

Avaliação da condição periapical de dentes tratados endodonticamente por tomografia computadorizada de feixe cônico



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.005-002>

Gabriel Kennedy Barroso

Departamento de Odontologia; Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM; Diamantina, Minas Gerais, Brasil

Giovana Patucci de Almeida

Departamento de Dentística Restauradora, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR) Brasil

Juliana Marfut Henning

Departamento de Dentística Restauradora, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR) Brasil

Felipe Andretta Copelli

Departamento de Dentística Restauradora, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR) Brasil

Janis Skoroski

Departamento de Dentística Restauradora, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR) Brasil

Larissa Doalla de Almeida e Silva

Departamento de Dentística Restauradora, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR) Brasil

Thiago Fonseca-Silva

Departamento de Odontologia; Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM; Diamantina, Minas Gerais, Brasil
E-mail: thiagofonsecasilva@gmail.com

Angela Fernandes

Departamento de Dentística Restauradora, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR) Brasil

Bruno Cavalini Cavenago

Departamento de Dentística Restauradora, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR) Brasil

Carolina Carvalho de Oliveira Santos

Departamento de Odontologia; Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM; Diamantina, Minas Gerais, Brasil

RESUMO

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico tornou-se parte importante da prática endodôntica, pois permite a visualização e manipulação de imagens tridimensionais. O presente estudo teve como objetivo avaliar a condição periapical de dentes tratados endodonticamente através da análise de tomografias computadorizadas. Trata-se de um estudo transversal retrospectivo, no qual foram analisados 707 dentes. Foram avaliados os diferentes grupos dentários, a presença de retentor intra-radicular, a restauração coronariana, a fratura radicular e a reabsorção radicular, bem como os limites apical e lateral da obturação e a qualidade da obturação. Os dados foram tabulados e, posteriormente, tratados estatisticamente por meio de análises descritivas e associações. Foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e qui-quadrado, com nível de significância de 95% ($p \leq 0,05$). Do total de dentes analisados, os incisivos superiores foram os mais prevalentes (27,7%), seguidos pelos pré-molares superiores (18,8%) e molares inferiores (15,1%). Foram observadas associações significativas entre a presença de alterações no periápice e o limite apical ($p=0,001$), o limite lateral do enchimento ($p=0,000$), a qualidade do preenchimento ($p=0,030$) e a presença de reabsorção radicular (0,000). Conclui-se que o preenchimento insatisfatório dos canais radiculares é um fator relevante para a presença de doenças periapicais.

Palavras-chave: Obturação do Canal Radicular, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Endodontia, Periodontite Periapical.



1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico visa limpar, desinfetar e selar todos os canais radiculares e suas ramificações (Ørstavik, 1998) prevenir a formação de periodontite apical ou criar condições para sua reversão (Eriksen, 1991). A radiolucência periapical, caracterizada por reabsorção óssea, é consequência da inflamação ao redor das terminações do canal radicular em resposta a uma infecção bacteriana (Gomes et al., 2018), sendo considerado um dos critérios para determinar o sucesso do tratamento endodôntico (Alfouzan et al., 2016; Sarıyılmaz et al., 2016; Nascimento et al., 2018). O diagnóstico pulpar e periapical, a infecção pulpar residual, o limite apical de obturação, as complicações durante o procedimento e a presença e qualidade da restauração são alguns dos fatores que influenciam o sucesso do tratamento endodôntico (Chugal et al., 2003). Além disso, o preenchimento de canais laterais (Yamaguchi et al., 2018), a presença de canais não tratados (Hoen & Pink, 2002; Costa et al., 2019) e a homogeneidade do preenchimento (Asgary et al., 2010) são algumas das variáveis que estão relacionadas ao sucesso do tratamento realizado.

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tem sido amplamente utilizada na área de Endodontia para planejamento clínico, diagnóstico de patologias e acompanhamento de casos após procedimentos. A grande vantagem deste exame é que ele permite a visualização da cavidade oral e suas estruturas em um aspecto tridimensional em vez do aspecto bidimensional comum às radiografias convencionais (Beacham et al., 2018). Além disso, é uma ferramenta de grande valor diagnóstico, principalmente nos casos de falha do tratamento endodôntico onde há necessidade de investigar possíveis causas. Devido à sua configuração de imagem tridimensional, é mais fácil visualizar a anatomia do canal radicular, identificar canais radiculares e diagnosticar e gerenciar a reabsorção radicular (Patel et al., 2015).

Dada a capacidade da TCFC em analisar a condição periapical e o tratamento endodôntico, este estudo teve como objetivo avaliar a condição periapical de dentes tratados endodonticamente através da análise de tomografias computadorizadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo transversal retrospectivo incluiu a análise de 707 dentes de exames de TCFC arquivados no Laboratório de Imagem da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Paraná (LABIM-UFPR), datados de novembro de 2014 a setembro de 2018. As tomografias computadorizadas foram realizadas para planejamento de procedimentos odontológicos, diagnóstico complementar de patologias dentárias e bucais, colocação de implantes e tratamentos cirúrgicos e endodônticos. As imagens tomográficas foram realizadas utilizando-se o tomógrafo i-Cat (Imaging SciencesvInternational, Hatfield, PA) operado a 120kV e 7mA. Todas as imagens foram realizadas de acordo com o protocolo determinado pelo fabricante do equipamento. O presente estudo foi aprovado



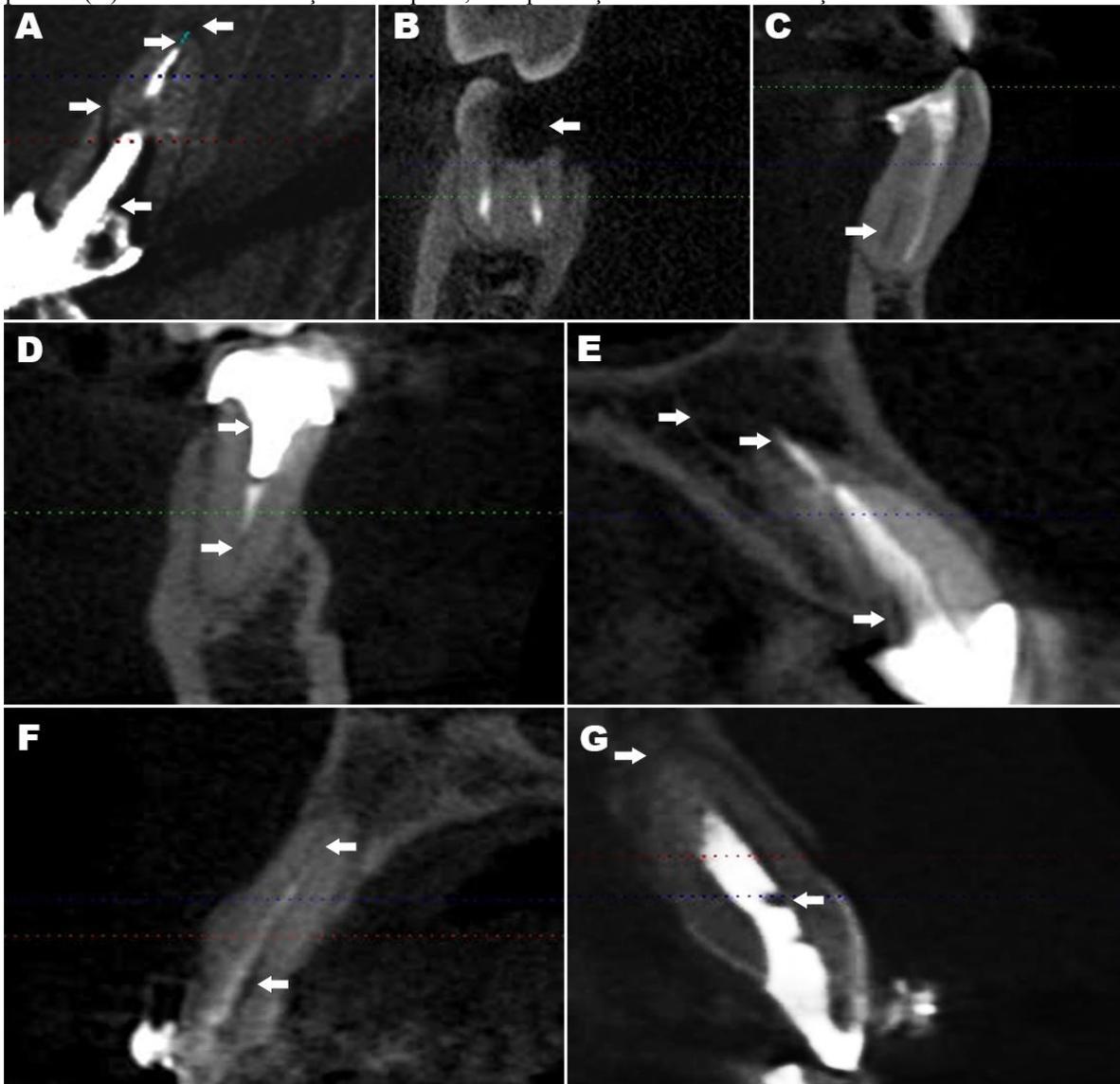
pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná (Protocolo nº 2.362.156).

O software Thei-CAT (3.1.62, i-CAT Xoran Technologies, Ann Arbor, MI) foi utilizado para análise das imagens e uma espessura de 0,25 mm foi definida como padrão para a observação dos exames de TC. As imagens foram analisadas em cortes axiais, sagitais e coronais. O contraste e o brilho das imagens foram ajustados com o auxílio da ferramenta de processamento de imagens do software para garantir a visualização ideal.

Os critérios de inclusão para o estudo foram: imagens de TCFC de dentes permanentes tratados endodonticamente com imagens bem processadas, sem problemas na aquisição e visualização dos cortes. Os critérios de exclusão estabelecidos para a análise dos exames de TC foram: tomografias que contivessem artefatos que impossibilitassem a análise do dente.

As tomografias computadorizadas foram analisadas por dois examinadores treinados e previamente calibradas (κ 0,8). Foram coletadas informações relacionadas ao tratamento endodôntico, restaurações coronarianas, afecções periapicais e integridade radicular. O limite apical de enchimento adequado foi estabelecido como aquele em que a distância ápice de enchimento estava entre 0 e 2 mm, e inadequado no caso de sub-preenchimentos maiores que 2 mm (Sjögren et al., 1990; Farzaneh et al., 2004; Heling et al., 2001; İlgüy et al., 2013; Lee et al., 2012; Liang, Li, Wesselink, Wu 2011; Pico et al., 2001; Ridell et al., 2006; Smith, Setchell, Harty, 1993; Tani-Ishii, Teranaka, 2003), sobrerestauroções ou canais radiculares não tratados. No caso do limite lateral de obturação, este foi considerado inadequado quando maior ou muito menor que a proporção de um terço da largura da raiz avaliada, ou mesmo no caso de canais radiculares não tratados. Quanto à qualidade do preenchimento, este foi considerado inadequado quando não era homogêneo, com espaços vazios entre o preenchimento e o canal preparado, ou porosidades dentro da massa obturadora e também em canais não tratados (Venskutonis et al., 2015). Para a condição periapical, raízes com radiolucência periapical ou lateral ou espaço ligamentar periodontal aumentado com espessamento entre 0,5 e 1 mm em pelo menos um dos planos de corte foram consideradas com periápice alterado (Estrela et al., 2008). Em pacientes com mais de um canal, o canal radicular com pior condição foi utilizado para análise (Venskutonis et al., 2015). Restaurações coronárias, retentores intra-radulares, reabsorções radiculares e fraturas dentárias foram classificadas como presentes ou ausentes (Figura 1).

Gráfico 1. (A) Presença de retentor radicular, fratura radicular e espessamento do periápice radicular. Preenchimento com limite apical de 0,90 mm, considerado adequado. (B) Dente com ausência de restauração coronariana. (C) Canino com presença de dois canais radiculares e ausência de obturações do canal lingual. (D) Dente com presença de retentor intraradicular e limite apical inadequado (subobturação). (E) Dente com presença de retentor intraradicular, limite apical inadequado (sobreenchimento) e presença de lesão periapical. (F) Dente com limites apical (subobturação) e laterais inadequados. (G) Dente com obturação inadequada, com presença de bolhas e reabsorção radicular.



Os dados foram tabulados no software SPSS® 17.0 e, posteriormente, tratados estatisticamente por meio de análises descritivas de distribuição e frequências e associações. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para verificar a normalidade dos dados e o teste do qui-quadrado para analisar as associações. Adotou-se nível de significância de 95% ($p \leq 0,05$) para interpretação dos resultados.

3 RESULTADOS

Foram analisados 707 dentes de 280 tomografias. A média de idade dos pacientes avaliados foi de 49,36 anos (mediana de 52 anos), 68,9% eram do sexo feminino e 31,1% do sexo masculino. A Tabela 1 apresenta os dados descritivos do estudo.



Dos dentes avaliados, 34,1% eram anteriores superiores, 33,1% posteriores superiores, 27,6% posteriores inferiores e 5,2% anteriores mandibulares, com maior prevalência de incisivos entre os dentes superiores (n=196) e molares entre os dentes inferiores (n=107).

Em relação à condição periapical, 62,5% dos dentes apresentavam condição periapical alterada, enquanto 37,5% apresentavam condição periapical saudável. Quanto ao limite apical de obturação, 67,9% dos dentes estavam adequados e 32,1% inadequados.

Tabela 1. Análise descritiva dos dados avaliados.

<i>Variável</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
Sexo		
Macho	87	31,1
Fêmea	193	68,9
Grupo odontológico		
Maxila anterior	241	34,1
Maxila posterior	234	33,1
Anterior da mandíbula	37	5,2
Posterior mandibular	195	27,6
Limite apical de enchimento		
Adequado	480	67,9
Inadequado	227	32,1
Limite do obturador lateral		
Adequado	528	74,7
Inadequado	179	25,3
Qualidade do enchimento		
Apropriado	551	77,9
Inadequado	156	22,1
Condição periapical		
Saudável	265	37,5
Doente	442	62,5
Retentor intrarradicular		
Presente	231	32,7
Ausente	476	67,3
Restauração coronariana		
Presente	658	93,1
Ausente	49	6,9
Reabsorção radicular		
Presente	106	15,0
Ausente	601	85,0
Fratura dentária		
Presente	13	1,8
Ausente	694	98,2

A análise da associação entre as variáveis estudadas (Tabela 2) mostrou que não há associação significativa entre a presença de alterações no periápice e os diferentes grupos dentários (dentes maxilares $p=0,522$; dentes inferiores $p=0,525$), presença de retentores intra-radulares ($p=0,305$), restauração coronariana (0,400) e casos de fratura radicular (0,424). Por outro lado, foram observadas associações significativas entre alterações no periápice e o limite apical do enchimento ($p=0,001$), limite lateral do enchimento ($p=0,000$), qualidade do enchimento ($p=0,030$) e presença de reabsorção radicular.



Tabela 2. Associação entre as variáveis independentes e a presença de alterações no periápice.

Variável	Saudável n (%)	Doente n (%)	Valor de p*	Intervalo de confiança
Grupo odontológico				
Maxila anterior	89 (12.6)	152 (21.5)	0.522	1.004 (0.835-1.206)
Maxila posterior	86 (12.2)	148 (20.9)		0.996 (0.824-1.204)
Anterior da mandíbula	14 (1.98)	76 (10.7)	0.525	0.960 (0.522-1.767)
Mandibular posterior	23 (3.25)	119 (16.9)		1.008 (0.899-1.130)
Limite apical do enchimento			0.001	
Adequado	199 (75.1)	281 (63.6)		0.684 (0.536-0.872)
Inadequado	66 (24.9)	161 (36.4)		1.181 (1.070-1.304)
Limite lateral do enchimento			0.000	
Adequado	217 (81.9)	311 (70.4)		0.611 (0.456-0.820)
Inadequado	48 (18.1)	131 (29.6)		1.164 (1.071-1.264)
Qualidade do enchimento			0.030	
Adequado	217 (81.9)	334 (75.6)		1.084 (1.003-1.171)
Inadequado	48 (18.1)	108 (24.4)		0.741 (0.547-1.005)
Retentor intrarradicular			0.305	
Presente	83 (31.3)	148 (33.5)		0.935 (0.750-1.167)
Ausente	182 (68.7)	294 (66.5)		1.033 (0.930-1.147)
Restauração coronariana			0.400	
Presente	248 (93.6)	410 (92.8)		1.009 (0.968-1.051)
Ausente	17 (6.4)	32 (7.2)		0.886 (0.502-1.564)
Reabsorção radicular			0.000	
Presente	24 (9.1)	82 (18.6)		1.117 (1.053-1.184)
Ausente	241 (90.9)	360 (81.4)		0.488 (0.318-0.749)
Fratura radicular			0.424	
Presente	4 (1.5)	9 (2.0)		0.741 (0.231-2.383)
Ausente	261 (98.5)	433 (98)		1.005 (0.985-1.026)

* Teste Qui-quadrado

4 DISCUSSÃO

A tomografia computadorizada de feixe cônico tem alta acurácia diagnóstica na detecção de alterações no tecido ósseo periapical (Patel et al., 2010). O presente estudo demonstrou que a presença de periapicopatia esteve associada ao limite apical do preenchimento, ao limite lateral do preenchimento, à qualidade do preenchimento e à presença de reabsorção radicular.



O limite apical é uma das maiores preocupações em relação ao tratamento do sistema de canais radiculares (Michelle et al., 2005). Quando há uma superinstrumentação, ou seja, o ápice radiográfico é ultrapassado, o coto pulpar e os tecidos periapicais são afetados, resultando em agressão tecidual (Holland et al., 1979) e, conseqüentemente, o reparo tecidual nessa região é retardado pelo processo inflamatório (Star et al., 2014). Assim, a literatura sugere que a instrumentação e o preenchimento do sistema de canais radiculares devem ser limitados ao ápice (Kojima et al., 2004; Swartz et al., 1983; Michelle et al., 2005). Além disso, há evidências de que, em casos de superenchimento, o reparo tecidual da região periapical após o tratamento pode ser retardado (Star et al., 2014).

Por outro lado, quando há necrose pulpar, micro-organismos e seus subprodutos podem persistir na região mais apical do meato, o que promove inflamação local e dificulta a cicatrização tecidual (Nair, 2006). Essas desordens inflamatórias persistentes dos tecidos erirradiculares, causados por infecção microbiana persistente no sistema de canais radiculares, são a etiologia da periodontite apical (Kakehashiet Al.1965, Sundqvist (1976) •). Portanto, em relação à extensão apical do preenchimento, vários estudos na literatura mostram que os melhores resultados ocorrem quando o preparo químico-mecânico e o preenchimento do sistema de canais radiculares estão entre 0-2 mm abaixo do ápice radicular radiográfico (Gomes et al., 2015; Azim et al., 2016; Van der Veken et al., 2017; Nascimento et al., 2018; Kojima et al., 2004; Schaeffer et al., 2005). Alguns resultados mostram que há até 4,68 vezes mais chances de se encontrar um periápice saudável quando a extensão apical do preenchimento respeita esses limites, quando comparado aos casos de sobreenchimento (Gomes et al., 2015).

Outros aspectos importantes são aqueles envolvidos com o preenchimento tridimensional dos canais radiculares: o limite lateral e a qualidade do preenchimento. Quando não há preenchimento adequado do canal e, portanto, disseminação bacteriana, instala-se um processo inflamatório, dificultando a cicatrização apical (Nair, 2006) ou causando periodontite apical (Kakehashiet Al.1965, Sundqvist (1976) •). Vazios no material de preenchimento fornecem bactérias residuais com um ambiente ideal para o crescimento e transporte de toxinas para o periápice (Fernández et al (2017)). Portanto, eliminando vazios que podem abrigar microrganismos durante a limpeza e ampliação/modelagem, combinados com o limite lateral ideal e densidade de preenchimento, são essenciais para o controle antimicrobiano (Estrela et al., 2014).

A associação entre reabsorção radicular e periodontite apical era esperada. Sua ocorrência deve-se à reabsorção do cimento associada à resposta inflamatória perirradicular a bactérias ou produtos bacterianos que saem do forame apical ou lateral. Quando a dentina apical é exposta, os túbulos dentinários podem permitir que bactérias e seus produtos tenham outro caminho estabelecido para entrar em contato com os tecidos perirradiculares inflamados, perpetuando a inflamação e levando à reabsorção contínua de dentina e cimento (Huang et al., 2019; Ricucci et al., 2014; Delzangles, 1988).



Além da qualidade do tratamento endodôntico, estudos têm demonstrado que a restauração coronariana em dentes tratados endodonticamente também está associada às condições periapicais (Cakici et al., 2016; Van der Veken et al., 2017; Vengerfeldt et al., 2017; Gambarini et al., 2018). Ao estudo *in vitro* sugeriu que a restauração coronariana insatisfatória gera exposição do preenchimento do canal radicular a microrganismos e seus produtos, com reinfecção do sistema de canais radiculares em um período relativamente curto (Craveiro et al., 2015).

A TCFC é superior às radiografias intrabucais na detecção de lesões periapicais (Davies et al., 2015; Weissman et al., 2015; Sakhdari et al., 2016; Kanagasingam et al., 2017; Torabinejad et al., 2018; Ramis-Alario et al., 2019). Ao comparar os métodos de radiografia periapical simples, radiografias de paralaxe e TCFC, a prevalência de lesões periapicais encontradas em dentes tratados endodonticamente foi de 41%, 38% e 68%, respectivamente (Davies et al., 2015). Ao diagnosticar uma região periapical como saudável usando radiografia bidimensional, há uma chance de 56-61% de que a doença periapical esteja presente (Kanagasingam et al., 2017). O presente estudo mostrou que 62,5% do periápice apresentaram alterações. Esse alto índice corrobora estudos que encontraram prevalências de 51% a 78% (Davies et al., 2015; Gomes et al., 2015; Lemagner et al., 2015), em que a acurácia da TC de feixe cônico foi evidenciada em mostrar periodontite apical em estágios iniciais, como aumento dos espaços ligamentares periodontais e radiolucências de menores diâmetros.

Apesar da alta acurácia diagnóstica da TCFC para a maioria das condições avaliadas, sabe-se que ela não é indicada para avaliar a qualidade das restaurações dentárias devido à alta densidade do material obturador, sendo as avaliações clínicas e radiográficas mais indicadas para esse fim (Gomes et al., 2015; Nascimento et al., 2018). Além disso, a não associação entre fratura e alterações periapicais pode ser explicada pelo baixo número de dentes diagnosticados com fratura radicular. A TCFC tem menor sensibilidade para detectar fraturas radiculares na presença de materiais radiopacos e artefatos metálicos, como retentores intrarradiculares, pois podem obscurecer o traço de fratura (Abdinian et al., 2016; Rabelo et al., 2017).

Por se tratar de um estudo transversal retrospectivo, fica a dúvida se a condição periapical dos dentes estudados está em processo de reparo ou progressão, uma vez que o exame de imagem fornece informações estáticas sobre esses processos dinâmicos.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o preenchimento insatisfatório dos canais radiculares é um fator relevante para a presença de periapicopatias.



REFERÊNCIAS

- Abdinian M, Razavian H, Jenabi N. In Vitro Comparison of Cone Beam Computed Tomography with Digital Periapical Radiography for Detection of Vertical Root Fracture in Posterior Teeth. *J Dent.* 2016; 17(2):84-90.
- Alfouzan K, Baskaradoss JK, Geevarghese A, Alzahrani M, Alhezaimi K. Radiographic Diagnosis of Periapical Status and Quality of Root Canal Fillings in a Saudi Arabian Subpopulation. *Oral Health Prev Dent.* 2016; 14(3):241-8.
- Asgary S, Shadman B, Ghalamkarpour Z, Shahravan A, Ghoddusi J, Bagherpour A, AkbarzadehBaghban A, Hashemipour M, Ghasemian Pour M. Periapical Status and Quality of Root canal Fillings and Coronal Restorations in Iranian Population. *Iran Endod J.* 2010; 5(2):74-82.
- Azim AA, Griggs JA, Huang GT. The Tennessee study: factors affecting treatment outcome and healing time following nonsurgical root canal treatment. *IntEndod J.* 2016; 49(1):6-16.
- Beacham JT, Geist JR, Yu Q, Himel VT, Sabey KA. Accuracy of Cone-beam Computed Tomographic Image Interpretation by Endodontists and Endodontic Residents. *J Endod.* 2018; 44(4):571-5.
- Cakici EB, Yildirim E, Cakici F, Erdogan AS. Assessment of periapical health, quality of root canal filling, and coronal restoration by using cone-beam computed tomography. *Niger J ClinPract.* 2016; 19(5):673-7.
- Chugal NM, Clive JM, Spångberg RSW. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003 Jul; 96(1):81-90.
- Costa F, Pacheco-Yanes J, Siqueira JF, Jr., Oliveira ACS, Gazzaneo I, Amorim CA, et al. Association between missed canals and apical periodontitis. *IntEndod J.* 2019; 52(4):400-6.
- Craveiro MA, Fontana CE, de Martin AS, Bueno CE. Influence of coronal restoration and root canal filling quality on periapical status: clinical and radiographic evaluation. *J Endod.* 2015; 41(6):836-40.
- Davies A, Mannocci F, Mitchell P, Andiappan M, Patel S. The detection of periapical pathoses in root filled teeth using single and parallax periapical radiographs versus cone beam computed tomography - a clinical study. *Int Endod J.* 2015; 48(6):582-92.
- Delzangles, B. Apical periodontitis and resorption of the root canal wall. *Dental Traumatology*, 1988; 4(6), 273–277.
- Eriksen HM. Endodontology--epidemiologic considerations. *Endod Dent Traumatol.* 1991; 7(5):189-95.
- Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod.* 2008; 34(11):1325-1331.
- Estrela C, Holland R, Estrela CR, Alencar AH, Sousa-Neto MD, Pecora JD. Characterization of successful root canal treatment. *Braz Dent J.* 2014; 25(1):3-11.
- Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S. Treatment outcome in endodontics—the Toronto study. Phase II: initial treatment. *J Endod.* 2004; 30:302–309



Fernandez R, Cardona JA, Cadavid D, Alvarez LG, Restrepo FA. Survival of Endodontically Treated Roots/Teeth Based on Periapical Health and Retention: A 10-year Retrospective Cohort Study. *J Endod.* 2017; 43(12):2001-8..

Gambarini G, Piasecki L, Miccoli G, Gaimari G, Nardo DD, Testarelli L. Cone-beam computed tomography in the assessment of periapical lesions in endodontically treated teeth. *Eur J Dent.* 2018; 12(1):136-43.

Gomes AC, Nejaim Y, Silva AI, Haiter-Neto F, Cohenca N, Zaia AA, et al. Influence of Endodontic Treatment and Coronal Restoration on Status of Periapical Tissues: A Cone-beam Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2015; 41(10):1614-8.

Gomes B, Herrera DR. Etiologic role of root canal infection in apical periodontitis and its relationship with clinical symptomatology. *Braz Oral Res.* 2018; 32(suppl 1): e69.

Heling I, Bialla-Shenkman S, Turetzky A, Horwitz J, Sela J. The outcome of teeth with periapical periodontitis treated with nonsurgical endodontic treatment: a computerized morphometric study. *Quintessence Int.* 2001; 32:397–400

Hoehn MM, Pink FE. Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings. *J Endod.* 2002; 28(12):834-836

Holland R, Nery MJ, Mello W, Souza V, Bernabé PFE, Otoboni-Filho JA. Root canal treatment with calcium hydroxide II: effect of instrumentation beyond the apices. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1979; 47:93–96.

Huang X, Fu M, Hou B. Morphological changes of the root apex in permanent teeth with failed endodontic treatment. *Chin J Dent Res* 2019; 22(2):113-22.

İlgüy D, İlgüy M, Fişekçioğlu E, Ersan N, Tanalp J, Dölekoğlu S. Assessment of root canal treatment outcomes performed by Turkish dental students: results after two years. *J Dent Educ.* 2013; 77:502–509

Ingle, John Ide, Leif K. Bakland, and J. Craig Baumgartner, eds. *Ingle's endodontics 6*. Pmphusa, 2008. Kakehashi, S., Stanley, H. and Fitzgerald, R. The effect of surgical exposure of dental pulps in ger-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*, 1965; 20, 340-349.

Kanagasingam S, Lim CX, Yong CP, Mannocci F, Patel S. Diagnostic accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in detecting apical periodontitis using histopathological findings as a reference standard. *Int Endod J.* 2017; 50(5):417-26.

Kojima K, Inamoto K, Nagamatsu K, et al. Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps: a meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 97:95–99. Lee AHC, Cheung GSP, Wong MCM. Long-term outcome of primary non-surgical root canal treatment. *Clin Oral Investig.* 2012; 16:1607–1617

Lemagner F, Maret D, Peters OA, Arias A, Coudrais E, Georgelin-Gurgel M. Prevalence of Apical Bone Defects and Evaluation of Associated Factors Detected with Cone-beam Computed Tomographic Images. *J Endod.* 2015; 41(7):1043-7.

Liang YH, Li G, Wesselink PR, Wu MK. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomographs cans. *J Endod.* 2011; 37(3):326-331.



Michelle A. Schaeffer, Robert R. White, Richard E. Walton, Determining the Optimal Obturation Length: A Meta-Analysis of Literature, *Journal of Endodontics*, 2005; 31(4): 271-274.

Nair PN. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J*. 2006; 39(4):249-281.
Nascimento EHL, Gaeta-Araujo H, Andrade MFS, Freitas DQ. Prevalence of technical errors and periapical lesions in a sample of endodontically treated teeth: a CBCT analysis. *Clin Oral Investig*. 2018; 22(7):2495-503.

Ørstavik D, Pitt Ford TR. *Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis*. Oxford, OX ; Malden, Mass.: Blackwell Science; 1998. vii, 410 p.p.2.

Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in Endodontics - a review. *Int Endod J*. 2015; 48(1):3-15.

Peak JD, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. The outcome of root canal treatment. A retrospective study with in the armed forces (Royal Air Force). *Br Dent J*. 2001; 190(3):140-144.

Rabelo KA, Cavalcanti YW, de Oliveira Pinto MG, Sousa Melo SL, Campos PSF, de Andrade Freitas Oliveira LS, et al. Quantitative assessment of image artifacts from root filling materials on CBCT scans made usings everal exposure parameters. *ImagingSci Dent*. 2017; 47(3):189-97.

Ramis-Alario A, Tarazona-Alvarez B, Cervera-Ballester J, Soto-Penalzoza D, Penarrocha-Diago M, Penarrocha-Oltra D, 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. *J Clin Exp Dent*. 2019; 11(8):e732-e8.

Ricucci D, Siqueira JF Jr, Loghin S, Lin L. Repair of extensive apical root resorption associated with apical periodontitis: radiographic and histologic observations after 25 years. *J Endod*. 2014; 40(8):1268-1274.

Ridell K, Petersson A, Matsson L, Mejäre I. Periapical status and technical quality of root-filled teeth in Swedish adolescents and young adults. A retrospective study. *Acta Odontol Scand*. 2006; 64(2):104-110.

Sakhdari S, Talaeipour AR, Talaeipour M, Pazhutan M, Tehrani SH, Kharazifard MJ. Diagnostic Accuracy of CBCT with Different Voxel Sizes and Intraoral Digital Radiography for Detection of Periapical Bone Lesions: An Ex-Vivo Study. *J Dent*. 2016; 13(2):77-84.

Sarıyılmaz E, Keskin C, Özcan Ö. Retrospective analysis of post-treatment apical periodontitis and quality of endodontic treatment and coronal restorations in an elderly Turkish population. *J Clin Gerontol Geriatr*. 2016; 7(1):17-20.

Schaeffer MA, White RR, Walton RE. Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. *J Endod* 2005; 31:271– 274.

Sjögren, U., Häggglund, B., Sundqvist, G., & Wing, K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of Endodontics*.1990; 16(10), 498–504.

Smith CS, Setchell DJ, Harty FJ. Factors influencing the success of conventional root canal therapy-afive-year retrospective study. *Int Endod J*. 1993; 26(6):321-333.

Sundqvist, G. (1976) *Bacteriological studies of necrotic dental pulps*. University of Umea, Umea.



Swartz D, Skidmore A, Griffin J Twenty years of endodontic success and failure J Endod,1983; 9: 198-202

Tani-Ishii N, Teranaka T. Clinical and radiographic evaluation of root-canal obturation with obtura II. J Endod. 2003; 29(11):739-742.

Torabinejad M, Rice DD, Maktabi O, Oyoyo U, Abramovitch K. Prevalence and Size of Periapical Radiolucencies Using Cone-beam Computed Tomography in Teeth without Apparent Intraoral Radiographic Lesions: A New Periapical Index with a Clinical Recommendation. J Endod. 2018; 44(3): 389-94.

Van der Veken D, Curvers F, Fieuws S, Lambrechts P. Prevalence of apical periodontitis and root filled teeth in a Belgian sub population found on CBCT images. Int Endod J. 2017; 50(4):317-29.

Vengerfeldt V, Mandar R, Nguyen MS, Saukas S, Saag M. Apical periodontitis in southern Estonian population: prevalence and associations with quality of root canal fillings and coronal restorations. BMC Oral Health. 2017; 17(1):147.

Venskutonis T, Plotino G, Tocci L, Gambarini G, Maminskas J, Juodzbaly G. Periapical and endodontic status scale based on periapical bone lesions and endodontic treatment quality evaluation using cone-beam computed tomography. J Endod. 2015; 41(2):190-6.

Weissman J, Johnson JD, Anderson M, Hollender L, Huson T, Paranjpe A, et al. Association between the Presence of Apical Periodontitis and Clinical Symptoms in Endodontic Patients Using Cone-beam Computed Tomography and Periapical Radiographs. J Endod. 2015; 41(11):1824-9.

Yamaguchi M, Noiri Y, Itoh Y, Komichi S, Yagi K, Uemura R, et al. Factors that cause endodontic failures in general practices in Japan. BMC Oral Health. 2018; 18(1):70.