

## O EMPREGO DA ENDODONTIA GUIADA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO PARA O TRATAMENTO DE CANAIS RADICULARES CALCIFICADOS

### GUIDED ENDODONTIC APPLICATION AND CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IN CALCIFIC ROOT CANALS MANAGEMENT

João Gabriel Nogueira Silva<sup>1</sup>

Elaine Lola Carvalho<sup>2</sup>

Unidade de Ensino superior de Feira de Santana (UNEF), Cirurgião-dentista, Feira de Santana, Bahia, silvajoaonogueira@hotmail.com<sup>1</sup>

Professora da Unidade de Ensino superior de Feira de Santana (UNEF), mestranda em odontologia digital, Feira de Santana, Bahia, elainelola4@hotmail.com<sup>2</sup>

#### RESUMO

**Introdução:** A calcificação pulpar é caracterizada como uma resposta decorrente de uma injúria que leva ao processo progressivo de mineralização da polpa. Em dentes que apresentem atresia do sistema de canais radiculares e patologia pulpar, o tratamento endodôntico guiado está indicado, já que a forma de tratamento convencional pode levar a iatrogenias, como desgaste desnecessário de tecido sadio, degraus e perfurações. **Objetivos:** elucidar a viabilidade prática do uso da técnica da endodontia guiada e revelar suas características pertinentes a execução do tratamento endodôntico, avaliando a importância da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e escaneamento intraoral. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão de literatura que utilizou trabalhos compreendidos entre os anos de 2004-2022, publicados em português e inglês. **Resultados:** A imagem tomográfica, softwares de planejamento e tecnologia de impressão 3D permitiram o desenvolvimento da endodontia guiada, a qual possui indicações e limitações. Dentre as vantagens da técnica é possível citar: diminuição da incidência de iatrogenias, tempo de operação reduzido, simples execução e maior previsibilidade durante o tratamento. Em contrapartida, as desvantagens são: alto custo, maior complexibilidade de planejamento, restrição em raízes com curvaturas e a necessidade de uma boa abertura de boca. **Conclusão:** portanto, a endodontia guiada se mostra uma técnica viável para os casos de canais radiculares calcificados. E para isso, o escaneamento intraoral e aquisição da TCFC são impreteríveis para sua execução, auxiliando no diagnóstico, planejamento e escolha de materiais, tornando o tratamento mais previsível.

**Palavras-chave:** tomografia computadorizada de feixe cônico, CAD-CAM, calcificações da polpa dentária.

## ABSTRACT

**Introduction:** Pulp calcification is defined as a reaction from an injury that induces a progressive process of pulp canal mineralization. When utilized in teeth that reveal endodontic pathology and pulp calcification guided endodontic treatment is a therapeutic option, for conventional treatment may lead to iatrogenies, like excessive wear of health dentin and perforation. **Objectives:** were to highlight the guided endodontic technic efficiency and present it's features concerning to the treatment management, assaying the importance of cone-beam computed tomography (CBCT) and oral scanning. **Methods:** the present study is a literature review that used researches included in the years 2004-2022, published in portuguese and english. **Results:** tomographic image, planning softwares and 3D printing technology allowed the development of guided endodontics, wich has it's own indications and drawbacks. Among the advantages, it was found: decrease in the incidence of iatrogenies, lower operation time, easy execution and superior treatment reliability. In contrast, the limitations were: higher cost, higher planning complexibility, restriction to roots with curvatures and the need of a wide mouth opening. **Conclusion:** Thus, guided endodontics it's being proposed as a viable technic in cases for teeth with calcific canals. Therefore, oral scanning and CBCT acquisition are needful for it's execution, aiding in diagnostic, planning and the choice of different tools, providing a more reliable treatment.

**Keywords:** cone-beam computed tomography, CAD-CAM, pulp calcification.

## INTRODUÇÃO

A calcificação pulpar é caracterizada como uma reação tecidual decorrente de uma injúria que leva a um progressivo processo de exacerbada mineralização da polpa (*AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS*, 2020). Em seus estágios mais avançados pode haver obliteração radiográfica completa da cavidade pulpar, mesmo diante da possibilidade da manutenção de lúmen visível em cortes histológicos. Diversas causas dessa condição, fisiológicas ou patológicas, têm sido expostas na literatura, como: deposição de dentina terciária associada ao processo de envelhecimento (GUPTA et al.; 2018), traumas mecânicos externos (MOURA et al. 2017; CHOUGULE et al., 2017), tratamentos restauradores extensos, preparos protéticos para coroa total (FLEIG et al., 2017), tratamento ortodôntico (KORKMAZ et al., 2018;

CHOUGULE et al., 2017), trauma oclusal (SPINAS et al., 2020) cáries crônicas (CÔRTEZ; BASTOS, 2018) e questões genéticas (BARRON et al., 2018).

O exame radiográfico serve como base para uma correta elaboração do planejamento endodôntico. Os sistemas de canais radiculares podem apresentar configurações anatômicas complexas, o que reflete no grau de dificuldade e na forma de abordagem terapêutica a ser procedida. As radiografias periapicais convencionais e digitais são alguns dos valiosos recursos utilizados para diagnóstico da patologia pulpar, contudo geram imagens bidimensionais e distorcidas (CHOUGULE et al., 2016; FLORATOS et al., 2016). A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) mostrou-se um exame promissor para a detecção da condição de dentes com comprometimento pulpar acometidos por canais radiculares severamente calcificados, pois traz características capazes de superar as desvantagens presentes nos exames bidimensionais. Todas essas qualidades se fundamentam na produção de imagens de alta resolução dentro de múltiplos planos espaciais e diferentes cortes, eliminando sobreposições de estruturas adjacentes (CHOUGULE et al., 2016; FLORATOS et al., 2016; RAMIS-ALARIO et al., 2019). Dentre as vantagens desse exame, é possível citar: direcionamento da dose de radiação, permitindo uma exposição da região específica a ser estudada; produção de imagens precisas; rápido tempo de processamento; resultados previsíveis; magnificação; manipulação de contrastes; e realização de cortes multiplanares (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2016).

De acordo com Floratos e Miltiadous (2016), um dos fatores mais prevalentes pertinentes às dificuldades durante as etapas do acesso coronário, identificação do sistema de canais radiculares e preparo químico-mecânico diz respeito a presença de atresia da cavidade pulpar, fenômeno capaz de conduzir a remoção desnecessária de dentina, e conseqüentemente, a degraus e perfurações. Em vista disso, o tratamento endodôntico guiado tem sido utilizado com fins de facilitar a abordagem terapêutica em dentes que apresentem, concomitantemente, calcificação extensa e patologia pulpar. A endodontia guiada consiste, basicamente, na confecção de um guia

endodôntico de acesso direto até a luz do canal, detectada previamente através de tomografia computadorizada de feixe cônico. Além da TCFC, a performance desse processo também depende de um escaneamento intraoral para elaboração individualizada do guia por meio de um software específico e seleção da broca de acesso adequada (KRUG *et al.*, 2020; LARA-MENDES *et al.*, 2019).

Esta modalidade de tratamento, a endodontia guiada, foi descrita por Krastl *et al.* em 2016 para aplicação em dentes com calcificação pulpar. Ademais, alguns estudos revelaram a utilização dessa técnica também em casos de remoção minimamente invasiva de pinos de fibra de vidro (MAIA *et al.* 2022), dentes com anomalia de formato (BYUN *et al.*, 2015), dens invaginatus (ALI; ARSLAN, 2019), dens evaginatus (ALVARÉZ *et al.*, 2017), acesso minimamente invasivo (CONNERT *et al.*, 2018), localização do canal radicular após desvio (CASADEI *et al.* 2019), e procedimentos de micro-cirurgia endodôntica (STRBAC *et al.*, 2016).

O objetivo do presente trabalho foi elucidar a viabilidade prática do uso da técnica da endodontia guiada e revelar suas características pertinentes a execução do tratamento endodôntico, avaliando a importância da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e escaneamento intraoral.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

A respeito da reação pulpar, fatores como local afetado, intensidade da injúria, tempo de exposição ao dano e idade do indivíduo determinam o desenvolvimento de respostas a curto prazo: hiperemia pulpar, pulpite irreversível e necrose; ou respostas a longo prazo: necrose e calcificação pulpar. Em polpas com prognóstico muito bom ou razoável, o dente pode exibir obliteração pulpar em períodos de 18 meses até 5 anos ou mais (FONSECA; FONSECA, 2015). Os mecanismos bioquímicos que levam ao processo de mineralização progressiva da cavidade pulpar são, até então, desconhecidos (BASTOS; CÔRTEZ, 2018). Mediante o processo de calcificação, enzimas proteolíticas, como hialuronidase e sialidase possuem efeito reduzido sobre o

tecido pulpar. O aumento da dentina peritubular decorre da redução da quantidade de vasos e nervos, e consequente alteração estrutural nas moléculas de colágeno e proteoglicanos (LUUKKO et al., 2011). Milcent (2018) expôs casos de calcificação pulpar em dentes inclusos, livres de estímulos nocivos, que mesmo em indivíduos jovens, também apresentaram intensa calcificação.

Obliteração do sistema de canais radiculares é caracterizada pelo acúmulo de tecido mineralizado dentro do espaço pulpar, repercutindo clinicamente na coloração da coroa, que passa a ter um tom mais opaco e amarelado, ou acinzentado (SPINAS et al., 2020). Na presença de calcificação pulpar, é consenso que testes de sensibilidade se tornam inconclusivos. Além disso, na maioria dos casos, há ausência de qualquer tipo de sintomatologia dolorosa (TAVARES et al., 2018).

A atresia do sistema de canais radiculares é considerada um problema quando se há necessidade de intervenção endodôntica, já que há maiores riscos da ocorrência de acidentes durante o acesso e preparo químico-mecânico (FLORATOS *et al.*, 2016; HSIEH *et al.*, 2017). Radiografias convencionais usualmente revelam quando há redução significativa no espaço da cavidade pulpar (SIDDIQUI, 2016). Entretanto, depender somente de tais exames pode promover a não identificação de um ou mais dos canais radiculares presentes. Fatalmente, a falha na exploração de um conduto provavelmente contribuirá para um processo de reinfecção, caracterizando falha no tratamento endodôntico (CHOUGULE *et al.*, 2016).

O efeito de estreitamento do espaço interno dentário ocorre no sentido coronal em direção à porção apical, havendo bloqueio da via de acesso. A exploração da luz do canal em dentes severamente calcificados com comprometimento pulpar deverá ser idealmente alcançada sob utilização da tomografia e microscopia (CHOUGULE *et al.*, 2016; KRUG *et al.*, 2020; FLEIG *et al.*, 2017). Quando há raízes divergentes, as mesmas tendem a se apresentarem distorcidas em radiografias periapicais. Além disso, se muito próximas, podem tornar inviável a dissociação, mesmo se diversas tomadas com diferentes angulações forem aplicadas. Utilizando as técnicas

tomográficas apropriadas, é possível observar cada raiz separadamente. Ângulos de corte podem ser selecionados para que secções frontais e sagitais, respectivamente, tornem-se paralelas ao eixo longitudinal da raiz e, assim, aos cortes axiais perpendiculares a ela (LOFTHAG-HANSEN *et al.*, 2007). A TCFC, além de prover um meio de avaliar a profundidade da calcificação, fornece um guia com a correta localização, ângulo e extensão (ALMOHAIMED, 2021). Chougule *et al.* (2016) publicaram um relato de casos onde radiografias periapicais indicaram a completa ausência de luz de canal visível, porém, após a captação da TCFC, houve confirmação da presença de luz abrangível, comprovando sua maior precisão no auxílio do diagnóstico.

Em 2016, Yang *et al.*, ao tratarem 13 dentes com 16 canais obliterados no total, por meio do suporte de recursos como microscopia, instrumento ultrassônico e tomografia computadorizada de feixe cônico, obtiveram uma taxa de sucesso de 100% na exploração dos condutos. Os autores concluíram que com o uso da TCFC, eventos adversos como perfurações e desvios se tornam muito menos frequentes, revelando uma grande melhora no que se refere ao manejo clínico de canais atrésicos com comprometimento pulpar.

No geral, o tratamento endodôntico está mais frequentemente indicado onde se confirmou a presença de polpa necrótica ou irreversivelmente lesionada, com ou sem achados clínicos ou radiológicos de periodontite apical; (EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY, 2006). Não há, na literatura, indícios suficientes que ofereçam justificativas para o manejo da terapia endodôntica profilática em dentes acometidos apenas por obliteração do sistema de canais radiculares, visto que a incidência de necrose pulpar após calcificação severa é consistentemente baixa (BASTOS; CÔRTEZ *et al.*, 2018).

A revolução tecnológica tem se mostrado uma constante dentro da área da saúde, com rápidos avanços. O desenvolvimento de aparelhos eficientes e modernos proporcionam tratamentos endodônticos mais previsíveis e seguros, com consultas mais curtas e maior conforto para o paciente (DECURCIO *et al.*, 2021).

Considerado com alto nível de dificuldade pela *American Association of Endodontists* (2020), O tratamento de canais severamente calcificados pode

requerer a utilização de técnicas específicas, como a da endodontia guiada. Em vista disso, Llaquet *et al.* (2020), constataram que a TCFC deveria ser solicitada em casos de atresia a fim de permitir aos cirurgiões-dentistas optarem pelo método terapêutico convencional ou a técnica da endodontia guiada, dependendo do nível de oclusão ao longo da raiz. A endodontia guiada, por fornecer uma via de acesso direta ao espaço pulpar remanescente, torna o tratamento mais seguro, rápido e previsível. Além disso, apesar da necessidade de um planejamento bem delineado, não demanda grande curva de aprendizado, podendo ser procedida mesmo por profissionais sem alto grau de experiência. Tendo em mente o alto risco de iatrogenias, tal técnica se tornou uma importante e excelente opção reabilitadora (LARA-MENDES *et al.*, 2019; LLAQUET *et al.*, 2020).

Solicitação da tomografia computadorizada de feixe cônico, escaneamento digital intraoral, confecção de modelo guia de acrílico produzido por impressora 3D e seleção da broca específica para o acesso endodôntico são etapas impreteríveis a respeito da concepção do guia endodôntico (KRASIL, 2016; LARA-MENDES *et al.*, 2019; KRUG *et al.*, 2020).

A técnica da endodontia guiada pode ser dividida em: (1) uma fase laboratorial para a produção do guia endodôntico, onde a maioria dos processos são executados na ausência do paciente, com o auxílio de ferramentas digitais; e (2) a fase clínica da aplicação do guia no tratamento (DECURCIO *et al.*, 2021).

A tecnologia do design assistido por computador (CAD) e manufatura assistida por computador (CAM) são auferidas pelo scanner portátil e um compartimento móvel que carrega um computador juntamente com uma fresadora ou impressora 3D. O scanner capta imagens intraorais convertidas para o monitor, que podem ser dispostas em duas ou três dimensões. Através de um software específico, o design é executado e as instruções são assimiladas pela máquina de manufatura para a fabricação do objeto de trabalho. O produto gerado pode se tratar de guias para implantes, cerâmicas feldspáticas, guia endodôntico para acesso cavitário, entre outros. A qualidade da peça gerada é confirmada previamente pela impressora 3D ou fresadora,

que detém a capacidade de gerar quase nenhum defeito interno (ESCOBAR *et al.*, 2019).

Para a confecção de um guia sob medida, softwares são capazes de agregar os dados obtidos pelo sistema CAD à imagem tomográfica para eliminar artefatos através de um minucioso alinhamento de pontos anatômicos específicos, como superfícies oclusais de uma ou mais unidades dentárias. O elemento digital gerado é então finalizado pela tecnologia CAD e viabilizado para manufatura (SHAH; CHONG, 2018). Elementos precisos e geometricamente complexos, com variações de densidade, formato transversal, cor e propriedades mecânicas podem ser criados (DAWOOD *et al.*, 2015).

*Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM)*, criado pela *American College of Radiology*, se trata de um software que padroniza a codificação de imagens obtidas por meio de tomografia computadorizada ou ressonância magnética (NEMA, 2008). Um registro DICOM consiste em: um arquivo DICOMDIR, o qual inclui informações do paciente, dados específicos sobre a aquisição de imagem, e uma lista de imagens correspondente a cortes axiais formando a imagem 3D; e um número de imagens sequencialmente codificadas que correspondem aos cortes axiais (GRAUER; CEVIDANES; PROFFIT, 2009).

Uma vez indicado o uso da endodontia guiada, o profissional deve verificar se o paciente possui o exame de TCFC da região de interesse e o modelo digital do arco. Já que o fluxo digital se inicia com a aquisição do DICOM e *standard tessellation language* (STL), se o paciente realizou a aquisição recentemente, sem intervenções odontológicas posteriores que possam ter modificado a anatomia dental interna, ou a superfície de tecidos orais, tais arquivos podem ser analisados. Se o paciente não os tiver, ou os tiver em baixa qualidade, uma nova solicitação deverá ser prescrita. O arquivo DICOM será obtido pela captação da TCFC, já o arquivo STL será adquirido pelo escaneamento intraoral do arco do paciente (GRAUER; CEVIDANES; PROFFIT, 2009; ZENHDER *et al.*, 2015; DECURCIO *et al.*, 2021).

Quando solicitada a aquisição da TCFC por um laboratório de imagem, o arquivo é geralmente manuseado pelo laboratório e o paciente ou o solicitante recebe o documento. Caso o cirurgião-dentista possua um scanner tomográfico, o seu software permite a exportação de imagens no formato DICOM. O operador consegue visualizar o conjunto de dados observando o agrupamento de cortes ou a imagem 3D renderizada. Computadores podem reconstruir a imagem 3D, possibilitando a navegação das imagens em qualquer direção. Ainda, a figuração pode ser girada, seccionada, ou ampliada a fim de permitir a análise da região de interesse. Múltiplos filtros podem ser aplicados a mesma imagem para distinção entre tecidos de diferentes densidades. A percepção visual do operador define o que é osso e o que é tecido mole, sendo que diversos fatores podem influenciar nesse processo: contraste da imagem, artefatos e conhecimento acerca da anatomia aplicada (GRAUER; CEVIDANES; PROFFIT, 2009).

Durante o planejamento, a imagem tomográfica é utilizada também para o auxílio na escolha da broca ideal. Versões virtuais das brocas são sobrepostas na cavidade pulpar e a largura do instrumento é analisada. Após o planejamento, um modelo virtual será exportado como um arquivo no formato *Standard Tessellation Language* (STL) e enviado para uma impressora 3D que fará a impressão do guia (ZENHDER *et al.*, 2015). A estereolitografia, polimerização de uma resina líquida foto-sensível, é o método utilizado para a confecção do modelo-guia em acrílico. O computador envia para a plataforma as fatias de cortes tomográfico do modelo virtual a ser polimerizado. Após a captação do modelo-guia individualizado, o mesmo é encaixado intraoralmente no paciente, o acesso é procedido pela broca de implante compatível, e então, o tratamento endodôntico segue de forma convencional (SOUZA, 2010).

Como dito por Bordone e Couvrechel (2020), a qualidade do trajeto da perfuração na endodontia guiada está ligada a uma série de erros a serem evitados. A precisão depende da qualidade da aquisição da TCFC, assim como impressão digital, da conjugação de ambos os arquivos, do eixo de perfuração, da impressão do guia e do passo a passo clínico.

Posteriormente a confirmação da qualidade estrutural do guia impresso, são testadas características como adaptação e estabilidade dentro da boca do paciente. Atualmente, a endodontia se empodera de instrumentos e softwares utilizados para o planejamento do guia para implantes e, portanto, a broca usada para a maior parte das abordagens guiadas possui 1.3mm de diâmetro. Infelizmente, essa broca não possui poder de corte no esmalte. Desse modo, é necessário confeccionar um desgaste inicial com pontas diamantadas para que o instrumento de implante aja somente na dentina. Para o desgaste interno, é necessário um motor elétrico com rotação contínua numa velocidade ajustada a 800 RPM e torque de 4Ncm. A irrigação é realizada continuamente durante a progressão do instrumento. A cada avanço de 3mm, é necessário efetuar uma lavagem consistente a fim de remover o excesso de dentina. Assim, a broca deverá atingir a anilha do guia, que servirá como ponto de referência para alcançar a região desejada, a embocadura da luz do canal radicular. Após a exploração inicial, os protocolos de preparo químico-mecânico serão realizados de acordo com a filosofia do cirurgião-dentista operador (DECURCIO et al., 2021).

## **METODOLOGIA**

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura. Foram colhidos artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e dissertações de mestrado indexados nos bancos de dados PubMed, Scientific Electronic Library (sciELO) e google acadêmico. Foram utilizados 03 livros científicos publicados nos anos de 2008, 2011 e 2020, cada um. Ao todo de 48 produções científicas utilizadas, 41 foram publicadas no período compreendido entre 2014 a 2022 e 07 delas entre 2004 a 2011. As palavras-chave utilizadas para nortear a coleta dos trabalhos científicos, conferidas nos Descritores em Ciência e Saúde (DeCS), foram: *cone-beam computed tomography*, *CAD-CAM*, *pulp calcification* e os seus correspondentes na língua portuguesa. Após análise dinâmica das pesquisas encontradas, com verificação do ano de publicação, título, resumo e objetivo, os critérios de inclusão abrangeram estudos publicados em inglês (44 trabalhos) e português (04 trabalhos). Além disso, foram incluídas publicações referentes ao período dentro dos últimos 08 anos (2014-2022), porém trabalhos

anteriores com relevância significativa ao tema também foram utilizados. Mediante os critérios de exclusão, estudos não publicados na íntegra, não pertinentes ao tema abordado e duplicatas foram descartados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A calcificação pulpar é caracterizada como uma reação tecidual decorrente de uma injúria que leva a um progressivo processo de exacerbada mineralização da polpa (*AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS*, 2020). Os mecanismos bioquímicos que levam a essa condição são, até então, desconhecidos (*BASTOS; CÔRTEZ*, 2018), porém *Korkmaz et al.* (2018) relacionaram esse evento a alterações vasculares, especialmente quando geradas por trauma mecânico. O contínuo acúmulo de dentina terciária é também caracterizado como uma possível causa da atresia da cavidade pulpar (*GUPTA et al.*, 2018). Com o envelhecimento da população mundial acompanhado de uma maior preservação da estrutura dentária na boca, a identificação de dentes com calcificação pulpar em indivíduos idosos vem aumentando, com isso, quando indicada a terapia endodôntica, um plano de tratamento estratégico é essencial, já que a preservação dentária facilita a função do sistema estomatognático em pacientes na terceira idade (*ALLEN; WHITWORTH*, 2004). Traumas mecânicos externos (*MOURA et al.* 2017; *CHOUGULE et al.*, 2017), tratamentos restauradores extensos, preparos protéticos para coroa total (*FLEIG et al.*, 2017), tratamento ortodôntico (*KORKMAZ et al.*, 2018); *CHOUGULE et al.*, 2017), trauma oclusal (*SPINAS et al.*, 2020) cáries crônicas (*CÔRTEZ; BASTOS*, 2018) e questões genéticas (*BARRON et al.*, 2018) são outras causas da calcificação pulpar abordadas na literatura.

Segundo *Loureiro et al.* (2021) a resolução de casos de obliteração pulpar associados à patologia endodôntica por muito tempo requereu abordagens cirúrgicas, as quais diversas vezes causaram estresse emocional para o paciente, maior tempo operatório, perda óssea, acidentes, complicações e dor pós-operatória. Nas situações onde há presença de canais radiculares

obliterados após curvatura, a apicectomia é a abordagem terapêutica mais apropriada. Estudos em dentes com calcificação pulpar submetidos a diferentes tipos de tratamentos são necessários a fim de comparar as taxas de sucesso da endodontia guiada e cirurgia paraendodôntica. Apesar de abordagens diferentes, tanto o tratamento endodôntico guiado, quanto a cirurgia paraendodôntica requerem o auxílio da TCFC para execução do plano de tratamento (BORDONE; COUVRECHEL, 2020; CONNERT et al., 2018).

De acordo com Lofthag-Hansen (2006), dadas as limitações das imagens produzidas por radiografias periapicais, os exames tri-dimensionais da unidade dentária e do osso adjacente são recursos importantes para a mensuração de patologias endodônticas, especialmente quando indicadas para dentes multirradiculares. Entretanto, apesar da superioridade da TCFC, esse recurso não deve ser a primeira escolha em relação à radiografia periapical convencional nas etapas clínicas iniciais, considerando os princípios ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) (YANG et al., 2016). Segundo Connert et al. (2017), a redução no número de tomadas radiográficas sob a abordagem da endodontia guiada se trata de um benefício que compensa a radiação recebida pelo paciente durante a captação da imagem tomográfica.

A imagem tomográfica, softwares de planejamento e tecnologia de impressão 3D permitiram o desenvolvimento da endodontia guiada. Com isso, os passos operatórios em casos complexos foram simplificados pelas técnicas de acesso guiado, porém, apesar da menor duração operacional, o planejamento demanda maior complexibilidade (KRASTL et al., 2016).

A atual tecnologia CAD/CAM implementou algumas vantagens dentro do campo da odontologia, dentre elas: aplicação de novos materiais; menor dificuldade operacional; bom custo-benefício; e previsibilidade. Para Tavares et al. (2018) O Escaneamento intraoral direto oferece uma cópia do dente mais confiável e de forma ágil, o que é de suma importância para o sucesso em casos que exijam alta sensibilidade. Entretanto, mesmo quando o escaneamento oral direto não for viável, a técnica ainda pode ser procedida com moldagem a partir de materiais como a silicona, com posterior escaneamento do modelo de gesso gerado. Após essas etapas, é necessário

que a broca adequada seja selecionada ao levar em consideração questões anatômicas que possam vir a dificultar ou facilitar a condução do tratamento, que deverá ser o menos traumático possível (DECURCIO et al., 2021).

Visto que a broca de acesso se trata de um instrumento rígido e incapaz de realizar curvas, sinuosidades radiculares podem ser fator limitante no que se refere ao uso da técnica mencionada. Contudo, tendo em mente que a maioria das calcificações são encontradas nos terços cervical e médio das raízes, e curvaturas, no terço apical, a endodontia guiada permanece uma opção viável (LARA-MENDES et al., 2019). Conforme Krastl (2016) esse tipo de intervenção endodôntica se mantém majoritariamente restrito à dentes anteriores em virtude da acessibilidade para instalação do modelo-guia. Em contrapartida, Gonçalves et al. (2021), relataram a aplicação bem sucedida da endodontia guiada em um primeiro molar inferior do hemiarco direito.

Resultados terapêuticos favoráveis foram obtidos após o uso de guias direcionais tridimensionais para a viabilização de um acesso minimamente invasivo utilizando brocas convencionais e específicas para implante dentário. Além disso, foi constatado que o tempo de operação e perda de estrutura dental foram consideravelmente reduzidos, e o risco de perfuração, evitado (SHAH; CHONG, 2018; FLORATOS; MILTIADOUS, 2017)). De acordo com Connert et al. (2019), a perda de substância por um preparo de acesso foi cinco vezes menor utilizando-se um acesso guiado.

A fim de minimizar possíveis erros dentro da endodontia guiada, Bordone e Couvrechel (2020), estabeleceram alguns protocolos: (1) o uso de guias suportados em apenas 3 a 4 dentes, já que geralmente os modelos utilizados em grande parte dos relatos na literatura abrangem a maior parte do arco. (2) As brocas possuem diâmetros que variam entre 0.75 e 1.5mm, sendo assim, uma broca de 0.75 mm permite um procedimento menos invasivo. Para Gonçalves et al. (2021) a maioria das anilhas presentes no mercado possuem diâmetros maiores quando comparados aos diâmetros das brocas de implante recomendadas para o tratamento endodôntico. O uso de anilhas mais largas pode ser mais prejudicial do que benéfico. De acordo com o autor, um

meticuloso acesso inicial, respeitando a angulação do guia, mostrou-se ser suficiente para manter o caminho de acesso até a luz do canal radicular.

Connert et al. (2019) realizaram um estudo comparativo entre acesso convencional e acesso endodôntico guiado, onde foram analisados fatores como perda de estrutura dentária e eficácia na localização do canal radicular. Na pesquisa, seis conjuntos de arcadas superiores e inferiores foram produzidas com modelos 3D de incisivos impressos, simulando canais calcificados. Três operadores com diferentes graus de experiência efetuaram o acesso endodôntico em cada dente anterior com as técnicas convencional e da endodontia guiada, oito dentes por técnica e operador. As cavidades confeccionadas foram volumetricamente mensuradas através de imagens tomográficas. A exploração do canal principal foi efetiva em 41.7% (10 de 24) dos casos utilizando a técnica convencional, e em 91.7% (22 de 24) com o acesso guiado. A média da perda de estrutura dental foi cinco vezes menor quando os guias endodônticos foram utilizados. Além disso, o tempo de operação foi o dobro quando procedida a técnica convencional. Os autores concluíram que a endodontia guiada permite a localização e exploração dos canais radiculares de forma mais previsível, fácil e com menor perda de estrutura dental sadia.

Em um estudo similar, Kostunov et al. (2020) compararam a quantidade de perda de substância dentária ao comparar as formas de acesso convencional e guiada. Na técnica convencional, a média de perda de esmalte e dentina foi de 16.1mm<sup>3</sup> em incisivos, com desvio padrão de 3.7mm<sup>3</sup>; em pré-molares a perda foi de 44.2mm<sup>3</sup>, com desvio padrão de 8.9mm<sup>3</sup>; em molares a perda foi de 99.3mm<sup>3</sup> com desvio padrão de 3.1mm<sup>3</sup>. Na técnica guiada, a média de perda de estrutura dentária foi significativamente menor: 10.3mm<sup>3</sup> com desvio padrão de 1.1mm<sup>3</sup> em incisivos; para pré-molares a perda foi de 29.3mm<sup>3</sup> com desvio padrão de 4.2mm<sup>3</sup>; e para molares, 51.5mm<sup>3</sup> com desvio padrão de 5.3mm<sup>3</sup>.

Segundo Buchgreitz et al. (2019) a endodontia guiada possui taxa de sucesso mais favorável, quando aplicada na região anterior das arcadas dentárias, já que há mais espaço para a inserção do guia, broca e peça de

mão, havendo limitações quando aplicada às regiões posteriores das arcadas. Mediante tal desvantagem, os autores propuseram a fabricação de um guia intra-coronário. No relato de caso do estudo, a endodontia guiada foi utilizada somente para o tratamento do canal disto-vestibular do primeiro molar superior do lado direito em um paciente com abertura de boca limitada. Os demais canais radiculares foram previamente manejados com a técnica convencional. Após a captação da TCFC, escaneamento intra-oral e seleção da broca, o guia foi fabricado. Em seguida, foi utilizado um pino metálico capaz de atingir o soalho da câmara pulpar, cuja função era indicar a entrada do canal disto-vestibular, mostrando sua correta localização. Com o pino metálico posicionado na abertura do guia e sobre o conduto mencionado, um material resinoso foi inserido ao seu redor, e conseqüentemente polimerizado. Posteriormente, removeu-se o pino metálico, de modo que apenas o canal disto-vestibular estava acessível e as entradas dos demais canais já tratados haviam sido cobertas. Isso permitiu a exploração do canal disto-vestibular, já que sua entrada era a única que estava livre e visível, com isso, o tratamento seguiu de acordo com o planejamento previamente estabelecido com a contribuição dos softwares auxiliares.

As plataformas de planejamento e design, bem como as brocas de operação utilizadas para a execução da endodontia guiada são ferramentas que foram inicialmente desenvolvidas para outros propósitos, majoritariamente para implantodontia, o que promove limitações durante o tratamento de dentes com canais calcificados (LOUREIRO et al., 2021).

Devido a inflexibilidade da broca de acesso (KRSTL et al., 2016), a trajetória de desgaste é efetuada de forma retilínea, diversas vezes provocando desgaste desnecessário da borda incisal quando a técnica é aplicada em incisivos (CONNERT et al., 2019). A fim de evitar tal iatrogenia, Tavares et al. (2018) propuseram uma padronização no modelo-guia, de modo que a direção de trepanação deva ocorrer no centro exato da superfície palatina, tanto no sentido vestibulo-lingual, quanto no sentido inciso-cervical.

A técnica de acesso guiado, à primeira vista, parece estar distante da prática cotidiana. Os gastos envolvidos no planejamento tridimensional e

confeção do modelo são altos, entretanto, o tempo clínico para o tratamento endodôntico foi consideravelmente reduzido e iatrogenias foram prevenidas. Comparado aos futuros custos terapêuticos necessários caso o tratamento endodôntico convencional falhe, levando a perda dental, a abordagem exposta pode ser considerada com bom custo-benefício (KRASTL et al., 2016). As vantagens da técnica da endodontia guiada estão expostas na figura 1.

Visto a recente elaboração da técnica da endodontia guiada, diversos problemas operacionais ainda persistem. Tal fator revela a necessidade da produção de novas pesquisas que possam oferecer alternativas para superar as limitações relatadas na figura 2.

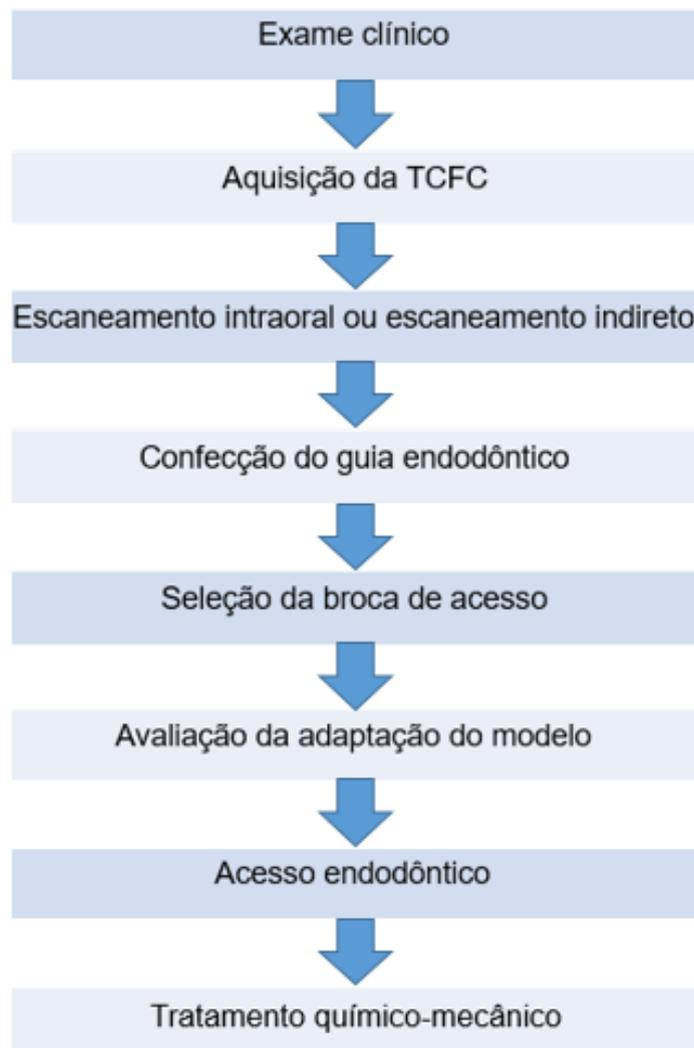
<b>Autores</b>	<b>Vantagens</b>
<b>SCARFE et al., 2016</b>	O auxílio da TCFC permite maior previsibilidade ao tratamento.
<b>SHAH et al., 2018</b>	Redução do risco de iatrogenias e preservação da estrutura dental.
<b>CONNERT et al., 2019</b>	Tratamento rápido.
<b>LARA-MENDES et al., 2019</b>	Fornecer uma via de acesso direta até a cavidade pulpar.
<b>LLAQUET et al., 2020</b>	Não demanda grande experiência.
<b>LOUREIRO et al., 2021</b>	Alternativa viável, caso a cirurgia paraendodôntica esteja contra-indicada.
<b>GONÇALVES et al., 2021</b>	Aplicável para tratamento em dentes posteriores.

**Figura 1.** Vantagens da endodontia guiada

Autores	Desvantagens
KRASTL et al., 2016	Majoritariamente restrito a dentes anteriores.
KRASTL et al., 2016	Alto custo financeiro.
LARA-MENDES et al., 2019	A inflexibilidade da broca de acesso contra-indica a sua utilização em terços radiculares com curvatura.
LARA-MENDES et al., 2019	Necessidade de um planejamento complexo.
DECURCIO et al., 2021	Além da fase clínica, demanda de fase laboratorial.
DECURCIO et al., 2021	Diversas ferramentas e recursos utilizados foram desenvolvidos para implantodontia.

**Figura 2.**Desvantagens da endodontia guiada.

Já no que diz respeito ao passo-a-passo clínico quando se opta pelo tratamento endodôntico guiado, há uma variação de abordagem entre os cirurgiões-dentistas quanto aos softwares empregados, material de confecção do guia, espessura da broca de acesso, marca comercial da lima endodôntica tipo de solução irrigadora e medicação intracanal. Porém, algumas etapas clínicas são consensuais, assim como expostas pela figura 3 (ZENHDER et al., 2015; KOSTUNOV et al., 2016; BUCHGREITZ et al., 2018; CONNERT et al., 2018; TAVARES et al., 2018; ALI et al., 2019; CASADEI et al., 2019; LARA-MENDES et al., 2019; BORDONE et al., 2020; TAVARES et al., 2020; DECURCIO et al., 2021; GONÇALVES et al. 2021; LLAQUET et al., 2021; LOUREIRO et al., 2021; MAIA et al., 2022).



**Figura 3.** Etapas consensuais durante a execução da técnica da endodontia guiada.

Por fim, é necessário que sejam divulgados mais estudos comparativos e diferentes protocolos devem ser estabelecidos, a fim de que sejam superadas as desvantagens expostas no presente estudo.

## **CONCLUSÃO**

A endodontia guiada, apesar de pouco tempo desde que foi implementada, vem se mostrando uma modalidade de tratamento viável para os casos onde se verificou a necessidade de tratamento endodôntico em dentes com canais radiculares calcificados. A aplicação da técnica deverá ser ditada pela anatomia dental: presença/ausência de calcificação e/ou

curvaturas; abertura de boca do paciente; conhecimento do cirurgião-dentista; relação custo-benefício; e acessibilidade às tecnologias e materiais necessários. Dito isso, os recursos de escaneamento intraoral e aquisição da tomografia computadorizada de feixe cônico são impreteríveis para aplicação da técnica descrita, auxiliando nas etapas de diagnóstico, planejamento, escolha/fabricação de materiais, conseqüentemente tornando o tratamento mais previsível.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, P. Finbarr; WHITWORTH, John M. Endodontic Considerations in the Elderly. **The Gerodontology Association and Blackwell Munksgaard Ltd.** v.21, n.4, p.185-194. 2004
- ALI, Afzal; ARSLAN, Hakan et al. Guided endodontics: a case report of maxillary lateral incisors with multiple dens invaginatus. **Restor Dent Endod.** v.44, n.4, p.1-8. 2019.
- ALMOHAMED, Amal Abdullah. The use of cone-beam computed tomography in localizing calcified canals during endodontic treatment. **Sudi Endodontic Journal.** v. 8, n.3, p.217-221. 2018.
- ÁLVARES, Jesus Mena et al. Endodontic Treatment of Dens Evaginatus By Performin a Splint Guided Access Cavity. **J Eshet Restor Dent.** v.29, n.6, p.396-402. 2017.
- AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. **Glossary of Endodontic Terms.** 10 ed. AAE. Chicago, Illinois. 2020.
- BASTOS, Juliana Vilela; CÔRTEZ, Maria Ilma de Souza. Pulp canal obliteration after traumatic injuries in permanent teeth – scientific fact or fiction? **Brazil Oral Res.** v.32, n.1, p. 159-168, 2018.
- BUCHGREITZ, J., BUCHGREITZ, M., BJØRNDAL, L. Guided Endodontics Modified for Treating Molars by Using an Intracoronal Guide Technique. **Journal of Endodontics.** v. 45, n.6, p.818-823. 2018.
- BORDONE, Antonietta; COUVRECHEL, Cauris. Treatment of obliterated root canals using various guided endodontic techniques. **Giornale Italiano di Endodonzia.** v.34, n.1, p.23-34. 2020.
- BYUN, C. et al. Endodontic Treatment of an Anomalous Anterior Tooth With the Aid of a 3-dimensional Printed physical Tooth Model. **Journal of Endodontics.** v. 41, n.6, p.961-965. 2015.

CASADEI, Bruna de Athayde; LARA-MENDES, Sônia T. de O; BARBOSA, Camila de Freitas M. et al. Access to original canal trajectory after deviation and perforation with guided endodontic assistance. **Australian Endodontic Journal**. v. 46, n.1, p. 101-106. 2019.

CONNERT, T; ZHENDER, M. S.; AMATO, M. et al. Microguided Endodontics: a method to achieve minimally invasive access cavity preparation and root canal location in mandibular incisors using a novel computer-guided technique. **International Endodontic Journal**. v. 51, n.1, p.247-255, 2018.

CONNERT, Thomas; KRUG, Ralf; EGGMAN, Florin et al. Guided Endodontics versus Conventional Access Cavity Preparation: A Comparative Study on Substance Loss Using 3-dimensional–printed Teeth. **Journal of Endodontics**. v.45, n.3, p.327–331 .2019.

CHOUGULE, Amruta R.; KUNDABALA, M.; MOHAN, Rayapudi P. *et al.* Cone-beam Computed Tomography: A Resolution to Paradoxical Judgments in Endodontic Diagnosis. **World Journal of Dentistry**. v. 7, n.2, p.100-106, 2016.

DAWOOD, A.; MARTI, B. Marti; SAURET-JACKSON, V. et al. 3D printing in dentistry. **BRITISH DENTAL JOURNAL**. v.219, n.11, p.521-5229. 2015.

DECURCIO, Daniel A.; BUENO, Mike R.; SILVA, Julio A. et al. Digital Planning on Guided Endodontics Technology. **Brazil Dental Journal**. v.32, n.5, p.23-33. 2021.

ESCOBAR, Patricia Matia; KISHEN, Anil; LOPES, Fabiane Carneiro et al. A CAD/CAM-based strategy for concurrent endodontic and restorative treatment. **Restorative dentistry and endodontics**. v.44, n.3, p. 1-12. 2019.

European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. **International Endodontic Journal**. v.39, n. 11,p.921-930. 2006.

FLEIG, SENTA; ATTIN, Thomas; JUNGBLUTH, Holger. Narrowing of the radicular pulp space in coronally restored teeth. **Clinical Oral Investigations**. v. 21, n.4, p.1251-1257. 2016.

FLORATOS, Spyros; MILTIADOUS, Maria-Elpida. Intraoperative Use of CBCT for Identification and Localization of Calcified Canals: A Clinical Technique. **Hindawi**. v.2017, n. 1, p.1-6. 2017.

FONSECA, Gabriel M.; FONSECA, Miguel M. Calcific Metamorphosis with Pathological Root Resorption in Permanent Teeth: Morphohistometric Evaluation of Two Cases. **Int. J. Morphol.** v.33, n.2, p.712-718, 2015.

GONÇALVES, Wesley Fernandes. Guided Endodontics in Root Canals with Complex Access: two case reports. **Brazilian Dental Journal**. v.32, n.6,p.115-123. 2021.

GUPTA, Shashank; GUPTA, Garima; GUPTA, Neha. Age Changes in Dentin and Dental Pulp: A Radiographic Study. **Journal of Mahatma Gandhi University of Medical Sciences & Technology**. v.3, n. 3, p. 83-87. 2018.

GRAUER, D.; CEVIDANES, L. S.; PROFFIT, W. R. Working with DICOM craniofacial images. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. v.136, n.3, p.460– 470. 2009.

HSIEH, Chen-Yu et al. The Prevalence and Distribution of Radiopaque, Calcified Pulp Stones: A cone-beam computed tomography study in a northern Taiwanese population. **Journal of Dental Sciences**. v.13, p.138-144. 2017.

KORKMAZ, Yasemin Nur; AYDIN, Zeliha Ugur; SARIOGLU, Burak. Orthodontic Treatment and Pulp Stone Formation: is there a relationship? **Clinical and Experimental Health Sciences**. v.9, n.1, p.340-344. 2018.

KOSTUNOV, Jana; RAMMELSBERG, Peter; KLOTZ, Anna-luisa et al. Minimization of Tooth-Substance Removal in Normally Calcified Teeth Using Guided Endodontics: An In-Vitro Pilot Study. **Journal Pre-proof**. v. 47, n.2, p. 286-290. 2020.

KRASTL, Gabriel; ZEHNDER, Marc S.; CONNERT, Thomaset al. Guided Endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology. **Dental Traumatology**. v.32, n.3 p.240–246. 2016.

KRUG, Ralf; CONNERT, Thomas; REICH, Sebastian et al. Guided endodontic treatment of multiple teeth with dentin dysplasia: a case report. **Head and Face Medicine**. v. 27, n.16, p.1-8. 2020.

LARA-MENDES, Sônia T. de O.; BARBOSA, Camila de Freitas; MACHADO, Vinícius C. et al. Guided endodontics as an alternative for the treatment of severely calcified root canals. **Dental Press Endod**. v.9, n.1, p.15-20. 2019.

LOFTHAG-HANSEN, Sara; HUUMONEN, Sisko; GRÖNDAHL et al. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** v.103, n. 1 p.114-119. 2007.

LUUKKO, K.; KETTUNEN, P.; FRISTAD, I.; BERGGREEN, E. **Estrutura e Funções do Complexo Dentino-Pulpar.** In: COHEN. Caminhos da Polpa. 10ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2011.

LOUREIRO, Marco Antonio Z.; SILVA, Julio A.; CHAVES, Gustavo S. et al. Guided endodontics: The impact of new technologies on complex case solution. **Australian Endodontic Journal.** v.47, n.3, p.664-671. 2021.

LLAQUET, M.; VIDAL, Carlos; MERCADÉ, Montse et al. Guided endodontics for managing severely calcified canals. **Journal of Endodontics.** v. 47, n.2, p. 315-321. 2021.

MAIA, Lucas Moreira; BAMBIRRA JÚNIOR, Wilson; TOUBES, Kênia Maria et al. Endodontic guide for the conservative removal of a fiberreinforced composite resin post. **The Journal of Prosthetic Dentistry.** v. 128, n.1, p. 4-7. 2022.

MARQUES, Jeidson Antonio Morais; MUSSE, Jamilly de Oliveira; GOIS, Bruno Cabús et al. Cone-beam Computed Tomography Analysis of the Frontal Sinus in Forensic Investigation. **Int. J. Morphol.** v.32, n.2, p.660-665. 2014.

MILCENT, Camila Peixoto Fabri. **Estudo Morfológico, Estrutural e da Composição Química de Nódulos Pulpares em Dentes Humanos.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. p.63. 2018.

MOURA, Lucas Borin; VELASQUES, Bibiana Dalasso; SILVEIRA, Luis Fernando Machado et al. Therapeutic Approach to Pulp Canal Calcification as Sequelae of Dental Avulsion. **European endodontic Journal.** v.12, n.2, p. 1-5. 2017.

National Electrical Manufacturers Association. **DICOM digital imaging and communications in medicine.** Rosslyn, Va: National Electrical Manufacturers Association (NEMA); 2008.

RAMIS-ALARIO, Amparo; TARAZONA-ALVAREZ, Beatriz; CERVERA-BALLESTER, Juan et al. Comparison of diagnostic accuracy between periapical and panoramic radiographs and cone beam computed tomography in measuring the periapical area of teeth scheduled for periapical surgery. A cross-sectional study. **Journal Clinical Experimental Dentistry.** v.11, n.8, p.732-738. 2019.

SHAH, P.; CHONG, B. S. 3D Imaging, 3D Printing and 3D Virtual Planning in Endodontics. **Clin Oral Investing**. v.22, n. 2, p. 641-654. 2018.

SOUZA, Marcelo de. **Utilização de Bioprotótipos na Odontologia**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. P.19. 2010.

SIDDIQUI, Shoaib Haider; MOHAMED, Ahmed Nabil. Calcific Metamorphosis: A Review. **International Journal of Health Sciences**. v. 10, n. 3, p.437-442. 2016.

SPINAS, Enrico; PIPI, Laura; DETTORI, Claudia. Extrusive Luxation Injuries in Young Patients: A Retrospective Study with 5-Year Follow-Up. **Dentistry Journal**. v.136, n.8, p.1-19. 2020.

STRBAC, Gerog D.; SCHNAPPAUF, Albrecht; GIANNIS, Katharina et al. Guided Modern Endodontic Surgery: A Novel Approach for Guided Osteotomy and Root Resection. **Journal of Endodontics**. v.43, n.3. p. 496- 501. 2016.

TAVARES, Warley Luciano Fonseca; VIANA, Ana cacília Diniz; MACHADO, Vinícius de Carvalho et al. Guided Endodontic Access of Calcified Anterior Teeth. **Journal of Endodontics**. v.44, n.7, p.1195–1199. 2018.

TAVARES, Warley Luciano Fonseca; FERREIRA, Marcus Vinícius Lucas; MACHADO, Vinícius de carvalho et al. Antimicrobial photodynamic therapy and guided endodontics: A case report. **Elsevier**. v.31, n. 1, p. 1-3. 2020.

YANG, Ying-Ming. CBCT-Aided Microscopic and Ultrasonic Treatment for Upper or Middle Thirds Calcified Root Canals. **BioMed Research International**. v.1, n.1, p.1-3. 2020.

ZENHDER, M. S. ; CONNET, T.; WEIGER, R. et al. Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. **International Endodontic Journal**. v.40, n.10, p. 966-972. 2015.

