



CATÓLICA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

---

VISEU

## CBCT NA DETEÇÃO DE PERFURAÇÕES RADICULARES – REVISÃO SISTEMÁTICA

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Por:  
Adriana Rengifo Rolo

Viseu, 2023





**CATÓLICA**  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

---

VISEU

## CBCT NA DETEÇÃO DE PERFURAÇÕES RADICULARES – REVISÃO SISTEMÁTICA

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Por:  
Adriana Rengifo Rolo

Orientador: Professor Doutor Miguel Cardoso  
Coorientador: Professora Doutora Rita Noites

Viseu, 2023



## **Agradecimentos**

**Ao meu orientador**, Professor Doutor Miguel Cardoso, e à minha coorientadora, Professora Doutora Rita Noites, por toda a disponibilidade e ajuda, não só neste projeto se não na prática clínica de endodontia.

**À minha família**, por estar sempre presente inclusive na distância motivando-me e puxando-me sempre para a frente, e ainda mais importante, por ensinar-me que com esforço e dedicação, na vida, tudo é possível alcançar.

**Ao meu namorado e melhor amigo Rodrigo**, por me ajudar e estar sempre presente inclusive na distância nesta fase universitária, és e foste o meu maior apoio desde o início até o fim deste projeto de vida, que agora vou partilhar ao teu lado. Obrigada por confiar sempre em mim, motivar-me e repetir-me tantas vezes “tu consegues”, Te amo.

**Ao Dr. César Pimentel e Cristina Pimentel**, não tenho palavras como agradecer-lhes, não teria conseguido fazer o Mestrado sem a sua ajuda. Obrigada por fazerem este sonho de vida profissional possível.

**À Fernanda**, por te preocupares e me dares esse carinho de “família” que é tão importante para me manter em pé todos os dias.



## Resumo

**Introdução:** A perfuração radicular é uma abertura que estabelece uma comunicação entre o espaço pulpar e o ligamento periodontal, sendo responsável por 10% das falhas produzidas em tratamentos endodônticos. Esta revisão sistemática, será focada em comprovar a efetividade do CBCT na detecção dessas complicações.

**Materiais e Métodos:** Foi feita a pesquisa nas plataformas Pubmed/MEDLINE, Cochrane Library e Web of Science, com os termos Mesh definidos na estratégia (root perforation OR tooth perforation) AND (Cone Beam OR CBCT).

**Resultados:** Dos 15 artigos incluídos nesta revisão sistemática, em que 73,33% foram de estudos *in vitro* com dentes humanos e 26,67% foram relatos de casos clínicos onde de igual forma se avaliava a efetividade do CBCT na detecção de perfurações para posterior tratamento. Destes 15 estudos, 8 compararam a efetividade do CBCT e os métodos convencionais na detecção de perfurações radiculares, 4 artigos foram relatos de casos clínicos onde se usou e se comparou o CBCT no diagnóstico desta complicação e 3 artigos de estudos de investigação sobre o uso do CBCT em diferentes complicações endodônticas, incluindo as perfurações radiculares.

**Conclusões:** O CBCT mostrou-se extremamente útil e confiável, com uma precisão maior do que os métodos convencionais na detecção de perfurações radiculares.

**Palavras-chave:** CBCT, perfurações radiculares



## **Abstract**

**Introduction:** Root perforation is an opening that establishes communication between the pulp space and the periodontal ligament, accounting for 10% of failures produced in endodontic treatments. This systematic review will focus on proving the effectiveness of CBCT in detecting these complications.

**Materials and Methods:** A search was carried out on the Pubmed/MEDLINE, Cochrane Library and Web of Science platforms, with the terms Mesh defined in the strategy (root perforation OR tooth perforation) AND (Cone Beam OR CBCT).

**Results:** Of the 15 articles included in this systematic review, in which 73.33% were from in vitro studies with human teeth and 26.67% were reports of clinical cases where the effectiveness of CBCT in the detection of posterior perforations was also evaluated. treatment. Of these 15 studies, 8 compared the effectiveness of CBCT and conventional methods in detecting root perforations, 4 articles were reports of clinical cases where CBCT was used and compared in the diagnosis of this complication, and 3 articles were research studies on the use of CBCT in different endodontic complications, including root perforations.

**Conclusions:** CBCT proved to be extremely useful and reliable, with greater accuracy than conventional methods in detecting root perforations.

**Keywords:** CBCT, root perforations



# Índice

<b>1. Introdução</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 Perfurações</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2 Classificação das perfurações</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2.1 Tamanho:</b> .....	<b>6</b>
<b>1.2.2 Tempo decorrido do acidente até o tratamento:</b> .....	<b>6</b>
<b>1.2.3 Tipo:</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3 Radiografia periapical</b> .....	<b>8</b>
<b>1.4 Tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT)</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Materiais e Métodos</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 CBCT na detecção de perfurações radiculares - Revisão Sistemática</b>	<b>16</b>
<b>3.1.1 Questão PICO</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.2 Estratégias de pesquisa</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.3 Critérios de inclusão e exclusão</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1.4 Organização e análise dos dados</b> .....	<b>17</b>
<b>4. Resultados</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1 Fluxograma da seleção dos artigos</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2 Variáveis consideradas nos resultados</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.1 Tipo/Marca do CBCT</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.2 Método radiológico comparativo</b> .....	<b>24</b>

<b>4.2.3 Tipologia de dente .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.4 Diâmetro e tipologia da perfuração .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3 Característica dos estudos .....</b>	<b>30</b>
<b>5. Discussão .....</b>	<b>34</b>
<b>6. Conclusão .....</b>	<b>44</b>
<b>7. Bibliografia .....</b>	<b>48</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Fluxograma (PRISMA) para a seleção de artigo.....	23
<b>Figura 2</b> - Tipo/marca dos CBCT utilizados para a detecção das perfurações radiculares .....	24
<b>Figura 3</b> - Efetividade do CBCT no diagnóstico das perfurações radiculares em comparação com métodos convencionais.....	25
<b>Figura 4</b> - Tipologia de dente utilizados <i>in vivo</i> ou <i>in vitro</i> com perfurações radiculares para o seu diagnóstico.....	25



## Índice de tabelas

**Tabela 1** - Estudos comparativos e de investigação alusivos ao uso de CBCT na detecção de perfurações radiculares, sendo comparado ou não com outros métodos diagnósticos.....27

**Tabela 2** - Relato de casos clínicos alusivos ao uso de CBCT na detecção de perfurações radiculares, sendo comparado ou não com outros métodos diagnósticos.....29



## **Abreviaturas**

**PR-** Perfuração radicular

**CBCT-** Tomografia computadorizada de feixe cônico

**CT-** Tomografia computadorizada

**RP-** Radiografia periapical

**RD-** Radiografia Digital

**Mol-** Molares

**PM-** Pré-molares

**Mand-**Mandibulares

**Mx-** Maxilares

**PSP-** Radiografia de fósforo fotoestimulável

**MDCT-** Tomografia computadorizada multidetector



# **Introdução**



# 1. Introdução

## 1.1 Perfurações

O termo perfuração é definido pela Associação Americana de Endodontia (AAE) como uma comunicação mecânica ou patológica entre o sistema de canais radiculares e a superfície externa do dente. (1)

As perfurações radiculares podem ocorrer durante o tratamento endodôntico, mesmo para os clínicos mais experientes. De acordo com estudos anteriores, 2-12% dos dentes tratados endodonticamente apresentam perfurações iatrogênicas. A maioria dessas perfurações ocorre em molares inferiores devido a curvaturas radiculares e posições do canal. (2)

As perfurações radiculares, normalmente, podem advir de reabsorções, cáries e eventos iatrogênicos no decorrer de um tratamento endodôntico (3,4) e correspondem à segunda causa mais comum de insucessos endodônticos. (1,3)

Variações anatômicas ao nível canalar podem por vezes acontecer e a não atenção às mesmas, assim como uma má interpretação radiográfica, contribuem significativamente para o aumento da incidência de perfurações. (5,6)

Erros operatórios de procedimento podem ocorrer a qualquer momento no tratamento do canal radicular e pode fazer com que o tratamento falhe. (7)

No entanto, alguns fatores podem predispor a erros ou acidentes de procedimentos operatórios. A presença de cálculos pulpares, calcificação, dente deslocado (inclinação incorreta no arco, inclinação ou rotação), cárie extensa, reabsorção radicular interna, identificação incorreta do canal radicular, restauração coronária ou pinos intracanalares são fatores que podem dificultar o acesso ao canal radicular e predispor à perfuração radicular. Uma cavidade de acesso insuficiente reduz a qualidade do desbridamento do canal radicular e pode afetar a forma final do preparo do canal radicular. Uma cavidade de acesso exagerada ou mal direcionada também é propícia à perfuração da raiz e torna o dente suscetível à fratura coronal/radicular. Perfuração radicular, obturação excessiva, lesões endodônticas e periodontais, fratura radicular, biofilme periapical, lesão dentária traumática, fratura de instrumento, periodontite apical e reabsorção radicular caracterizam o complexo desafio enfrentado pelo endodontista e podem contribuir (isoladamente ou em associação) para uma

dúvida ou mau prognóstico. (7)

A comunicação entre o sistema de canais radiculares e os tecidos de suporte ou da cavidade oral reduz o prognóstico do tratamento endodôntico e muitas vezes leva à perda do dente. A segunda causa mais comum de falha associada ao tratamento endodôntico é a perfuração radicular. (8)

As perfurações podem ocorrer durante o tratamento endodôntico. A frequência de perfurações radiculares varia de 3% a 10%. No entanto, mais dentistas com vários graus de treinamento e habilidade estão agora fornecendo tratamento endodôntico, portanto os casos de endodontia para o especialista têm se tornado mais difíceis, de modo que um aumento na frequência de perfurações no futuro não é uma expectativa irreal. No entanto, fatores não relacionados a contratempos do operador, como processos patológicos como reabsorção radicular ou cáries, podem resultar em perfurações radiculares superficiais. (8)

Existem vários métodos usados para diagnosticar estas complicações, como são as radiografias periapicais, consideradas um dos mais importantes recursos no tratamento endodôntico, portanto é necessário que o profissional conheça suas técnicas para utilizá-las quando indicadas e as suas limitações. (9)

Um diagnóstico definitivo de perfurações em dentes tratados endodonticamente é importante, e a detecção oportuna de perfurações ajudará na seleção da terapia apropriada, minimizando a perda óssea e melhorando o prognóstico. (2)

## **1.2 Classificação das perfurações**

Seltzer S, diz que não há uma classificação formal das perfurações, porém há características que vários autores abordam para um prognóstico mais previsível. Será citado neste tópico da revisão do acidente em estudo, uma relação de características semelhantes que determinam o tratamento auxiliando para um correto diagnóstico. Uma perfuração pode ser classificada de acordo com:

### **1.2.1 Tamanho:**

Segundo Cohen, o selamento é fundamental para a reparação do ligamento, assim à medida que o tamanho da perfuração aumenta, cresce a possibilidade de infiltração. (6) As perfurações grandes têm menor chance de sucesso devido à dificuldade na reparação. Há afirmações que o tamanho influencia no prognóstico do tratamento. Em pequenas perfurações a destruição do tecido não é tão séria e o processo inflamatório também é menor. (8) As perfurações menores têm melhor prognóstico devido a um maior controle do extravasamento do material utilizado no selamento junto aos tecidos periodontais. (8) Uma perfuração é considerada de tamanho pequeno quando corresponde aproximadamente a um instrumento número 15 ou 20. Já é considerada de tamanho grande, uma perfuração provocada por brocas ou instrumentos a partir do número 40. (12)

### **1.2.2 Tempo decorrido do acidente até o tratamento:**

Os acidentes reparados imediatamente têm melhores prognósticos. Os acidentes reparados tardiamente apresentam risco de desenvolvimento de uma inflamação e concentração de mediadores inflamatórios adjacentes ao local da perfuração, com subsequente degradação das fibras colagénias do ligamento periodontal e eventual perda do suporte ósseo alveolar, resultando em lesões endoperiodontais com prognóstico duvidoso. Nesta situação, a contaminação é o maior fator desencadeador dos danos teciduais descritos. (8) O prognóstico é desfavorável quando a perfuração está exposta ao meio bucal, já que a contaminação é um fator importante no insucesso do tratamento. (6,8). Praticamente todos os estudos que abordam as perfurações enfatizam a importância em diminuir o tempo decorrido do acidente até o tratamento, uma vez que a contaminação da área danificada é crucial no prognóstico e no tipo de tratamento a ser estabelecido. (6)

### 1.2.3 Tipo:

Segundo Shokri A, uma perfuração no terço coronal da furca se conhece como *strip perforation* (perfuração de tira), entretanto a perfuração noutra zona da raiz é chamada *root perforation* (perfuração radicular) (13). Conforme investigações, as perfurações de forma circular são mais fáceis de tratar do que as em forma de canaleta. (9) Cohen, também descreve um tipo de perfuração em forma de rasgadura (abertura irregular de forma ovóide). (6)

### 1.2.4 Localização:

A localização interfere com o sucesso do tratamento. (8,9,11) relacionam assim a localização e o prognóstico das perfurações:

- Região coronária à crista óssea e ao epitélio juncional: bom prognóstico.

- Região coincidente com a crista alveolar: maior suscetibilidade à migração do epitélio juncional e rápida formação de bolsa periodontal. As perfurações de furca enquadram-se neste item devido à proximidade do sulco gengival e do epitélio juncional.

- Região apical à crista alveolar: livre do meio bucal, apresenta menores chances de contaminação e desta maneira melhor prognóstico.

Bramante, ainda cita que as perfurações localizadas para o lado proximal ou palatino têm melhor prognóstico do que para o lado vestibular. (9) Cohen, para finalizar, inclui um item na classificação das perfurações sempre no intuito de um prognóstico mais previsível. Assim o grau de destruição óssea revela que se antes do reparo da perfuração já existia destruição óssea, a contaminação da área pelos microrganismos compromete em muito o prognóstico, uma vez que o osso alveolar também produz o suporte vascular necessário para uma resposta reparadora eficaz. (8)

No que concerne às perfurações na zona de furca de dentes multirradiculares o prognóstico é também duvidoso, devido às próprias características anatómicas desta área e à proximidade desta com o epitélio juncional e o sulco gengival, levando à contaminação do ligamento periodontal.

### **1.3 Radiografia periapical**

A radiografia periapical (RP) tem certos benefícios para o diagnóstico, tratamento e acompanhamento dos pacientes. A radiografia multiangular desempenha um papel importante na detecção de perfurações. No entanto, essa técnica não pode estimar o tamanho, a localização e os aspectos reais de uma lesão devido à compressão da estrutura tridimensional em uma imagem bidimensional, sobrepondo estruturas anatômicas, e o ângulo do feixe dos raios. (14)

### **1.4 Tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT)**

A tomografia computadorizada (TC) de feixe cônico (CBCT) revolucionou o diagnóstico por imagem na odontologia. A imagem CBCT fornece reconstrução de dados volumétricos tridimensionais de estruturas dentárias e maxilofaciais associadas com resolução isotrópica e alta precisão dimensional. Nos últimos anos, a CBCT está se tornando mais comum na prática clínica graças à sua resolução espacial e à menor dose de radiação em comparação com a TC convencional. Cada vez mais, a CBCT está substituindo a TC médica porque fornece qualidade de imagem adequada associada a uma dose de exposição mais baixa. Outras vantagens da CBCT são o baixo custo do exame em comparação com a TC, tempo de realização rápido, menor número de artefatos e análise de imagem em tempo real. Aplicações em implantologia, endodontia, ortodontia e cirurgia oral e maxilofacial têm sido relatadas. (14)

A CBCT foi recentemente introduzida como uma valiosa ferramenta diagnóstica nas seguintes etapas do tratamento endodôntico: caracterização da lesão periapical e seu processo de cicatrização, diagnóstico dentoalveolar e fraturas verticais da raiz caracterizando anomalias do canal radicular e curvaturas radiculares, avaliando defeitos de reabsorção radicular e diagnóstico diferencial da reabsorção radicular interna e externa, e detectando instrumentos endodônticos separados, raízes calcificadas ou adicionais e perfurações radiculares. (2)

Estudos relataram que a CBCT foi melhor na detecção de fraturas radiculares verticais do que a radiografia digital intraoral (RD). (2)

Com a realização desta investigação bibliográfica, espera-se analisar e sintetizar a informação relevante, de modo a apresentar dados que vão servir de evidência, bem como de motivação aos especialistas em endodontia para usar um método de detecção de perfurações radiculares que seja confiável para aumentar as probabilidades do prognóstico clínico.

# Objetivos



## **2.Objetivos**

O objetivo principal desta revisão sistemática centra-se em analisar a evidência científica de forma sistemática acerca da eficácia de CBCT na deteção de perfurações radiculares.

Como objetivos secundários pretende-se:

- Analisar a efetividade da CBCT na deteção de perfurações radiculares;
- Estabelecer uma comparação entre a CBCT e os métodos convencionais, como por exemplo, radiografia periapical e radiografia digital para a identificação de perfurações radiculares.



# **Materiais e Métodos**



## **3. Materiais e Métodos**

Tipo de estudo: Revisão Sistemática

O protocolo deste estudo foi registado na plataforma Prospero com o número de ID 441557 e título "CBCT in the detection of root perforations – Systematic Review".

### **3.1 CBCT na deteção de perfurações radiculares - Revisão Sistemática**

#### **3.1.1 Questão PICO**

A revisão sistemática foi conduzida com base na questão PICO (*Population, Intervention, Comparison and Outcomes*).

A questão de investigação que guia a presente revisão sistemática é: "CBCT (**I**) permite uma melhor identificação (**O**) de perfurações radiculares (**P**) em comparação com métodos convencionais (**C**)?"

#### **3.1.2 Estratégias de pesquisa**

Depois da questão de investigação formulada, foi desenvolvido um protocolo de investigação subsequente: determinação de palavras pesquisáveis (root perforation), (tooth perforation), (Cone Beam), (CBCT), pesquisa eletrónica em três bases de dados MEDLINE/PubMed, Web of Science e Cochrane.

A pesquisa utilizará Key words / MeSH terms (root perforation OR tooth perforation) AND (Cone Beam OR CBCT). Foram empregues operadores booleanos "AND" e "OR" de forma a combinar as palavras pesquisáveis.

A pesquisa foi limitada a publicações em língua inglesa. Além disso, foram consideradas publicações de outras fontes de referência, designadas como – literatura cinzenta, é o termo que denomina qualquer tipo de publicação realizada por meios não oficiais, ou seja, não percorrem o processo editorial convencional,

comercial. (15)

### **3.1.3 Critérios de inclusão e exclusão**

Para a seleção dos artigos, foram utilizados os seguintes critérios de inclusão e exclusão.

#### **Critérios de inclusão:**

- Perfurações radiculares;
- Estudos comparativos entre CBCT e métodos convencionais em endodontia para deteção e tratamento de perfurações;
- Publicações em língua inglesa.

#### **Critérios de exclusão:**

- Artigos referente ao tratamento das perfurações radiculares;
- Artigos referentes a perfurações não dentárias;
- Artigos ou estudos referentes ao uso do CBCT sem ser na deteção das perfurações.

### **3.1.4 Organização e análise dos dados**

Foi recolhida a informação relevante para este estudo e organizada da seguinte forma:

- Autor e ano da publicação do estudo;
- Tipo de estudo
- Tipo ou marca do CBCT utilizado na deteção da perfuração;
- Método radiológico comparativo com o CBCT;
- Amostra (n) de dentes de humanos utilizados para cada estudo;

- No caso de se tratar de uma amostra animal, qual a espécie utilizada no estudo em causa, assim como o número total de animais utilizados;
- Tipologia de dentes utilizados;
- Tipo da perfuração;
- Localização da perfuração;
- Diâmetro da perfuração;
- Conclusões do estudo, ou seja, a efetividade do CBCT na deteção das perfurações.



# Resultados



## 4.Resultados

Na plataforma *Pubmed* foram obtidos 227 resultados, na plataforma *Cochrane Library* 18 resultados, na plataforma *Web of Science* 193

Foram consideradas as sobreposições presentes entre as plataformas, excluindo 312 artigos.

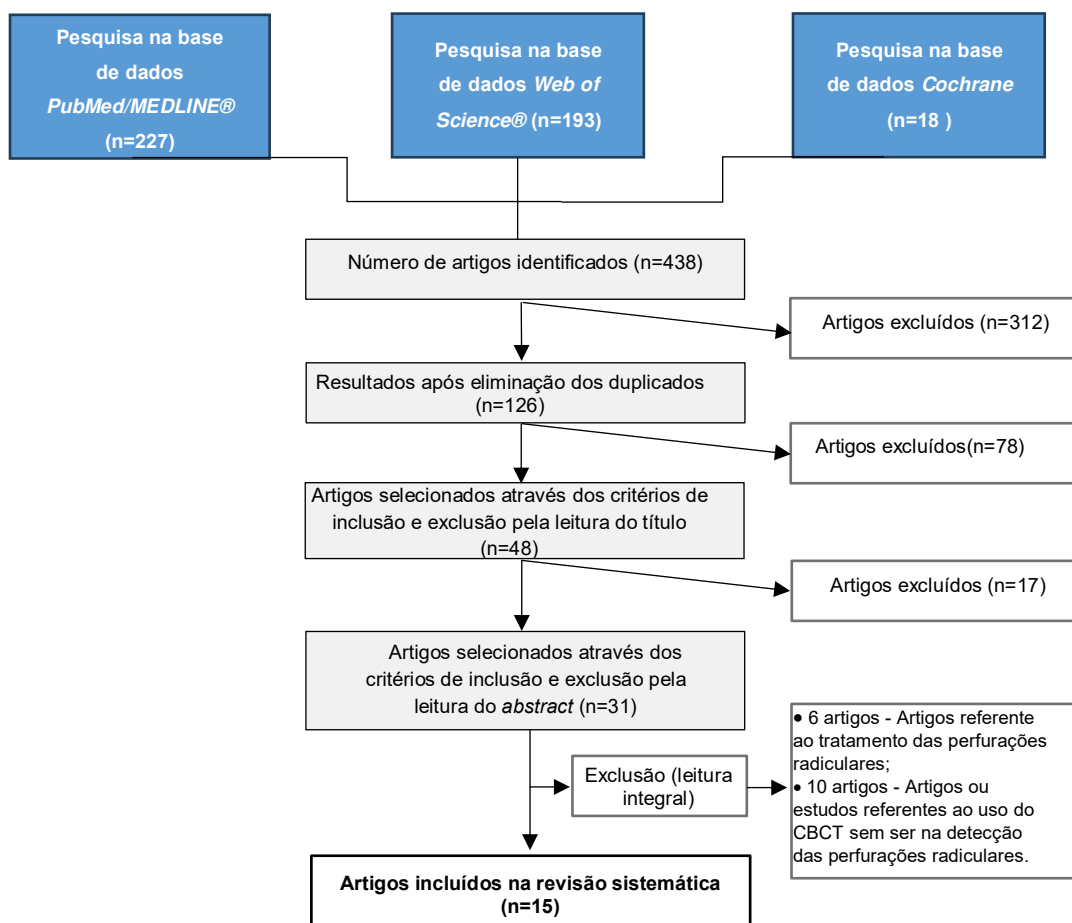
Procedeu-se de seguida à leitura dos títulos/abstracts sendo selecionados 31 artigos.

Após terem sido selecionados 31 artigos potencialmente relevantes, foi feita a sua leitura na íntegra.

Destes 31 artigos, através da sua leitura na íntegra e aplicação dos critérios de exclusão, foram excluídos 16 artigos, gerando um total de 15 artigos a incluir na revisão sistemática.

A estratégia de pesquisa e seleção dos artigos está esquematizada na Figura 1.

## 4.1 Fluxograma da seleção dos artigos



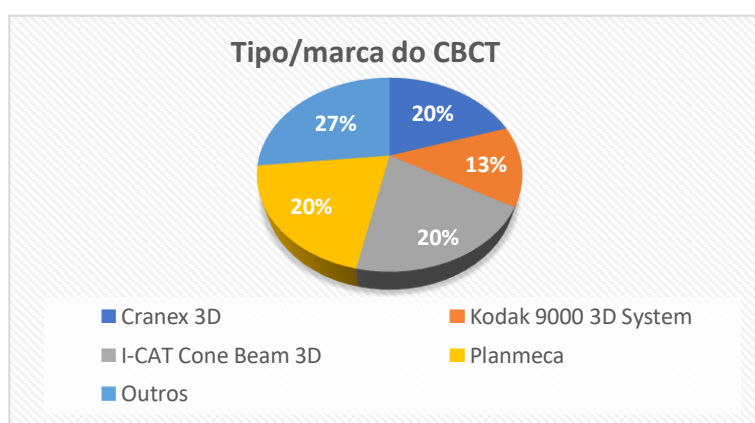
**Figura 1:** Fluxograma (PRISMA) para a seleção de artigos

Dos 15 artigos analisados nesta revisão sistemática, 73,33% foram de estudos *in vitro*, 26,67% foram relatos de casos clínicos onde de igual forma se avaliava a efetividade do CBCT na detecção de perfurações para posterior tratamento.

## 4.2 Variáveis consideradas nos resultados

### 4.2.1 Tipo/Marca do CBCT

Nos artigos analisados neste trabalho, foram usados diferentes tipos e marcas de CBCT para a detecção das perfurações radiculares, no entanto não há referências importantes por parte dos autores sobre o tipo ou marca dos equipamentos nem houve comparação entre eles.



**Figura 2:** Tipo/marca dos CBCT utilizados para a detecção das perfurações radiculares.

### 4.2.2 Método radiológico comparativo

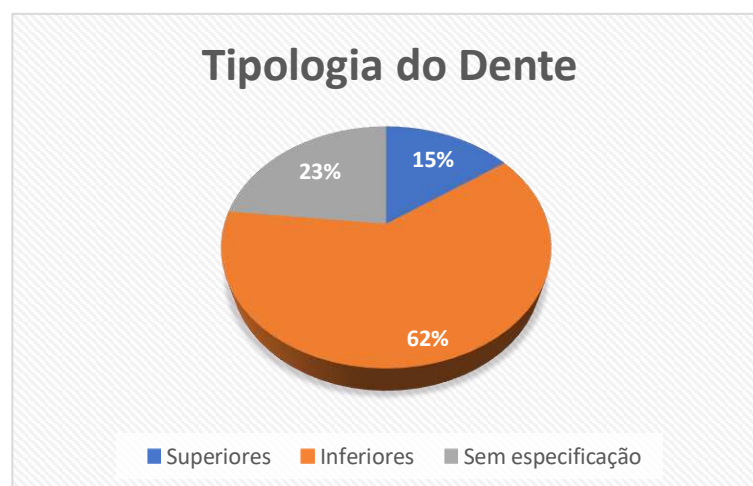
A efetividade do CBCT no diagnóstico de perfurações radiculares, foi comparado com métodos convencionais tais como: Radiografia periapical, Radiografia digital, Tomografia computadorizada, Radiografia de fósforo fotoestimulável e Tomografia computadorizada multidetector, obtendo como resultado que 100% dos estudos incluídos nesta revisão apresentaram uma vantagem significativa na acurácia do CBCT nesta condição clínica.



**Figura 3:** Efetividade do CBCT no diagnóstico das perfurações radiculares em comparação com métodos convencionais.

#### 4.2.3 Tipologia de dente

Os 15 artigos analisados neste trabalho, somaram uma amostra de 674 dentes com perfurações radiculares, 669 dentes *in vitro* e 5 dentes *in vivo*, dos quais 62% foram inferiores. Os autores não fazem referência sobre o porquê da seleção dessa tipologia de dentes.



**Figura 4:** Tipologia de dente utilizados *in vivo* ou *in vitro* com perfurações radiculares para o seu diagnóstico.

#### **4.2.4 Diâmetro e tipologia da perfuração**

A média do diâmetro das perfurações analisadas nestes artigos foram de 1,21 mm. Entretanto, foram estudadas para diagnóstico vários tipos de perfuração, tais como: perfuração de furca, perfuração lateral (*stripping*) e perfuração radicular geral. Neste sentido, não há relacionamento do diâmetro da perfuração, assim como a tipologia da perfuração com o método diagnóstico.

**Tabela 1** – Estudos comparativos e de investigação alusivos ao uso de CBCT na deteção de perfurações radiculares, sendo comparado ou não com outros métodos diagnósticos.

Autor	Tipo/marca do CBCT	Metodo radiologico comparativo	Total de dentes	Tipologia de dentes	Tipo de perfuração	Localização de perfuração	Diâmetro da perfuração	Resultados
Shemesh H. 2011 (28)	Kodak 9000 3D System (120 KvP, 6 mA; Care-stream Health, Inc, Rochester, NY)	Digital PRs x-ray (Siemens Heliodont MD, Erlangen, Germany)	45	Raiz mesial curva	Perfuração radicular e perfuração lateral	Canal mesio lingual e parede axial do canal		Os exames de CBCT foram, em geral, significativamente mais precisos do que os PRs na deteção de perfurações. A diferença entre a CBCT e PRs no diagnóstico de perfurações foi significativa, mas para o diagnóstico de perfuração radicular não foi significativa.
Shokri A. 2014 (29)	Cranex 3D (Soredex)	Radiografia periapical intraoral convencional (CI) Radiografia periapical obtida com fósforo fotoestimulável digital (PSP) tomografia computadorizada multidetector (MDCT)	72	Dentes molares com ápices maduros	Perfuração radicular e perfuração lateral	Raízes distal e mesial	0,2 mm 0,3 mm 0,4mm	CBCT foi superior a CI, PSP e MDCT e as diferenças foram estatisticamente significativas.
Takeshita W. 2015 (16)	i-CAT scanner (120 kVp, and 36.2 no tempo de exposição	Radiografias periapicais convencionais (CPR), radiografias panorâmicas e radiografias periapicais digitais (DPR)	40	Pré-molares	Perfuração radicular, reabsorção externa e fraturas	Dois na lingual, dois na vestibular, três na mesial e três na distal da raiz	O tamanho das perfurações foi de 0,5 mm de diâmetro	A CBCT obteve os maiores valores de sensibilidade e especificidade da área sobre a curva ROC característica do operador receptor, enquanto os menores foram para a radiografia panorâmica. Os valores médios da CBCT diferiram significativamente do DPR e da radiografia panorâmica.
Khojastepour L. 2015 (25)	NewTomVGi CBCT scanner (6 x 6 cm field of view, 0.1-mm resolução; NewTomQR srl, Verona, Italy)	N/A	32	Dentes mandibulares de raiz única	Reabsorção radicular interna artificial	Metade vestibular e lingual	0.1–0.2 mm	A concordância intra e interobservador na deteção de perfuração foi alta. A sensibilidade e especificidade da deteção baseada em CBCT de perfuração na reabsorção radicular interna foram de 81,3% e 84,4%, respectivamente.
Shokri A. 2018 (18)	CBCT Cranex 3D system (Soredex, Helsinki, Finland)	2 sistemas CBCT com modos de alta e baixa resolução com configurações de exposição de 90 kVp, 4 mA, 12,6 s, tamanho de voxel de 0,2 mm, FOV de 8 x 6 cm e espessura de corte de 0,2 mm	72	Primeiro e segundo molar inferior	Perfuração radicular e perfuração lateral	Perfurações cervicais, médias e apicais	O tamanho da perfuração foi entre 0.2, 0.3, e 0.4 mm de diâmetro	A comparação da acurácia diagnóstica da CBCT com base no modo de resolução dos sistemas mostrou que o modo de alta resolução apresentou maior acurácia diagnóstica do que o modo de baixa resolução

Autor	Tipo/marca do CBCT	Metodo radiologico comparativo	Total de dentes	Tipologia de dentes	Tipo de perfuração	Localização de perfuração	Diâmetro da perfuração	Resultados
Haghanifar S. 2014 (17)	Cranex 3D System (Soredex, Helsinki, Finland) 89 kVp tube voltage, 6 mA tube current, and 130µm voxel size high-resolution	Unidade de X-ray (Soredex, Helsinki, Finland)	48	Primeiro e segundo molar inferior	Perfuração radicular e perfuração lateral	1-3 mm entre a furca	N/A	A CBCT mostrou uma precisão maior do que as radiografias periapicais na detecção de perfuração radicular.
Alencar A. 2010 (19)	ICAT Cone Beam 3D sistema de imagem (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA), 0.20 mm x 0.20 mm x 0.20 mm voxel size, 14 bits	As radiografias periapicais foram expostas usando uma unidade eletrônica de raios X Spectro X70 (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com ponto focal de tubo de 0,8 mm x 0,8 mm	40	Molares superiores e inferiores	N/A	Molares superiores: canal palatino, canal méso-vestibular, canal disto-vestibular; molares inferiores: canal distal, canal méso-vestibular, canal méso-lingual	N/A	Ambos métodos de imagem - PR e CBCT - permitiu a identificação de imagens de erros de procedimento após o preparo do canal radicular. Embora as diferenças entre esses dois métodos não fossem significativas
Guedes O. 2014 (20)	PreXion 3D Inc. (San Mateo, CA, USA)	N/A	100	Molares inferiores	N/A	N/A	N/A	A CBCT permitiu a detecção de erros de procedimento durante o preparo do canal radicular
D'Addazio P. 2011 (21)	Equipamentos i-CAT; ImagingScience International, Hatfield, PA, EUA	Radiografia periapical (equipamento Dabi Atlante 1070X ; DabiAtlante, São Paulo, Brasil)	16	Dentes inferiores	Perfuração da raiz e perfuração da faixa	Perfuração na face mesial da raiz distal, na face distal da raiz distal, na raiz mesial	1mm	Houve significativa superioridade da CBCT sobre as radiografias periapicais para reconhecer os defeitos
Ghoncheh Z. 2021 (22)	Planmeca ProMax 3D (Helsinki, Finlândia)	Placas de Armazenamento de Fósforo	124	Molares inferiores	Perfuração de faixa	Parede distal do canal mesio lingual	0 -0.5, 0.5 -1, e 1 -1.5 mm	A CBCT é a técnica mais confiável quando não é possível detectar a perfuração da parede em canais radiculares obturados por sistemas convencionais de imagem digital periapical.
Kamburoğlu K. 2015 (26)	ProMax 3D Max CBCT scanner (Planmeca)	X-ray (Evolution X3000 2 C/1 New Life; New Life Radiology, Grugliasco, Torino, Italy)	80	Primeiros molares maxilares	Perfuração de furca	Furca	Entre 0.43 mm e 2.22 mm	Imagens CBCT com diferentes tamanhos de voxels para melhor desempenho do que imagens digitais intraorais 2D na detecção de perfurações de furca criadas artificialmente.

**Tabela 2** – Relato de casos clínicos alusivos ao uso de CBCT na detecção de perfurações radiculares, sendo comparado ou não com outros métodos diagnósticos.

Autor	Tipo/marca do CBCT	Metodo radiologico comparativo	Total de dentes	Tipologia de dentes	Tipo de perfuração	Localização de perfuração	Diâmetro da perfuração	Resultados
Bhuva B. 2011 (27)	3D Accuitomo 80; J Morita Manufacturing Kyoto, Japan	N/A	1	Incisivo lateral superior	Reabsorção radicular interna perforante	O terço apical do canal palatino	N/A	A tomografia computadorizada de feixe cônico mostrou-se extremamente útil no diagnóstico e manejo deste caso de IRR perforante
Shaban A. 2023 (23)	Endo Mode of Planmeca mid (Planmeca, Helsinki, Finland)	N/A	2	Primeiro molar inferior direito	Perfuração de furca	Furca	N/A	Guias endodônticas tridimensionais são técnicas valiosas, previsíveis, seguras, confiáveis e precisas para a localização e preparo de canais em dentes com perfurações de furca
Ball R. 2013 (24)	CBCT scan (Kodak 9000)	Digital sensors (Kodak RVG 6100)	1	Segundo molar inferior direito	Perfuração radicular	Perfuração na face lingual	N/A	Os benefícios das informações diagnósticas adicionais fornecidas pela CBCT intraoperatória em casos selecionados justificam o risco associado ao nível limitado de exposição à radiação.
Geoffrey R Young. 2007 (30)	Tomógrafo 3D Accuitomo XYZ Slice View (3D Accuitomo, J. Morita Mfg. Corp, Kyoto, Japão)	Radiografia periapical	1	Incisivo central superior	Perfuração lateral da raiz	Perfuração labial no nível médio da raiz	N/A	A tecnologia de imagem CBCT é uma adição útil ao arsenal do endodontista para o diagnóstico e tratamento de problemas endodônticos complexos.

Na Tabela 1, observam-se estudos relacionados com a efetividade do CBCT na detecção de perfurações radiculares em comparação com métodos convencionais. Em média foram utilizados 61 dentes humanos *in vitro*, com um máximo de 124 dentes e um mínimo de 16 dentes. Entretanto, na tabela 2 mostram-se 4 artigos de relatos de casos clínicos.

Foram também registados o tipo e a marca do equipamento diagnóstico utilizado em cada estudo, seja ou não de forma comparativa, assim como a quantidade e a tipologia do dente com a perfuração radicular.

### **4.3 Característica dos estudos**

A respeito da caracterização da amostra por tipo de dente, 9 dos estudos apresentam uma amostra majoritariamente *in vitro* com dentes mandibulares (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25) 4 estudos com dentes superiores (19, 26, 27, 28) e 3 estudos não especificaram detalhes sobre a arcada (16, 28, 29). Desse modo, ao todo 674 dentes foram estudados.

Referente ao método diagnóstico, todos com CBCT de diferentes marcas como se mostra na figura 2. A CBCT foi usada de forma comparativa com métodos convencionais (16, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 28, 29), e como relato de caso ou estudo de investigação (20, 23, 24, 27, 28).

Quanto aos tipos de perfuração, a maioria dos estudos apresentavam perfuração radicular e perfuração lateral, no entanto, foram incluídos casos de perfuração de furca e perfuração causada por reabsorção radicular interna.



## **Discussão**



## 5. Discussão

O exame radiográfico representa uma parte essencial da prática endodôntica atual, desde o diagnóstico e planejamento do tratamento até os controles pós-operatórios e avaliação dos resultados. A CBCT é um método relativamente novo que permite a detecção de lesões endodônticas inclusive antes que sejam aparentes nas radiografias convencionais.

As principais vantagens do uso da CBCT em endodontia são: examinar com precisão a anatomia completa da raiz de cada dente, presença de canais adicionais não tratados, lesões periapicais, lesões periodontais, localização de canais estreitos, detetar calcificações da polpa, realizar medições reais 1:1, detetar falsos canais e diagnosticar fraturas radiculares. A CBCT cria imagens tridimensionais, nas quais o clínico pode realizar múltiplos estudos com a vantagem de poder visualizar o volume.

Referente ao método diagnóstico, todos os estudos incluídos neste trabalho usaram como ferramenta diagnóstica RD, RP, TC e CBCT de forma única ou comparativa entre eles.

Atualmente a CBCT é considerada o método mais confiável para o diagnóstico das perfurações radiculares, os artigos incluídos neste trabalho ainda usaram meios convencionais de diagnóstico em diversos estudos *in vivo* e *in vitro* de forma a comparar e atribuir o nível de efetividade no diagnóstico desta complicação clínica, tal como se pode observar nas tabelas 1 e 2.

A CBCT apresenta inúmeras vantagens documentadas, no entanto não é um método usado diariamente na consulta.

Como é mostrado na tabela 1 e 2, vários estudos realizados foram direcionados a avaliar a efetividade da CBCT no diagnóstico das perfurações radiculares, aumentando desta forma a probabilidade de sucesso no tratamento.

A avaliação pré-operatória da presença de uma perfuração radicular é importante para definir o prognóstico e plano de tratamento. A detecção radiográfica da superfície vestibular ou lingual é difícil, porque a imagem da perfuração é sobreposta à raiz. Se as radiografias pré-operatórias foram realizadas em diferentes ângulos horizontais pode facilitar a identificação da superfície vestibulo-lingual. (30) No entanto, a CBCT permite uma imagem 3D

permitindo um diagnóstico mais preciso neste tipo de lesão.

A CBCT supera as limitações da radiografia convencional ao produzir imagens 3D que permitem uma apreciação completa da anatomia e a relação espacial da patologia e das estruturas anatômicas. O profissional pode selecionar e visualizar as porções do volume de dados em todos os planos ortogonais e nos planos não ortogonais. Portanto, o ruído anatômico pode ser facilmente eliminado. Os voxels da CBCT são isotrópicos, garantindo assim que as imagens produzidas sejam geometricamente precisas e que as medições da imagem, em qualquer plano, estejam livres de distorção. A precisão geométrica 3D da CBCT foi demonstrada repetidamente em estudos clínicos. (31) As imagens 3D são constituídas por voxels no lugar de pixels que são os que determinam as imagens digitais 2D. O tamanho de cada voxel depende da altura, largura e profundidade é o elemento mais pequeno do volume da imagem radiográfica 3D. Os voxels são isotrópicos (iguais em comprimento, altura e profundidade), o que permite medições precisas para os dados de CBCT em qualquer plano. (32, 33) Os cortes tomográficos, são tão espessos como a dimensão de um voxel e podem ser visualizados de várias maneiras. Uma opção é ver as imagens nos três planos ortogonais: axial, sagital e coronal em uma única tela, permitindo na clínica uma visão tridimensional real da área de interesse.

No entanto, apesar das óbvias vantagens que a CBCT oferece na medicina dentária, a tecnologia apresenta desvantagens e limitações. (34)

Atualmente, os sistemas CBCT têm resolução espacial significativamente menor do que as radiografias periapicais (15-20 linhas por mm), mas a resolução reconstruídas está a melhorar à medida que novos sistemas são desenvolvidos. Um grande problema que afeta a qualidade da imagem e a precisão diagnóstica das imagens CBCT é a dispersão do feixe e o endurecimento causado por estruturas e materiais vizinhos de alta densidade. Se a dispersão do feixe e o endurecimento estiverem próximos ou associados ao dente avaliado, as imagens CBCT resultantes podem ter um valor diagnóstico mínimo. Coroas, pontes, implantes, obturações e pinos intrarradiculares podem simular complicações endodônticas ou ocultar as existentes. (34)

Young G, no 2017 relatou o caso de um paciente de 34 anos que

apresentou dor à percussão vertical na peça 21, a RP mostrou que o dente 21 tinha um espigão e uma obturação compacta da raiz. Entre as possíveis etiologias estavam a perfuração lateral, fratura radicular ou filtração de irritantes microbianos através de um canal lateral. Para determinar com precisão a relação entre o espigão e a estrutura radicular, decidiu-se usar a CBCT. Com este método confirmou-se que a peça 21 apresentava uma perfuração na superfície vestibular no terço médio da raiz com um defeito osso associado. (30)

Hagay S *et al.*, no 2011 sinalizou que o risco de diagnosticar incorretamente as perfurações foi alto com ambos os métodos, mas a CBCT mostrou uma sensibilidade significativamente maior do que a RP. Não houve diferença significativa entre os outros métodos de detecção de perfurações radiculares.

Vários instrumentos e técnicas, como localizadores apicais eletrônicos, microscópios operatórios, endoscópios e tomografia de coerência óptica, foram sugeridos para a detecção de perfurações radiculares; mas nenhum deles pode ajudar no diagnóstico de perfuração em raízes tratadas endodonticamente. O exame radiográfico é um componente essencial do manuseamento das complicações endodônticas. Radiografias intraorais (seja em filme ou digital) ainda são as modalidades de imagem mais aceitas e amplamente utilizadas em endodontia. No entanto, tais imagens têm limitações inerentes que surgem principalmente da projeção bidimensional (2D) de estruturas tridimensionais (3D), que levam à distorção geométrica e restringem as informações sobre o tamanho, extensão e localização das lesões radiculares/periapicais. (29) Nesse estudo, foi comparado a precisão da radiografia convencional, radiografia PSP, CBCT e MDCT para detecção de perfurações *in vitro* em raízes de 72 molares tratados endodonticamente. Tendo como resultado que, para a detecção de perfurações radiculares, apenas a diferença entre CBCT e MDCT foi significativa, e para todos os outros métodos nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada. (29)

O diagnóstico de perfurações radiculares requer uma combinação de achados sintomáticos, radiográficos e observações clínicas. Um indício sobre uma possível perfuração ocorre quando uma lima é colocada na abertura, e o instrumento parece estar solto. (35)

Pode-se saber da presença de uma perfuração de várias formas, por

exemplo; sangramento constante no canal e pontas de papel cheias de sangue continuamente. Pode ser visualizada numa radiografia ou localizando eletronicamente com um localizador apical eletrônico, ou mesmo pelos sintomas do paciente durante o procedimento clínico. A observação frequente de sangramento dentro do espaço pulpar pode ser a primeira evidência de perfuração iatrogênica. Uma perfuração da câmara pulpar pode causar sangramento dos tecidos moles adjacentes ou do ligamento periodontal. A presença de sangue no meio do assoalho da câmara pulpar de um molar indica uma possível perfuração na área de furca, o sangramento aparece como uma descarga repentina durante a preparação. Os cones de papel são úteis na avaliação de perfurações radiculares, se o sangue aparece na lateral de uma ponta de papel mas não na ponta, pode indicar uma perfuração lateral ou de fita. A inserção repetida de pontas de papel que saem com sangue na ponta indica perfuração apical. Isso pode ser confirmado pela irrigação cuidadosa do canal sem levar o irrigante para os tecidos envolvidos. (35) O diagnóstico de uma perfuração radicular é geralmente difícil, ainda mais quando estão localizadas do lado vestibular ou lingual, a perfuração é radiograficamente sobreposta na superfície da raiz. (36)

Takeshita W *et al.*, no 2015 formulou a seguinte pergunta no seu estudo: vale a pena fazer CBCT apesar da dose de radiação? A Comissão de Proteção Radiológica Internacional, formulou três princípios fundamentais de Proteção contra Radiação, considerando os riscos potenciais de exposição a radiações ionizantes e tendo em conta o LNT, a dose em CBCT deve ser uma consideração contínua. Assim, as doses devem ser as mais baixas possíveis, mas mantendo qualidade diagnóstica adequada. (37, 38)

O Princípio da justificação, que implica produzir mais benefício ao invés de prejuízo para o paciente. Este princípio envolve determinar a necessidade de um exame com radiação ionizante tanto a nível geral como particular para cada caso clínico. Diretrizes foram publicadas recentemente com base em evidências e recomendações de painéis de especialistas de diferentes especialidades, que descrevem a contribuição da CBCT em implantodontia, endodontia e outras áreas clínicas. (37, 39, 40) Esses documentos podem ser uma ajuda importante na justificação de exames CBCT. É consenso que não há indícios de exames

CBCT de rotina e que o exame e a história clínica de cada paciente são essenciais na hora de decidir sua indicação. (37)

O Princípio de otimização conhecido como ALARA (do inglês As Low As Reasonably Achievable: tão baixo quanto razoavelmente possível), envolve a obtenção de imagens de qualidade diagnóstica com as doses de menor radiação possível. Vários fatores influenciam as dosagens, algumas das quais podem ser modificadas pelo operador em determinados equipamentos. Outros equipamentos não permitem sua modificação, portanto o médico deve selecionar o equipamento que melhor se adapta às necessidades de cada clínica no momento da compra. Mesmo 10% da redução da dose tem sido considerada clinicamente relevante. (41)

O princípio da limitação de dose, que é focado na exposição ocupacional e pública. Este princípio não se aplica aos pacientes, pois em certos casos, pode limitar o diagnóstico ou reduzir a eficácia do tratamento proposto. Porém, uma justificativa e otimização apropriadas contribuem para limitação de dose. (37)

A Associação Europeia de Radiologia Oral e Maxilofacial estabeleceu 20 princípios que orientam o uso da CBCT em odontologia. Em linhas gerais, eles aplicam os princípios de proteção contra radiação descritos mais acima e fazem recomendações sobre treinamento e competências para o diagnóstico de imagens com a CBCT. (42)

Takeshita W *et al.*, também menciona no seu estudo que a pesar da CBCT ter obtido os maiores valores de sensibilidade e especificidade da área sobre a curva ROC (Az) enquanto os menores foram para a radiografia panorâmica, o resultado foi concordante em 90% dos estudos, onde justifica o uso do CBCT para diagnosticar este tipo de situações, que levaram a uma boa seleção do tratamento e bom prognóstico a longo prazo.

Salatino G, em 2009 avaliou a influência do tamanho do voxel na detecção de perfurações radiculares, testando assim a capacidade diagnóstica da CBCT para detetar reabsorções radiculares externas. Os resultados obtidos indicam que os valores de sensibilidade e especificidade da CBCT foram semelhantes e não dependem da resolução do voxel. O voxel é a menor unidade de volume de um exame CBCT. Este tamanho pode variar de 0,076 x 0,076 mm a cerca de 0,4 x 0,4 mm de diâmetro e altura respectivamente. (44) Um tamanho de voxel menor

está associado a uma melhor resolução espacial, o que requer uma quantidade maior de radiação. Há situações que exigem um pequeno voxel, como a avaliação de fraturas radiculares e reabsorção radicular externa. Tem sido recomendado que, sempre que possível, preferem o maior tamanho de voxel sempre que permite um diagnóstico adequado. É de particular importância para o dentista, estar ciente ao escolher a opção “alta resolução” para um exame CBCT, sabendo que isso implica uma maior exposição à radiação para o paciente. (37)

O tamanho das perfurações foi analisado em 7 artigos, (16, 18, 21, 22, 25, 26, 29) estas tinham entre 0,2mm até 2,22mm de diâmetro mas nenhum autor relacionou o tamanho com o método ou dificuldade no diagnóstico. Estas perfurações foram produzidas *in vitro* ou relatadas em casos clínicos.

Shokri A *et al.*, fez a comparação da acurácia diagnóstica da CBCT com base no modo de resolução deste sistema, e mostrou que o modo de alta resolução apresentou maior acurácia diagnóstica do que o modo de baixa resolução. Uma comparação da sensibilidade e especificidade desses dois sistemas radiográficos para a detecção de perfurações radiculares nos modos de alta e baixa resolução mostrou que, apesar da maior sensibilidade da CBCT de alta resolução, diferenças significativas existiam com relação a marca apenas entre o modo de alta resolução Cranex e o modo de baixa resolução Cranex ( $P=0,027$ ). (18)

Shokri A *et al.*, também menciona no seu estudo que o aumento do diâmetro da perfuração aumenta a precisão diagnóstica dos sistemas de imagem, mas não de forma estatisticamente significativa. Para ambos dos sistemas CBCT, a concordância interobservador foi maior para o modo de alta resolução do que para o modelo de baixa resolução. Estes 2 sistemas avaliados da CBCT tiveram resultados diferentes em termos de detecção de perfurações laterais e de raízes, mas a precisão diagnóstica não foi afetada pelo diâmetro da perfuração.

Walton e Torabinejad, no 1989 descrevem a área de furca no terço coronal das raízes estreitas e curvas como a “zona de perigo” há menos estrutura dentária neste setor, em comparação com a parede externa do canal. A tendência de remover a dentina desta zona aumenta a frequência de perfuração

em fita, especialmente com preparos de acesso que não estão em linha reta. Essas perfurações geralmente ocorrem na superfície distal das raízes mesiovestibular dos molares superiores e raízes mesiais dos molares inferiores perto da área da furca. (46)

Dos 15 artigos analisados neste trabalho, 9 tinham de referência perfurações radiculares em dentes inferiores, molares ou unirradiculares. Os autores não fazem referência sobre o porquê da seleção dessa tipologia de dentes, mas confirma-se com a literatura que devido ao estreito diâmetro mesiodistal na zona cervical dos pré-molares inferiores e a inclinação lingual de suas raízes aumenta a frequência de perfurações coronárias nesses dentes. (47)

Portanto, nos casos em que a radiografia periapical não oferece total confiabilidade, a CBCT deve ser considerada como um método adicional. Recentemente, a CBCT é mais útil nos casos em que a radiografia convencional produz resultados inconclusivos ou mostra uma fratura no terço médio de uma raiz. Nesses casos, a CBCT pode descartar falsos negativos. (48) No entanto, a radiografia convencional fornece aos médicos imagens de alta resolução e económicas que continuam a ser o método de primeira linha para imagens odontológicas. É óbvio que existem muitas situações específicas em que as imagens produzidas pela CBCT facilitam o diagnóstico e influenciam o tratamento, como a perfuração radicular. A utilidade da CBCT não pode ser contestada. É uma valiosa modalidade de imagem específica para tarefas, fornecendo o máximo de informações ao clínico. (49)

A análise destes estudos, visa facilitar o diagnóstico das perfurações radiculares, comparando a precisão diagnóstica da CBCT, ortopantomografia e RP convencional e RD no diagnóstico de tal problema.

De acordo com as atuais diretrizes terapêuticas publicadas pela International Association of Dental Traumatology (IADT) e pela American Association of Endodontics (AAE), o uso da CBCT é recomendado em casos com diagnóstico incerto. (50)



## **Conclusão**



## 6. Conclusão

De acordo com esta revisão sistemática, e de forma a se responder à questão de investigação: “CBCT **(I)** permite uma melhor identificação **(O)** de perfurações radiculares **(P)** em comparação com métodos convencionais **(C)**?”

- A tecnologia tridimensional é um campo que tem crescido nos últimos anos e é fundamental investigar possíveis aplicações de novos dispositivos para realizar diagnósticos e tratamentos mais precisos e, assim, obter melhores resultados.
- A tomografia computadorizada de feixe cónico fornece informações muito superiores às radiografias bidimensionais, permitindo a resolução mais eficiente de problemas de diagnóstico.
- A CBCT revela informações úteis ao Médico Dentista, tendo vantagens em comparação com o TC e RP.
- Há superioridade significativa da CBCT sobre as radiografias periapicais para diagnosticar as perfurações radiculares.
- O uso da CBCT na endodontia é importante, pois substitui imagens 2D por uma alta resolução das imagens permitindo um bom diagnóstico.
- As imagens com a CBCT permitem visualizar perfurações radiculares de qualquer tipologia, que na radiografia convencional nem sempre podem ser evidenciadas;
- O uso em endodontia da CBCT mostrou uma alta eficiência na identificação da anatomia radicular, reabsorções internas, fratura e perfuração radicular, entre outros.
- É necessário levar em consideração as limitações da CBCT para não expor o paciente a radiação desnecessária se a situação puder ser tratada com outros métodos com sucesso semelhante.
- Depois de analisar a bibliografia, pode-se concluir que a tomografia computadorizada de feixe cónico é uma ferramenta essencial para o tratamento das complicações que ocorrem no campo da endodontia, onde o diagnóstico é decisivo.



## **Bibliografia**



## 7. Bibliografia

1. Farea M, Husein A, Pameijer C. Furcation perforation: current approaches and future perspectives. *Int Dent South Africa* [Internet]. 2019;9(1):17-44. Cruse WP, Bellizzi R. A historic review of endodontics, 1689-1963, part 1. 1963;495–9.
2. Kucher M, Dannemann M, Modler N, Haim D, Hannig C, Weber M. Continuous Measurement of Three-Dimensional Root Canal Curvature Using Cone-Beam Computed and Micro-Computed Tomography: A Comparative Study. *Dent J (Basel)* 2020 Feb 6;8(1):16.
3. Carvalho M. Experimental furcal perforation treated with mineral trioxide aggregate plus selenium: immune response. *Braz Oral Res.* 2018;32:1–8.
4. Srinivasan C, Col L, Bhagabati N, Rajput A. Non-surgical repair of iatrogenic furcal perforation of radix entomolaris. *Med J Armed Forces India.* 2013;1:5–7. ScienceDirect
5. Root T, Tranmatol E. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endodontics & Dental Traumatology.* 1996; 255–65.
6. Pivotto F. As perfurações endodônticas com ênfase na aplicação de MTA e do hidróxido de cálcio. *Repositório Digital LUME* [Internet]. Porto Alegre, 2009; 11-14.
7. Estrela C, de Almeida D, Giampiero D, Fedele Julio F, Almeida Silva Orlando, Aguirre Guedes Álvaro, Henrique Borges. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res.* 2018; 18;32(suppl 1):e73.
8. Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endodontics & Dental Traumatology,* 1996; 255-264.
9. Bramante C, Berbert A, Bernardineli N. Recursos técnicos radiográficos aplicados à endodontia. *Revista Brasileira de Odontologia.* 1980;(1): 8-24.
10. Seltzer S, Sinai I, August A. Periodontal effects off root perforations before and during endodontic procedures. *Journal dental research.* 1970;49:332-9
11. Cohen S, Louis H, Kenneth M. Hargreaves. *Caminhos da polpa.* Brasil: Ed.

Elsevier; 1998.

12. Lopes H, Siqueira J. Endodontia: Biologia e técnica. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2004; 527-33.
13. Shokri A, Eskandarloo A, Noruzi-Gangachin M, Khajeh S. Detection of root perforations using conventional and digital intraoral radiography, multidetector computed tomography and cone beam computed tomography. 2015;40(1):58-67. DOI:10.5395/rde.2015.40.1.58.
14. Patel P, Shah J, Dudhia B, Butala P, Jani Y, Macwan R. Comparação dos achados da radiografia panorâmica e da tomografia computadorizada de feixe cônico para a raiz do terceiro molar mandibular impactado e a relação do canal do nervo alveolar inferior. Indian J Dent Res. 2020;31:91-102.
15. Botelho RG, de Oliveira CC. Literaturas branca e cinzenta: uma revisão conceitual. Ciência da Informação. 2015; 44(3): 501-13. DOI: 10.18225/ci.inf.v44i3.1804.
16. Takeshita W, Chicarelli M, Iwaki L. Comparison of diagnostic accuracy of root perforation, external resorption and fractures using cone-beam computed tomography, panoramic radiography, and conventional & digital periapical radiography. Indian J Dent Res 2015;26:619-26
17. Haghanifar S, Moudi E, Mesgarani A, Bijani A, Abbaszadeh N. A comparative study of cone-beam computed tomography and digital periapical radiography in detecting mandibular molars root perforations. Imaging Sci Dent. 2014; 44(2):115-9. Doi: 10.5624/isd.2014.44.2.115.
18. Shokri A, Eskandarloo A, Norouzi M, Poorolajal J, Majidi G, Aliyaly A. Diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography scans with high- and low-resolution modes for the detection of root perforations. Imaging Sci Dent. 2018; 48(1):11-19. doi: 10.5624/isd.2018.48.1.11.
19. Alencar A, Dummer P, Oliveira H, Pécora J, Estrela C. Procedural errors during root canal preparation using rotary NiTi instruments detected by periapical radiography and cone beam computed tomography. Braz Dent J (2010) 21(6): 543-549
20. Guedes O, Corrêa da Costa M, Dorilêo M, Oliveira H, Pedro F, Bandeca M, Borges A. Detection of Procedural Errors during Root Canal Instrumentation using Cone Beam Computed Tomography. Journal of International Oral Health 2015; 7(3):28-32

21. D'Addazio P, Campos C, Özcan M, Teixeira H, Passoni R, Carvalho A. A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. *Int Endod J.* 2011; 44(3):218-24. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01802.x.
22. Ghoncheh Z, Dolatabadi Z, Dibaji F, KharaziFard M. A Comparative Study of Diagnostic Accuracy of Cone Beam Computed Tomography and Intra Oral Digital Radiography Phosphor Storage Plates in Detecting Strip Perforation in Endodontically - Treated Teeth.
23. Shaban A, Elsewify T, Hassaneina E. Multiple Endodontic Guides for Root Canal Localization and Preparation in Furcation Perforations: A Report of Two Cases. *Iran Endod J.* 2023;18(1):65-70. doi: 10.22037/iej.v18i1.39498.
24. Ball R, Barbizam J, Cohenca N. Intraoperative endodontic applications of cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2013;39(4):548-57. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.038.
25. Khojastepour L, Moazami F, Babaei M, Forghani M. Assessment of Root Perforation within Simulated Internal Resorption Cavities Using Cone-beam Computed Tomography. *J Endod* 2015;41(9):1520-1523. Doi: 10.1016/j.joen.2015.04.015.
26. Kamburoğlu K, Yeta E, Yılmaz F. An ex vivo comparison of diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography and periapical radiography in the detection of furcal perforations. *J Endod.* 2015; 41(5):696-702.
27. Bhuva B, Barnes J, Patel S. The use of limited cone beam computed tomography in the diagnosis and management of a case of perforating internal root resorption. *Int Endod J.* 2011 Aug;44(8):777-86. Doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01870.
28. Hagay S, Cristescu R, Wesselink P, Wu M. The Use of Cone-beam Computed Tomography and Digital Periapical Radiographs to Diagnose Root Perforations. *Basic research.* 2011; 37(4): 513-516. DOI:10.1016/j.joen.2010.12.003.
29. Shokri A, Eskandarloo A, Noruzi-Gangachin M, Khajeh S. Detection of root perforations using conventional and digital intraoral radiography, multidetector computed tomography and cone beam computed tomography. *Restor Dent Endod.* 2015;40(1):58-67

30. Young G. Contemporary management of lateral root perforation diagnosed with the aid of dental computed tomography. *Aust Endod J.* 2007; 33(3):112-8.
31. Kiarudi A, Eghbal M, Safi Y, Aghdasi M, Fazlyab M. The applications of cone-beam computed tomography in endodontics: A review of literature. *Iran Endod J.* 2015;10(1):16–25.
32. Scarfe W, Farman A, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006; 72,75-80.
33. Cotton T, Geisler T, Holden D, Schwartz S, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007; 9,1121-32.
34. Abella F, Morales K, Garrido I, Pascual J, Duran-Sindreu F, Roig M. Endodontic applications of cone beam computed tomography: Case series and literature review. *G Ital Endod.* 2015;29(2):38–50.
35. Alhadainy H. Root perforations. A review of literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78: 368-374.
36. Fuss Z, Assooline L, Kaufman A. Determination of location of root perforations by electronic apex locator. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1996; 82: 324 - 329.
37. European Commission. Radiation protection n° 172: Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. 2012. [http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation\\_protection/doc/publication/172.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/172.pdf)
38. Farman A. ALARA still applies [editorial]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:395-397
39. AAE/AOMR. Use of cone-beam computed tomography in endodontics joint position statement of the American Association of Endodontists *Anu. Soc. Radiol. Oral Radiol Endod* 2011;111:234-237
40. Benavides E, Rios HF, Ganz SD, An C-H, Resnik R, Reardon GT et al. Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: The International Congress of Oral Implantologists Consensus Report. *Implant Dent* 2012;21:78-86
41. International Atomic Energy Agency. Dosimetry in diagnostic radiology: An

- international code of practice. Technical reports series n°. 457. IAEA 2007.  
[http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/trs457\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/trs457_web.pdf)
42. Horner K, Islam M, Flygare L, Tsiklakis K, Whaites E. Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: Consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38:187-195
  43. Salatino G. Influence of Voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J. Endod.* 2009;35:233- 35.
  44. Kau C, Bozic M, English J, Lee R, Bussa H, Ellis R. Cone-beam computed tomography of the maxillofacial region - an update. *Int J Med Robot* 2009;5:366-380.
  45. Walton R, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. Philadelphia: WB Saunders, 1989;210.
  46. Guttrann J, Durnsha T, Lovdahl P. Problem solving in endodontics, 2nd ed. St. Louis: Mosby yearbook. 1992;80-84
  47. Grossrnan L. The managment of accidents encountered in endodontic practice. *Dent Clin North Arn* 1957;11: 903 – 912.
  48. May J, Cohenca N, Peters O. Contemporary management of horizontal root fractures to the permanent dentition: Diagnosis-radiologic assessment to include cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2013;39  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.10.022>
  49. Min K. Management of root canal perforation by using cone-beam computed tomography. *Restor Dent Endod.* 2013 Feb; 38(1): 55–56.
  50. Cohenca N. Clinical applications of cone beam computed tomography in endodontics: A comprehensive review complications. *Quentessence Int.* 2015;46(8):657–69.
  51. Hounsfield G. Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. *Br J Radiol.*1973; 46:1016-22. 5. Vannier MW. Craniofacial computed tomography scanning technology, applications and future trends. Section 2: Multi-dimensional imaging. *Orthod Craniofac Res.*2003 (Suppl.1):23-30.
  52. McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb).* 2012;22(3):276-82.

53. Farea M, Husein A, Pameijer C. Furcation perforation: current approaches and future perspectives. *Int Dent South Africa* [Internet]. 2019;9(1):17–44.

