-92, aug. 2010.
- STEVENS, D. R. et al. Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 129, n. 6, p. 794-803, jun. 2006.
- TAVARES, A.; BRAGA, E.; ARAUJO, T. M. Digital models: How can dental arch form be verified chairside? **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 22, n. 6, p. 68-73, nov./dec. 2017.
- VEENEMA, A. C. et al. Index of Complexity, Outcome and Need scored on plaster and digital models. **The European Journal of Orthodontics**, v. 31, n. 3, p. 281-6, jun. 2009.
- WATANABE-KANNO, G. A. et al. Determination of tooth-size discrepancy and Bolton ratios using Bibliocast Cecile3 digital models. **International Orthodontics**, v. 8, n. 3, p. 215-26, sep. 2010.
- WATANABE-KANNO, G. A. et al. Reproducibility, reliability and validity of measurements obtained from Cecile3 digital models. **Brazilian Oral Research**, v. 23, n. 3, p. 288-95, jul./sep. 2009.
- WIRANTO, M. G. et al. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 143, n. 1, p. 140-7, jan. 2013.
- YUAN, F. S. et al. Accuracy evaluation of a new three-dimensional reproduction method of edentulous dental casts, and wax occlusion rims with jaw relation. **International Journal of Oral Science**, v. 5, n. 3, p. 155-61, sep. 2013.
- ZHANG, F.; SUH, K. J.; LEE, K. M. Validity of Intraoral Scans Compared with Plaster Models: An In-Vivo Comparison of Dental Measurements and 3D Surface Analysis. **PLoS One**, v. 11, n. 6, p. e0157713, 2016.
- ZILBERMAN, O.; HUGGARE, J. A.; PARIKAKIS, K. A. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. **The Angle orthodontist**, v. 73, n. 3, p. 301-6, jun. 2003

Ed. Física



MESTRADO E ESPECIALIZAÇÃO

A Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora (FAEFID/UFJF) oferece o curso de Mestrado em Educação Física, em associação com o Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa (DES/UFV). As áreas de concentração são: Movimento Humano Saúde e Desempenho; Movimento Humano Sociedade e Cultura. O mestrado visa atender à demanda por recursos humanos altamente qualificados gerada pelos vários cursos de graduação e especialização em Educação Física e áreas correlacionadas.

Os cursos de Especialização oferecidos pela FAEFID/UFJF, além do aperfeiçoamento profissional, buscam desenvolver competência em pesquisa em Educação Física e áreas afins. Estes Cursos proporcionam aos egressos a aquisição de conhecimento e habilidades necessárias à prática profissional e ao prosseguimento de seus estudos. Os cursos são: Aspectos Biodinâmicos do Movimento Humano; Aspectos Metodológicos e Conceituais da Pesquisa Científica; Atividade Física em Saúde e Reabilitação Cardíaca; Ciência do Treinamento Desportivo e Gestão do Esporte.

FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Campus Universitário – Faculdade de Educação Física

Bairro Martelos – Juiz de Fora – MG CEP: 36036-300

E-mail: mestrado.edufisica@uffj.edu.br

Site: www.uffj.br/faefid

Telefone: (32) 2102-3292 / (32) 2102-3291

Ana Luiza Martins de Souza¹,
Taís Chaves Magalhães²,
Alana Gail Lopes²,
Hugo Lemes Carlo¹,
Rogério Lacerda dos Santos¹,
 Fabíola Galbiatti de Carvalho Carlo¹

¹ Departamento de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares. Governador Valadares, MG

² Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG

✉ **Fabíola Carlo**
Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares, Departamento de Odontologia
Av. Dr. Raimundo Monteiro de Rezende, n.330. Sala 301.
Bairro Centro
CEP: 35.010-177
Governador Valadares - MG
✉ fabigalbi@yahoo.com.br

Submetido: 14/12/2018
Aceito: 04/02/2019

RESUMO

Introdução: Diversos materiais restauradores são indicados para a restauração de dentes decíduos posteriores, como amálgama, resina composta, cimento de ionômero de vidro convencional, cimento de ionômero de vidro modificado por resina e resinas compostas modificadas com poliácidos (compômeros). Entretanto, uma dúvida ainda persiste quanto ao desempenho clínico do cimento de ionômero de vidro, em decorrência de suas propriedades, para ser utilizado como material restaurador definitivo em molares decíduos. **Objetivo:** Realizar uma revisão sistemática da literatura acerca da taxa de sobrevivência de restaurações realizadas em molares decíduos utilizando resina composta e cimento de ionômero de vidro, buscando com base em evidências científicas, responder a PICO question: “Qual material possui maior longevidade em molares decíduos: resina composta ou cimento de ionômero de vidro?”. **Material e métodos:** Para este fim foram realizadas buscas em duas bases de dados, PubMed e Web of Science, utilizando uma estratégia de busca previamente determinada, para selecionar artigos de acordo com critérios de inclusão e exclusão criados para esse trabalho por dois examinadores calibrados. **Resultados:** A seleção dos artigos foi realizada de acordo com o fluxograma do PRISMA e foi criada uma tabela para avaliação qualitativa dos artigos selecionados. Foram encontrados 398 artigos na base de dados PubMed e 375 na Web of Science, sendo 153 coincidentes em ambas. Quarenta e seis artigos foram selecionados para leitura completa, dentre eles 42 foram excluídos, e quatro artigos foram incluídos para esta revisão. **Conclusão:** Os artigos desta revisão demonstraram que a resina composta possui maior longevidade em molares decíduos comparada aos cimentos de ionômero de vidro. Porém futuros estudos clínicos necessitam ser conduzidos para comprovar qual o material mais indicado para restaurá-los, já que os cimentos de ionômero modificados por resina mostraram taxas de sobrevivência clínica satisfatórias.

Palavras-chave: dente decíduo, dente molar, resinas compostas, cimentos de ionômeros de vidro, taxa de sobrevida

ABSTRACT

Introduction: Several restorative materials are indicated for restoration of posterior deciduous teeth, such as amalgam, composite resin, conventional glass ionomer cement, resin modified glass ionomer cement and composite resins modified with polyacids (compomers). However, a doubt still persists related to the clinical performance of the glass ionomer cements to be used to restore deciduous molars, due to its properties. **Objective:** To perform a systematic review of the literature about the survival rate of composite resin and glass ionomer cement restorations performed in deciduous molars aiming scientific evidence to answer the PICO question: “Which material has greater longevity in deciduous molars: resin composite or glass ionomer cement?”. **Material and methods:** The research was performed on two databases, PubMed and Web of Science, using a predetermined search strategy to select articles according to the inclusion and exclusion criteria, evaluated by two calibrated examiners. **Results:** The selection of the articles was carried out according to the PRISMA flowchart and a table was created for the qualitative evaluation of the included articles. It was found 398 articles in the PubMed database and 375 in the Web of Science, 153 of which were coincident in both. Forty-six articles were selected for complete reading, 42 of which were excluded, and four articles were included in this review. **Conclusion:** The articles investigated in this review demonstrated that composite resin has a higher longevity in deciduous molars compared to glass ionomer cements. However, future clinical studies are needed to attest which material is better to restore them, since the resin modified glass ionomer cements showed satisfactory clinical survival rates.

Keywords: deciduous tooth, molar tooth, composite resins, glass ionomer cements, survival rate

INTRODUÇÃO

Embora tenha ocorrido diminuição da prevalência de cárie na infância, no Brasil uma criança aos cinco anos de idade ainda possui 2,43 dentes em média com experiência de cárie, de modo que o componente cariado é responsável por mais de 80% do índice (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012). Sendo assim, o procedimento restaurador ainda é bastante realizado, principalmente nos dentes posteriores (PINTO et al., 2014). Restaurar os molares decíduos e mantê-los na cavidade bucal até que sejam substituídos por pré-molares se torna extremamente importante para evitar a má oclusão, a perda de espaço e para manter a função mastigatória (PINTO et al., 2014).

Nesse contexto, diversos materiais restauradores são indicados para a restauração de dentes decíduos posteriores, como amálgama, resina composta, cimento de ionômero de vidro convencional, cimento de ionômero de vidro modificado por resina e resinas compostas modificadas com poliácidos (compômeros) (DONMEZ et al., 2016; PINTO et al., 2014). A escolha do melhor material para restaurar molares decíduos torna-se difícil, sendo importante avaliar e objetivar que a restauração possua longevidade até o período de esfoliação do dente, em torno dos 8 a 9 anos de idade do paciente (PAPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994).

O amálgama é o material restaurador mais antigo, porém nos últimos anos houve um declínio no seu uso devido a demanda estética dos pacientes e ao surgimento de outros materiais com adequadas propriedades físico-mecânicas na cavidade bucal (LAZARIDOU et al., 2015; PAPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994). A resina composta tem a capacidade de substituir a estrutura dentária com melhor estética, além de possuir resistência ao desgaste (SANTOS et al., 2016). No entanto, são mais sensíveis a umidade, comparadas ao amálgama, e sua inserção deve ser feita em mais de um incremento, o que pode demandar maior tempo clínico e interferir na prática pediátrica (SANTOS et al., 2016).

Os cimentos de ionômero de vidro são utilizados como material restaurador em dentes decíduos devido às propriedades de biocompatibilidade, adesão química à estrutura dentária, coeficiente de expansão térmica similar à dentina, e principalmente devido à liberação de flúor (SENGUL; GURBUZ, 2015). Contudo, o cimento de ionômero de vidro convencional possui maior dificuldade de manuseio, baixa resistência ao desgaste e sofre sinérese e embebição, além de possuir limitações de forma anatômica e de integridade marginal (SANTOS et al., 2016). Neste contexto, e afim de melhorar essas propriedades, foram incorporados monômeros resinosos ao cimento de ionômero de vidro convencional, surgindo assim o cimento de ionômero de vidro reforçado por resina. Este último possui

maior adesão à dentina e ao esmalte em comparação ao cimento de ionômero de vidro convencional, expansão térmica semelhante à estrutura dentária, biocompatibilidade, liberação de flúor e diminuição da sensibilidade à umidade em relação ao cimento convencional (SANTOS et al., 2016). Os compômeros foram introduzidos uma década depois dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e uniram as propriedades estéticas das resinas com a liberação de flúor dos cimentos de ionômero de vidro. Alguns estudos mostram maior resistência ao desgaste dos compômeros em comparação aos cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina composta (LAZARIDOU et al., 2015; SANTOS et al., 2016).

Dentre estes materiais estéticos, os mais utilizados no Brasil são as resinas compostas e os cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina (PINTO et al., 2014). Em odontopediatria, os cimentos de ionômero de vidro são muito utilizados em crianças de alto risco e atividade de cárie (SENGUL; GURBUZ, 2015), para a adequação do meio bucal e adaptação das crianças ao atendimento odontológico (SANTOS et al., 2016), bem como devido a maior tolerância do cimento à umidade quando comparado a resina composta (SANTOS et al., 2016). Entretanto, no dia a dia observa-se que muitos profissionais optam por restaurar definitivamente molares decíduos com cimento de ionômero de vidro por ser uma técnica mais rápida e fácil comparada à da resina composta. Entretanto, uma dúvida ainda persiste quanto ao desempenho clínico do cimento de ionômero de vidro, em decorrência de suas propriedades, para ser utilizado como material restaurador definitivo em molares decíduos. Este questionamento se torna relevante, pois ainda existe controvérsia na literatura sobre qual material (resina composta ou cimento de ionômero de vidro) possui maior longevidade em molares decíduos (PINTO et al., 2014; SANTOS et al., 2016).

Assim, o presente trabalho objetivou analisar, por meio de uma revisão crítica da literatura, qual material (cimento de ionômero de vidro ou resina composta) possui maior longevidade em molares decíduos. A pergunta de pesquisa (PICO question) realizada foi "Qual material possui maior longevidade em molares decíduos: resina composta ou cimento de ionômero de vidro?", sendo considerado P (paciente): molares decíduos; I (intervenção): cimento de ionômero de vidro e resina composta; O (outcome = resultado): longevidade, taxa de sobrevivência e falhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em fevereiro de 2017 com pesquisa de artigos em duas bases de dados MEDLINE por PUBMED (<http://www/pubmed.gov>) e Web of Science (<http://www.isiknowledge.com>) e a

busca foi atualizada em junho de 2017. A estratégia de busca utilizada foi: *((deciduous tooth [mesh] OR primary tooth OR primary teeth OR deciduous teeth) AND (glass ionomer [mesh] OR glass ionomer cements [mesh] OR glass ionomer cement* OR modified glass ionomer OR composite resins [mesh] OR composite resin OR composite resin* OR class I OR class II OR dental restorations*)) AND (longevity [mesh] OR survival rate [mesh] OR dental restoration failure [mesh] or survival or failure))*. Para a busca na base de dados *Web of Science* foram retirados os termos "mesh" e " * ". Não foi inserido na busca restrição de língua na escrita dos artigos e ano de publicação.

Os critérios de inclusão da revisão foram: ensaios clínicos randomizados, ensaios clínicos não randomizados, estudos observacionais e estudos que comparassem cimento de ionômero de vidro e resina composta na dentição decídua. Os critérios de exclusão foram: revisões de literatura, estudos em animais, relatos de caso, cartas ao editor, estudos in vitro, estudos que avaliaram somente cimento de ionômero de vidro na dentição decídua, estudos que avaliaram somente resina composta na dentição decídua, estudos que compararam cimento de ionômero de vidro e resina composta na dentição permanente, estudos que avaliaram re-intervenção e reparos de restaurações de cimento de ionômero de vidro e resina composta, estudos que compararam cimento de ionômero de vidro com compômeros e/ou resina composta com compômeros, e estudos encontrados não relacionados com a odontologia ou que não foram vinculadas a "PICO question".

Todos os artigos encontrados na busca eletrônica foram organizados em documento para a leitura dos títulos e resumos, bem como para a verificação e exclusão de artigos coincidentes nas duas bases de dados. Após essa etapa, foram selecionados apenas os de língua inglesa para serem lidos na íntegra, por dois examinadores devidamente calibrados, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. A discrepância entre os dois examinadores para inclusão ou exclusão dos artigos foi discutida até o alcance do consenso para seleção. Em seguida, foram selecionados os artigos para a leitura na íntegra, de modo que apenas os artigos na língua inglesa foram incluídos.

A estratégia de busca e seleção dos artigos foi realizada de acordo com o fluxograma do PRISMA, citado por Moher et al., 2009. Os critérios de avaliação qualitativa dos artigos selecionados foram inseridos em uma tabela (Tabela 1), contendo os seguintes tópicos de avaliação: autores, ano e país de publicação, tipo do desenho do estudo, tamanho da amostra/número de restaurações, idade dos pacientes, materiais comparados, tempo de avaliação, dente/tipo de restauração/isolamento, análise realizada no estudo/critério de avaliação de falhas e resultados encontrados.

RESULTADOS

Com a busca realizada, foram encontrados 398 artigos na base de dados PubMed e 375 no Web of Science, sendo que 153 deles foram coincidentes entre as bases de dados. Posteriormente, 620 artigos foram selecionados para leitura dos títulos e resumos, dos quais 574 foram excluídos de acordo com os critérios de elegibilidade. Foram selecionados 46 artigos para leitura completa, dos quais 42 foram excluídos, como demonstrado no fluxograma da Figura 1. Por fim, 4 artigos foram incluídos para análise crítica desta revisão (DONMEZ et al., 2016; PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994; PINTO et al., 2014; SENGUL; GURBUZ, 2015).

A tabela 1 mostra um resumo detalhado dos dados demográficos e principais resultados dos estudos incluídos na revisão. Dois estudos foram observacionais retrospectivos (PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994; PINTO et al., 2014), um foi estudo clínico, randomizado prospectivo, não cego (SENGUL; GURBUZ, 2015) e outro, um estudo clínico com desenho split-moth (DONMEZ et al., 2016) sendo todos in vivo, já que estudo in vitro foi um critério de exclusão dessa revisão. Em geral, as restaurações comparadas foram colocadas em crianças entre 3 e 10 anos de idade e o tempo de avaliação das mesmas foi de 1,5 a 5 anos. Dois estudos compararam cimento de ionômero de vidro, resina composta e compômeros (DONMEZ et al., 2016; SENGUL; GURBUZ, 2015), um comparou apenas cimento de ionômero de vidro e resina composta (PINTO et al., 2014), e um comparou ionômero de vidro, resina composta e coroas de amálgama pré-fabricadas (PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994). Houve variação entre as marcas comerciais dos materiais investigados entre os estudos.

Quando informado os dentes avaliados, houve predominância dos segundos molares (PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994), no entanto, dois dos estudos analisados não fizeram essa distinção (DONMEZ et al., 2016; PINTO et al., 2014), outro analisou o mesmo número de primeiros e segundos molares (n=73) (SENGUL; GURBUZ, 2015), sendo todos sem distinção se eram superiores ou inferiores. Quanto as classes das restaurações, a grande maioria foi classes II (DONMEZ et al., 2016; PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994; SENGUL; GURBUZ, 2015), tendo sido analisadas classes I apenas em um dos estudos (PINTO et al., 2014).

Com relação ao uso de isolamento absoluto, em dois dos estudos todas as restaurações foram realizadas sob este procedimento (DONMEZ et al., 2016; SENGUL; GURBUZ, 2015); em outro, apenas 60% (PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994) e um estudo relatou a maioria das restaurações foi realizada sob isolamento relativo (PINTO et al., 2014). Com relação a análise das restaurações e critério de avaliação das mesmas, um artigo analisou a taxa de sobrevivência das restaurações durante o tempo de realização do estudo (PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994); outro artigo avaliou a longevidade das restaurações

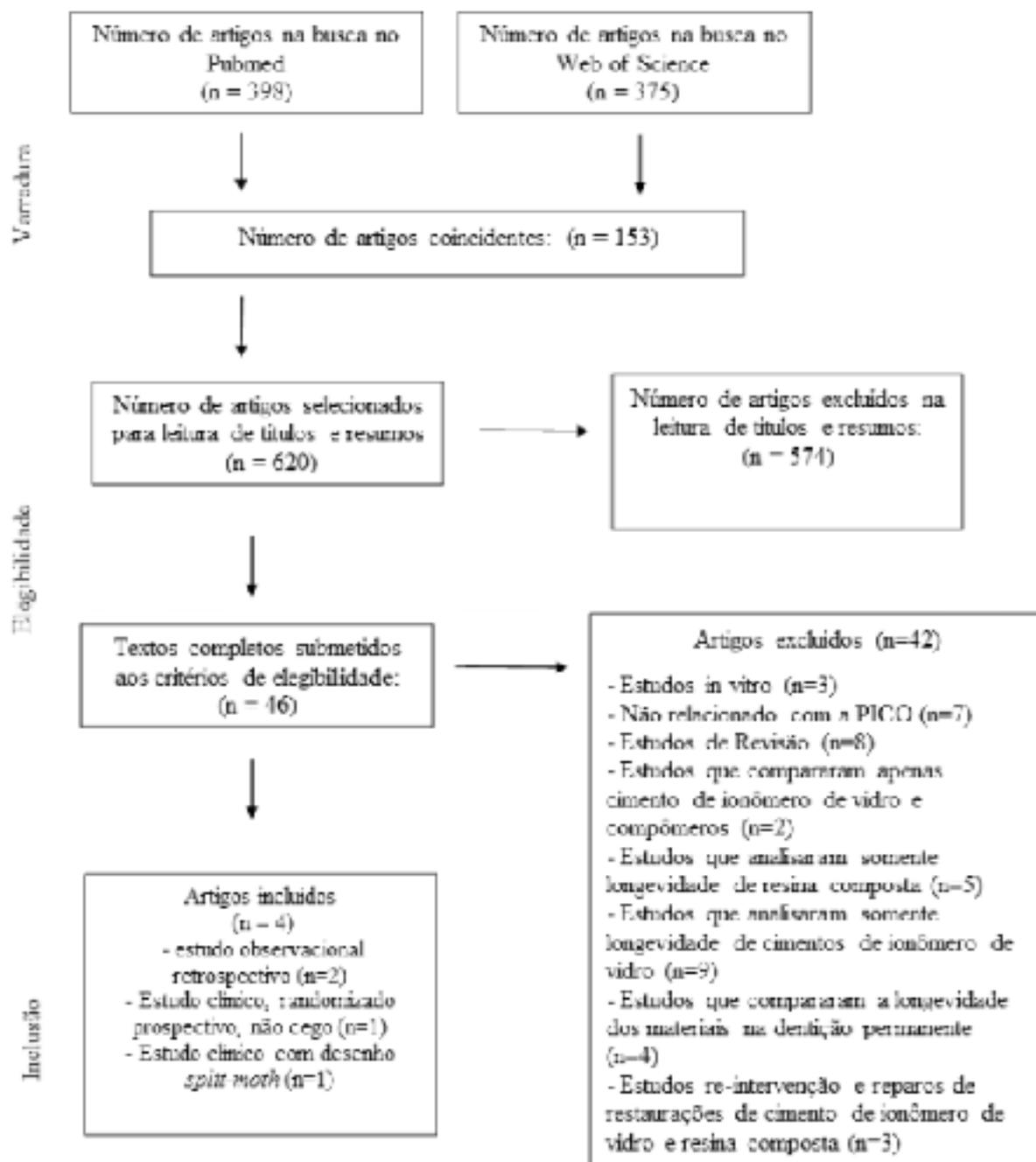


Figura 1: Fluxograma do PRISMA (MOHER et al., 2009)

desde a sua colocação até a falha, utilizando as curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier (PINTO et al., 2014); e dois artigos analisaram a taxa de sobrevivência de acordo com os critérios da Federação Internacional de Odontologia (FDI) (DONMEZ et al., 2016; SENGUL; GURBUZ, 2015).

Quando analisados os resultados encontrados por cada estudo, observou-se uma taxa de sobrevivência maior para a resina composta em comparação com o cimento de ionômero de vidro, de uma forma geral. Dos quatro artigos revisados, três demonstraram esse fato, sendo que em dois desses (PAPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994; PINTO et al., 2014), a taxa de sobrevivência

dos materiais foi analisada por 4 anos e foi demonstrado que a da resina composta foi significativamente maior em relação ao do cimento de ionômero de vidro. No estudo de Sengul e Gurbuz, em 2015, analisado durante 24 meses, as taxas de sucesso de restaurações em resina composta também foram superiores àquelas do cimento de ionômero de vidro modificado por resina. Confrontando com os resultados descritos anteriormente, Donmez et al., 2016, demonstraram que, após 18 meses de análise, as restaurações de resina composta possuíram menor taxa de sobrevivência (80,6%) comparadas as de cimento de ionômero de vidro modificado por resina (90,3%).

Tabela 1: Dados demográficos e principais resultados dos artigos incluídos na revisão

Autores	Ano	País	Desenho do estudo	Tamanho da amostra/ no. de restaurações	Idade	Materiais comparados*	Tempo de avaliação	Dente/Tipo de restauração/ isolamento	Análise realizada no estudo/ Critério de avaliação de falhas	Resultados encontrados
Papathanasiou et. al.	1994	Inglaterra	Observacional (retrospectivo)	1065 crianças (604 restaurações: 183 CA, 198 AM, 173 RC, 50 CIV)	3-10 anos	CA (3M/ ESPE[Symbol]) AM (Tytin-Kerr[Symbol]) RC (Oclussin-ICI[Symbol]) CIV (Chemfil II-Dentsply[Symbol])	5 anos	1o. molar (n=257)(42%); 2o. molar (n=347)(57%) CI I (n=165)(27%)CI II com duas superfícies (n=249)(41%) e CI II com 3 superfícies (n=7)(1%); isolamento absoluto (60%)	Taxa de sobrevivência: 68% CA e 60% AM em 5 anos; 40% RC em 4 anos e 32 meses; 5% CIV em 4 anos e 12 meses	
Pinto et. al.	2014	Brasil	Observacional (retrospectivo)	329 crianças, 565 restaurações	8,4 anos (média)	RC (Carisma - Heraeus Kulzer, Herculite XR - Kerr e Z100 - 3M/ESPE®) CIVMR (Vitro Fil LC - DFL®) CIV (Vitro Fil - DFL®)	4 anos	303 CI I (53,6%), 262 CI II (46,4) Algumas restaurações (não especificou %) foram realizadas sob isolamento absoluto, mas a maioria foi colocada sob um isolamento relativo, usando rolos de algodão e aspirador de saliva	Análise da longevidade das restaurações desde a sua colocação até a falha, utilizando as curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier com teste log-rank	As taxas anuais de falha foram de 9,5% resina composta, 12,2% para restaurações de CIVMR e 12,9% para restaurações CIV convencionais
Sengul & Gurbuz	2015	Turquia	Estudo clínico, randomizado prospectivo, não cego	41 crianças, 146 molares	5-7 anos	RC (Valux Plus, 3M/ ESPE®) CIVMR (GC Fuji II LC®), Co (Dyract AP, Dentsply®) Giomer (Beautiful, Shofu Inc®)	2 anos	CI II (73 -50% em 1os. molares e 73 -50% em 2os. molares). Sob isolamento absoluto.	Taxa de sobrevivência de acordo com os critérios da FDI (avaliando propriedades estéticas, funcionais e biológicas)	A taxa de sobrevivência variou de 20 a 21,5 meses. A taxa de falha foi: compômero (33,3%) > CIVMR (28,1%) > RC (22,5%) > Giomer (21,1%). Porém, não houve diferença significativa nas taxas de sobrevivência entre os materiais.
Donmez et. al.	2016	Turquia	Estudo clínico com desenho split-moth	31 crianças, 93 restaurações	4-7 anos	CIVMR (Photac-fil Quick, 3M/ESPE®) Co (Dyract Extra, Dentsply®) RC (Esthet-X HD, Dentsply®)	18 meses	CI II com CIVMR (n=29) (33,7%), compômero (n=30) (34,8%) e RC (n=27) (31,4%) Sob isolamento absoluto.	Taxa de sobrevivência de acordo com os critérios da FDI	A taxa de sobrevivência foi de 90,3% para CIVMR; 100% para compômeros e 80,6% para RC.

* Siglas: CA: coroas de aço pré-fabricadas; RC: resina composta; CIV: cimento de ionômero de vidro convencional; CIVMR: cimento de ionômero de vidro modificado por resina; AM: amálgama; Co: compômero.

DISCUSSÃO

Um dos objetivos das restaurações é prevenir que a lesão cáriosa evolua, ocasionando danos pulparez que possam levar à perda do dente afetado, para garantir melhor condição geral ao paciente, inativando o processo carioso e devolvendo a função mastigatória (OLEGÁRIO et al., 2016). Além disso, a busca da estética, também na dentição decídua, tem crescido nos últimos anos levando à diminuição das restaurações em amálgama e coroas de aço, e conseqüentemente, ao aumento das restaurações de cimentos de ionômero de vidro e resina composta (DOS SANTOS; LUIZ; MAIA, 2010).

Tendo em vista que a progressão da cárie é mais rápida nos molares decíduos (SENGUL; GURBUZ, 2015), e que os impactos negativos da perda dentária podem estender-se além da infância (PINTO et al., 2014), torna-se importante restaurar esses dentes e preservá-los em um estado saudável até que a erupção dos dentes permanentes ocorra (SENGUL; GURBUZ, 2015). Por esta razão, diversos estudos são realizados a fim de investigar a taxa de sobrevivência de restaurações em molares decíduos, bem como a taxa de falhas das mesmas, relacionando-as aos materiais restauradores utilizados (DONMEZ et al., 2016; OLEGÁRIO et al., 2016; PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994; PINTO et al., 2014; SENGUL; GURBUZ, 2015).

Os quatro estudos incluídos nesta revisão crítica foram estudos clínicos randomizados e observacionais, os quais podem garantir resultados mais precisos sobre a taxa de sobrevivência das restaurações dentárias devido a análise do seu desempenho ser realizada no meio bucal, diferentemente dos resultados encontrados em estudos laboratoriais in vitro (PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994; PINTO et al., 2014). No entanto, os resultados encontrados nos estudos clínicos e observacionais podem ser influenciados pelas características da população analisada (PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994), como condição socioeconômica e o risco de cárie do paciente (PINTO et al., 2014), o que torna o método de seleção da amostra e os critérios de inclusão e exclusão de pacientes muito importantes para estabelecer uma homogeneidade da amostra e diminuir os "vieses" nos resultados encontrados (PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994).

O tempo de avaliação das restaurações em molares decíduos foi de 1,5 a 5 anos. Mesmo sendo considerado um dente temporário na cavidade bucal, os molares decíduos permanecem em média de 7 a 8 anos na cavidade bucal, sendo importante avaliar a durabilidade e longevidade das restaurações por períodos maiores. Sengul; Gurbuz (2015) relataram em seu estudo que um período de acompanhamento de 24 meses pode não fornecer informações detalhadas sobre o sucesso

clínico dos materiais restauradores, sendo necessários estudos que façam um acompanhamento a longo prazo.

Apesar do tempo de avaliação ser relevante quanto a durabilidade dos materiais em restaurações de dentes decíduos, vale ressaltar que nestes casos a indicação dos materiais também devem ser relacionadas aos fatores individuais de cada criança, como idade e tempo de esfoliação do elemento dentário. De forma que, o cimento de ionômero de vidro possui indicação mais vantajosa, e provável longevidade superior, à resina composta em restaurações de dentes decíduos de bebês e/ou crianças na primeira infância que apresentem dificuldade de atendimento, no qual o isolamento absoluto é dificultado e o ionômero de vidro é mais adequado devido a sua menor sensibilidade à umidade e por apresentar procedimento técnico mais rápido comparado a resina composta (PINTO et al., 2014). Em casos de molares decíduos com esfoliação próxima, a restauração com cimento de ionômero de vidro também é mais vantajosa comparada a de resina composta, devido ao menor tempo de atendimento e custo do material.

Baseado nos resultados dos artigos, a resina composta possuiu melhor desempenho clínico e taxa de sobrevivência, apresentando uma taxa de sobrevivência média de 72,15% (DONMEZ et al., 2016; PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994; PINTO et al., 2014; SENGUL; GURBUZ, 2015), variando entre 40% (PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994) e 90,5% (PINTO et al., 2014) em um período médio de 37,5 meses (entre 18 meses no estudo de Donmez et al., 2016 e 5 anos no estudo de Papathanasiou; Curzo; Fairpo, 1994), comparada aos cimentos de ionômero de vidro convencionais e modificados por resina, que apresentaram uma taxa de sobrevivência média de 63,5% (DONMEZ et al., 2016; PPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994; PINTO et al., 2014). De modo que essa taxa de sobrevivência (63,5%) possuiu a variação de 5% para o cimento de ionômero de vidro convencional, no estudo de Papathanasiou; Curzo; Fairpo, 1994, chegando até 90,3%, no estudo de Donmez et al., 2016, para o cimento de ionômero de vidro modificado por resina.

O principal motivo para justificar essa diferença está relacionado às propriedades mecânicas apresentadas pelos diferentes materiais utilizados (PINTO et al., 2014). A resina composta apresenta partículas de carga em sua composição, que proporcionam um aumento significativo nas propriedades mecânicas quando comparadas com cimento de ionômero de vidro, como a maior resistência ao desgaste, a maior microdureza e a obtenção de superfície mais lisa e polida (PASCON et al., 2006; PINTO et al., 2014). De acordo com Pinto et al., (2014) essas propriedades mecânicas podem conduzir a um melhor desempenho das restaurações em resina quando submetidas às cargas oclusais e

químicas do ambiente bucal. Além da ativação por luz do material, a qual promove polimerização imediata do material, quando comparado ao cimento de ionômero de vidro convencional, que demora 24 h para geleificar (PINTO et al., 2014).

Outra possível explicação citada nos artigos para o menor desempenho clínico do cimento de ionômero de vidro convencional é o fato desse material ser misturado manualmente na clínica, podendo ser proporcionado pó/líquido inadequadamente (PAPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994). Além do fato das restaurações em ionômero de vidro serem menos afetadas pela umidade, as mesmas, muitas vezes, são realizadas sem isolamento absoluto (PINTO et al., 2014), o que pode prejudicar o desempenho a longo prazo do material.

Segundo Dos Santos; Luiz; Maia (2010) a dificuldade em realizar restaurações em crianças não colaboradoras pode também refletir na escolha do material e na qualidade da restauração obtida. As restaurações em resina consomem mais tempo clínico, e isso pode levar ao maior uso de restaurações em cimentos de ionômero de vidro, já que este possui menor sensibilidade à umidade e pode ser inserido na cavidade em incremento único. Entretanto, os estudos desta revisão foram ensaios clínicos com controle de muitas variáveis, inclusive com uso de isolamento absoluto, o que pode diferenciar dos procedimentos clínicos executados na prática clínica do dia a dia, principalmente nos atendimentos em serviço públicos.

Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina possuíram menor taxa de falha comparados aos cimentos de ionômero convencionais (DONMEZ et al., 2016; PINTO et al., 2014; SENGUL; GURBUZ, 2015). A incorporação de monômeros resinosos nos cimentos de ionômero modificados por resina promoveram uma "cura" mais completa do material e maior resistência à fratura pelo aumento das propriedades mecânicas (DOS SANTOS; LUIZ; MAIA, 2010; PINTO et al., 2014; SENGUL; GURBUZ, 2015). Hubel; Mejère (2003) relataram em seu estudo que restaurações classe II em primeiros molares decíduos com cimentos de ionômero de vidro convencional possuem 5 vezes mais chances de fraturar comparadas aos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina.

No estudo longitudinal retrospectivo de Pinto et al. (2014) foi observado menor taxa de sobrevivência nas restaurações classe II do que em classe I. Foi relatado que quanto maior o número de superfícies envolvidas, independente do material, menor a longevidade da restauração observada. Além disso, com mais superfícies envolvidas, haverá maior carga oclusal sobre a restauração, o que poderia aumentar a taxa de falha. Caso uma superfície proximal esteja envolvida, haverá ainda maior risco de falha por cáries secundárias na parede cervical, quando comparadas às cavidades com envolvimento somente na superfície oclusal (PINTO et

al., 2014).

No estudo de Sengul; Gurbuz (2015), a resina composta e o giomer exibiram os melhores resultados de taxa de sobrevivência, sendo citado que esse sucesso foi relacionado ao tamanho das partículas de carga que podem aumentar as propriedades físicas da resina. A propriedade de liberação de flúor e o tamanho das partículas de carga do giomer também podem ser efetivos na taxa de sobrevivência. Ainda neste estudo, os autores consideraram que o fator mais importante da falha do material restaurador, de acordo com o critério de avaliação da Federação Internacional de Odontologia (FDI), foi a falha funcional, e não a biológica ou a radiográfica. Todos os materiais restaurados em cavidades classes II apresentaram bom desempenho na dentição decídua durante os 24 meses de observação.

Somente o estudo de Donmez et. al. (2016) evidenciou menor adaptação marginal das restaurações em resina composta em comparação com as restaurações de compômeros, devido a composição química deste último que permite o material possuir maior expansão higroscópica que a resina, levando à melhor adaptação marginal. A maior taxa de sobrevivência das restaurações em compômero comparadas as de resina composta e as de cimento de ionômero de vidro modificado por resina é consistente com outros estudos na literatura que encontraram o mesmo resultado (DOS SANTOS; LUIZ; MAIA, 2010; PASCON et al., 2006). Os resultados de maior rugosidade de superfície das restaurações de cimentos de ionômero modificados por resina foram devido a formação da rede de polialquenoato, vulnerável ao desgaste. Contudo a propriedade de liberação de flúor desse material ainda continua sendo uma vantagem quando comparado aos demais (DONMEZ et al., 2016). Por fim, Donmez et. al. (2016) relataram que a integridade entre dente e material é mais importante que o tipo de material propriamente dito.

A durabilidade das restaurações em molares decíduos depende de muitos fatores: manipulação do material; técnica restauradora utilizada; capacidade de adesão do material restaurador à estrutura dentária; degradação térmica, química e mecânica e habilidade e experiência do operador em atender crianças (DOS SANTOS; LUIZ; MAIA, 2010). De maneira geral, a presente revisão mostrou que a resina composta apresentou desempenho clínico mais satisfatório ao longo do tempo em molares decíduos (DONMEZ et al., 2016; PAPATHANASIOU; CURZO; FAIRPO, 1994; PINTO et al., 2014; SENGUL; GURBUZ, 2015). Mas ainda assim, novos estudos são necessários para determinar se as resinas compostas são o material mais adequado para o uso em molares decíduos (DONMEZ et al., 2016), de modo que esses estudos devem se concentrar na sobrevivência dos dentes restaurados e não somente permanecerem limitados às pequenas falhas das restaurações (OLEGÁRIO et al., 2016).

CONCLUSÃO

Com base nos estudos incluídos na revisão, a resina composta demonstrou melhor desempenho clínico em molares decíduos comparados aos cimentos de ionômero de vidro (convencional e modificado por resina), independente do tipo de cavidade e no período de avaliação de 1,5 a 5 anos. Porém, futuros estudos clínicos ainda necessitam ser conduzidos para comprovar qual o material mais indicado para restaurar molares decíduos, já que os cimentos de ionômero modificados por resina mostraram taxas de sobrevivência clínica satisfatórias.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. SB Brasil 2010: Pesquisa Nacional de Saúde Bucal: resultados principais. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2012.
- DONMEZ, B. S. et al. Clinical performance of aesthetic restorative materials in primary teeth according to the FDI criteria. **European Journal of Paediatric Dentistry**, v. 17, n. 3, p. 202-212, sep. 2016.
- DOS SANTOS, M. P. A.; LUIZ, R. R.; MAIA, L. C. Randomised trial of resin-based restorations in class I and class II beveled preparations in primary molars: 48-Month results. **Journal of Dentistry**, v. 38, n. 6, p. 451-459, jun. 2010.
- HUBEL, S.; MEJARE, I. Conventional versus resin-modified glass-ionomer cement for Class II restorations in primary molars: a 3-year clinical study. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 13, n. 1, p. 2-8, feb.2003.
- LAZARIDOU, D. et al. Dental materials for primary dentition: are they suitable for occlusal restorations? A two-body wear study. **European Archives of Paediatric Dentistry**, v. 16, n. 2, p. 165-172, apr. 2015.
- MOHERD. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **International Journal of Surgery**, v. 8, n. 5, p. 336-341, feb. 2010.
- OLEGÁRIO, I. C. et al. Effectiveness of conventional treatment using bulk-fill composite resin versus atraumatic restorative treatments in primary and permanent dentition: A pragmatic randomized clinical trial. **BMC Oral Health**, v. 17, n. 1, p. 1-8, aug. 2016.
- PAPATHANASIOU, A. G.; CURZON, M. E.; FAIRPO, C. G. The influence of restorative material on the survival rate of restorations in primary molars. **The Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 16, n. 4, p. 282-288, jul./aug. 1994.
- PASCON, F. M. et al. Clinical evaluation of composite and compomer restorations in primary teeth: 24-month results. **Journal of Dentistry**, v. 34, n. 6, p. 381-388, jul. 2006.
- PINTO, G. D. S. et al. Longevity of posterior restorations in primary teeth: Results from a paediatric dental clinic. **Journal of Dentistry**, v. 42, n. 10, p. 1248-1254, oct. 2014.
- SANTOS, A.P. et al. Survival of adhesive restorations for primary molars: A systematic review and meta analysis of clinical trials. **The Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 38, n. 5, p. 370-378, oct. 2016.
- SENGUL, F.; GURBUZ, T. Clinical evaluation of restorative materials in primary teeth Class II lesions. **The Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, v. 39, n. 4, p. 315-321, jun. 2015.

Eduardo Stehling Urbano¹,
Marcelo Santos Bahia²,
Frederico Coimbra da
Rocha³,
Rodrigo César Santiago⁴

¹Hospital Universitário,
Universidade Federal de Juiz de
Fora. Juiz de Fora, MG

²Odontologia, Universidade Federal
de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG

³Mestre e Cirurgião
Bucamaxilofacial

⁴Ortodontia, Hospital Universitário,
Universidade Federal de Juiz de
Fora. Juiz de Fora, MG

✉ **Eduardo Urbano**
Avenida Barão do Rio Branco,
2817/1405
Centro
CEP: 36010-012
Juiz de Fora - MG
esurss@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: A hiperplasia condilar (HC) é uma patologia rara caracterizada por crescimento não neoplásico que afeta a morfologia do côndilo mandibular com deformação progressiva. Dentre os sinais mais comuns destacam-se a assimetria facial e mandibular, além de possíveis alterações oclusais como mordida aberta ipsilateral e transversal contralateral. A combinação de exames clínicos com a análise de modelos de gesso, fotografias, radiografias panorâmicas, cintilografias e cefalogramas são essenciais para definição do correto diagnóstico. **Objetivo:** O objetivo do estudo foi demonstrar a eficácia terapêutica da condilectomia alta no tratamento da hiperplasia condilar. **Relato de caso:** paciente jovem, 24 anos de idade, apresentando assimetria facial, déficit e incompetência funcional mastigatória, mordida aberta posterior ipsilateral e mordida cruzada posterior contralateral. A proposta terapêutica escolhida foi o tratamento cirúrgico com condilectomia alta e discopexia com âncora para estabilização do disco articular, através de acesso endaural para o côndilo afetado. **Conclusão:** A condilectomia alta preveniu a deformidade facial progressiva, minimizando as sequelas funcionais e estéticas, favorecendo o tratamento das deformidades faciais.

Palavras-chave: hiperplasia condilar, condilectomia, assimetria facial

ABSTRACT

Introduction: Condylar hyperplasia is a rare disorder characterized by a non-neoplastic pathological growth that affects the morphology of the mandibular with progressive deformation. Clinical examination, plaster model's analysis, clinical photographs, panoramic radiography, scintigraphy and cephalograms in combination are essential to make a correct diagnosis. Among the most common signs and symptoms of the condition are facial and mandibular asymmetry, and occlusal changes such as contralateral ipsilateral and cross open bite. **Objective:** The aim of the study was to describe the efficacy of high condilectomy in the treatment of condylar hyperplasia. **Relato de caso:** Young patient, 24 years-old, presenting facial asymmetry, functional masticatory deficit and functional incompetence, ipsilateral posterior open bite and contralateral posterior crossbite. The therapeutic proposal chosen was the surgical treatment with high condilectomy and discopexy with anchor for stabilization of the articular disc through endaural access to the affected condyle. **Conclusion:** The high condylectomy, prevents progressive facial deformity minimizing the functional and aesthetic sequelae, which favors the treatment of facial deformities.

Keywords: condylar hyperplasia, condylectomy, facial asymmetry

Submetido: 04/12/2018
Aceito: 22/01/2019

INTRODUÇÃO

A hiperplasia condilar (HC) é uma patologia rara de etiologia desconhecida caracterizada por crescimento patológico não neoplásico que afeta a morfologia do côndilo mandibular, podendo ser uni ou bilateral, sendo a última mais rara. Geralmente aparece em indivíduos em fase de crescimento, principalmente na adolescência, durante a fase do surto de crescimento puberal (NITZAN et al., 2008).

Por sua natureza desconhecida, não é possível definir a data de início ou término do crescimento mandibular decorrente da HC, de forma que a manutenção do crescimento ósseo permite o crescimento muscular, dos ligamentos e do disco de forma assimétrica nas HC's unilaterais (OLATE; MORAES, 2012).

Os sinais mais comuns da hiperplasia condilar unilateral são a assimetria facial e mandibular, além de alterações oclusais como mordida aberta ipsilateral e cruzada contralateral e distúrbios têmporomandibulares (DTM's) (PULGAR et al., 2015). Dentre os tipos mais frequentes de DTM's destaca-se o deslocamento de disco articular, acometendo pacientes de todas as idades e com prevalência no gênero feminino entre 20 e

40 anos de idade. O deslocamento discal pode resultar em estalos, dor articular, limitação de abertura de boca e dificuldade mastigatória, entre outras. O tratamento pode ser customizado com a utilização de placas mio-relaxantes, fisioterapia, artrocentese, artroscopia e cirurgia aberta (CAI; JIN; YANG, 2011).

A compreensão da apresentação clínica da hiperplasia condilar, das opções e do tempo de tratamento são necessários para se alcançar a otimização do resultado (WOLFORD et al., 2002). A assimetria mandibular pode ser decorrente do alargamento da cabeça condilar (hiperplasia condilar), diminuição do crescimento condilar (hipoplasia condilar) ou de doença articular degenerativa. A análise por meio de exames de imagem permite o correto diagnóstico bem como a elaboração do plano de tratamento mais adequado (WESTESSON et al., 2003).

O côndilo é o principal centro de crescimento da mandíbula (ossificação endocondral), sendo assim, seu crescimento exagerado, observado na HC, será interrompido com a remoção parcial de sua extremidade superior (WU et al., 2018). As duas formas utilizadas para inibir o crescimento condilar excessivo denominam-se condilectomia alta e baixa. (Figura 1).



Figura 1: Plano demonstrativo e comparativo de tratamento cirúrgico. Condilectomia Baixa (A). Condilectomia Alta (B). Superposição dos dois planos de tratamento (C)

O objetivo principal da condilectomia alta é eliminar a causa, interrompendo o crescimento assimétrico da face, reduzindo a assimetria e minimizando o risco de um novo crescimento condilar nos casos em que se realizará cirurgia ortognática posteriormente (WU et al., 2018). Pacientes portadores de hiperplasia condilar unilateral poderão necessitar de uma condilectomia alta em seu tratamento. Entretanto, conseqüentemente requerem adicionalmente uma cirurgia ortognática, que poderá ser realizada após tratamento ortodôntico prévio (LÓPEZ et al., 2017).

Em estudo prévio que comparou os resultados entre dois métodos cirúrgicos aplicados no tratamento de pacientes diagnosticados com hiperplasia condilar, no qual o grupo 1 foi tratado apenas com cirurgia ortognática e o grupo 2 tratado com condilectomia

alta, reposicionamento do disco articular e cirurgia ortognática, constatou-se que os pacientes submetidos à condilectomia, reposicionamento discal e cirurgia ortognática apresentaram resultados mais previsíveis e estáveis em um período de preservação de 16 anos (WOLFORD et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivo deste artigo foi analisar a eficácia terapêutica da condilectomia alta associada ao reposicionamento do disco articular com âncoras na hiperplasia condilar através do relato de caso.

RELATO DE CASO

Paciente T.C.M, gênero masculino, 24 anos (Figura 2), compareceu ao serviço de cirurgia maxilofacial da Santa Casa de Misericórdia de Juiz de Fora com queixa

de dificuldade na mastigação e alterações na face, incluindo assimetria facial, déficit e incompetência funcional mastigatória, mordida aberta posterior ipsilateral à esquerda e mordida cruzada posterior contralateral.



Figura 2: Paciente com assimetria facial decorrente de hiperplasia condilar unilateral

Foram solicitados exames complementares atuais e realizada comparação com os exames progressos para confirmação do crescimento condilar e da assimetria facial progressiva. O corte coronal do exame de Tomografia Computadorizada Helicoidal (TCH) revelou assimetria entre os côndilos mandibulares (Figura 3). Exame de cintilografia óssea demonstrou hiper captação focal do traçador (tecnécio-99m) na cabeça mandibular esquerda (Figura 4).

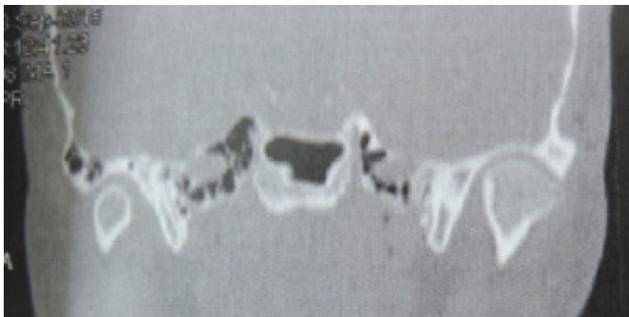


Figura 3: Corte coronal de imagem de Tomografia Computadorizada Helicoidal, demonstrando a assimetria no côndilo mandibular do lado esquerdo

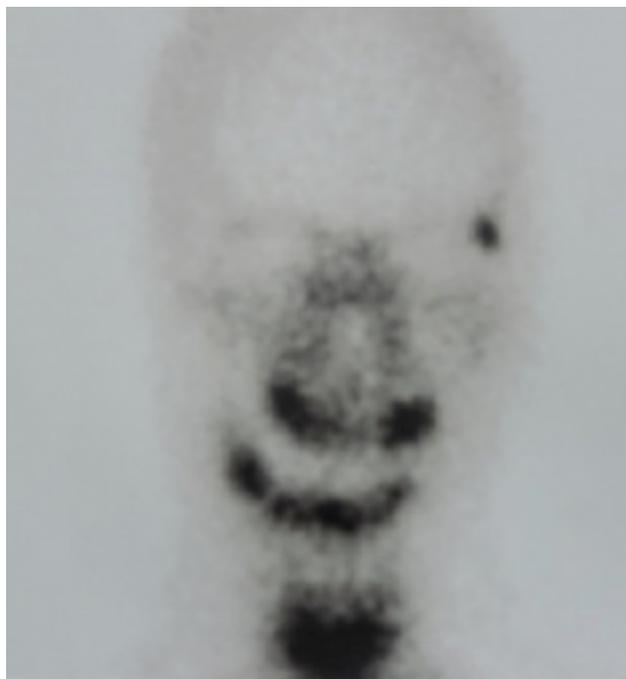


Figura 4: Hiper captação focal do traçador à esquerda no exame de cintilografia óssea

Na Figura 5, a reconstrução tridimensional (3D) do crânio do paciente revela o grau de assimetria esquelética, com inclinação do plano oclusal e alterações oclusais transversais.



Figura 5: Reconstrução tomográfica tridimensional

A proposta terapêutica escolhida foi o tratamento cirúrgico com condilectomia alta e discopexia com âncora para estabilização do disco articular, através de acesso endaural para o côndilo afetado.

No momento da cirurgia foi realizada antisepsia pré-

auricular e no pavilhão auricular com solução tópica de Iodopovidona a 10% (PVPI), instalação de tamponamento auricular e campo cirúrgico Ioban® para isolamento da cavidade bucal e nasal. Realizada dissecação margeando a cartilagem auricular, incisão na fáscia temporal, exposição da cápsula articular, infiltração intra-articular com soro fisiológico seguida de incisão na cápsula articular, exposição da cabeça da mandíbula, realizada condilectomia alta com ultrassom cirúrgico piezoelétrico (Mectron Piezo Surgery®) (figura 6).

Em seguida a âncora Engimplan® modelo Ancortec de 1.7mm com fio de poliéster foi inserida no processo condilar (Figura 7) para realização da discopexia (Figura 8). Foi realizada infiltração com ácido hialurônico intra-articular após sutura da cápsula articular e sutura por planos com vycril 3-0® e fio de nylon 6-0 para sutura da pele.



Figura 6: Condilectomia alta

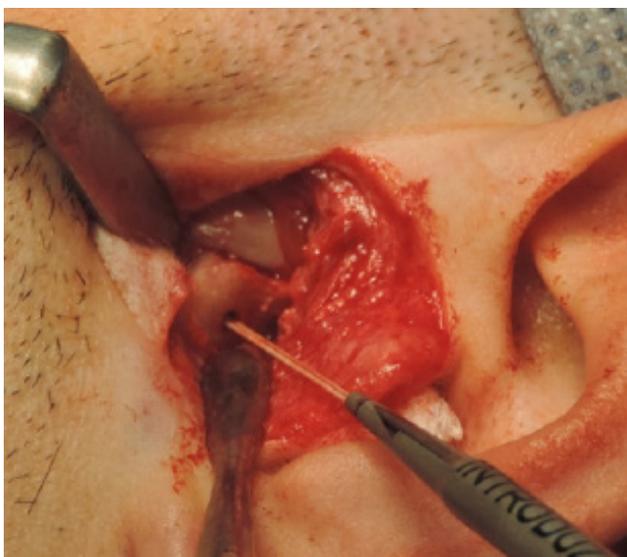


Figura 7: Inserção da âncora



Figura 8: Discopexia para ancoragem do disco articular

DISCUSSÃO

A hiperplasia condilar (HC) possui etiologia desconhecida (NITZAN et al., 2008; OLATE; MORAES, 2012). No entanto, causas possíveis incluem as distorções endócrinas, hiperatividade metabólica, trauma, artrose e fatores genéticos (PULGAR et al., 2015).

Wolford et al. (2014) desenvolveram um novo sistema de classificação da HC em quatro tipos, baseado em características histológicas, clínicas e de imagens, deformidade observada nos maxilares e estruturas faciais, e no índice de ocorrência. A HC Tipo 1 é um crescimento anormal acelerado e prolongado do côndilo mandibular que causa predominantemente um crescimento com vetor horizontal que resulta em prognatismo que pode ocorrer bilateralmente ou unilateralmente. A HC Tipo 2 refere ao aumento do volume do côndilo mandibular causado por um osteocondroma que resulta em crescimento predominante unilateral com vetor vertical. O Tipo 3 inclui outras formas raras de tumores benignos e o Tipo 4 contempla tumores malignos que se originam no côndilo mandibular (WOLFORD et al., 2014). No referido caso clínico, constatou-se com as características clínicas e de exame de imagem, tratar-se de HC tipo 1, onde crescimento preponderantemente horizontal foi observado, associado ao prognatismo assimétrico.

Estima-se que os indivíduos na adolescência e adultos jovens possam apresentar a patologia ativa, embora tenha sido observado que indivíduos com mais de 50 anos podem manifestar atividade na hiperplasia condilar (NITZAN et al., 2008). Porém, a literatura não permite definir a data de início ou término do crescimento mandibular decorrente da hiperplasia condilar (OLATE et al., 2013). Apesar de ocorrer em qualquer idade, há predisposição para HC durante a fase de crescimento e desenvolvimento esquelético. Além disso, é maior a prevalência no gênero feminino, sendo a forma unilateral mais comum do que a bilateral (LÓPEZ ; CORRAL, 2015).

Dentre os sinais e sintomas mais comuns desta patologia estão a assimetria facial e mandibular, além de alterações oclusais como mordida aberta ipsilateral e transversal contralateral. Também ocorre um processo

de compensação óssea, com extrusão óssea alveolar, laterognasia ou mesmo pseudoprogнатismo assimétrico. Além disso, podem estar presentes a dor capsular e retrodiscal, luxação disco-côndilo e limitação na dinâmica mandibular, muitas vezes, como mudanças de hiperfunção reativa no lado saudável (PULGAR et al., 2015). No presente caso, não foi evidenciado deslocamento significativo do disco articular. Entretanto, a discopexia se fez necessária uma vez que foi realizada a abordagem na cavidade articular superior e inferior, com mobilização do disco articular necessitando de refixação do disco com a âncora.

Em relação ao diagnóstico diferencial para a HC, incluem as condições neoplásicas, tais como osteocondroma, osteoma, osteblastoma e condrossarcoma, pois as mesmas possuem semelhanças apontadas durante o exame clínico, radiográfico e através da análise da oclusão (LÓPEZ; CORRAL, 2015). A confirmação da HC, através de exames de tomografia computadorizada, no presente relato de caso, descartou a hipótese diagnóstica de osteocondroma, cujo tratamento seria baseado em condilectomia baixa devido à grande dimensão tumoral e reconstrução da articulação temporomandibular para cessar o crescimento progressivo (WOLFORD et al., 2002).

Infelizmente, nenhuma abordagem definitiva para o diagnóstico clínico e paraclínico de hiperplasia condilar está disponível nos estudos. No entanto, uma combinação de exames clínicos durante um período de 6 meses a 1 ano, modelos de gesso, fotografias clínicas, radiografias panorâmicas, cintilografias e cefalogramas auxiliam no correto diagnóstico (GHAWSI et al., 2016). No presente relato, exames complementares foram solicitados com intervalo de tempo suficiente para que se evidenciasse o crescimento mandibular assimétrico, permitindo o correto diagnóstico.

A cintilografia / SPECT é essencial para análise da atividade de crescimento e definição terapêutica (PRIPATNANONT et al., 2005). No entanto, este exame é baseado na diferença de captação do lado afetado em relação ao lado saudável. Dessa forma, apresenta baixa especificidade nos casos de hiperplasia condilar bilateral (WOLFORD et al., 2014; GOULART et al., 2015). No caso apresentado, o exame de cintilografia óssea demonstrou hiper captação focal do traçador (tecnécio-99m) na cabeça mandibular esquerda, compatível com a suspeita diagnóstica de HC assimétrica.

O SPECT é positivo para diferença de captação do isótopo acima de 10% entre o côndilo normal e o hiperplásico (Pripatnanont et al., 2005). No entanto, casos de similitude bilateral no crescimento condilar não serão identificados pelo SPECT. Análise qualitativa com o uso de cintilografia poderia demonstrar hiperatividade em ambos os côndilos em pacientes que finalizaram o crescimento, o que poderia sugerir a hiperplasia condilar bilateral. No entanto, Wolford et al. (2014) ressaltaram que esta patologia ocorre durante o período de crescimento e dessa forma torna difícil uma avaliação por este exame.

Outro exame de imagem utilizado no presente trabalho foi a telerradiografia em norma lateral, realizada sequencialmente durante o crescimento mandibular. A superposição de imagens radiográficas sequenciais favoreceu não somente a constatação da assimetria mandibular, como também permitiu evidenciar a presença de atividade hiperplásica condilar, corroborando com a terapêutica adotada.

Não há consenso sobre o momento ideal de intervenção ou sobre a quantidade de osso que precisa ser removido para evitar maior crescimento. A maioria dos estudos sugere a intervenção precoce com a excisão de no mínimo de 3 a 6 mm do osso para o resultado ser bem-sucedido, minimizando a necessidade de intervenções estéticas secundárias, garantindo melhor resultado funcional em pacientes mais jovens. Novos trabalhos, com dados mais precisos são necessários para elaborar e formular recomendações sobre o momento exato da intervenção e da quantidade de excisão necessária (GHAWSI et al., 2016).

Das duas formas de condilectomia, a condilectomia baixa com o reposicionamento do disco articular e combinada à cirurgia ortognática é opção viável para o tratamento da hiperplasia condilar e deformidade maxilar associada (WOLFORD et al., 2014). Em um estudo de Villanueva (2011) a condilectomia alta combinada a cirurgia ortognática foi bem-sucedida tanto no resultado funcional quanto estético. Corroborando com este estudo, Lippold et al. (2007) e Olate; Moraes (2012) afirmam que esta modalidade terapêutica previne a deformidade facial crescente, sem sequelas e com bons resultados. No presente caso, foi realizada a condilectomia alta com a ressecção de 5mm do topo da cabeça condilar de forma a suprimir o crescimento assimétrico mandibular.

Os resultados do estudo realizados por Wolford et al. (2002) demonstraram que pacientes com hiperplasia condilar ativa tratada com condilectomia alta, reposicionamento de disco articular e cirurgia ortognática apresentam resultados cirúrgicos mais estáveis e previsíveis quando comparados aos pacientes somente tratados com a cirurgia ortognática. (WOLFORD et al., 2002). No caso relatado, após o acompanhamento de 1 ano, não há evidência na progressão de crescimento assimétrico mandibular e o paciente está sendo acompanhado no preparo pré-cirúrgico para cirurgia ortognática para correção definitiva da maloclusão e da assimetria.

Muitos cirurgiões hesitam quando se trata da realização de condilectomia. Presume-se que a alta morbidade possa ser a razão para isso (Saridin et al., 2010). Argumenta-se que uma condilectomia proporcional ou a condilectomia alta realizada e customizada conforme a deformidade é uma alternativa de tratamento racional em casos de hiperplasia condilar unilateral ativa, reduzindo significativamente a necessidade de cirurgia ortognática secundária e permitindo até que ela seja usada como um tratamento cirúrgico definitivo (FARINÃ et al., 2016).

Contestando estes argumentos, Ghawsi et al. (2016)

demonstraram claramente a necessidade da cirurgia ortognática como forma de melhorar os resultados estético funcionais. Neste caso descrito, o diagnóstico foi realizado em um momento no qual a hiperplasia já teria resultado em modificações arquiteturais desfavoráveis no terço médio e inferior da face justificando a necessidade de cirurgia ortognática. Outro benefício importante e relevante desta técnica consiste em minimizar as possibilidades de recidiva após a cirurgia ortognática.

Em comparação ao acesso pré-auricular convencional, uma abordagem intra-oral para o côndilo mandibular tem o potencial de minimizar a incidência de complicações neurovasculares e salivares, evitando a criação de cicatrizes faciais e reduzindo a morbidade para o paciente. Os resultados da abordagem intra-oral sugerem que esta técnica permite a ressecção confiável e precisa do côndilo, além de ser tecnicamente simples e rápida. Tem-se que a morbidade do paciente é mínima e esta abordagem alternativa poderia tornar-se o tratamento de escolha para a maioria das condições hiperplásicas condilares (HERNÁNDEZ-ALFARO et al., 2016).

A afirmação de que esta referida técnica seja simples poderá induzir o cirurgião, com pouca experiência, a realizar um acesso intra-bucal sem um treinamento ou instrumental adequados, resultando em graves intercorrências como intensos sangramentos, fraturas, dificuldade na visualização do ato cirúrgico e interrupção com insucesso no procedimento cirúrgico. A mesma dificuldade poderá ser observada quando na realização do acesso endaural que, apesar de resultar em benefícios estéticos uma vez que parte da incisão pode ser realizada por trás do tragus, quando a pele neste local se encontrar muito delgada, poderá resultar em uma deformação antiestética na região. A necessidade de treinamento contínuo e instrumental adequados faz-se necessário também nesta técnica devido ao campo visual restrito. A proposta terapêutica escolhida foi o acesso endaural para o côndilo afetado, apesar da larga experiência dos profissionais envolvidos, em virtude de possíveis complicações decorrentes de uma abordagem intra oral.

CONCLUSÃO

Os achados clínicos e de imagem permitiram a constatação de hiperplasia condilar unilateral. Após condilectomia alta unilateral, houve estabilização do crescimento e da deformidade progressiva. A condilectomia alta minimizou as sequelas funcionais e estéticas favorecendo o tratamento definitivo das deformidades faciais através de cirurgia ortognática seguinte. Não há um consenso absoluto sobre o momento ótimo de intervenção.

Faz-se necessário à análise criteriosa dos casos, realizando uma intervenção cirúrgica precoce diante de uma comprovação de crescimento progressivo e ilimitado, otimizando o resultando funcional e estético.

REFERÊNCIAS

CAI, X.; JIN, J.; YANG, C. Changes in Disc Position, Disc Length, and Condylar Height in the Temporomandibular Joint with Anterior Disc Displacement: A Longitudinal Retrospective Magnetic Resonance Imaging Study. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 69, n.11, p. 340-346, nov, 2011.

FARIÑA, R.; OLATE, S.; RAPOSO, A.; ARAYA, I.; ALISTER, J. P.; URIBE, F. High condylectomy versus proportional condylectomy: is secondary orthognathic surgery necessary? **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.45, n.1, p.72-77, jan. 2016.

GHAWSI, S.; AAGAARD, E.; THYGESEN, T. H. High condylectomy for the treatment of mandibular condylar hyperplasia: a systematic review of the literature. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.45, n.1, p.60-71, jan. 2016

GOULART, D. R.; MUÑOZ, P.; OLATE, S.; DE MORAES, M.; FARIÑA, R. No differences in morphological characteristics between hyperplastic condyle and class III condyle. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 44, n.10, p. 1281-1286, oct. 2015.

HERNÁNDEZ, F. A.; MÉNDEZ, I. M.; VALLS, A. O.; GUIJARRO, R. M. Minimally invasive intraoral condylectomy: proof of concept report, **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v45, n.9, p. 1108-14, sep. 2016.

LAVERICK, S.; BOUNDS, G.; WONG, W. L. [18F]-fluoride positron emission tomography for imaging condylar hyperplasia. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. v.47, n.3, p.196-99, apr. 2009.

LIPPOLD, C.; KRUSE-LOSLE, B.; DANESH, G.; JOOS, U.; MEYER, U. Treatment of hemimandibular hyperplasia: the biological basis of condylectomy. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 45, n.5, p. 353-60, jul. 2007.

LÓPEZ, D. F.; ARISTIZÁBAL, J. F.; MARTÍNEZ-SMIT, R. Condylectomy and "surgery first" approach: An expedited treatment for condylar hyperplasia in a patient with facial asymmetry. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 22, n. 4, p. 86-96, jul./aug.2017.

LÓPEZ, D. F.; CORRAL, C. M. Hiperplasia condilar: características, manifestaciones, diagnóstico y tratamiento. Revisión de tema. **Revista da Faculdade de Odontologia de la Universidad de Antioquia**, v. 26, n. 2, p. 425-446, jan./jun. 2015.

NITZAN, D. W.; KATSNELSON, A.; BERMANIS, I.; BRIN, I.; CASAP, N. The clinical characteristics of condylar hyperplasia: experience with 61 patients. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 66, n. 2, p. 312-318, feb. 2008.

OLATE, S.; MORAES, M. Asymmetric facial deformity. Role of condylar hyperplasia. **International Journal of Odontostomatology**, v. 6, n. 3, p. 337-347, mar. 2012.

- OLATE, S.; NETTO, H. D.; RODRIGUEZ-CHESSA, J.; ALISTER, J. P.; DE ALBERGARIA-BARBOSA, J.; DE MORAES, M. Mandible condylar hyperplasia: a review of diagnosis and treatment protocol. **International Journal of Clinical and Experimental Medicine**, v. 6, n.9, p. 727-737, sep. 2013.
- PRIPATNANONT, P.; VITTAYAKITTIPONG, P.; MARKMANEE, U.; THONGMAK, S.; YIPINTSOI, T. The use of SPECT to evaluate growth cessation of the mandible in unilateral condylar hyperplasia. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 34, n. 4, p. 364-68, jun. 2005.
- PULGAR, D.; GONI, I.; REINOSO, C.; SCHULZ, R.; HORMAZABAL, F.; VARGAS, A. Hiperplasia de condilo mandibular: reporte de 12 casos. **Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello**, v. 75, p. 27-34, 2015.
- SARIDIN, C. P.; GILIJAMSE, M.; KUIK, D. J.; TEVELDHUIS, E. C.; TUINZING, D. B.; LOBBEZOO, F. Evaluation of temporomandibular function after high partial condylectomy because of unilateral condylar hyperactivity. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 68, n.5, p. 1094-1099, may. 2010.
- VILLANUEVA-ALCOJOL, L.; MONJE, F.; GONZÁLEZ-GARCÍA, R. Hyperplasia of the mandibular condyle: clinical, histopathologic, and treatment considerations in a series of 36 patients. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.69, n.2, p.447-455, feb. 2011.
- ZAPATA, S.; MEDINA, H.; SARAVIA, D.; NAVARRO, P.; OLATE, S. Morphometric analysis of the mandible in patients with facial asymmetry associated to condylar hyperplasia. A panoramic radiography study. **International Journal of Morphology**, v.32, n.1,p.161-165, jan. 2014.
- WESTESSON, P. L.; YAMAMOTO, M.; SANO, T.; OKANO, T. **Jaws and Temporomandibular Joints**, p. 995-1053, 2003.
- WOLFORD, L. M.; MEHRA, P.; REICHE-FISCHEL, O.; MORALES-RYAN, C. A.; GARCÍA-MORALES, P. Efficacy of high condylectomy for management of condylar hyperplasia. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 121, n. 2, p. 136-151, feb. 2002.
- WOLFORD, L. M.; MORALES-RYAN, C. A.; GARCÍA-MORALES, P.; PEREZ, D. Surgical Management of Mandibular Condylar Hyperplasia Type 1. **Baylor University Medical Center Proceedings**, v. 22, n. 4, p. 321-329, apr. 2009.
- WOLFORD, L. M.; MOVAHED, R.; DHAMEJA, A.; ALLEN, W. R. Low condylectomy and orthognathic surgery to treat mandibular condylar osteo-chondroma: a retrospective review of 37 cases. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 72, n.9, p. 1704-1728, sep. 2014.
- WOLFORD, L. M.; MOVAHED, R.; PEREZ, D. E. A classification system for conditions causing condylar hyperplasia. **J. Oral Maxillofac. Surg.** **American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons**, v.72, n.3, p.567-95, mar. 2014.
- WEN, B.; SHEN, Y.; WANG, C. Clinical Value of 99 Tc m -MDP SPECT Bone Scintigraphy in the Diagnosis of Unilateral Condylar Hyperplasia. **The Scientific World Journal**, 2014.
- WU, C.; MENG, Q.; DENG, M.; CAI, H.; KE, J.; LONG, X. Cone-beam computed tomographic analysis of maxillary and mandibular changes after high condylectomy combined with orthodontic treatment for active unilateral condylar hyperplasia. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 56, n. 8, p. 692-697, oct. 2018.

ICB

Instituto de Ciências Biológicas



O Instituto de Ciências Biológicas (ICB) foi fundado no ano de 1970, inicialmente abrigando a Graduação em Ciências Biológicas e fornecendo suporte aos períodos iniciais das Graduações da área da Saúde como Educação Física, Enfermagem, Farmácia e Bioquímica, Fisioterapia, Medicina e Odontologia e fornecendo, ainda, algumas disciplinas para as Graduações em Psicologia, Química e mais recentemente, o curso de Nutrição (criado em 2009).

Com relação à Pós-Graduação stricto sensu, o ICB aloca três programas: (i) Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Comportamento e Biologia Animal (nível de mestrado); (ii) Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Imunologia e Doenças Infecto-Parasitárias/Genética e Biotecnologia (nível de mestrado e doutorado); e (iii) Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais (nível de mestrado e doutorado). Com relação à Pós-Graduação lato sensu, há a Especialização em Parasitologia, Microbiologia e Imunologia (início em 2005).

Atualmente, o ICB é composto por dez departamentos: Anatomia, Biologia, Botânica, Bioquímica, DPMI (Departamento de Parasitologia, Microbiologia e Imunologia), Farmacologia, Fisiologia, Morfologia, Nutrição e Zoologia. Também são integrantes do ICB: Biociclos (empresa júnior dos discentes da Graduação em Ciências Biológicas), Herbário, Museu de Malacologia e Museu de Anatomia. Há também coleções de aves e mamíferos, peixes, herpetólogos, artrópodes, helmintos e anelídeos.

O Instituto possui 118 professores, sendo que destes aproximadamente 90% apresentam o título de Doutor e os demais o título de Mestre e/ou Especialista. É composto por 56 técnicos administrativos em educação. São atendidos aproximadamente 1700 alunos nos diferentes cursos de Graduação e Pós-Graduação. Além disso, o ICB participa ativamente em diversos programas de pesquisa e de extensão proporcionando ao seu corpo discente uma forte interação entre pesquisa, ensino e extensão.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Campus Universitário – Instituto de Ciências Biológicas

Bairro Martelos – Juiz de Fora – MG CEP: 36036-900

E-mail: contato.icb@ufff.edu.br

Site: www.ufff.br/icb/

Telefone: (32) 2102-3201 / (32) 2102-3202

Comparação de diferentes planejamentos em cirurgia ortognática para tratamento de assimetrias faciais: relato de casos



Comparison between planning in orthognathic surgery for treating facial asymmetries: case reports

RESUMO

● Daniel Amaral Alves
Marlière¹,
Hugo Leite Rodrigues Neto²,
Alan Robert Moreira
Schmitt³,
Luciana Asprino¹,
Rodrigo Alvitos Pereira³

¹ Área de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, FOP – UNICAMP, Piracicaba, SP.

² Faculdade de Odontologia, Hospital e Maternidade Therezinha de Jesus, Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora, FCMS/JF – SUPREMA, Juiz de Fora, MG.

³ Serviço de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Hospital Universitário Pedro Ernesto, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, HUPE – UERJ, Rio de Janeiro, RJ.

✉ Daniel Marlière
Rua Professora Violeta Santos,
31/803, bloco 01
Democrata
CEP: 36035-210
Juiz de Fora - MG
📧 ctbmf.marliere@gmail.com

Introdução: a cirurgia ortognática envolve a correção de desarmonias funcionais e estéticas. A hiperplasia condilar (HC) unilateral resulta em crescimento mandibular acentuado, provocando assimetria facial. Para obter previsibilidade e sucesso nos resultados, é imprescindível planejamento preciso e adequado. **Objetivo:** descrever e comparar diferentes métodos de planejamento e seus resultados no pós-operatório no tratamento de pacientes com assimetria facial. **Relato de caso:** foram avaliados 03 casos orto-cirúrgicos (A, B e C) de pacientes adultos jovens, com média de idade de 22 anos, portadores de má oclusão esquelética de Classe III, com assimetria facial resultante de HC inativa. Foi realizada análise facial e empregou-se dois métodos de planejamento em cirurgia ortognática (convencional e virtual). O caso A foi planejado por meio de imagens bidimensionais (2D) e sequência cirúrgica iniciada pela maxila. O caso B foi planejado por imagens 2D associado ao recurso de simulação em protótipo. Por fim, o caso C foi planejado exclusivamente com imagens tridimensionais (3D) e simulação virtual, sendo que os casos B e C utilizaram sequência cirúrgica iniciada pela mandíbula. Foi utilizado o software Dolphin Imaging® em todos os planejamentos e os mesmos foram transferidos para os procedimentos cirúrgicos com auxílio dos guias em resina acrílica estereolitográfica. **Conclusão:** os planejamentos demonstraram eficácia em termos de previsibilidade e viabilidade para a correção das assimetrias faciais, sendo todos os resultados considerados satisfatórios por parte dos cirurgiões e dos pacientes. Houve tendência de melhores resultados quando da utilização de prototipagem, das imagens 3D e sequência operatória iniciada pela mandíbula, no planejamento.

Palavras-chave: assimetria facial, cirurgia ortognática, côndilo mandibular

ABSTRACT

Introduction: orthognathic surgery provides correction of functional and esthetic disharmony. Condylar hyperplasia induces in pronounced mandibular growth, resulting facial asymmetry. Planning is important to get predictable and successful on outcomes. **Purpose:** to describe and compare methods of planning and post-operative outcomes by reporting three cases associated with facial asymmetries. **Case report:** a total of 03 young adult patients (cases A, B and C), mean of age 22 years old, Class III skeletal malocclusion, and facial asymmetry after inactive condylar hyperplasia were evaluated. They were undergone facial analysis, two methods of planning in orthognathic surgery (conventional and virtual). Patient A was planned by bidimensional (2D) images and maxilla first sequence. Patient B was planned by 2D images associated with simulating on surface mesh prototyping. And, Patient C was solely planned by three-dimensional (3D) images and virtual surgical planning. Patients B and C used mandible first sequence. Dolphin Imaging software was used on each planning. Each planning was transferred to surgical procedures by assisting of the guides manufactured (acrylic resin and stereolithography). Patients were usually assessed during post-operative and were pleased with outcomes. **Conclusion:** planning showed predictable and feasibility for facial asymmetries because outcomes were great. There was a propensity of better outcomes when surface mesh, 3D images and mandible first sequence were used at the treatment planning.

Keywords: facial asymmetry, orthognathic surgery, mandibular condyle

Submetido: 04/12/2018
Aceito: 10/12/2018



INTRODUÇÃO

A simetria facial perfeita é raramente encontrada, devido a fatores biológicos e ambientais inerentes aos processos de desenvolvimento, que podem gerar diferentes graus de assimetria leves e imperceptíveis (THIESEN; GRIBEL; FREITAS, 2015). No entanto, os quadros clínicos classificados como assimetria facial consistem em variação significativa entre as duas metades da face que, quando exacerbada, propicia alterações estéticas e problemas funcionais quanto ao desenvolvimento orofacial, nutricional e psicossocial nos pacientes (SRIVASTAVA et al., 2018).

Segundo Good et al. (2006), a má oclusão de Classe III está frequentemente associada aos casos de assimetria facial. A relação entre tais condições pode ter como fator etiológico a hiperplasia de côndilo (HC) unilateral, que predispõe a piora progressiva da má-oclusão, com a presença de mordida cruzada contralateral, desvio mandibular e mental para o lado oposto e desnivelamento oclusal (SRIVASTAVA et al., 2018).

Dados epidemiológicos demonstram ocorrência significativa de casos de assimetria de face com distribuição igual entre homens e mulheres (RAMIREZ-YAÑEZ et al., 2011). De acordo com Wolford et al. (2009), o superdesenvolvimento mandibular simétrico ou desviado possui maior ocorrência durante a puberdade, podendo o crescimento ocorrer até os 20 anos. O acompanhamento e o diagnóstico dos casos de assimetria de face podem ser realizados pelos exames clínicos, pela análise da face (fotografias para verificação das proporções faciais), dos modelos de gesso e de exames de imagens (MARLIÈRE et al., 2017; LÓPEZ; CORRAL, 2015).

A cirurgia ortognática é a conduta de escolha para correção de assimetria facial por demonstrar estabilidade em longo prazo e melhora da estética e função mastigatória do paciente (SINGH et al., 2017). A previsibilidade dos resultados cirúrgicos está associada a alguns recursos, tais como de exames clínicos adequados, imagens bidimensionais (2D) e/ou tridimensionais (3D) e ferramentas específicas de planejamento (MARLIÈRE et al., 2018).

No passado, os planejamentos em cirurgia ortognática eram realizados exclusivamente por meio de imagens 2D e simulação em articuladores semi-ajustáveis (ASA), visando à previsibilidade de posicionamento dos maxilares e auxiliar a transferência do planejamento para o procedimento por meio da confecção de guias cirúrgicos (SUN et al., 2013). Com as inovações tecnológicas, os planejamentos avançaram proporcionalmente aos métodos de imagem, como nas tomografias computadorizadas e com os programas computacionais para segmentação de imagens tomográficas e renderização 3D, confecção de protótipos estereolitográficos e simulações cirúrgicas em ambiente virtual, que se tornaram úteis e eficazes (HASS JR; BECKER;

OLIVEIRA, 2015; RIU et al., 2014).

Portanto, o objetivo deste estudo foi descrever e comparar a eficácia de diferentes métodos de planejamento (convencional e virtual) e os resultados obtidos no tratamento de 03 pacientes assimétricos submetidos à cirurgia ortognática.

RELATO DOS CASOS

Três pacientes compareceram ao Serviço de Cirurgia Bucomaxilofacial do Hospital Universitário Pedro Ernesto (Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro) para tratamento de deformidade dentofacial e má-oclusão Classe III, queixando-se da aparência estética facial e restrições funcionais. Todos os pacientes foram submetidos a exame clínico intrabucal, análise facial associado a fotografias faciais, exames tomográficos e confecção de modelos de gesso dos arcos dentários de maxila e mandíbula.

Para a análise facial, cada paciente foi analisado quanto aos contornos de tecido mole facial, de estruturas ósseas e dentárias. A função das articulações temporomandibulares também foi avaliada. Dessa forma, foi compreendido que a etiologia da assimetria facial possivelmente foi por HC unilateral. Os pacientes foram acompanhados clinicamente por 06 meses para confirmação de inatividade de crescimento assimétrico.

Durante anamnese, os pacientes não relataram nenhuma alteração sistêmica ou fatores de comorbidades, sendo solicitados exames laboratoriais pré-operatórios (hemograma, coagulograma e glicemia em jejum). Os resultados dos exames não indicaram qualquer anormalidade. Os pacientes assinaram o termo de ciência e consentimento informado para realização do procedimento cirúrgico e autorizaram a publicação para fins científicos.

Pré-operatório

Caso A

Paciente de 21 anos foi submetida à análise facial e exame intrabucal. As avaliações demonstraram assimetria facial com má-oclusão Classe III associada a mordidas cruzadas posterior e anterior, mordida aberta anterior de 2,0 mm, overjet de -11,0 mm, desvio mandibular para lado esquerdo, linha média dentária superior desviada 1,5 mm para direita e inferior 7 mm para esquerda, perfil facial côncavo e exposição dentária inadequada em repouso e ao sorrir (Figura 1). As características faciais estão no quadro 1.

Caso B

Jovem de 22 anos foi submetido à análise facial e exame intrabucal. As avaliações demonstraram assimetria facial com má-oclusão Classe III associada a mordida cruzada posterior e anterior, mordida aberta anterior de 6 mm, trespasse horizontal de - 6 mm, com desnivelamento nos

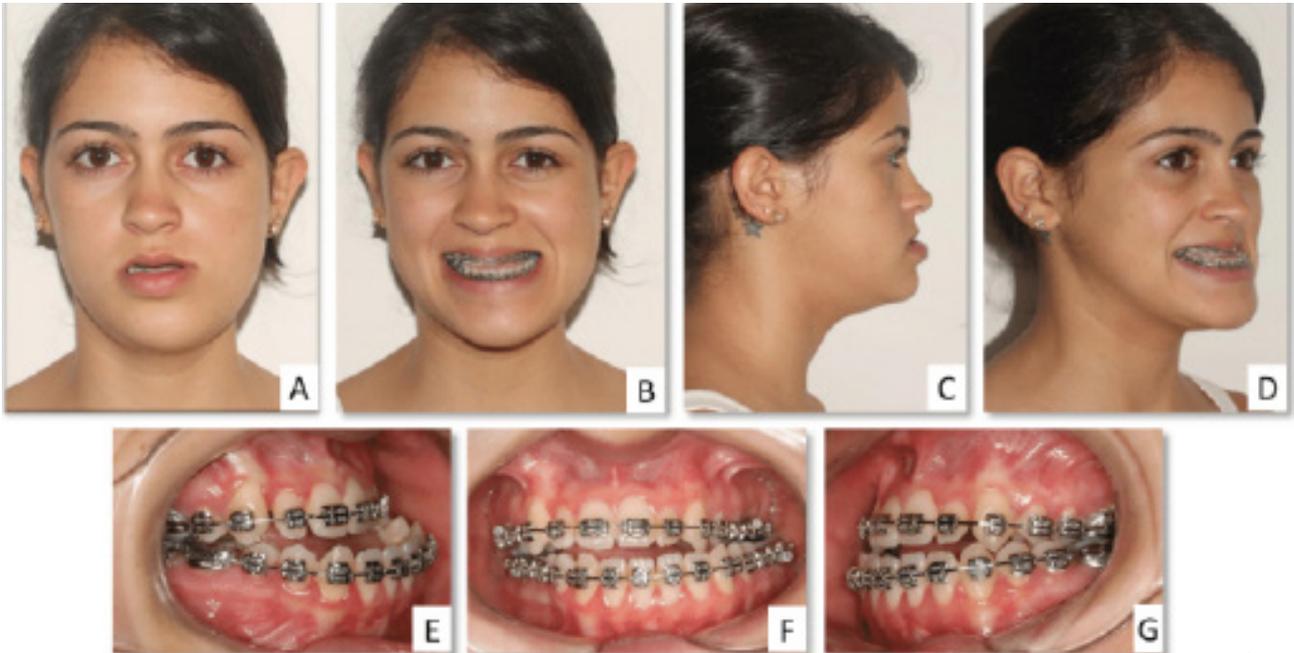


Figura 1: (A-D) Imagens pré-operatórias da face com lábio relaxado e ao sorriso; (E-G) Imagens da oclusão pré-operatórias



Figura 2: (A-D) Imagens pré-operatórias da face com lábio relaxado e ao sorriso; (E-G) Imagens da oclusão pré-operatórias

caninos superiores e inferiores, desvios de linhas médias dentárias superior de 2 mm para direita e inferior de 4 mm para esquerda, maior exposição gengival a direita durante sorriso (Figura 2). As características faciais estão no quadro 1.

Caso C

Mulher de 23 anos foi submetida à análise facial e exame intrabucal. A análise facial mostrou aparência de face longa, sem excesso vertical aparente de maxila, com exposição gengival adequada ao sorrir (aproximadamente 2mm de margem gengival),

juntamente com projeção do mento em relação ao lábio inferior. O exame intrabucal demonstrou má-oclusão classe III, sobremordida normal, overjet de - 9mm, com desvio de linha média superior (2mm para direita) e inferior (1,5 mm para esquerda) (Figura 3). O quadro 1 descreve as características faciais.

A partir dos exames clínicos e de imagem dos três casos, foi verificado assimetria facial resultante de HC unilateral, que estava inativa após 06 meses de acompanhamento clínico. Os planejamentos para os três casos foram baseados a partir dos dados clínicos, e diferentes métodos de planejamento foram utilizados.

Planejamento e simulação cirúrgica

Primeiramente, as fotografias faciais pré-operatórias foram registradas em posição natural da cabeça. Para isso, todos os pacientes foram orientados a olhar em direção a um ponto distante ao nível dos olhos e, se necessário, os cirurgiões os reorientavam. Os exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) foram realizados,

nos três pacientes, através do tomógrafo i-CAT (Image Sciences International, Hatfield, PA, EUA), com tempo de varredura de 40s, ajuste de 120 kVp, 5 mA, voxel 0,4 mm isotrópico e escala de cinza de 14 bits. Os arquivos de imagens no formato DICOM foram importados para o programa computacional Dolphin Imaging® 11.7 (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, EUA).



Figura 3: (A–C) Imagens pré-operatórias da face com lábio relaxado e ao sorriso; (D–F) Imagens da oclusão pré-operatórias

Quadro 1: Comparação das características clínicas pacientes dos casos A, B e C

Dados qualitativos da análise facial			
Vista frontal	Caso A	Caso B	Caso C
Órbitas (Simetria pupilar)	Simétricas Paralelo ao solo	Assimétricas Desnivelado	Simétricas Paralelo ao solo
Nariz	Não desviado	Não desviado	Não desviado
Filtro do lábio	Não desviado	Não desviado	Não desviado
Linha labial e comissura oral	Desnivelamento labial e em comissuras	Desnivelamento labial e em comissuras	Desnivelamento labial e em comissuras
Linha media do incisivo superior ao plano mediano sagital	Desviado para a direita	Desviado para a direita	Desviado para a direita
Plano oclusal transversal	Desnivelamento em caninos superiores (lado direito mais baixo)	Desnivelamento em caninos superiores (lado direito mais baixo)	Desnivelamento em caninos superiores (lado esquerdo mais baixo)
Exposição gengival em sorriso	Sem exposição	Maior exposição à esquerda	Maior exposição à esquerda
Linha media do incisivo inferior	Desviada para a esquerda	Desviada para a esquerda	Desviada para a esquerda
Lábio inferior e mento	Deslocados para a esquerda	Deslocados para a esquerda	Deslocados para a esquerda
Comprimento do ramo mandibular	Diferença vertical	Diferença vertical	Nenhuma diferença
Vista lateral	Caso A	Caso B	Caso C
Suporte do lábio superior (ângulo nasolabial)	Pouco suporte labial superior (agudo)	Pouco suporte labial superior (normal)	Pouco suporte labial superior (agudo)
Incisivo superior	Retroposicionado	Retroposicionado	Retroposicionado
Preenchimento paranasal	Deficiente	Bom	Deficiente
Mandíbula e mento	Prognatismo	Prognatismo	Prognatismo

Para os casos A e B, o planejamento convencional foi realizado por meio de exames de imagens bidimensionais (2D), montagem de modelos de gesso em ASA e simulação cirúrgica. Exclusivamente, o planejamento do caso B foi simulado em protótipo confeccionado a partir da TCFC. O caso C teve seu planejamento realizado de forma tridimensional (3D) e virtual por meio Dolphin Imaging® 11.7 3D (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatworth, CA, USA).

Planejamento convencional

O planejamento 2D e convencional foi realizado para o caso A através de radiografias panorâmica e anteroposterior de face, e de telerradiografia de perfil produzidas na ferramenta building x-ray no Dolphin Imaging® (Figura 4A - B). Os modelos de gesso dos arcos mandibular e maxilar foram confeccionados e montados em ASA (Bio-Art, São Paulo, Brasil). A partir da análise facial, foram realizados traçados original e preditivo na telerradiografia de perfil, simulando as movimentações cirúrgicas em estruturas ósseas, postura de lábios e contorno de tecido mole em perfil (Figura 4F). Além da correção da assimetria, o planejamento consistiu de rotação horária do complexo maxilomandibular para proporcionar preenchimento em região paranasal, adequada, exposição de incisivos superiores em relação ao lábio em repouso e melhor postura do mento e lábio inferior.

A seguir, um operador simulou as movimentações cirúrgicas por meio dos arcos dentários dos modelos de gesso montados em ASA, que foram conduzidos à nova posição pelas mensurações na plataforma de Erickson, permitindo nova relação maxilomandibular, que foi transferida para a cirurgia ortognática em sequência iniciada pela maxila por meio de guias confeccionados com resina acrílica autopolimerizável (JET, São Paulo, Brasil).

Planejamento convencional e simulação em protótipo

No caso B, o planejamento 2D e convencional foi realizado por meio de radiografias panorâmica, anteroposterior de face e telerradiografia de perfil produzidas na ferramenta building x-ray no Dolphin Imaging® (Figura 5A - B). Os modelos de gesso dos arcos mandibular e maxilar foram confeccionados e montados em ASA (Bio-Art, São Paulo, Brasil). A partir da análise facial, foi realizado traçado original e preditivo na telerradiografia de perfil, simulando as movimentações cirúrgicas em estruturas ósseas, postura de lábios e contorno de tecido mole em perfil (Figura 4C). Além da correção da assimetria, o planejamento consistiu de rotação anti-horária do complexo maxilomandibular e mentoplastia para melhorar a postura de lábio inferior em relação ao pogônio.

A seguir, o operador simulou as movimentações

cirúrgicas por meio dos arcos dentários dos modelos de gesso montados em ASA (Bio-Art, São Paulo, Brasil) que foram conduzidos a uma nova posição pelas mensurações na plataforma de Erickson, permitindo nova relação maxilomandibular, que foi transferida para a cirurgia ortognática em sequência iniciada pela mandíbula por meio de guias confeccionados com resina acrílica autopolimerizável (JET, São Paulo, Brasil). No protótipo proveniente da reconstrução ou renderização tridimensional (Figura 5D - E), o operador simulou as osteotomias sagital bilateral da mandíbula e Le Fort I de acordo com o que seria realizado no paciente, sendo os segmentos ósseos reposicionados de acordo com a simulação em cirurgia de modelo (Figura 5F).

Planejamento virtual

Para o caso C, o planejamento cirúrgico foi baseado nas queixas estético-funcional da paciente e na análise facial. A partir da TCFC, as imagens foram reconstruídas tridimensionalmente usando programa Dolphin Imaging®. De acordo com estes fatores, a cirurgia bimaxilar (maxila e mandíbula) foi planejada através de rotação anti-horária do complexo maxilomandibular com mentoplastia. A osteotomia Le Fort I foi selecionada para avanço e discreta impacção de maxila em região de espinha nasal e incisivos superiores, correção de linha média para esquerda em relação ao filtro do lábio e nivelamento oclusal em caninos e molares. A osteotomia sagital de mandíbula bilateralmente foi escolhida para recuo de mandíbula e mentoplastia para avanço do queixo (Figura 6).

Procedimentos cirúrgicos

As cirurgias foram definidas de acordo com os planejamentos propostos para os três casos. Os procedimentos cirúrgicos foram realizados sob anestesia geral. No caso A, a cirurgia foi realizada em sequência iniciada pela maxila. O acesso cirúrgico foi realizado por abordagem vestibular e descolamento de mucosa não ceratinizada subperiosteal, estendendo-se de assoalho de fossa nasal até região pterigomaxilar. A osteotomia Le Fort I foi executada utilizando serra recíprocante (Stryker - CORE System) e finalizada com cinzeis e martelo. Após as osteotomias em regiões pterigomaxilares e mobilização da maxila, as paredes da maxila foram regularizadas de acordo com planejamento virtual, utilizando pinça goiva e brocas de desgastes. O guia cirúrgico de resina acrílica autopolimerizável foi inserido em conjunto com acessórios ortodônticos e fio de aço, com objetivo de bloqueio maxilomandibular, estabilizando maxila em posição satisfatória para oclusão ideal. Por fim, a maxila foi posicionada com fixação interna rígida com miniplacas em formato de L bilateralmente nas regiões de zigoticomaxilar e ao redor da abertura piriforme (Sistema 2.0 - Neoface - Neoortho Produtos Ortopédicos).

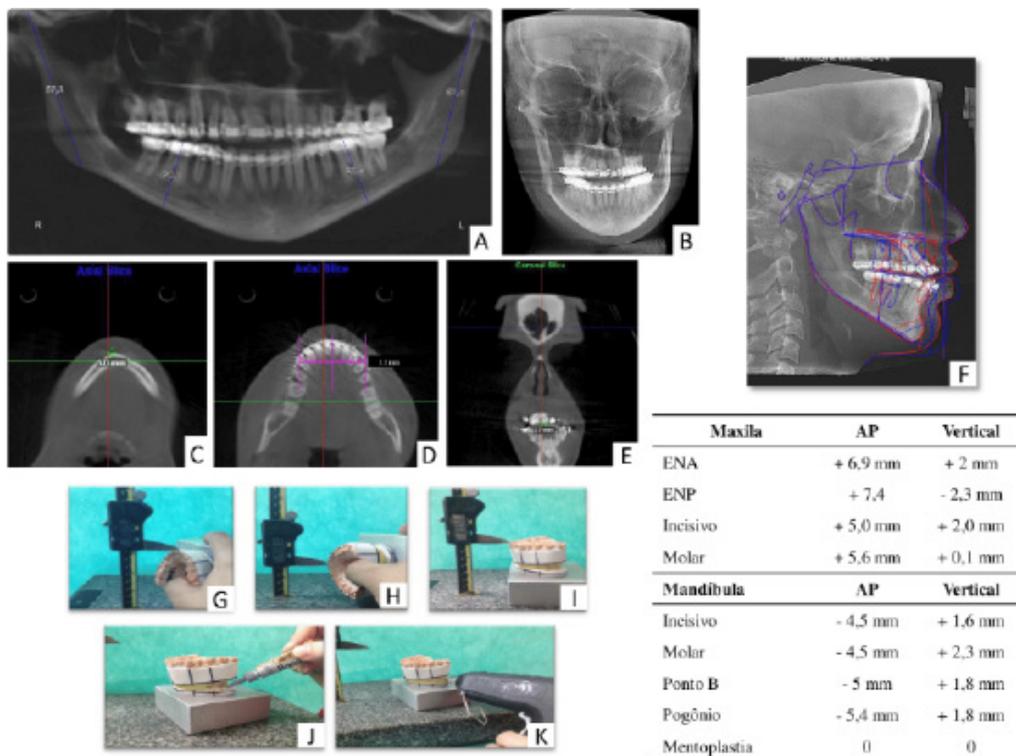


Figura 4: (A-B) Radiografia panorâmica e telerradiografia de perfil apresentaram diferenças de altura entre os ramos mandibulares; (C-D) Reconstruções multiplanares em TCFC para demonstrar desvio em sínfise e linhas médias dentárias; (E) Traçado original e preditivo sobrepostos em telerradiografia de perfil; (F) Traçado original e preditivo sobrepostos em telerradiografia de perfil; (G-K) Posicionamento de maxila por meio de plataforma de Erickson para simulação em cirurgia de modelo

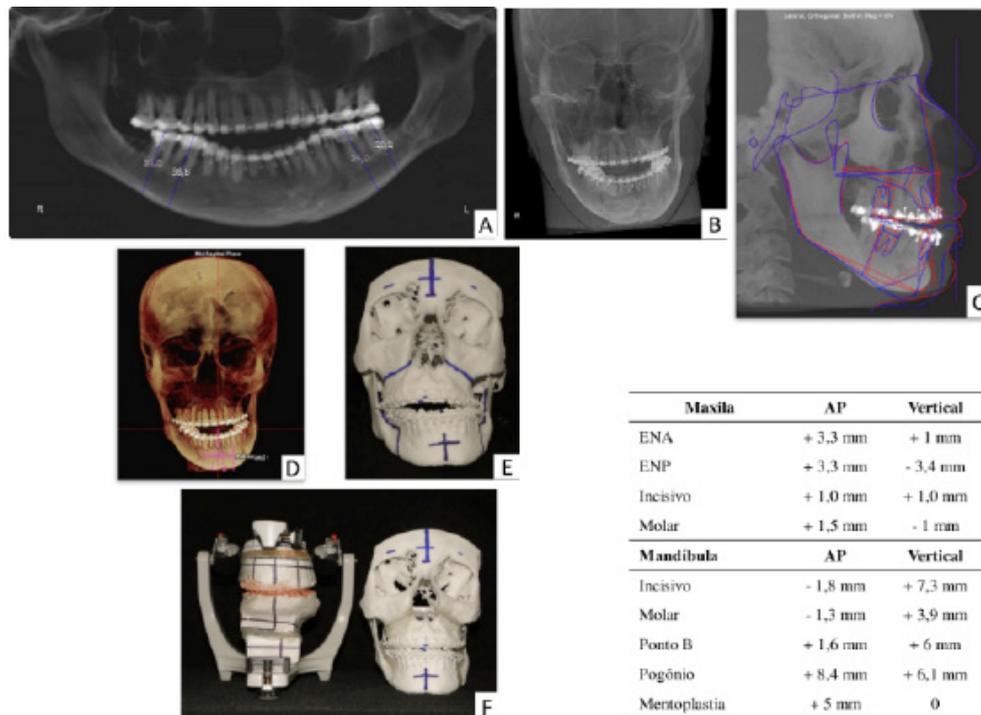


Figura 5: (A-B) Imagem tridimensional das estruturas ósseas maxilomandibulares pré-operatórias Radiografia panorâmica e telerradiografia de perfil apresentaram diferenças de altura entre os ramos mandibulares; (C) Traçado original e traçado preditivo sobrepostos em telerradiografia de perfil; (D-E) Reconstrução tridimensional e protótipo confeccionado; (F) Simulação dos movimentos em cirurgia de modelo e protótipo

O acesso vestibular da mandíbula foi executado através da incisão em tecido mole sobre a linha oblíqua externa até a mesial do segundo molar, lateralmente (mínimo de 5 mm de mucosa não ceratinizada mantida em região de véstíbulo). Foi efetuada, então, dissecação subperiosteal da mucosa bucal em direção à linha oblíqua interna na área retromolar com intuito de exposição parcial da região medial e língula da mandíbula. Através de serras recíprocantes (Stryker – CORE System),

a osteotomia sagital da mandíbula bilateral foi feita, finalizada por uso de cinzeis. Os guias cirúrgicos em resina acrílica então foram fixados aos acessórios ortodônticos para bloqueio maxilomandibular com fio de aço. Mandíbula e maxila foram estabilizadas em oclusão final, sendo a mandíbula posicionada através de fixação interna rígida com miniplacas retas e parafusos monocorticais (Sistema 2.0 - Neoface – Neoortho Produtos Ortopédicos).

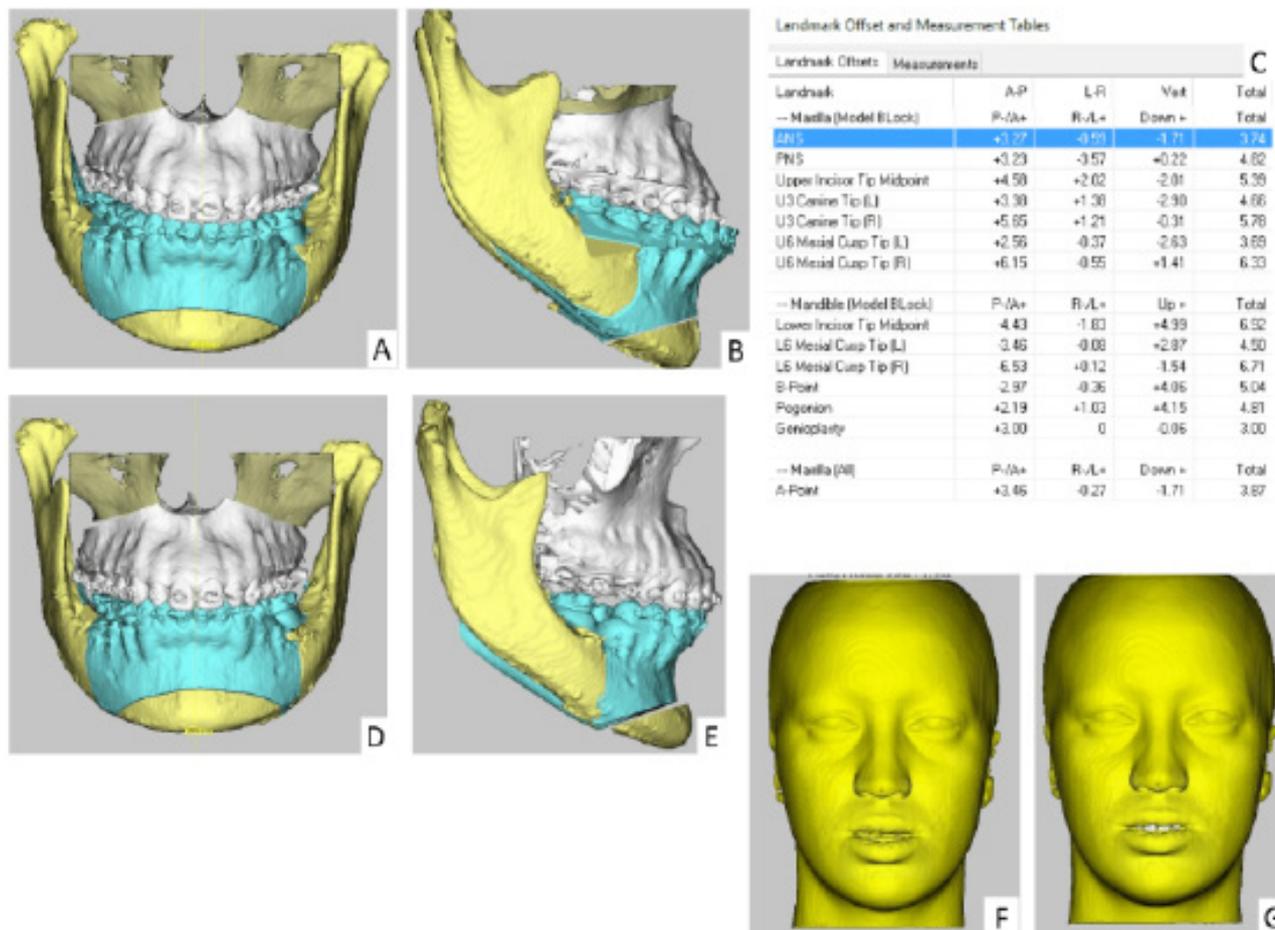


Figura 6: (A–B) Reconstrução 3D de maxila e mandíbula prévio a simulação de planejamento virtual; (C) Valores em mm das movimentações esqueléticas e dentárias em maxila e mandíbula; (D–E) Reconstrução 3D de maxila e mandíbula após simulação de planejamento virtual; (F–G) Contorno de tecido mole prévio e após a simulação

Para os casos B e C, as mesmas condutas mencionadas foram realizadas, mas em sequência invertida, sendo a mandíbula operada primeiramente em relação à maxila. E exclusivamente para o caso C, foram utilizados guias estereolitográficos provenientes da simulação cirúrgica virtual. Para esses dois casos, foram realizados mentoplastia para avanço de mento e melhora em contorno de sulco mentolabial.

Pós-operatório

Os pacientes foram avaliados semanalmente nos primeiros 2 meses e mensalmente até o sexto mês. Os tratamentos ortodônticos pós-operatórios foram

mantidos até a finalização.

Foi constatado, por parte dos próprios pacientes, grau elevado de satisfação, com ótimo resultado estético e funcional. Os resultados dos casos A, B e C permaneceram estáveis após um ano de pós-operatório (Figuras 7, 8 e 9).

DISCUSSÃO

Previamente aos planejamentos e cirurgias, todos os três pacientes foram submetidos ao preparo ortodôntico, o que permitiu um acompanhamento clínico da assimetria facial por período de 06 meses. Foi excluída a realização

de exames de cintilografia e tomografia por emissão de pósitrons para avaliar as regiões de articulações temporomandibulares, pois acredita-se que os resultados poderiam ser inespecíficos, sendo as evidências clínicas (idade, acompanhamento radiográfico e fotográfico, e modelos de gesso) de inatividade da HC mais determinantes para não progressão da condição. Dessa forma, os casos relatados evidenciaram assimetrias faciais que foram causadas por HC unilateral caracterizada por uma atividade de crescimento acentuado em côndilo mandibular.

Os parâmetros aplicados nos relatos foram similares ao de Wolford; Movahed; Perez (2014), que relataram que as HC ocorrem usualmente durante a puberdade, ocasionando prognatismo mandibular (má-oclusão Classe III), mordida cruzada posterior, desvio de linha média dentária inferior e mentoniana, o que altera a morfologia mandibular. Em certas ocasiões, haverá pacientes com efeitos residuais desse crescimento anormal em maxila (desnívelamento oclusal e desvio de linha média). Acrescentam considerarem que a cintilografia ou tomografia por emissão de pósitrons são desnecessárias para avaliar hiperatividade na HC, pois a característica de progressão de assimetria facial até meados dos 20 anos fundamenta-se como uma condição autolimitante, e os cirurgiões devem avaliar clinicamente os pacientes pelo período de 06 a 12 meses antes do

procedimento cirúrgico.

O tratamento de HC unilateral deve ser definido de acordo com a progressão ou não de atividade de crescimento. Os relatos apresentaram inatividade quanto a HC em pacientes com mais de 20 anos de idade, restringindo-se a correção cirúrgica da assimetria facial com intuito de oferecer resultados estéticos e funcionais. Em nenhum dos casos foi realizado condilectomia alta prévia ou concomitante a cirurgia ortognática. De acordo com Wolford; Movahed; Perez (2014), se os pacientes já se encontram na fase de inatividade quanto ao crescimento por HC, a cirurgia ortognática usualmente poderá ser realizada para correção da deformidade dentofacial sem necessidade de abordagem em côndilo mandibular.

Ghawsji; Aagaard; Thygesen (2016) revisaram sistematicamente a eficácia da condilectomia alta para tratamento de HC, destacando que este procedimento é controverso pelo caráter autolimitante da condição de crescimento acentuado, o que indicaria um possível adiamento de abordagem cirúrgica. Entretanto, se os pacientes em fase de crescimento desejarem a correção da deformidade dentofacial por aspectos psicossociais e desajuste social (SUEN et al., 2018), é válido considerar a condilectomia alta para cessar a condição hiperplásica na mandíbula e minimizar recidivas após a cirurgia ortognática (LÓPEZ; CORRAL, 2015).

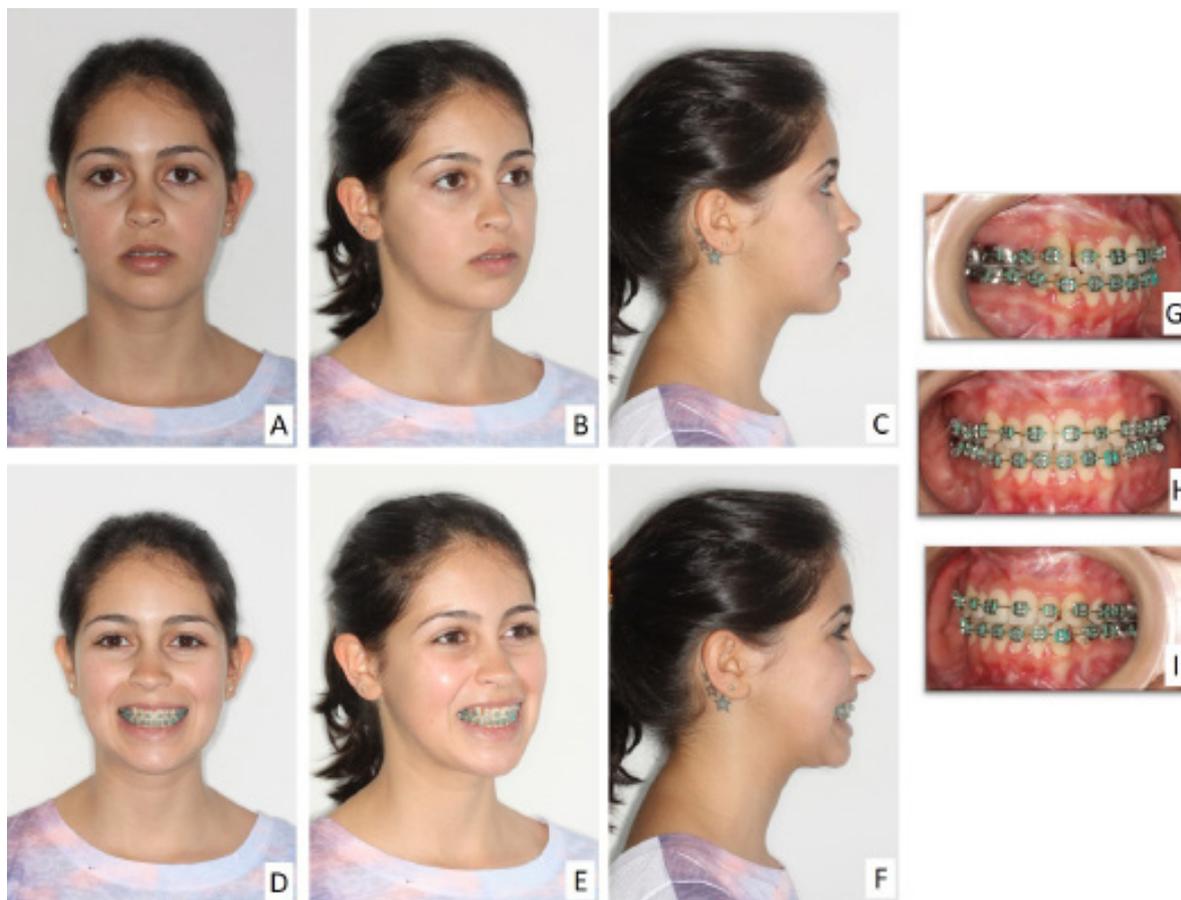


Figura 7: (A-F) Imagens do resultado pós-operatório em repouso e ao sorriso; (G-I) Imagens intraorais da oclusão em pós-operatório

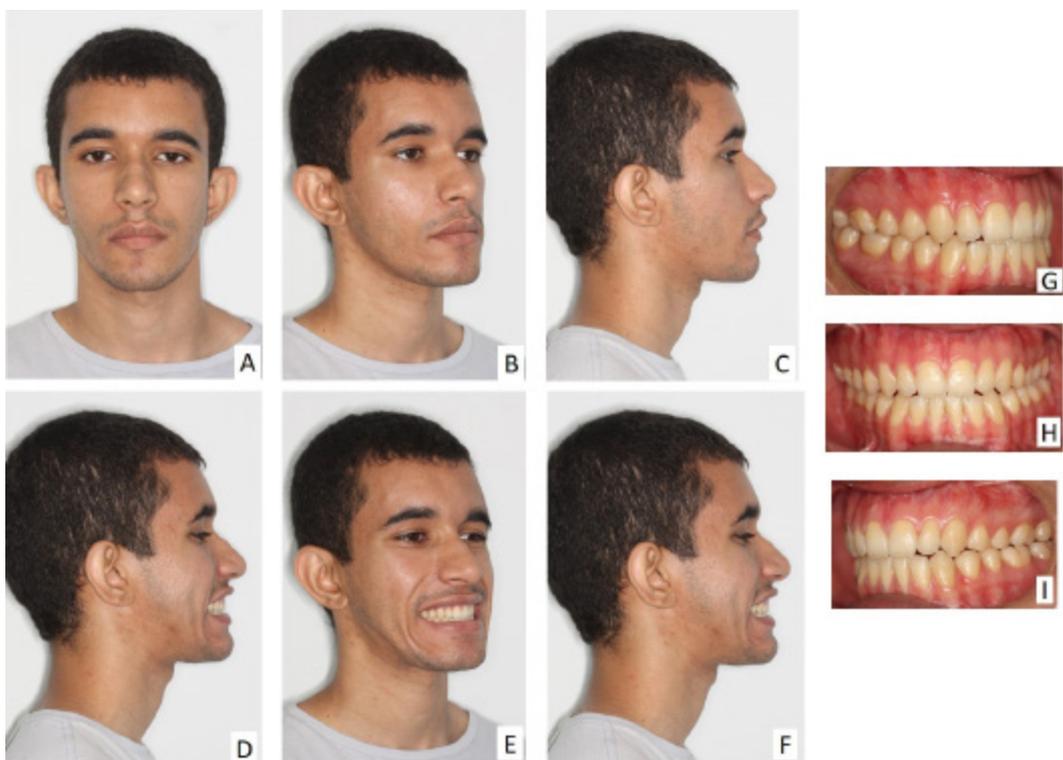


Figura 8: (A-F) Imagens do resultado pós-operatório em repouso e ao sorriso; (G-I) Imagens intraorais da oclusão em pós-operatório

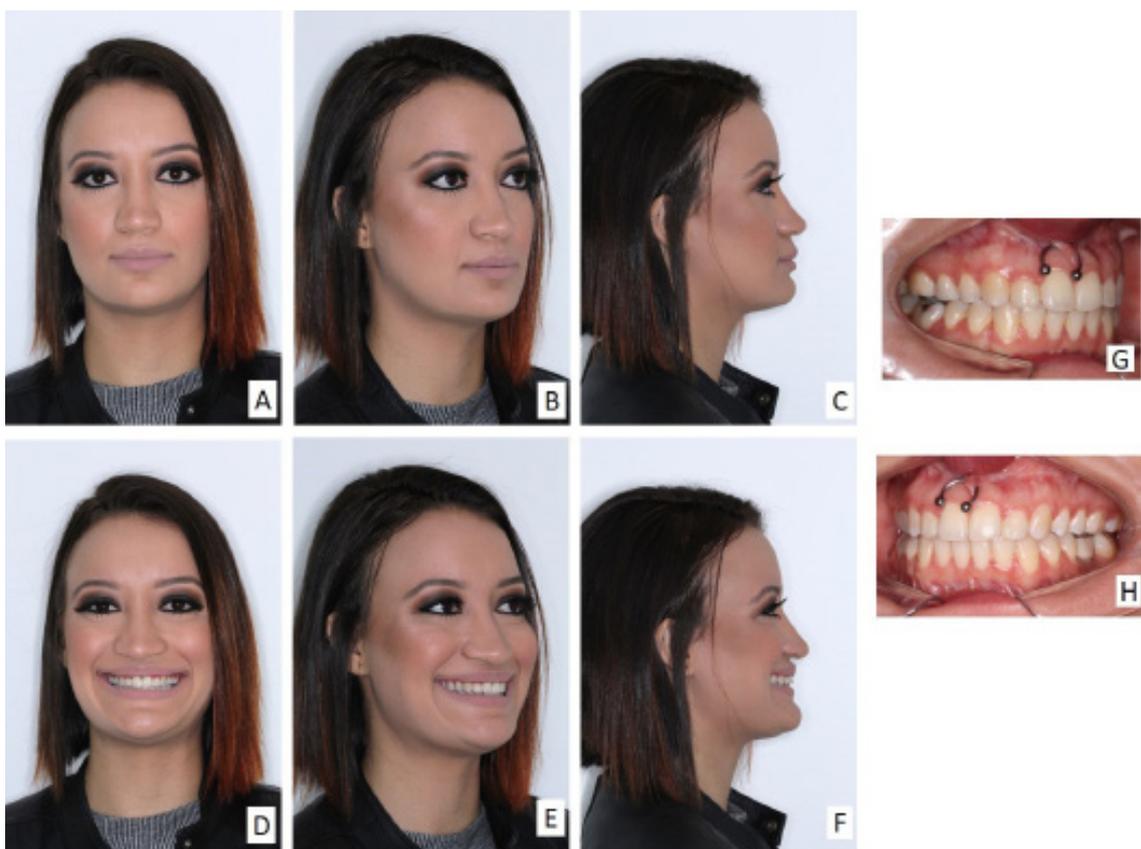


Figura 9: (A-F) Imagens do resultado pós-operatório em repouso e ao sorriso; (G-I) Imagens intraorais da oclusão em pós-operatório

Para a execução da cirurgia ortognática, é fundamental desenvolver planejamentos prévios aos procedimentos cirúrgicos. Esses planejamentos podem ser caracterizados como convencionais, caracterizado por fluxo de trabalho descrito nos casos A e B, que utilizaram imagens 2D, traçados preditivos e cirurgia de modelo em ASA. Nesse sentido, Ritto et al. (2018) destacaram que os planejamentos convencionais têm sido realizados há mais de 50 anos, sendo o fluxo de trabalho reprodutível e os resultados obtidos em pós-operatórios favoráveis. No entanto, o planejamento convencional pode acumular pequenos erros durante o fluxo de trabalho, desde a aquisição de modelos de gesso e montagem em ASA inadequadas até confecção de guias cirúrgicos insatisfatórios, o que levaria a imprecisões importantes. Assim, o planejamento convencional apresenta possíveis erros cumulativos do processo laboratorial até a visualização 3D das estruturas ósseas, principalmente, quando a deformidade dentofacial é complexa, como assimetria facial (RITTO et al., 2018).

Para minimizar essa limitação do planejamento convencional em assimetrias faciais, o caso B utilizou o recurso de imagem 3D da TCFC para avaliação da disposição das estruturas ósseas, e prototipagem para simular os movimentos cirúrgicos dos segmentos osteotomizados previamente a cirurgia ortognática. Embora, este recurso aumente mais uma etapa laboratorial no planejamento, acredita-se que o protótipo permitiu verificar o comportamento de maxila e mandíbula a partir dos guias confeccionados, que auxiliaram a transferência do planejamento e eram provenientes da simulação da cirurgia de modelo, que se limitou a apresentar as relações entre os arcos maxilo-mandibulares.

O planejamento virtual elimina muitas etapas laboratoriais quando comparado ao fluxo de trabalho do convencional, o que tende a diminuir tempo dispendido prévio a cirurgia, minimiza erros cumulativos e apresenta resultados mais precisos (KWON et al., 2014). O relato C realizou exclusivamente um planejamento virtual, excluindo traçados preditivos em imagens 2D, montagem em ASA de modelos de gesso e cirurgia de modelo. Todas as etapas foram realizadas a partir da renderização 3D da TCFC em programas computacionais, que permitiu simular osteotomias em maxila e mandíbula, bem como, visualizar os movimentos ósseos e a influência sobre os tecidos moles.

Em todos casos aqui relatados, os procedimentos cirúrgicos foram realizados pela mesma equipe de cirurgiões por meio de técnicas padronizadas. A única diferença para o caso A foi a sequência cirúrgica iniciada pela maxila em relação a iniciada pela mandíbula para os casos B e C. Entende-se que a sequência iniciada pela maxila favoreceu ao planejamento de rotação no sentido horário do complexo maxilomandibular, mas poderia dificultar a correção da assimetria, porque a posição final assumida pela mandíbula (maior proporção assimétrica)

seria dependente da posição da maxila. Os três casos apresentavam semelhanças clínicas pré-operatórias, contudo, os casos B e C demonstraram melhores resultados qualitativos quanto à simetria mandibular, e parece que a sequência iniciada pela mandíbula facilitou a correção da região com maior proporção assimétrica. Além disso, a sequência iniciada pela mandíbula é benéfica para rotações anti-horárias do complexo maxilomandibular (Casos B e C), mordida aberta anterior, imprecisão do registro intercondilar e incerteza quanto ao posicionamento do côndilo (MARLIÈRE et al., 2018).

Em relação a precisão do planejamento, desde a utilização dos traçados cefalométricos para planejamento em cirurgia ortognática, o desvio máximo de 2 mm era aceitável entre o plano de tratamento e resultados obtidos para tecidos moles e esqueléticos (MARQUETTI et al., 2006). Atualmente, muitos autores evidenciam que os critérios de sucesso e clínico aceitável ainda permanecem se a diferença máxima de 2 mm entre o planejado e obtido em pós-operatório (STOKBRO et al., 2014). Apesar de não ter sido feito nenhuma mensuração quanto a precisão dos diferentes planejamentos e resultados, os casos foram qualitativamente satisfatórios. Os casos aqui apresentados sugerem que não houve diferenças na resolutividade funcional e estética, independente do planejamento executado. Essas evidências podem ser confirmadas pelo estudo retrospectivo de Ritto et al. (2018), que compararam o planejamento virtual e convencional por meio de mensurações lineares na maxila em TCFC de 30 pacientes submetidos a cirurgia ortognática, os resultados não demonstraram diferenças entre os planejamentos e resultados pós-operatórios obtidos.

Portanto, concordamos que os avanços tecnológicos quanto ao planejamento em cirurgia ortognática aumentaram a acurácia dos resultados em casos de assimetria, alinhamento de linhas médias e posicionamento mandibular quando comparados ao planejamento convencional (RIU et al. 2014). No entanto, o planejamento virtual não exclui a importância do cirurgião quanto ao plano de tratamento baseado em uma análise facial criteriosa, percepção clínica para otimização funcional e estética, fluxo de trabalho padronizado, e execução cirúrgica tecnicamente consolidada.

CONCLUSÃO

Os diferentes planejamentos em cirurgia ortognática demonstraram previsibilidade e foram viáveis para aplicação em pacientes assimétricos, proporcionando resultados satisfatórios para os casos relatados. Para os casos B e C, houve uma tendência de melhores resultados porque recursos 3D ou imagens 3D foram utilizados nos planejamentos e as cirurgias empregaram a sequência operatória iniciada pela mandíbula.

REFERÊNCIAS

- GHAWSI, S.; AAGAARD E.; THYGESSEN, T. H. High condylectomy for the treatment of mandibular condylar hyperplasia: a systematic review of the literature. **International Journal of Maxillofacial Surgery**, v. 45, n. 1, p. 60-71, jan. 2016.
- GOOD, S. et al. A computerized photographic assessment of the relationship between skeletal discrepancy and mandibular outline asymmetry. **European Journal of Orthodontics**, v. 28, n. 2, p. 97-102, jan. 2006.
- HAAS JR, O. L.; BECKER, O. E.; OLIVEIRA, R. B. Computer-aided planning in orthognathic surgery— systematic review. **International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery**, v. 44, p. 329-342, nov. 2014.
- KWON, T. G. et al. Accuracy of maxillary repositioning in two-jaw surgery with conventional articulator model surgery versus virtual model surgery. **International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery**, v. 43, n. 6, p. 732-738, jan. 2014.
- LÓPEZ, D. F. B.; CORRAL, C. M. S. Condylar Hyperplasia: characteristics, manifestations, diagnosis and treatment. A topic review. **Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia**, v. 26, n. 2, p. 425-446, mar. 2014.
- MARLIÈRE, D. A. A. et al. Orthognathic surgery combined with partial lipectomy of the buccal fat pad: case report on optimization of esthetic outcome. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 5, p. 565-571. 2017.
- MARLIÈRE, D. A. A. et al. Alteration of occlusal plane in orthognathic surgery: clinical features to help treatment planning on class III patients. **Case Reports in Dentistry**, v. 2018, p. 1-9, may. 2018.
- MARQUETTI, C. et al. Mathematical modeling and numerical simulation in maxilla-facial virtual surgery (VISU). **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 17, n. 4, p. 661-667, jul. 2006.
- RAMIREZ-YAÑEZ, G. O. et al. Prevalence of mandibular asymmetries in growing patients. **European Journal of Orthodontics**, v. 33, n. 3, p. 236-242, jun. 2011.
- RITTO, F. G. et al. Comparison of the accuracy of maxillary position between conventional model surgery and virtual surgical planning. **International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery**, v. 47, n. 2, p. 160-166, feb. 2018.
- RIU, G. D. et al. Computer-assisted orthognathic surgery for correction of facial asymmetry: results of a randomised controlled clinical trial. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 52, n. 3, p. 251-257, jan. 2014.
- SINGH, V. et al. Orthognathic surgery: a Review of Articles published in 2014–2015. **Journal of Maxillofacial and Oral Surgery**, v. 16, n. 3, p. 284-291, sep. 2017.
- SRIVASTAVA, D. et al. Facial asymmetry revisited: part I- diagnosis and treatment planning. **Journal of Oral Biology and Craniofacial Research**, v. 8, n. 1, p. 7-14, apr. 2018.
- SRIVASTAVA, D. et al. Facial asymmetry revisited: Part II- Conceptualizing the management. **Journal of Oral Biology and Craniofacial Research**, v. 8, n. 1, p. 15-19, apr. 2018.
- STOKBRO, K. et al. Virtual planning in orthognathic surgery. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 43, n. 8, p. 957-965, aug. 2014
- SUEN, K. S. et al. A longitudinal evaluation of psychosocial changes throughout orthognathic surgery. **PLoS One**, v. 13, n. 9, p. 1-12, sep. 2018.
- THIESEN, G.; GRIBEL, B. F.; FREITAS, M. P. M. Facial asymmetry: a current review. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 20, n. 6, p. 110-125, dec. 2015.
- SUN, Y. et al. Accuracy of upper jaw positioning with intermediate splint fabrication after virtual planning in bimaxillary orthognathic surgery. **The Journal of Craniofacial Surgery**, v. 24, n. 6, p. 1871-1876, nov. 2013.
- WOLFORD, L. M. et al. Surgical management of mandibular condylar hyperplasia type 1. **Archive of Proceedings (Baylor University Medical Center)**, v. 22, n. 4, p. 321-329, oct. 2009.
- WOLFORD, L. M.; MOVAHED, R.; PEREZ, D. E. A classification system for conditions causing condylar hyperplasia. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 72, n. 3, p. 567-595, mar. 2014.

HU *Revista* 