



UNIVERSIDADE  
FERNANDO  
PESSOA

# ERROS IATROGÉNICOS DE INSTRUMENTAÇÃO NO TRATAMENTO ENDODONTICO: CAUSAS, PREVENÇÃO E TRATAMENTO – REVISÃO INTEGRATIVA

[Iatrogenic Instrumentation Errors in Endodontic Treatment: Causes, Prevention and Management –  
Integrative Review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Catarina Da Conceição Teixeira Ferreira

Orientador:

Mestre Luís França Martins

Setembro 2024







**ERROS IATROGÉNICOS DE INSTRUMENTAÇÃO NO  
TRATAMENTO ENDODÔNTICO: CAUSAS, PREVENÇÃO E  
TRATAMENTO – REVISÃO INTEGRATIVA**

[Iatrogenic Instrumentation Errors in Endodontic Treatment: Causes, Prevention and  
Management – Integrative Review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Catarina Da Conceição Teixeira Ferreira

Orientador:

Mestre Luís França Martins

Setembro 2024



Dedico esta conquista à minha mãe, cujo seu amor incondicional e sacrifício incansável foram, sem dúvida, a força motriz que sustentou cada passo meu ao longo desta jornada. A tua força e resiliência, que me demonstraste durante toda a minha vida, foram e serão sempre, os alicerces do meu sucesso.

Esta vitória é mais tua do que minha, porque sem ti, eu seria incapaz.

Amo-te Mãe.



## AGRADECIMENTOS

As palavras tornam-se insuficientes para expressar toda a gratidão que sinto por todos os que me acompanharam e fizeram parte deste meu percurso.

Eternamente grata ao meu orientador, Luis França Martins, que me abraçou desde o primeiro segundo em que lhe pedi que me orientasse neste meu projeto. Obrigada por me apoiar neste passo tão importante da minha vida.

Agradecer também à pessoa que fez com que tudo isto fosse possível, à minha mãe. O exemplo mais puro de resiliência, superação e coragem. Devo-te tudo aquilo que sou. Que tudo o que fiz, faço e farei, para o resto da minha vida, te encha de orgulho, pois este é e sempre será o meu maior objetivo. Esta vitória é tua.

Ao meu irmão por ser o meu porto seguro, a minha outra metade. Vamos ser para sempre, a ancora um do outro.

Aos meus avós, Rogério e Agostinha, por me criarem e por me darem os valores necessários para que eu possa ser um exemplo para o próximo. A ti avô, que te tenho como o melhor pai que podia ter tido, apesar de não estares cá nesta dimensão, sei que me abraças diariamente e que nunca deixaste de cuidar de mim. O teu legado de bondade, empatia e amor perdurará para sempre no meu coração.

Ao meu namorado Daniel, que fez com que o meu percurso se tornasse mais fácil. Obrigada por lutares e acreditares do meu lado. A vida é tão melhor contigo.

À minha melhor amiga, Ana Sofia, que me amparou em cada passo mal dado, que me aconchegou e acreditou que um dia eu seria tudo aquilo que eu quisesse ser. És e sempre serás o meu braço direito.

À minha irmã de coração, que está do meu lado desde que me lembro de ser alguém! Que cresceu comigo e acompanhou de perto o início, o meio e o fim deste meu sonho. Obrigada, Catarina Moreira, por todo o apoio e coragem que me deste durante toda a minha vida. És a irmã que eu sempre sonhei ter.

Por último, mas não menos importante, ao meu binómio, que do outro lado da cadeira do paciente me deu as mãos apenas com o olhar. Que bom foi partilhar esta caminhada contigo.

Agradecer também, em especial, à Bárbara, Cláudia, Marta e Vasile, que foram, sem sombra de dúvidas, os melhores cúmplices nesta minha Jornada.

Obrigada.



## RESUMO

A investigação, prevenção e tratamento dos erros iatrogénicos de instrumentação em endodontia são fundamentais para melhorar a prática e garantir a segurança dos pacientes. Compreender as causas dos erros permite aprimorar técnicas e protocolos. A prevenção envolve a formação contínua, uso de tecnologias avançadas, e protocolos rigorosos. O tratamento eficaz exige diagnóstico rápido e correção adequada dos erros. Focar nesses aspetos melhora a qualidade dos tratamentos, a satisfação dos pacientes e promove a evolução da endodontia. O propósito da presente revisão de literatura reside na descrição da evidência científica disponível sobre as causas, estratégias de prevenção e tratamento dos erros iatrogénicos de instrumentação no tratamento endodôntico.

A pesquisa bibliográfica desta revisão de literatura realizou-se na base de dados de publicações científicas Pubmed e B-on, com a conjugação dos seguintes termos: endodontic failure e iatrogenic errors, e publicações nos últimos 10 anos (2013-2024): obtidos 70 artigos, dos quais 7 integram esta revisão.

O investimento na investigação e na implementação de medidas preventivas para evitar erros iatrogénicos em procedimentos odontológicos é crucial para melhorar a segurança dos pacientes, aumentar a qualidade dos tratamentos e reduzir custos para o sistema de saúde. A investigação permite identificar as causas desses erros e desenvolver novas técnicas e materiais que minimizam os riscos, contribuindo para a formação e capacitação dos profissionais de odontologia. Além disso, promove a inovação tecnológica e ajuda a manter a confiança dos pacientes nos cuidados de saúde oral, assegurando tratamentos mais eficazes e seguros.

**Palavras-chave:** Tratamento Endodôntico; Erros Iatrogénicos; Instrumentação de Canais Radiculares; Prevenção de Erros; Gestão de Erros.



## **ABSTRACT**

Research, prevention, and treatment of iatrogenic instrumentation errors in endodontics are essential for improving practice and ensuring patient safety. Understanding the causes of these errors allows for the improvement of techniques and protocols. Prevention involves continuous education, the use of advanced technologies, and strict protocols. Effective treatment requires prompt diagnosis and appropriate correction of errors. Focusing on these aspects enhances treatment quality, patient satisfaction, and promotes the evolution of endodontics. The purpose of this literature review is to describe the available scientific evidence on the causes, prevention strategies, and treatment of iatrogenic instrumentation errors in endodontic treatment.

The bibliographic research for this literature review was conducted in the Pubmed and B-on scientific publication databases, using a combination of the following terms: \*endodontic failure\* and \*iatrogenic errors\*, in any language, and publications from the last 10 years (2013-2024). A total of 70 articles were obtained, of which 7 are included in this review.

Investment in research and the implementation of preventive measures to avoid iatrogenic errors in dental procedures is crucial to improving patient safety, increasing the quality of treatments, and reducing costs to the healthcare system. Research helps identify the causes of these errors and develop new techniques and materials that minimize risks, contributing to the education and training of dental professionals. Furthermore, it promotes technological innovation and helps maintain patient trust in oral healthcare, ensuring more effective and safer treatments.

**Key-words:** Endodontic Treatment; Iatrogenic Errors, Root Canal Instrumentation; Error Prevention; Error Management.



## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvii
ÍNDICE DE TABELAS .....	xix
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS OU ACRÓNIMOS.....	xxi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESENVOLVIMENTO.....	11
2.1. Materiais E Métodos .....	11
2.1.1. Fontes De Pesquisa.....	11
2.1.2. Critérios De Inclusão E Exclusão .....	11
2.2. Resultados .....	13
2.2.1. Seleção Dos Estudos.....	13
2.2.2. Caracterização Dos Estudos Seleccionados .....	15
2.2.3. Resultados Dos Estudos Seleccionados .....	19
2.3. Discussão .....	24
3. CONCLUSÃO.....	35
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representação gráfica do diagrama PRISMA ( <i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i> ) .....	14
---	----



## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> População, Conceitos, Contexto (PCC) estratégia para formular a questão de revisão.....	11
<b>Tabela 2.</b> Resumo das Características e Resultados dos estudos selecionados para análise .....	15



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS OU ACRÓNIMOS

<b>PRISMA</b>	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses</i>
<b>SCR</b>	Sistema de canais radiculares
<b>TENC</b>	Tratamento endodôntico não cirúrgico
<b>PCC</b>	População, Conceitos e Contexto
<b>ECR</b>	Endodontia e Canal Radicular
<b>CBCT</b>	Tomografia Computorizada de Feixe Cônico
<b>MTA</b>	Agregado de Trióxido Mineral
<b>E. Faecalis</b>	Enterococcus Faecalis
<b>NiTi</b>	Níquel-Titânio
<b>SS</b>	Aço Inoxidável



## 1. INTRODUÇÃO

A endodontia, como parte integrante da Medicina Dentária, encontra-se em constante evolução. Enquanto profissionais, mantemo-nos sempre na vanguarda de novas técnicas de trabalho, com o objetivo de assegurar o melhor tratamento possível. (Loureiro et al., 2021)

No entanto, apesar dos avanços e da modernização nesta área, podem ocorrer imprevistos (eventos indesejáveis), tais como as fraturas e a separação de instrumentos, formação de degraus, bloqueios, falsos trajetos e perfurações. Estes erros resultam de diversos fatores, incluindo a torção excessiva, a flexão rotativa, a imperícia do profissional e a anatomia complexa dos canais radiculares. A atenção a estes fatores é essencial para minimizar a ocorrência de acidentes. (Siqueira, 2008) (Torabinejad, et al., 2009).

Os erros iatrogénicos na instrumentação durante o tratamento endodôntico representam um desafio significativo na prática clínica: compreender as suas causas, implementar estratégias eficazes de prevenção e adotar métodos de tratamento adequados são fundamentais para melhorar os resultados do tratamento endodôntico e garantir o sucesso terapêutico. (Patel, et al., 2016).

Os erros iatrogénicos de instrumentação, em Medicina Dentária, referem-se a danos ou complicações que ocorrem durante os procedimentos dentários, como resultado direto das ações do profissional. O termo "Iatrogénico" vem do grego e significa "causado pelo médico", referindo-se a problemas que surgem não devido à doença em si, mas como consequência de intervenções médicas. No contexto odontológico, estes erros podem ocorrer durante vários procedimentos, como tratamentos dos canais radiculares (endodontia), restaurações dentárias, cirurgias, ou outros tratamentos. (Ingle, et al., 2002) (Patel, et al., 2016) (Cohen, et al., 2006).

Como mencionado anteriormente, estes erros incluem perfurações. Estas ocorrem quando a parede do dente ou do canal radicular é perfurada durante o tratamento, o que pode levar a complicações graves, como são exemplo infeções ou até mesmo a perda da peça dentária; fratura de instrumentos, quando os instrumentos se partem dentro do canal radicular torna-se difícil ou até mesmo impossível removê-los, comprometendo assim o sucesso do tratamento; desgaste excessivo, que envolve a remoção excessiva de tecido dentário saudável durante a preparação das cavidades ou dos canais, o que pode

enfraquecer o dente; lesões nos tecidos moles, como por exemplo danos acidentais às gengivas, língua ou outras partes da cavidade oral durante a utilização de instrumentos; e sobreextensão de materiais, quando os materiais de obturação ou outros são inseridos além dos limites do canal ou da cavidade, podem causar irritação ou infecção nos tecidos circundantes. (Hülsmann, et al., 2005) (Patel, et al., 2016).

Estes erros, embora, geralmente evitáveis com técnicas e cuidados adequados podem ter consequências graves para o paciente. A prevenção passa por uma boa formação do profissional, utilização de técnicas adequadas e escolha de instrumentos apropriados para cada procedimento. (Siqueira, 2008) (Hülsmann, et al., 2005).

Fatores como a torção excessiva, a flexão rotativa, a imperícia do operador e a complexidade anatômica dos canais radiculares frequentemente resultam em erros como fraturas de instrumentos, degraus, bloqueios e perfurações. (Iandolo, 2023) (Pantaleo, 2022) (Ruddle, 2023).

Diversas técnicas de instrumentação surgiram a fim de solucionar eventuais acidentes durante o preparo dos canais radiculares. (Mello, et al., 2021) (Pantaleo, et al., 2022).

A fratura e separação de um instrumento endodôntico é um incidente indesejado durante o processo de instrumentação do sistema de canais radiculares. Este evento pode resultar na obstrução do acesso ao ápice radicular, tornando o tratamento endodôntico mais desafiador, e, em alguns casos, até impossibilitando-o, o que consequentemente afeta o seu prognóstico. (Siqueira, et al., 2008) (Souter, et al., 2005) (Aminoshariae, et al., 2008) (Cheung, 2009) (Messer, 2006).

A preparação químico-mecânica de canais radiculares curvos e estreitos gera tensões mais elevadas nos instrumentos em comparação com os canais retos e mais amplos. Assim, quanto maior a tensão aplicada aos instrumentos, maior será a probabilidade da sua fratura. (Siqueira, 2008) (Cheung, 2006) (Messer, 2006) (Peters, 2004).

Os instrumentos endodônticos podem fraturar devido a mecanismos de torsão e fadiga cíclica. A fratura por torsão ocorre quando a ponta do instrumento fica bloqueada no canal, levando o restante a rodar até ultrapassar o limite elástico do metal, resultando em deformação plástica seguida de fratura. Já a fratura por fadiga cíclica é causada por ciclos repetidos de tensão na liga enquanto ela gira na área da curva do canal. A fratura geralmente ocorre perto do ponto médio do comprimento do arco, onde a curvatura radicular é máxima, sendo esta a zona de maior tensão. (Sousa, et al., 2015).

A existência de um fragmento no interior dos canais exige do profissional uma avaliação detalhada das opções de tratamento, imediatamente após a ocorrência, ou no planejamento de um retratamento. Diversas técnicas foram desenvolvidas para facilitar a remoção dos fragmentos, porém, geralmente requerem dispositivos específicos que não estão sempre à disposição do clínico (Frota, et al., 2016).

Os fatores que influenciam a fratura de instrumentos durante intervenções em canais radiculares dependem da tipologia do instrumento empregado, a composição do material (aço inoxidável [SS], níquel-titânio [NiTi]), a capacidade de resistência à fadiga do material, bem como, a destreza técnica do clínico. (Alrahabi, et al., 2019).

Instrumentos rotatórios feitos de ligas níquel-titânio (NiTi) foram desenvolvidos na Endodontia para reduzir erros e aumentar a segurança no preparo dos canais. A liga NiTi destaca-se pela sua superelasticidade, pelo efeito memória de forma, baixo módulo de elasticidade e alta resistência mecânica. Os instrumentos de NiTi, apesar das propriedades mecânicas benéficas, podem sofrer fraturas inesperadas, causadas por sobrecarga de torção ou fadiga por flexão. (Tavares, et al., 2015).

Quando é possível contornar o obstáculo e realizar a desinfecção adequada, o prognóstico geralmente não é significativamente afetado. A fratura de um instrumento, seja de Níquel-Titânio ou Aço Inoxidável, está normalmente associada ao seu uso inadequado. (Simon, et al., 2017).

É importante destacar que a fratura do instrumento não só causa uma frustração considerável para o profissional, como também levanta uma outra preocupação: a necessidade de comunicar o ocorrido ao paciente. Tanto do ponto de vista legal como ético, é fundamental informar o paciente sobre a fratura do instrumento que ocorreu durante o Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico. Além disso, o paciente deve compreender como isso poderá afetar o prognóstico do tratamento, juntamente com as potenciais consequências e complicações associadas. Com base nestas informações, cabe ao paciente decidir se aceita ou não prosseguir com o tratamento, formalizando a sua decisão através da assinatura de um termo de consentimento informado. (Peters, 2004) (Ibrahim, et al., 2012) (Cohen, et al., 2006) (American Association of Endodontists, 2019).

Para prevenir fraturas durante os procedimentos endodônticos, é crucial que o operador desenvolva habilidades aprimoradas e mantenha uma vigilância rigorosa sobre os instrumentos, observando sinais de deformação e desgaste. A prática recomendada é a utilização de instrumentos novos ou em ótimo estado, uma vez que o uso repetido pode comprometer a integridade dos mesmos e aumentar o risco de fraturas (Simon, et al., 2017).

Além disso, durante a instrumentação dos canais radiculares, é fundamental que o profissional faça inspeções regulares das brocas e limas. Instrumentos que apresentem sinais de desgaste ou deformação devido ao uso excessivo devem ser substituídos antes que possam causar fraturas, constituindo assim uma medida preventiva essencial (Lopes, et al., 2010).

Um dos erros recorrentes, também frequentemente observados no âmbito da endodontia é a formação do degrau, que corresponde a uma irregularidade criada de maneira iatrogênica, durante o processo de instrumentação do canal radicular. Essa condição resulta numa instrumentação ineficiente, além de comprometer significativamente a qualidade da obturação, o que pode acarretar em falhas no tratamento endodôntico. Para que a ocorrência de degraus seja efetivamente evitada, é fundamental que o profissional mantenha uma atenção redobrada na fase do acesso coronário, uma vez que a remoção adequada das interferências anatômicas presentes nessa etapa torna-se essencial. Essa remoção permite um maior controle durante o procedimento e facilita a execução das etapas subsequentes da instrumentação do canal radicular, contribuindo para um tratamento mais preciso e eficaz (Mello, et al., 2021).

A formação de degraus durante o tratamento endodôntico pode ser atribuída a diversos fatores. Entre as principais causas estão o desconhecimento da anatomia dentária, especialmente em casos de raízes com curvaturas acentuadas, erros no acesso à cavidade pulpar, e a determinação inadequada do comprimento de trabalho e da orientação do canal radicular. Além disso, a utilização de instrumentos endodônticos com diâmetros inadequados em relação à anatomia do canal, a aplicação de rotação excessiva durante a progressão apical do instrumento, o bloqueio do canal por fragmentos de dentina ou outros resíduos e tentativas de remover instrumentos fraturados também são fatores contribuintes. Outro aspecto crítico é a não observância da sequência correta de utilização das limas por parte do profissional. (Cohen, et al., 2006) (Hülsmann, et al., 1999) (Siqueira, et al., 1999)

Embora diversos fatores possam influenciar a formação de degraus, a curvatura das raízes é um dos mais significativos. A identificação da anatomia radicular, essencial para evitar tais complicações, pode ser clinicamente obtida através de radiografias. Durante a instrumentação, se o profissional perceber que a lima não atinge o comprimento de trabalho pré-estabelecido e sentir resistência, como se a lima estivesse a bater contra uma parede sólida, o profissional deve ficar atento e suspeitar da possível formação de um degrau nessa mesma área. Esses são os sinais mais comuns na formação de um degrau. Nesse momento, é aconselhável realizar um exame radiográfico, preferencialmente com o instrumento posicionado no local da interferência, para uma avaliação mais precisa e adequada. (Lambrianidis, 2009)

A detecção precoce da formação de degraus possibilita que a trajetória original do canal radicular seja restabelecida. A técnica comumente empregada para contornar um degrau envolve uma leve curvatura da extremidade de um instrumento endodôntico de aço inoxidável, como por exemplo, a lima K15 ou outra lima de menor calibre, a fim de evitar o encravamento da mesma. Quanto mais próximo da região cervical estiver localizado o degrau, maior será a possibilidade deste ser ultrapassado. (Lopes, et al., 2010) Após ultrapassar o degrau, o instrumento endodôntico deve ser manuseado com movimentos de alargamento parcial para a direita, combinados com movimentos de limagem, até alcançar a liberdade junto às paredes do canal. É essencial realizar avaliações clínicas periódicas. (Lambrianidis, 2009)

Caso não seja possível contornar o degrau e o paciente não apresente sintomas, o canal radicular deve ser instrumentado até à saliência e abundantemente irrigado com hipoclorito de sódio e clorexidina, já que a aplicação de irrigantes visa a possível penetração além da saliência. O canal é tratado com hidróxido de cálcio durante pelo menos uma semana e, posteriormente, será obturado. Nestas situações, é preferível utilizar técnicas de obturação com guta-percha quente, uma vez que esta, ao amolecer, pode fluir para além do degrau, preenchendo, embora não selando completamente, a porção apical do canal radicular. O paciente é informado de um prognóstico reservado, sendo necessário um acompanhamento regular. (Lambrianidis, 2009)

Outro erro iatrogénico frequentemente observado é o bloqueio de canal, este ocorre devido à acumulação de detritos de dentina ou de tecido no interior do canal, resultando numa obstrução que impede o acesso e a desinfecção completa da porção apical do sistema

de canais radiculares. O canal bloqueado pode conter diversos tipos de detritos, como o acúmulo compactado de material dentinário (o mais comum), resíduos de tecido pulpar residual ou restos de materiais de obturação (em casos de retratamento). Este bloqueio pode surgir por várias razões, incluindo a compactação e solidificação do tecido pulpar na constrição apical, devido à utilização de instrumentos, insuficiente irrigação durante a instrumentação ou a falta de limpeza dos instrumentos antes de os reinserir no canal. Um estudo demonstrou que a limpeza das limas é crucial na prevenção de bloqueios de canais. Foram testados nove tipos de limas, e os investigadores observaram uma quantidade mínima de detritos ao longo dos canais quando as limas eram retiradas e limpas periodicamente antes de serem reintroduzidas no canal. O bloqueio é reconhecido quando o comprimento de trabalho previamente confirmado já não é atingido. A avaliação radiográfica mostrará que a lima não se encontra próxima da constrição apical. (Siqueira, et al., 2008) (Peters, 2004) (Wu, et al., 2002) (Kardos, et al., 2004) (Schäfer, et al., 2003)

Assim como no caso do degrau, quando há um bloqueio, os instrumentos endodônticos não conseguem alcançar o comprimento de trabalho estabelecido inicialmente. No entanto, a sensação tátil é diferente. Nessa situação, um instrumento de pequeno calibre transmite a sensação de atingir uma parede quase sólida, mas penetrável. Do ponto de vista radiográfico, o bloqueio pode ser identificado pela ausência do espaço no canal radicular, que anteriormente estava desimpedido. (Lambrianidis, 2009)

A prevenção de um bloqueio de canal pode ser assegurada através da adesão às diretrizes de instrumentação. Aspectos cruciais incluem a necessidade de irrigação abundante e frequente, preferencialmente utilizando ultrassons, a limpeza adequada dos instrumentos antes de sua reintrodução no canal e a prática de recapitulação ao longo de todo o procedimento de instrumentação, esta é uma técnica importante para prevenir a formação de bloqueios durante a instrumentação do canal radicular. A recapitulação consiste na utilização periódica de uma lima de menor calibre, para garantir a manutenção da permeabilidade do canal e prevenir o acúmulo de detritos na porção apical. Este procedimento ajuda a evitar a criação de degraus e bloqueios, promovendo uma instrumentação mais uniforme e segura ao longo do canal radicular. Além disso, a obtenção de radiografias pré-operatórias de diagnóstico precisas e de alta qualidade, interpretadas cuidadosamente antes do início do tratamento, contribui para a compreensão profunda da morfologia e das suas variações do dente a ser tratado. A instrumentação com irrigação adequada segue essas orientações. Entre os vários fatores associados à

formação de bloqueios, a curvatura do canal, a técnica de instrumentação e os instrumentos utilizados parecem ser os mais relevantes. (Lambrianidis, 2009)

Para lidar com este tipo de acidente, a abordagem é semelhante à descrita para o degrau: utilizam-se limas manuais de aço inoxidável de pequeno calibre para recuperar o comprimento de trabalho original, com irrigação abundante usando hipoclorito de sódio e agentes quelantes. Isso possibilitará a subsequente remoção da massa de detritos e a instrumentação normal do canal radicular. Se a remoção não for viável, o profissional pode instrumentar e obturar o canal até o nível do bloqueio, com técnica hidráulica de guta-percha quente, mantendo monitoramento regular do dente afetado. Independentemente do resultado da obturação, o paciente precisa ser orientado sobre futuras opções de tratamento, tais como cirurgia, reimplante ou extração. Em geral, os bloqueios de canal podem ser corrigidos, especialmente quando são identificados precocemente durante a instrumentação. Nessas circunstâncias, o bloqueio do canal não afeta o prognóstico. No entanto, se o bloqueio não puder ser contornado, os detritos endurecidos podem comprometer o resultado, principalmente em casos infetados, pois os microrganismos podem ficar retidos nos detritos. (Lambrianidis, 2009)

A formação de falsos trajetos durante o tratamento endodôntico representa também outro erro iatrogénico de grande relevância clínica, associado principalmente à instrumentação inadequada dos canais radiculares. Este fenómeno ocorre quando a trajetória natural do canal radicular não é seguida, resultando num desvio que pode levar a complicações sérias, como a perfuração radicular, a perda da função dentária e o insucesso do tratamento endodôntico. (Siqueira, et al., 1997) (Tsesis, et al., 2006)

A formação de falsos trajetos é geralmente atribuída a uma série de fatores técnicos e anatómicos. A utilização de instrumentos endodônticos rígidos ou inadequadamente curvados em canais radiculares curvos ou calcificados pode resultar em desvios indesejados. Além disso, a falta de precisão na determinação do comprimento de trabalho, a aplicação de força excessiva durante a instrumentação e a ausência de irrigação eficaz são fatores que contribuem para a formação desses trajetos. A falta de experiência ou o exame clínico inadequado também pode aumentar o risco de ocorrência deste erro. (Yamada, et al., 2001) (Tsesis, et al., 2006).

As consequências da formação de falsos trajetos são de grande gravidade. As perfurações de estruturas anatómicas adjacentes podem resultar em complicações inflamatórias, dor

intensa e até mesmo no desenvolvimento de abscessos periapicais. Além disso, uma vez estabelecido o falso trajeto, a descontaminação integral do canal radicular original torna-se significativamente comprometida, o que prejudica o sucesso do tratamento e aumenta o risco de insucesso endodôntico. A existência de um falso trajeto também pode comprometer a eficácia do selamento durante a obturação, favorecendo a recontaminação do sistema de canais radiculares e, conseqüentemente, o fracasso do tratamento endodôntico (Tsesis, et al., 2006) (Peters, 2004).

Para prevenir a formação de falsos trajetos, é fundamental que o endodontista siga rigorosos protocolos de instrumentação. A escolha adequada de instrumentos, o uso de técnicas de instrumentação que respeitem a anatomia natural dos canais e a verificação constante do comprimento de trabalho são medidas essenciais. Além disso, o uso de sistemas de magnificação, como microscópios operatórios, e a utilização de técnicas de imagem avançadas, como a tomografia computadorizada de feixe cônico, podem auxiliar na detecção precoce de desvios e na correção de trajetos antes que se tornem críticos. (Tsesis, et al., 2006) (Vertucci, 1984).

Quando um falso trajeto é identificado, o tratamento requer uma abordagem cuidadosa. Em alguns casos, pode ser possível redirecionar o instrumento para o canal original, utilizando técnicas de bypass. Em situações mais complexas, pode ser necessário recorrer a procedimentos cirúrgicos para corrigir a perfuração ou tratar as complicações associadas. (Peters, 2004) (Wilcox, et al., 1989).

A formação de falsos trajetos durante o tratamento endodôntico é um erro iatrogênico significativo que pode comprometer o sucesso terapêutico. A prevenção depende de uma compreensão detalhada da anatomia dos canais radiculares, da aplicação de técnicas de instrumentação adequadas e do uso de tecnologia avançada. O tratamento adequado e a correção precoce deste erro são essenciais para garantir resultados favoráveis e preservar a função dentária a longo prazo. (Peters, 2004) (Paqué, et al., 2009).

A perfuração pode ser de origem iatrogênica ou fisiológica e é caracterizada pela criação de uma comunicação artificial entre a câmara pulpar ou o sistema de canais radiculares e a superfície externa do dente (espaço periodontal). Esta comunicação entre os dois meios facilita a passagem de bactérias do sistema de canais radiculares para os tecidos periodontais e vice-versa, comprometendo a integridade do dente. A perfuração radicular pode ocorrer em diversas situações clínicas: durante a abertura da cavidade de acesso,

durante o preparo do canal radicular ou após este. A maioria das perfurações acontece durante a realização da cavidade de acesso, quando há uma perda da noção da profundidade da câmara pulpar devido a vários fatores. O paciente deve ser imediatamente informado sobre o ocorrido, bem como sobre os procedimentos a seguir, as opções de tratamento disponíveis e o prognóstico. A perfuração radicular, e consequentemente, um falso trajeto, constituem uma complicação grave, que deve ser precocemente diagnosticada e tratada de forma imediata e adequada. (Seltzer, et al., 1984) (Fuss, et al., 1996) (Ruddle, 2002) (Schwartz, et al., 2004)

As consequências de uma perfuração radicular podem levar assim a uma resposta inflamatória, resultando na destruição dos tecidos periodontais e também do osso alveolar. A falta de conhecimento sobre estas perfurações radiculares e as suas implicações pode atrasar o diagnóstico e o tratamento, o que poderá eventualmente causar problemas futuros que podem acabar por culminar na perda do dente afetado. (Estrela, et al., 2018) (Seltzer, et al., 1984) (Fuss, et al., 1996) (Nair, 2006) (Seltzer, et al., 1984) (Schwartz, et al., 2004) (American Association of Endodontists, 2019)



## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Materiais e métodos

#### 2.1.1. Fontes de Pesquisa

A revisão bibliográfica foi conduzida utilizando as bases de dados eletrônicas PubMed e B-On, complementada pela exploração de literatura cinzenta através da plataforma Google Scholar. Adicionalmente, foram analisados livros relevantes e as referências bibliográficas de artigos primários, cujo conteúdo contribuiu de forma significativa para o esclarecimento da questão de revisão proposta. Esta pesquisa também incluiu a consulta de conteúdos científicos publicados em websites de associações e instituições nacionais e internacionais de renome na área da medicina dentária, considerados pertinentes para a integração e robustez desta revisão de literatura.

#### 2.1.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

A problemática da revisão de literatura esclareceu-se no acrónimo PCC (Tabela 1), que se sustentou na questão de revisão: quais as causas, medidas de prevenção e o tratamento de erros iatrogénicos decorrentes de procedimentos endodônticos.

**Tabela 1.** População, Conceitos, Contexto (PCC) estratégia para formular a questão de revisão.

Estratégia PCC	
<b>População (P)</b>	Pacientes acometidos por erros iatrogénicos
<b>Conceitos (C)</b>	Causas, medidas de prevenção e tratamento de erros iatrogénicos
<b>Contexto (C)</b>	Procedimentos endodônticos

A seleção dos artigos foi realizada seguindo as diretrizes condicionais pelo protocolo PRISMA, conforme ilustrado na Figura 1. A estratégia de pesquisa envolveu a combinação dos seguintes termos específicos do MeSH (Medical Subject Headings), nomeadamente “endodontia”, “causas de falha endodôntica”, “degrau”, “torque”, e “separação do instrumento do canal radicular”. Estes termos foram combinados de

diversas formas utilizando operadores booleanos, como "AND" e "OR", para garantir uma cobertura abrangente.

Para a resposta à questão de revisão foram determinados como critérios de inclusão: (1) estudos *ex vivos*, em dentes humanos extraídos, (2) estudos em pacientes submetidos a tratamento endodôntico, (3) pacientes que não foram submetidos a tratamento endodôntico.

Por outro lado, como critérios de exclusão foram determinados os seguintes: (1) estudos em animais, (2) estudos em dentes decíduos, (3) estudos que não se cumpram os critérios de inclusão ou cujos objetivos e/ou conclusões não contribuam para o esclarecimento da resposta à questão de revisão.

## **2.2. Resultados**

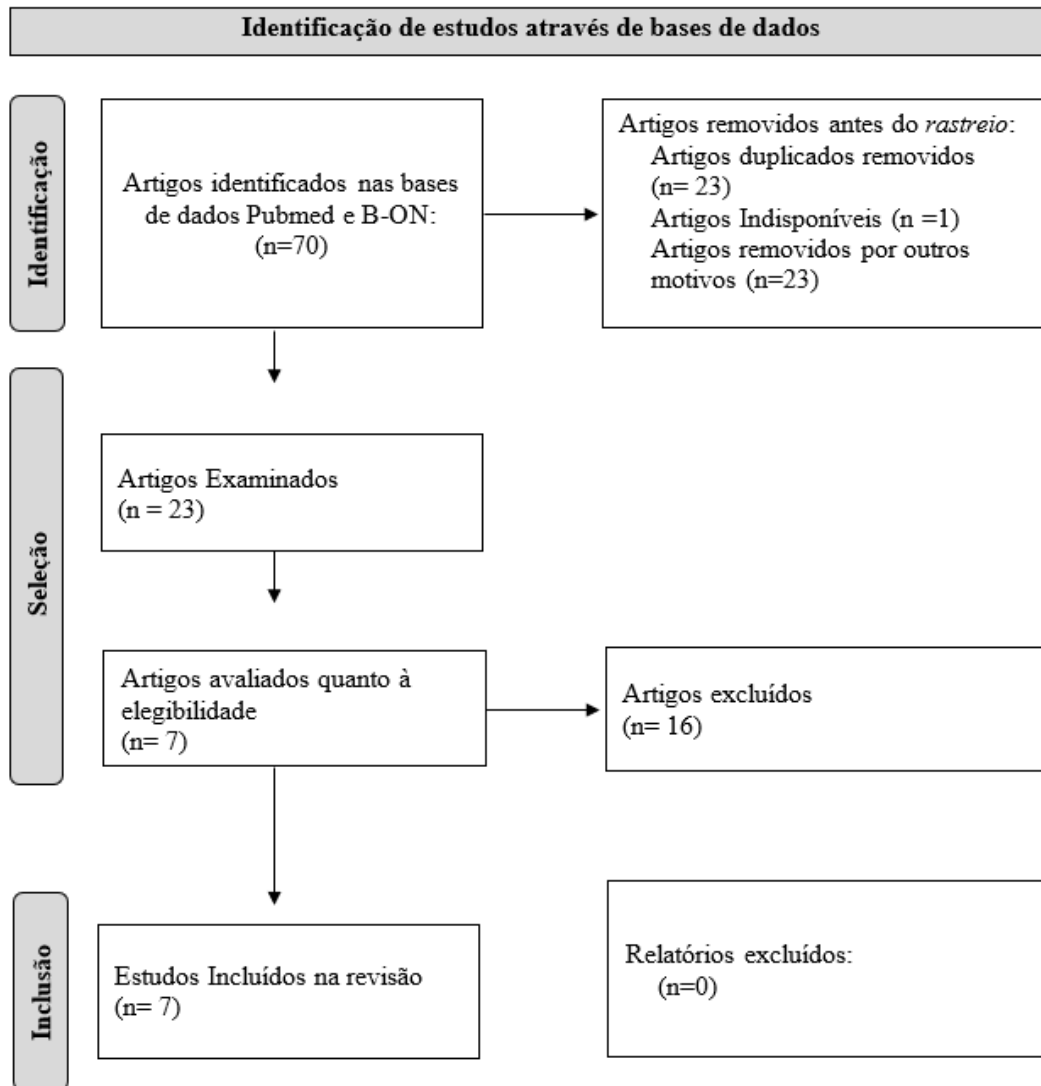
### **2.2.1. Seleção dos estudos**

A pesquisa resultou na identificação de um total de 70 artigos. Após a eliminação de estudos duplicados e daqueles que se encontravam indisponíveis, o número de artigos foi reduzido para 23. Subsequentemente, foi realizada uma análise minuciosa dos títulos e resumos dos artigos remanescentes, levando em consideração os objetivos delineados para o trabalho, bem como os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. Esta análise permitiu a seleção de 7 artigos para uma leitura completa e detalhada. Os artigos selecionados foram considerados pertinentes e foram incorporados na revisão integrativa da literatura apresentada. O processo de inclusão e exclusão dos artigos está representado no diagrama PRISMA, conforme ilustrado na Figura 1.

Os estudos escolhidos e analisados mais detalhadamente para este trabalho foram: (Prada, et al., 2019); (Rao, et al., 2023); (Kim, et al., 2018); (Hendi, et al., 2018); (Ruddle, 2023); (Burry, et al., 2016) e (AlRahabi, 2017).

**Figura 1.**

Representação gráfica do Diagrama PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*)



Nota: n: número

### 2.2.2. Caracterização dos estudos selecionados

Os estudos analisados oferecem uma visão abrangente e multifacetada sobre os diferentes aspectos relacionados com o insucesso e os desafios do tratamento endodôntico. Estes estudos exploram desde fatores microbiológicos e anatômicos até avanços tecnológicos e a influência da formação e especialização dos profissionais.

O estudo de Prada et al., (2019), que faz uma revisão da literatura sobre a microbiota associada à falha endodôntica, destaca o papel crucial do *Enterococcus faecalis*, um microrganismo frequentemente presente em tratamentos falhados devido à sua capacidade de formar biofilmes e de sobreviver em áreas do canal radicular inacessíveis às técnicas convencionais de desinfecção. O estudo sublinha que, além de *E. faecalis*, outras bactérias como *Fusobacterium* e *Propionibacterium* começam a ser mais frequentemente identificadas em estudos recentes.

O estudo observacional de Rao et al., (2023), por sua vez, foca-se nos fatores relacionados com o insucesso do tratamento endodôntico primário, com uma amostra de 250 dentes. Os autores observaram que os molares são os dentes mais suscetíveis a falhas, sendo seguidos pelos pré-molares e incisivos. A falha endodôntica foi associada à presença de radiolucências periapicais, o que aponta para problemas inflamatórios ou infecciosos não resolvidos.

Já Kim et al., (2018) examinou um aspecto técnico muito específico: as falhas endodônticas em canais radiculares em forma de C. Este tipo anatômico é especialmente prevalente em molares inferiores, e o estudo constatou que a maior parte das falhas está associada a vazamentos e à falta de preenchimento adequado do canal.

Hendi et al., (2018), com o seu estudo exploratório sobre a qualidade da formação endodôntica entre estudantes de odontologia, aponta para um problema crucial na formação prática dos futuros profissionais. A prevalência de erros, tais como transporte apical, perfurações e saliências, é significativamente maior entre os estudantes, particularmente em tratamentos realizados em molares.

Já no estudo de Ruddle (2023), este traz uma contribuição inovadora ao descrever o uso de guias 3D para o tratamento de canais radiculares calcificados. Esta técnica guiada proporciona maior precisão e segurança na localização dos canais obstruídos, resultando em tratamentos mais eficazes e com menos complicações. A abordagem 3D, segundo o

autor, deve ser considerada uma técnica previsível para enfrentar os desafios de canais calcificados, sendo uma solução promissora para melhorar os resultados clínicos em casos de anatomia difícil.

No estudo comparativo de Burry et al., (2016), é realizada uma análise com uma enorme quantidade de dados (487.476 procedimentos) para comparar os resultados da terapia inicial de canal radicular entre diferentes tipos de dentes. Os resultados mostram que os molares tratados por endodontistas têm taxas de sobrevivência significativamente mais altas do que aqueles tratados por profissionais não especializados, especialmente a longo prazo (10 anos). Este estudo destaca a importância de uma especialização adequada em endodontia, sugerindo que o sucesso dos tratamentos é diretamente proporcional ao nível de experiência e especialização do clínico. Além disso, reforça a ideia de que os molares, devido à sua complexidade anatômica, são os dentes mais desafiadores e que a intervenção de especialistas pode fazer a diferença entre o sucesso e o fracasso do tratamento.

O estudo de AlRahabi (2017) visa comparar os resultados da terapia inicial não cirúrgica do canal radicular em diferentes tipos de dentes. A metodologia incluiu um estudo comparativo com uma amostra considerável de 487.476 procedimentos de terapia de canal radicular. Foram observadas taxas de sobrevivência a longo prazo para dentes tratados por endodontistas versus aqueles tratados por profissionais não especializados. O estudo revela que a sobrevivência dos dentes foi de 98% após 1 ano, 92% após 5 anos e 86% ao longo de 10 anos, com variações significativas de acordo com o tipo de dente e a especialização do profissional. Os molares tratados por endodontistas apresentaram uma taxa de sobrevivência 5% maior após 10 anos em comparação com os tratados por profissionais não especializados. A taxa de risco de insucesso foi calculada como 1,394 vezes maior para dentes tratados por não especialistas. Este estudo é importante porque salienta a importância da especialização em endodontia, demonstrando que os resultados de longo prazo são substancialmente melhores quando o tratamento é realizado por um endodontista, particularmente em dentes com anatomia complexa, como os molares.

**Tabela 1.** Características dos estudos selecionados para análise

Tabela 1   Tabela de evidências					
Autor, Ano	Objetivo do estudo	Tipo de estudo	Metodologia	Resultados	Conclusão
[1] (Prada, et al., 2019)	Identificar a microbiota associada à falha endodôntica, bem como entender as razões pelas quais esses microrganismos são capazes de sobreviver a medidas básicas de desinfecção	Revisão	Pesquisa nas bases de dados PubMed com as seguintes palavras-chave "Infecções Endodônticas", "Microbiologia Endodôntica", "Falha Endodôntica", "Enterococcus Faecalis", "Retratamento de Endodontia".	A maioria dos autores destaca <i>Enterococcus faecalis</i> como o principal microrganismo associado à falha endodôntica, no entanto existem estudos recentes que isolam, em maior proporção, outras bactérias como <i>Fusobacterium nucleatum</i> e <i>Propionibacterium</i> .	<i>E. faecalis</i> e outros microrganismos têm em comum as seguintes propriedades, que os tornam capazes de sobreviver às medidas de desinfecção: a capacidade de formar um biofilme, de se localizarem em áreas inacessíveis às técnicas de instrumentação do canal radicular, o sinergismo, a capacidade de expressar genes de sobrevivência e ativar vias metabólicas alternativas.
[2] (Rao, et al., 2023)	Avaliar os fatores associados ao insucesso do tratamento endodôntico primário.	Estudo observacional	Um total de 250 dentes de 219 pacientes (104 homens e 146 mulheres) foram examinados no departamento de Odontologia Conservadora e Endodontia, que relataram dentes tratados com o canal radicular sintomático. Os dados por meio de exame clínico e radiográfico foram registados num documento elaborado para o estudo de cada paciente quanto à falha endodôntica.	De acordo com o tipo de dente, o número máximo de dentes que foram descritos com falha são os molares (67,6%), seguidos pelos pré-molares (14,0%), incisivos (12,8%) e, por último, caninos (5,6%). Com base na localização dos dentes afetados, o máximo de dentes que apresentaram falha no tratamento do canal radicular foram os posteriores inferiores (51,2%), seguidos pelos posteriores superiores (31,60%), anteriores superiores (13,2%), anteriores inferiores (4,0%).	As falhas endodônticas foram encontradas principalmente em canais radiculares curvados e restaurados de maneira inadequada, com forte associação com a radiolucência periapical.

Autor	Objetivo do estudo	Tipo de estudo	Metodologia	Resultados	Conclusão
[3] (Kim, et al., 2018)	Analisar as características dos canais radiculares em C e avaliar as causas da falha endodôntica.	Estudo analítico	42 dentes com canais radiculares em forma de C foram incluídos neste estudo e foram submetidos a cirurgia de reimplante intencional. Antes da cirurgia, foram realizadas radiografia periapical e tomografia computadorizada de feixe cônico. A configuração do canal radicular foi analisada e classificada de acordo com a classificação de Melton em nível coronal e apical.	Os segundos molares inferiores foram os dentes mais frequentemente envolvidos (90,4%). As configurações de canal radicular mais frequentemente observadas foram C1 no nível coronal (45,2%) e C3 no nível apical de 3 mm (45,2%). A causa mais comum de falha para um tratamento de canal radicular em forma de C foi um canal com vazamento (45,2%), seguido por um istmo (23,8%), falta de canal, preenchimento excessivo do canal e problemas iatrogênicos.	Os canais radiculares em forma de C apresentam maior dificuldade de tratamento devido à complexidade anatômica. A causa mais comum de falha foi um canal e istmo com vazamento.
[4] (Hendi, et al., 2018)	Investigar a qualidade da formação endodôntica e a sua relação com a qualidade do tratamento de canal realizado por estudantes do quinto ano de odontologia	Estudo exploratório	432 registros de tratamento endodôntico realizado por estudantes do quinto ano de odontologia foram qualificados para serem investigados posteriormente. As radiografias foram avaliadas por dois endodontistas independentes. O transporte apical, a perfuração apical, a formação de saliências e a qualidade da restauração temporária foram os tipos de erros investigados no presente estudo.	A prevalência de erros de transporte apical, formação de saliências e perfuração apical foram significativamente maiores em molares em comparação com outros tipos de dentes. O tipo de erro mais prevalente foi o transporte apical, que foi significativamente maior nos dentes inferiores. Não houve diferenças significativas entre os dentes em relação aos outros tipos de erros.	A qualidade da formação endodôntica deve ser melhorada com mudanças no currículo para reduzir a ocorrência de erros.

Autor	Objetivo do estudo	Tipo de estudo	Metodologia	Resultados	Conclusão
[5] (Ruddle, 2023)	Descrever a endodontia guiada no tratamento de dentes severamente obliterados usando guias 3D projetados virtualmente e uma broca cilíndrica personalizada de 1 mm de diâmetro.	Estudo analítico	Procedimento guiada no tratamento de 7 dentes severamente obliterados usando guias 3D projetados virtualmente e uma broca cilíndrica personalizada de 1 mm de diâmetro. Essa abordagem de tratamento demonstrou ser segura e rápida e pode ser considerada uma técnica previsível para a localização de canais calcificados, minimizando assim as complicações	Os casos tratados com a ajuda do guia mostraram uma gestão eficaz dos canais calcificados, resultando num tratamento bem-sucedido e em melhores resultados clínicos para os pacientes.	Essa abordagem de tratamento demonstrou ser segura e rápida e pode ser considerada uma técnica previsível para a localização de canais calcificados, minimizando assim as complicações.
[6] (Burry, et al., 2016)	Comparar os resultados da terapia inicial não cirúrgica do canal radicular para diferentes tipos de dentes.	Estudo comparativo	487.476 procedimentos iniciais de terapia de canal radicular não cirúrgico foram seguidos desde o momento do tratamento até a presença de um evento desagradável indicado pelos códigos de terminologia odontológica atual para retratamento, cirurgia apical ou extração. Os dados demográficos da população foram calculados para o tipo de provedor e localização do dente. As estimativas de sobrevida de Kaplan-Meier foram calculadas para 1, 5 e 10 anos. As taxas de risco para o tipo de provedor e a localização do dente foram calculadas usando o modelo de riscos proporcionais de Cox.	A taxa de sobrevivência dos dentes tratados foi de 98% ao fim de 1 ano, 92% após 5 anos e 86% após 10 anos. Diferenças significativas na sobrevida com base no tipo de provedor foram observadas para molares em 5 anos e para todos os tipos de dentes em 10 anos. A maior diferença descoberta foi uma taxa de sobrevida 5% maior em 10 anos para molares tratados por endodontistas. Uma taxa de risco de 1,394 foi encontrada ao comparar o sucesso de outros provedores com o dos endodontistas dentro deste grupo molar de 10 anos.	As taxas de sobrevida dos dentes tratados são elevadas em 10 anos após o tratamento, independentemente do tipo de profissional. Molares tratados por endodontistas após 10 anos apresentam taxas de sobrevivência significativamente mais altas do que molares tratados por não endodontistas.

Autor	Objetivo do estudo	Tipo de estudo	Metodologia	Resultados	Conclusão
[7] (AlRahabi, 2017)	Avaliou a qualidade técnica do tratamento de canal radicular (ECR) e detetou erros iatrogénicos numa clínica odontológica	Estudo analítico	Registos odontológicos de 280 pacientes que receberam ECR entre 2013 e 2016 realizados por estudantes de odontologia foram investigados por revisão retrospectiva de processos clínicos. A obturação do canal radicular foi avaliada com base no comprimento da obturação a $\leq 2$ mm do ápice radiográfico, com radiodensidade uniforme e boa adaptação às paredes do canal radicular. A obturação inadequada do canal radicular incluiu casos contendo erros de procedimento, como perfuração da furca, saliência, perfuração radicular, separação de instrumentos, espaços vazios na obturação ou preenchimento insuficiente ou excessivo da obturação. Registos odontológicos de 280 pacientes que receberam ECR entre 2013 e 2016 realizados por estudantes de odontologia foram investigados por revisão retrospectiva de processos clínicos. A obturação do canal radicular foi avaliada com base no comprimento da obturação a $\leq 2$ mm do ápice radiográfico, com radiodensidade uniforme e boa adaptação às paredes do canal radicular. A obturação inadequada do canal radicular incluiu casos contendo erros de procedimento, como perfuração da furca, saliência, perfuração radicular, separação de instrumentos, espaços vazios na obturação ou preenchimento insuficiente ou excessivo da obturação.	Em 193 dentes (68,9%), o tratamento endodôntico foi considerado adequado e sem erros de procedimento. No entanto, em 87 dentes (31,1%), o tratamento endodôntico revelou-se inadequado e apresentou erros de procedimento. A frequência de erros de procedimento em toda a amostra foi de 31,1%, sendo: subpreenchimento, 49,9%; obturação excessiva, 24,1%; presença de espaços vazios, 12,6%; instrumentos fraturados, 9,2%; perfuração apical, 2,3%; e transporte de canal, 2,3%. Não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) no tipo ou frequência de erros de procedimento entre os alunos do quarto e do quinto ano. Os molares inferiores (43,1%) e os incisivos superiores (19,2%) apresentaram as maiores e menores taxas de erros de procedimento, respetivamente.	A qualidade técnica dos tratamentos endodônticos realizados por estudantes de graduação em odontologia foi classificada como 'adequada' em 68,9% dos casos. No entanto, há uma necessidade de melhoria na formação dos alunos nos níveis pré-clínico e clínico.

### **2.2.3. Resultados dos estudos selecionados**

No estudo conduzido por Prada et al., (2019), a principal conclusão destaca que a sobrevivência das bactérias após o tratamento endodôntico está intimamente associada à sua capacidade de formar biofilmes. Esses biofilmes conferem às bactérias uma resistência significativa aos métodos tradicionais de desinfecção, o que frequentemente resulta no insucesso dos tratamentos que não conseguem erradicar completamente essas infecções persistentes. Prada et al. evidenciam que as bactérias, ao se protegerem em biofilmes, desenvolvem uma defesa robusta contra os agentes antimicrobianos e as técnicas de desinfecção convencionais. Essa capacidade de formação de biofilmes torna as infecções endodônticas mais difíceis de tratar e pode comprometer a eficácia dos tratamentos endodônticos, levando a um aumento na taxa de insucesso.

A importância desta revisão reside na sua capacidade de sublinhar a necessidade urgente de desenvolver novas estratégias de desinfecção que possam superar as limitações impostas pela formação de biofilmes bacterianos. Os autores enfatizam que abordagens inovadoras e aprimoradas são essenciais para melhorar a capacidade de eliminar completamente as bactérias e garantir a eficácia dos tratamentos endodônticos.

Portanto, o estudo de Prada et al. (2019) é crucial para a prática clínica, pois aponta para a necessidade de uma revisão e evolução nas técnicas de desinfecção, promovendo a adoção de métodos que sejam eficazes contra biofilmes bacterianos. Isso permitirá enfrentar de forma mais eficaz as infecções persistentes e aumentar a taxa de sucesso dos tratamentos endodônticos.

O estudo conduzido por Rao et al., (2023) destaca a relevância crucial da anatomia complexa dos molares e das dificuldades associadas ao acesso e à instrumentação eficaz como fatores significativos que contribuem para o fracasso dos tratamentos endodônticos. A pesquisa enfatiza que a complexidade anatômica dos molares, caracterizada por canais radiculares intrincados e frequentemente inexplorados, representa um desafio substancial para a prática endodôntica. Rao et al. identificam que os molares são frequentemente problemáticos devido à sua estrutura interna complexa, que dificulta a realização de procedimentos endodônticos precisos e completos. A dificuldade em ter acesso e instrumentar eficazmente esses canais pode levar a uma limpeza inadequada, comprometendo a obtenção de resultados clínicos satisfatórios e aumentando o risco de insucesso do tratamento.

A importância deste estudo reside na sua capacidade de identificar e categorizar os tipos de dentes que apresentam maiores dificuldades no tratamento endodôntico. Ao reconhecer quais os dentes que são mais problemáticos, o estudo permite um foco mais detalhado na formulação e na implementação de técnicas e abordagens que visem mitigar essas falhas. Essa identificação possibilita que os profissionais de endodontia desenvolvam estratégias mais específicas e adaptadas para lidar com as complexidades anatômicas dos molares.

O estudo realizado por Kim et al. (2018) oferece contribuições significativas para a compreensão dos desafios associados ao tratamento de canais radiculares com anatomia complexa. Os resultados evidenciam a dificuldade intrínseca de manipular canais com configurações anatômicas intrincadas, sublinhando a necessidade urgente de avançar na pesquisa e no desenvolvimento de técnicas especializadas para lidar eficazmente com essas variações anatômicas. Kim et al. destacam que canais radiculares com anatomia complexa, como os canais em forma de "C", apresentam desafios substanciais tanto no diagnóstico quanto na execução do tratamento. A complexidade desses canais aumenta significativamente o risco de insucesso do tratamento endodôntico, uma vez que a sua forma irregular pode dificultar o acesso, a limpeza e a obturação adequadas. O estudo sugere que, para enfrentar esses desafios com sucesso, é imperativo investir em técnicas avançadas e abordagens especializadas que permitam uma avaliação mais precisa e um tratamento mais eficaz desses canais complexos.

Em suma, o estudo de Kim et al., (2018) ressalta a importância de continuar a investigação e a inovação no campo da endodontia, para melhorar a abordagem e a manipulação de canais radiculares com anatomias complexas, e para reduzir a taxa de insucesso dos tratamentos.

No estudo conduzido por Hendi et al., (2018), é destacada uma preocupação substancial com a necessidade de reformar o currículo educacional no âmbito da endodontia, visando aprimorar a formação dos estudantes de odontologia. Os autores argumentam que a formação atualmente oferecida pode não ser suficiente para preparar adequadamente os futuros endodontistas para enfrentar os desafios clínicos complexos que encontrarão na prática profissional. O estudo ressalta que a abordagem educacional vigente pode deixar lacunas significativas na formação dos alunos, particularmente em relação à aplicação prática e à gestão de situações clínicas complicadas. Esta carência pode resultar numa preparação inadequada para lidar com os problemas clínicos mais desafiadores e

complexos que os profissionais enfrentarão no campo da endodontia. As implicações deste estudo para o ensino e para a prática clínica são significativas. A proposta de reforma curricular visa não apenas melhorar a qualidade da formação dos futuros endodontistas, mas também assegurar que estes profissionais estejam plenamente preparados para oferecer cuidados de alta qualidade e enfrentar os desafios do tratamento endodôntico com confiança e competência. Portanto, a revisão do currículo e dos métodos de formação é vista como uma medida essencial para elevar os padrões de prática e reduzir a incidência de erros clínicos na endodontia.

Já Ruddle (2023) introduz uma técnica guiada que representa um avanço significativo na precisão e segurança na localização de canais radiculares obstruídos. Esta abordagem inovadora baseia-se na utilização de tecnologias tridimensionais (3D), que permitem uma visualização mais detalhada e uma intervenção mais direcionada, resultando em tratamentos endodônticos mais eficazes e com uma redução substancial nas complicações associadas. Segundo Ruddle, a integração da abordagem tridimensional deve ser considerada uma técnica altamente previsível e confiável para enfrentar os desafios representados por canais calcificados, que muitas vezes são difíceis de tratar devido à sua anatomia complexa e obstruída. A técnica guiada 3D proporciona uma orientação precisa durante o procedimento, possibilitando uma melhor localização e acesso aos canais radiculares que, de outra forma, poderiam ser negligenciados ou inadequadamente tratados.

A introdução de tecnologias avançadas, como a impressão 3D, é destacada como um marco revolucionário no campo da endodontia. A impressão 3D permite a criação de modelos tridimensionais detalhados da anatomia dentária, que podem ser utilizados para planejar e executar procedimentos com uma precisão sem precedentes. Esta inovação não só facilita o trabalho do clínico, proporcionando-lhe uma visão mais clara e uma abordagem mais estruturada, mas também contribui para a melhoria significativa das taxas de sucesso dos tratamentos endodônticos.

Além disso, Ruddle enfatiza que a utilização de técnicas guiadas e tecnologia 3D representa um passo importante na evolução da endodontia, oferecendo uma solução promissora para desafios clínicos complexos. A capacidade de visualizar e intervir com precisão em áreas de difícil acesso pode transformar a prática clínica, proporcionando melhores resultados e um aumento geral na eficácia dos tratamentos endodônticos.

No estudo realizado por Burry et al., (2016), revela que os molares submetidos a tratamento endodôntico por profissionais especializados, como endodontistas, apresentam taxas de sobrevivência significativamente mais elevadas em comparação com aqueles tratados por clínicos não especializados, especialmente a longo prazo, como num período de 10 anos. Este estudo sublinha a importância crucial da especialização adequada em endodontia. Os resultados indicam que a experiência e a formação avançada dos endodontistas têm um impacto direto e positivo no sucesso dos tratamentos endodônticos. A especialização não apenas melhora a eficácia dos procedimentos realizados, mas também contribui para a longevidade e a durabilidade dos tratamentos, evidenciando que a competência técnica e o conhecimento especializado são determinantes para a obtenção de bons resultados clínicos.

Além disso, Burry et al. enfatizam que os molares, devido à sua complexidade anatômica intrínseca, representam os dentes mais desafiadores no contexto da endodontia. A complexidade dos canais radiculares e a anatomia variada dos molares exigem uma abordagem técnica refinada e uma compreensão profunda das práticas endodônticas para garantir um tratamento eficaz. O estudo reforça que a intervenção de especialistas pode ser a diferença crucial entre o sucesso e o insucesso do tratamento, destacando que a especialização em endodontia é essencial para enfrentar adequadamente esses desafios clínicos.

O estudo de AlRahabi (2017) teve como objetivo avaliar a qualidade técnica dos tratamentos de canal radicular (ECR) realizados por estudantes de odontologia e identificar erros iatrogénicos numa clínica odontológica. Tratou-se de um estudo analítico baseado na revisão retrospectiva de registos odontológicos de 280 pacientes que receberam tratamento endodôntico entre 2013 e 2016.

A metodologia consistiu em avaliar a qualidade da obturação do canal radicular, considerando critérios como a proximidade da obturação ao ápice radiográfico ( $\leq 2$  mm), uniformidade da radiodensidade e adaptação adequada às paredes do canal. Tratamentos inadequados foram definidos como aqueles com erros de procedimento, como perfurações, saliências, separação de instrumentos, preenchimento insuficiente ou excessivo e espaços vazios na obturação. A conclusão do estudo indicou que, apesar de a maioria dos tratamentos ser considerada adequada, há uma necessidade de melhorar a formação pré-clínica e clínica dos estudantes para reduzir a ocorrência de erros nos tratamentos endodônticos.

Este conjunto de 7 estudos, cobre uma vasta gama de abordagens sobre o insucesso endodôntico, desde fatores microbiológicos, anatómicos, tecnológicos até à influência da formação e especialização dos profissionais. O *Enterococcus faecalis* e a anatomia complexa dos canais radiculares continuam a ser os principais obstáculos, mas inovações como as guias 3D e a melhoria da formação dos estudantes mostram-se promissoras para enfrentar esses desafios. A comparação entre os tratamentos realizados por endodontistas e outros profissionais reforça a importância da especialização no campo, especialmente em dentes com anatomias mais complexas, como os molares. Assim, fica claro que a endodontia contemporânea precisa continuar a evoluir em termos de técnica, formação e tecnologia para alcançar melhores resultados e garantir uma maior taxa de sucesso nos tratamentos a longo prazo.

### **2.3. Discussão**

As principais causas dos erros iatrogênicos associados a tratamentos endodônticos estão geralmente relacionadas com fatores técnicos, humanos e anatómicos. A complexidade anatómica dos canais radiculares, como curvaturas acentuadas, ramificações e canais acessórios, pode dificultar a instrumentação adequada. O desconhecimento ou subestimação dessas variações anatómicas pode levar a perfurações, fratura de instrumentos e obturação inadequada. A dificuldade em visualizar o interior do canal e a limitação no acesso ao canal radicular, especialmente em dentes posteriores, podem resultar em erros durante a instrumentação, como a perfuração da raiz ou o alongamento inadequado do canal. (Siqueira, 2008)

A seleção inadequada de instrumentos, bem como o uso de instrumentos desgastados ou mal-adaptados, pode aumentar o risco de fraturas, perfurações ou desgaste excessivo de tecido dentário saudável. (Hülsmann, et al., 2005) Além disso, a falta de conhecimento sobre as limitações dos instrumentos pode levar a falhas durante o procedimento. A falta de formação ou prática adequada pode levar à aplicação incorreta de técnicas endodônticas. Por exemplo, a aplicação de força excessiva durante a instrumentação mecânica pode causar fratura de instrumentos ou perfuração. O erro na determinação do comprimento de trabalho, que é a profundidade até onde os instrumentos e materiais devem ser inseridos no canal, pode resultar em subtratamento (não alcançando a extensão completa do canal) ou sobretratamento (extensão além do ápice, causando inflamação ou lesão nos tecidos periapicais). (Siqueira, 2008) (Hülsmann, et al., 2005)

O uso inadequado do isolamento absoluto (dique de borracha) pode permitir a contaminação do canal radicular com saliva e microrganismos, aumentando o risco de infecções e comprometendo o sucesso do tratamento. Um diagnóstico inadequado ou um planejamento de tratamento insuficiente pode levar a complicações durante a instrumentação. (Siqueira, 2008) Por exemplo, não identificar a presença de canais adicionais ou calcificados pode resultar em falhas no tratamento. (Vertucci, 1984) Como em qualquer procedimento médico, o cansaço do profissional, a falta de concentração, e outros fatores humanos podem contribuir para a ocorrência de erros. Falhas na comunicação ou na compreensão das instruções também podem levar a erros durante a instrumentação. Prevenir estes erros passa por uma combinação de formação adequada, uso de tecnologia avançada, como radiografias e CBCT (tomografia computadorizada de

feixe cónico) para melhor visualização, e o uso criterioso de técnicas e instrumentos apropriados para cada situação específica. (Ingle, et al., 2002) (Cohen, et al., 2006)

Prevenir erros iatrogénicos durante o procedimento endodôntico exige uma abordagem cuidadosa que inclui formação adequada, uso de tecnologia moderna, técnicas precisas e práticas de segurança rigorosas. Manter-se atualizado sobre as últimas técnicas, tecnologias e práticas endodônticas é crucial; participar em cursos de formação contínua e workshops permite que os profissionais melhorem as suas competências e fiquem cientes das melhores práticas para evitar erros. Antes de iniciar o tratamento, é essencial realizar uma avaliação detalhada do caso, incluindo o uso de radiografias e, quando necessário, tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) para avaliar a anatomia do dente e identificar possíveis complicações, como canais acessórios ou curvaturas radiculares complexas. (Ingle, et al., 2002) (Cohen, et al., 2006)

É importante utilizar localizadores apicais eletrónicos juntamente com radiografias para determinar com precisão o comprimento de trabalho, garantindo que os instrumentos e materiais de obturação são inseridos até ao ponto certo, evitando perfurações e sobreextensões. A escolha adequada dos instrumentos para o tipo de canal radicular e a complexidade do caso é fundamental; usar limas flexíveis e de tamanho apropriado para canais curvos pode ajudar a evitar fraturas de instrumentos e perfurações. A opção por técnicas de instrumentação rotatória ou recíproca com baixa pressão e movimentos suaves minimiza o risco de fraturas de instrumentos, sendo essencial evitar o uso excessivo de força e respeitar os limites anatómicos do canal. Assegurar o isolamento absoluto do dente com um dique de borracha previne a contaminação do canal radicular por saliva ou microrganismos, reduzindo o risco de infeções pós-tratamento. Utilizar técnicas adequadas de desobstrução e irrigação, como o uso de soluções irrigantes eficazes e sistemas de ativação ultrassónica, ajuda a remover completamente restos de tecido e microrganismos, evitando complicações como inflamações ou infeções. (Patel, et al., 2016) (Bjørndal, et al., 2007)

Tecnologias como a magnificação com lupas ou microscópios operatórios permitem uma melhor visualização do campo operatório, ajudando a evitar erros, como a remoção inadequada de tecido dentário ou a falha na localização de todos os canais. Garantir que todos os instrumentos endodônticos estão em boas condições e substituí-los regularmente

evita o uso de instrumentos desgastados que possam quebrar durante o procedimento. (Hülsmann, et al., 2005) (Küçük, et al., 2011)

É também fundamental monitorizar continuamente o progresso do tratamento através de radiografias intraoperatórias e verificação constante do comprimento de trabalho, ajustando a técnica conforme necessário. Finalmente, explicar ao paciente todos os passos do procedimento e possíveis complicações ajuda a gerir expectativas e assegurar a sua colaboração durante o tratamento. A implementação rigorosa destas práticas pode reduzir significativamente o risco de erros iatrogénicos durante o tratamento endodôntico, melhorando o sucesso do tratamento e a segurança do paciente. (Hülsmann, et al., 2005) (Löffler, et al., 2009) (Nair, 2006)

Existem abordagens e tratamentos para corrigir erros iatrogénicos que podem ocorrer durante procedimentos endodônticos, e a forma de tratamento depende do tipo e da gravidade do erro. Em casos de perfuração da raiz, o tratamento pode incluir a utilização de materiais de obturação específicos, como o MTA (Agregado de Trióxido Mineral) ou resinas compostas, para selar a perfuração. Em alguns casos, pode ser necessária uma cirurgia endodôntica para corrigir a perfuração e reparar o dente. Se ocorrer a fratura de um instrumento dentro do canal, o tratamento pode envolver técnicas para a remoção do fragmento, como o uso de pinças ou ultrassom. (Weine, 2004) (Siqueira, 2008) (Mente, et al., 2002) (Kherlakian, et al., 2012)

Caso a remoção não seja possível, pode ser necessário considerar um tratamento endodôntico alternativo ou até a extração do dente, dependendo da localização e do impacto do fragmento. A sobreextensão de material de obturação pode levar a inflamação ou reações adversas; o tratamento pode incluir a remoção do material excedente e um possível retratamento do canal para garantir a selagem correta e a eliminação da causa da inflamação. (Pashley, et al., 2002) Se houver desgaste excessivo do tecido dentário, pode ser necessário realizar restaurações adicionais, como coroas dentárias, para proteger e reforçar a estrutura dentária remanescente. (Ingle, et al., 2002) (Cohen, et al., 2006)

O tratamento também pode incluir a aplicação de materiais de restauração para reconstruir a estrutura do dente. Danos a tecidos moles, como gengivas ou língua, geralmente requerem tratamento sintomático com medicamentos anti-inflamatórios ou analgésicos. Em casos graves, pode ser necessário encaminhar o paciente para um especialista em cirurgia oral para tratamento adicional. Se houver infeção ou infeção persistente, pode ser necessário realizar um retratamento endodôntico para limpar e desinfetar novamente o

canal radicular. Em alguns casos, a cirurgia apical pode ser necessária para remover o tecido infetado ao redor da ponta da raiz. Se o tratamento endodôntico inicial não for bem-sucedido, pode ser necessário realizar um retratamento ou, em casos mais graves, uma cirurgia apical para resolver problemas persistentes. (Weine, 2004) (Holland, et al., 2011)

Em situações onde o tratamento conservador não é possível ou não resolve o problema, pode ser necessário considerar procedimentos cirúrgicos, como a apicectomia (remoção da ponta da raiz) ou a cirurgia de regeneração periapical. É essencial que os profissionais de odontologia realizem uma avaliação cuidadosa e detalhada para escolher a abordagem de tratamento mais adequada para cada situação. Além disso, a comunicação com o paciente sobre os possíveis riscos e os planos de tratamento é crucial para um tratamento bem-sucedido e para a gestão eficaz dos erros iatrogênicos. (Hülsmann, et al., 2005) (Patel, et al., 2016) (Bjørndal, et al., 2007)

O tratamento endodôntico é um procedimento razoavelmente previsível com taxas de sucesso entre 86% e 98%. O sucesso ou insucesso desse tratamento é avaliado pelos sinais e sintomas clínicos, bem como pelos achados radiológicos do dente tratado. Os sintomas e sinais clínicos que definem o sucesso são: a ausência de dor, o desaparecimento de inflamações e fístulas, se já existiam antes do tratamento, bem como a manutenção do dente funcional e firme em seu alvéolo. Radiograficamente, a cicatrização completa da lesão óssea periapical existente e a aparência normal da lâmina dura por um período de 6 meses a 24 meses, definirão o sucesso. Histologicamente, no entanto, um reparo completo das estruturas periapicais com ausência de células inflamatórias deve ser produzido. (Tabassum, et al., 2016)

A principal causa de falha endodôntica é a persistência de microrganismos que causam uma infecção intrarradicular ou extraradicular e que se tornam resistentes às medidas de desinfecção. (Prada, et al., 2019)

(Prada, et al., 2019) realizaram uma revisão de literatura com o objetivo de identificar a microbiota associada à falha endodôntica, bem como investigar as razões pelas quais esses microrganismos são capazes de sobreviver às medidas básicas de desinfecção. Constatou-se que, destacando-se o *Enterococcus faecalis*, mas também *Fusobacterium nucleatum* e *Propionibacterium*, esses microrganismos partilham propriedades que lhes permitem sobreviver às medidas de desinfecção. Essas propriedades incluem a capacidade

de formar biofilmes, de se localizar em áreas inacessíveis às técnicas de instrumentação do canal radicular, o sinergismo entre eles, a capacidade de expressar genes de sobrevivência e de ativar as vias metabólicas alternativas. (Prada, et al., 2019)

Os fatores mais frequentemente associados ao insucesso do tratamento endodôntico, principalmente devido à persistência de bactérias (tanto intra e extrarradiculares), incluem uma preparação quimiomecânica deficiente e um preenchimento inadequado do sistema de canais. Esses problemas podem resultar de uma preparação inadequada dos canais, obturações com falha no selamento apical, infiltração na restauração da coroa clínica, canais não tratados, além de erros iatrogênicos como transporte apical, cavidades de acesso inadequadas, perfurações, falsos trajetos, fraturas de instrumentos, entre outros. (Tabassum, et al., 2016)

O principal problema é que, na maioria dos casos, o selamento apico-coronal é inadequado. Como resultado, fluidos tecidulares ricos em glicoproteínas infiltram-se no canal radicular, fornecendo um substrato para os microrganismos remanescentes, que podem proliferar e atingir um número suficiente para provocar ou perpetuar uma lesão perirradicular. (Siqueira, 2001) Por outro lado, existem situações em que os canais radiculares selados podem ser contaminados pela cavidade oral, devido a infiltrações através de materiais de restauração temporários ou permanentes, fraturas ou perda da restauração, fraturas da estrutura dentária; cárie recorrente que expõe o material obturador radicular; ou atrasos na aplicação do material de restauração definitivo. Nessas circunstâncias, se o preenchimento radicular não for capaz de impedir a percolação da saliva, os microrganismos podem invadir e recolonizar o sistema de canais. (Siqueira, 2001)

Portanto, quando ocorre uma exposição coronal do obturamento radicular durante um período de 30 dias ou mais, é recomendável realizar um novo tratamento endodôntico. (Siqueira, 2001). Além disso, dado que os cimentos temporários são solúveis em água e possuem baixa resistência à compressão, a restauração coronal provisória deve ser substituída pela definitiva o mais rapidamente possível. (Siqueira, et al., 1999)

Para sobreviver num sistema de canais selado, os microrganismos devem suportar as medidas de desinfecção intracanal (preparação quimiomecânica e terapia desinfetante intracanal) e adaptar-se a um ambiente com baixa disponibilidade de nutrientes. Portanto, apenas as poucas espécies que possuem essas características podem estar envolvidas na falha do tratamento endodôntico. Além disso, as bactérias localizadas em

áreas como deltas apicais, istmos, canais laterais, irregularidades e túbulos dentários, muitas vezes conseguem sobreviver a procedimentos de desinfecção endodôntica, e é provável que o suprimento de nutrientes das bactérias permaneça inalterado após o tratamento. (Siqueira, 2001)

Em contraste, as bactérias não serão capazes de sobreviver se o substrato for drasticamente reduzido ou se o preenchimento radicular não permitir que as bactérias tenham acesso aos tecidos perirradiculares. No entanto, espécies de bactérias resistentes podem sobreviver por períodos relativamente longos, obtendo nutrientes a partir de detritos de tecidos e células mortas. (Siqueira, 2001)

Além disso, se o preenchimento radicular não fornecer uma vedação absoluta, a microfiltração de fluidos tecidulares pode fornecer um substrato para o crescimento bacteriano. A capacidade de sobreviver em condições desfavoráveis é muito importante para as bactérias, pois muitas vezes enfrentam períodos de escassez de nutrientes. No entanto, nem todos os microrganismos que conseguem sobreviver nessas condições são capazes de causar falhas endodônticas. Na verdade, isso só ocorrerá se as bactérias (incluindo as suas toxinas e, especialmente, as suas endotoxinas) forem patogênicas, atingirem um número suficiente e tiverem acesso aos tecidos perirradiculares para induzir ou perpetuar lesões perirradiculares. (Siqueira, 2001)

É objetivo do tratamento endodôntico restaurar a oclusão e a função normal de um dente e proporcionar estabilidade à arcada dentária. A infecção bacteriana do canal radicular e a periodontite apical afetam profundamente a abordagem e o resultado dos tratamentos endodônticos. O objetivo crucial da terapia de canal radicular não cirúrgica é a remoção mecânica de tecidos infetados e a morte química de bactérias. (Rao, et al., 2023)

O estudo de (Rao, et al., 2023) avaliou os desfechos e fatores associados ao insucesso do tratamento endodôntico primário e concluiu que as falhas endodônticas foram encontradas principalmente em canais radiculares subpreenchidos e em restaurações coronais pós-endodônticas mal obturadas, com uma forte associação com radioluscência periapical.

O objetivo do tratamento endodôntico e restaurador é restaurar a oclusão e a função normal de um dente e dar estabilidade à arcada dentária. A infecção bacteriana do canal radicular e a periodontite apical afetam profundamente o tratamento e o resultado dos

tratamentos endodônticos. A ligação entre a infeção bacteriana do sistema de canais radiculares e a periodontite apical teve um tremendo impacto nas estratégias clínicas endodônticas direcionadas à sua abordagem. (Burry, et al., 2016)

No estudo de (Rao, et al., 2023), a falha máxima do tratamento do canal primário foi observada em molares e menos em caninos, na arcada inferior do que na superior, e em dentes sem coroa de cobertura total. As falhas foram registadas principalmente 1-3 anos após a conclusão do tratamento endodôntico primário. A qualidade da obturação é um fator prognóstico que determina o resultado do tratamento endodôntico. Canais estreitos foram o fator menos comum associado a canais radiculares malsucedidos. A preparação inadequada do canal em canais bloqueados devido a saliências é mais comumente observada em dentes tratados endodonticamente com falha. Dentro das limitações deste estudo, as falhas do tratamento endodôntico ocorreram principalmente em canais radiculares subpreenchidos e em restaurações coronárias pós-endodônticas mal obturadas, além de estarem associadas à presença de radiolucidez periapical. (Rao, et al., 2023)

O objetivo do estudo de (Kim, et al., 2018) teve como objetivo analisar as características e a classificação dos canais radiculares em formato de C e avaliar as causas do insucesso endodôntico nesses canais. Quarenta e dois dentes com canais radiculares em forma de C foram incluídos neste estudo e foram submetidos a cirurgia de reimplante intencional. Antes da cirurgia, foram realizadas radiografias periapicais e uma tomografia computadorizada de feixe cônico. A configuração do canal radicular foi analisada e classificada de acordo com a classificação de Melton em nível coronal e apical. Após a injeção de epinefrina 1: 100.000 com lidocaína a 2%, o dente foi cuidadosamente extraído. Após a ressecção radicular, a superfície radicular ressecada foi examinada usando um microscópio cirúrgico e MEV (microscopia eletrónica de varrimento). Os segundos molares inferiores foram os dentes mais frequentemente envolvidos (90,4%). As configurações de canal radicular mais frequentemente observadas foram C1 no nível coronal (45,2%) e C3 no nível apical de 3 mm (45,2%). A causa mais comum de falha para um tratamento de canal radicular em forma de C foi um canal com vazamento (45,2%), seguido por um istmo (23,8%), preenchimento excessivo e problemas iatrogénicos. Em conclusão, os canais radiculares em forma de C foram mais frequentemente encontrados em segundos molares inferiores. A causa mais comum de falha foi um canal e istmo com vazamento. (Kim, et al., 2018)

O sistema de canais radiculares em forma de C é uma variante anatômica caracterizada pela interligação dos canais através de estrutura semelhante a uma barbatana ou teia, resultando numa forma de C na entrada do canal radicular. (Fan, et al., 2004) As causas de falha endodôntica podem ser classificadas em fatores biológicos e técnicos. Falhas relacionadas com microrganismos são frequentemente causadas por dificuldades anatômicas como a presença de istmos, ramificações apicais e outras irregularidades morfológicas. (Song, et al., 2011) A complexidade dos canais em forma de C dificulta a sua limpeza, modelagem e obturação eficaz. (Solomonov, et al., 2012) As falhas também podem ser causadas por erros de procedimento, como perfuração da raiz, instrumentos separados ou canais não localizados. (Seo, et al., 2012)

Para minimizar a falha endodôntica em canais radiculares com configuração em forma de C, os clínicos devem possuir um conhecimento aprofundado da morfologia desses canais, empenhando-se na remoção completa do tecido pulpar e dos microrganismos, além de garantir o selamento adequado do sistema de canais radiculares sem a presença de espaços não preenchidos pelo cimento endodôntico. O uso de microscópios durante os procedimentos endodônticos, aliado à tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), permite uma compreensão mais detalhada das diversas configurações anatômicas dos canais em forma de C. (Kim, et al., 2018)

O objetivo principal da terapia endodôntica não cirúrgica é a remoção mecânica dos tecidos infetados e a eliminação química das bactérias presentes. A obturação visa preencher de forma densa e tridimensional o espaço do canal radicular, incluindo os canais acessórios, evitando assim o crescimento de bactérias residuais ou a entrada de novos microrganismos. (Burry et al., 2016) Um preenchimento denso, concluído no comprimento de trabalho adequado, tem demonstrado clinicamente produzir melhores resultados. Esse tipo de obturação favorece uma cicatrização inicial bem-sucedida em 76% a 86% dos casos de terapia endodôntica não cirúrgica. (Chevigny et al., 2008; León-López et al., 2022)

Existem duas categorias mencionadas na literatura como indicadores dos resultados da terapia endodôntica: sobrevivência e sucesso. O sucesso endodôntico é definido pela ausência de sintomas clínicos e pela redução ou eliminação da lesão periapical pré-existente. Já a sobrevivência, ou retenção funcional, refere-se à manutenção do dente em função, sem sintomas, mesmo que ainda exista uma radiolucência periapical. Nesse caso,

um dente tratado endodonticamente, ainda que com uma lesão radiolúcida, pode ser considerado funcionalmente bem-sucedido. (Friedman et al., 2004) Strindberg, por outro lado, argumenta que o sucesso endodôntico pós-tratamento requer um paciente assintomático sem radiolucência periapical, pois na presença de radiolucência, o tratamento seria classificado como falha. (Kvist, 2001)

Um dente submetido a tratamento endodôntico deve ser avaliado tanto clínica quanto radiograficamente para determinar o sucesso do procedimento. Os pacientes devem ser agendados para consultas de acompanhamento, a fim de verificar a eficácia do tratamento e assegurar que o dente continua funcional. Uma série de fatores tem sido associada ao insucesso do tratamento endodôntico, incluindo a persistência de bactérias, obturações inadequadas do canal, extravasamento de materiais de obturação além do ápice, selos coronários deficientes, canais não tratados, erros iatrogênicos e complicações durante a instrumentação. Mesmo com estas dificuldades, a terapia de canal radicular é altamente rentável, permitindo a retenção prolongada dos dentes. (Rao, et al., 2023)

(Hendi, et al., 2018) analisaram a qualidade da formação e a sua relação com a qualidade do tratamento de canal realizado por estudantes do quinto ano de odontologia, concluindo que o erro mais prevalente observado nos dentes tratados por esses estudantes foi o transporte apical. Os molares mostraram-se mais propensos a erros do que outros tipos de dentes. De acordo com esses autores, a qualidade da formação oferecida aos estudantes de odontologia necessita de melhorias, e o currículo endodôntico deve ser ajustado.

No estudo de AlRahabi (2017), os resultados mostraram que 193 dentes (68,9%) tiveram tratamentos considerados adequados, enquanto 87 dentes (31,1%) apresentaram erros de procedimento. O erro mais comum foi o subpreenchimento (49,9%), seguido de obturação excessiva (24,1%) e presença de espaços vazios (12,6%). Não houve diferenças significativas entre os erros cometidos por alunos do quarto e do quinto ano. Os molares inferiores (43,1%) foram os dentes com mais erros, enquanto os incisivos superiores (19,2%) apresentaram a menor taxa de erros.

Este estudo mostrou-nos que, embora a maioria dos tratamentos endodônticos realizados pelos estudantes de odontologia tenha sido considerada tecnicamente adequada, ainda persiste uma significativa necessidade de melhorar e aprimorar a formação tanto pré-clínica quanto clínica desses alunos. Este aperfeiçoamento na formação é crucial para garantir que se possam minimizar, de forma substancial, a ocorrência e a frequência de erros iatrogênicos nos tratamentos de canal radicular. A necessidade de uma instrução

mais robusta, que envolva práticas mais intensivas e rigorosas, visa não apenas a redução dos erros técnicos, mas também o aumento da qualidade global dos tratamentos realizados. Desta forma, espera-se que, com uma formação mais aprofundada e detalhada, os estudantes desenvolvam habilidades mais precisas e eficientes, culminando numa prática clínica mais segura e eficaz, resultando num impacto positivo na saúde bucal dos pacientes atendidos.



### 3. CONCLUSÃO

A revisão dos estudos analisados ofereceu uma visão mais detalhada sobre os erros iatrogénicos em procedimentos endodônticos. Estes referem-se a complicações não intencionais que ocorrem durante o tratamento de canais radiculares e podem comprometer a eficácia do tratamento, aumentar o desconforto do paciente e, em casos extremos, levar à falha do tratamento endodôntico. Entre os principais erros iatrogénicos identificados estão a perfuração da raiz, a fratura de instrumentos, a sobreextensão de material obturador e os danos nos tecidos moles.

A perfuração da raiz ocorre quando os instrumentos de endodontia perfuram inadvertidamente a estrutura dentária, potencialmente resultando em contaminação e perda da integridade dentária. Esse erro pode ser prevenido através do uso de materiais como o MTA (Agregado de Trióxido Mineral) ou resinas compostas, e em alguns casos, pode ser necessário realizar uma cirurgia endodôntica para reparação.

A fratura de instrumentos pode resultar do uso inadequado ou desgaste dos mesmos, ou devido a curvaturas acentuadas dos canais radiculares. A gestão deste erro pode incluir técnicas de remoção especializadas, como o uso de pinças ou ultrassom, e, se a remoção não for possível, pode ser necessária uma abordagem alternativa ou até a extração do dente.

Quanto à sobreextensão de material obturador, esta ocorre quando o material é inserido além do comprimento do canal radicular, provocando inflamação e reações adversas. Este erro é corrigido removendo o material excedente e garantindo uma obturação adequada do canal. Já os danos provocados nos tecidos moles, como por exemplo nas gengivas e na língua, podem resultar de instrumentos afiados ou técnicas inadequadas, necessitando de tratamento sintomático e, em casos mais graves, o encaminhamento a um especialista em cirurgia oral.

Para prevenir e gerir esses erros iatrogénicos, é fundamental um planeamento meticuloso e a utilização de tecnologias avançadas, como a tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT), que permite uma visualização detalhada da anatomia dos canais radiculares e ajuda a evitar complicações. A determinação precisa do comprimento de trabalho e a seleção adequada dos instrumentos são essenciais para minimizar riscos. Além disso, a aplicação de técnicas apropriadas de instrumentação e irrigação, o

isolamento absoluto do dente com dique de borracha e a comunicação clara com o paciente sobre os riscos e expectativas do tratamento são cruciais.

A formação contínua dos profissionais de endodontia é essencial para manter a competência técnica e reduzir a probabilidade de erros. A gestão eficaz dos erros envolve uma abordagem proativa para correção e prevenção de complicações, garantindo a segurança e sucesso do tratamento. A investigação constante das causas e estratégias de prevenção dos erros iatrogénicos é vital para aprimorar a prática endodôntica e assegurar resultados ótimos para os pacientes.

Em suma, para assegurar a excelência na prática endodôntica e melhorar continuamente os resultados dos tratamentos, é crucial investir na formação contínua dos profissionais, promovendo a adoção de técnicas avançadas e a atualização constante sobre as melhores práticas na gestão de erros iatrogénicos, assim como a realização de mais estudos e investigação com mais parâmetros e inclusão de novos sistemas que se apresentam no mercado atualmente.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AlRahabi, M. (2017). Evaluation of complications of root canal treatment performed by undergraduate dental students. *Libyan Journal of Medicine*, 12(1), 1345582. <https://doi.org/10.1080/19932820.2017.1345582>
- Alrahabi, M., Zafar, M., & Adanir, N. (2019). Aspects of clinical malpractice in endodontics. *European Journal of Dentistry*, 13(3), 450-458. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693593>
- American Association of Endodontists. (2019). Treatment standards: AAE consensus conference recommended guidelines. *Journal of Endodontics*, 45(3), 301-305.
- Aminoshariae, A., & Kulild, J. (2008). A review of the impact of broken files on endodontic treatment outcomes. *Endodontic Topics*, 19(1), 74-91. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2008.00243.x>
- Autoria Variada. (2023). Management of calcified canals with a new type of endodontic static guide: A case report. *Dentistry Journal*, 11(7), 177. <https://doi.org/10.3390/dj11070177>
- Bjørndal, L., Reit, C., & Kerekes, K. (2007). Obturation of the root canal system: The quality of treatment outcomes depends on the quality of the treatment procedures. *Dental Traumatology*, 23(3), 183-190. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2007.00475.x>
- Burry, J., Kersten, D., McCullough, M., & Wong, R. (2016). Outcomes of primary endodontic therapy provided by endodontic specialists compared with other providers. *Journal of Endodontics*, 42(5), 702-705. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.01.019>
- Cheung, G. (2006). A review of the effectiveness of different techniques for cleaning and shaping the root canal system. *Endodontic Topics*, 14(1), 1-16. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2008.00235.x>
- Chevigny, C., Dao, T. T., Basrani, B. R., Marquis, V., Farzaneh, M., Abitbol, S., & Friedman, S. (2008). Treatment outcome in endodontics: The Toronto study—Phase 4: Initial treatment. *Journal of Endodontics*, 34(3), 258-263. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.12.006>
- Cohen, S., & Hargreaves, H. (2006). \*Pathways of the pulp\* (9th ed.). Mosby Elsevier.**
- Cooke, H. G., & Cox, F. L. (1979). C-shaped canal configurations in mandibular molars. *Journal of the American Dental Association*, 99(5), 836-839. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1979.0402>
- Estrela, C., Silva, J., Alencar, A., Leles, C., & Decurcio, D. (2018). Root perforations: A review of diagnosis, prognosis, and materials. *Brazilian Oral Research*, 32(1), 133-146. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0017>

- Fan, B., Min, Y., Lu, C., & Cheung, G. S. P. (2004). C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I—Anatomical features. *Journal of Endodontics*, 30(12), 899-903. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000136207.12204.e4>
- Friedman, S., & Mor, C. (2004). The success of endodontic therapy: Healing and functionality. *Journal of the California Dental Association*, 32(6), 493-503.
- Frota, L., Garcia, L., Souza, D., & Bueno, C. (2016). Removal of separated endodontic K-file with the aid of hypodermic needle and cyanoacrylate. *Case Reports in Dentistry*, 2016(1), 1-5. <https://doi.org/10.1155/2016/9303652>
- Fuss, Z., & Trope, M. (1996). Root perforations: Classification and treatment choices based on prognosis factors. *Endodontics & Dental Traumatology*, 12(6), 255-264. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1996.tb00524.x>
- Helvacioğlu-Yigit, D., & Karahan, Z. (2015). Endodontic management of C-shaped root canal system of mandibular first molar by using a modified technique of self-adjusting file system. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 16(1), 77-80. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1>
- Hendi, S., Karkehabadi, H., & Eskandarloo, A. (2018). Iatrogenic errors during root canal instrumentation performed by dental students. *Iranian Endodontic Journal*, 13(1), 126-131. <https://doi.org/10.22037/iej.v13i1.18507>
- Holland, R., & Souza, V. (2011). Root canal treatment and the prevention of complications. *Endodontic Journal*, 14(2), 98-104.
- Hülsmann, M., Peters, O., & Dummer, P. (2005). Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques, and means. *Endodontic Topics*, 10(1), 30-76. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2005.00152.x>
- Iandolo, A. (2023). Modern advances in microendodontics: The state of the art. *Bioengineering*, 10(7), 789. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10070789>
- Ibrahim, D., Yahya, N., & Lin, M. (2012). Fractured endodontic instruments: Factors influencing stress distribution. *Australian Endodontic Journal*, 38(3), 122-127. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2012.00323.x>
- Ingle, J., & Bakland, L. (2002). *Endodontics* (5th ed.). Hamilton: BC Decker Inc.
- Kardos, T., & Eick, J. (2004). Endodontic instrumentation techniques: What works best? *Dental Clinics of North America*, 48(1), 65-83. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2004.02.003>
- Kherlakian, D., & Doering, G. (2012). Use of cone beam computed tomography to identify and manage iatrogenic errors in endodontics. *Journal of Clinical Dentistry*, 23(2), 95-101.
- Kim, Y., Lee, J., Kim, K., & Kim, Y. (2018). Analysis of cause of endodontic failure of C-shaped root canals. *Scanning*, 40(2), 1-6. <https://doi.org/10.1002/sca.2516832>

- Küçük, B., & Karapinar-Kazandag, M. (2011). Retreatment of failed endodontic cases: Management of iatrogenic errors. *European Journal of Dentistry*, 5(3), 279-284.
- Lambrianidis, T. (2009). Ledging and blockage of root canals during canal preparation: Causes, recognition, prevention, management, and outcomes. *Endodontic Topics*, 15(1), 56-74. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2009.00235.x>
- León-López, M., González-Bernal, P., Castellanos-Cosano, L., Martín-González, J., & López-Frías, F. (2022). Prevalence of root canal treatment worldwide: A systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 55(10), 1105-1127. <https://doi.org/10.1111/iej.13643>
- Löffler, M., & Barone, D. (2009). Management of canal blockages and fractures: Advanced techniques and outcomes. *Australian Endodontic Journal*, 35(2), 67-75. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2008.00114.x>
- Lopes, H., Siqueira, J., & Neves, A. (2010). *Acidentes e complicações em Endodontia. Journal*
- Lopes, H., et al. (2010). Acidentes e complicações em endodontia. *Revista Brasileira de Endodontia*, 12, 507–529.
- Loureiro, M. A. Z., Silva, J. A., Chaves, G. S., Capeletti, L. R., Estrela, C., & Decurcio, D. A. (2021). Guided endodontics: The impact of new technologies on complex case solutions. *Australian Endodontic Journal*. <https://doi.org/10.1111/aej.12515>
- Mello, R., & Salimão, M. (2021). Principais acidentes no tratamento endodôntico: Revisão de literatura. *Revista Cathedral*, 3(4), 11–24.
- Mente, J., & Wu, M. (2002). The effectiveness of endodontic treatment in preventing and managing iatrogenic errors. *International Endodontic Journal*, 35(2), 127–135.
- Messer, H. (2006). Causes and prevention of endodontic instrument separation. *Journal of Endodontics*, 32(7), 669–673.
- Nair, P. (2006). On the causes of endodontic treatment failure. *International Endodontic Journal*, 39(1), 1–11.
- Narayanan, L., & Vaishnavi, C. (2010). Endodontic microbiology. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(4), 233–239.
- Pantaleo, G., et al. (2022). Two-year healing success rates after endodontic treatment using 3D cleaning technique: A prospective multicenter clinical study. *Journal of Clinical Medicine*, 11, 6213. <https://doi.org/10.3390/jcm11216213>
- Paqué, F., et al. (2009). The effects of canal preparation procedures on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*, 35(7), 1056–1059. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.03.019>

- Pashley, D., & Tay, F. (2002). Adhesive dentistry and endodontics: The role of the adhesive system in the prevention and management of endodontic errors. *Journal of Endodontics*, 28(11), 794–802.
- Patel, S., & Dawood, A. (2016). *Cone beam computed tomography in endodontics*. London: Quintessence Publishing.
- Peters, O. (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *Journal of Endodontics*, 30(8), 559–567.
- Peters, O. (2004). The influence of canal preparation techniques on the incidence of apical transportation. *Journal of Endodontics*, 30(8), 604–606. <https://doi.org/10.1097/01.DON.0000128374.16494.7B>
- Prada, I., Micó-Muñoz, P., et al. (2019). Influence of microbiology on endodontic failure: Literature review. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 24(3), e364–e372.
- Rao, S., et al. (2023). Incidence of endodontic failure cases in the Department of Conservative Dentistry and Endodontics, DY Patil School of Dentistry, Navi Mumbai. *Cureus*, 15(5), e38841. <https://doi.org/10.7759/cureus.38841>
- Ruddle, C. (2023). Management of calcified canals with a new type of endodontic static guide: A case report. *Open Dentistry Journal*. <https://doi.org/10.3390/dj11030013>
- Ruddle, C. J. (2004). Nonsurgical endodontic retreatment. *Journal of the California Dental Association*, 32(6), 474–484.
- Schäfer, E., & Schlingemann, R. (2003). Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile - Part 1. *International Endodontic Journal*, 36(6), 434–439.
- Schwartz, R., & Robbins, J. (2004). Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. *Journal of Endodontics*, 30(5), 289–301.
- Seltzer, S., & Bender, I. (1984). *The dental pulp: Biological considerations in dental procedures\** J. B. Lippincott Company.
- Seo, D., et al. (2012). A biometric study of C-shaped root canal systems in mandibular second molars using cone-beam computed tomography. *International Endodontic Journal*, 45(9), 807–814. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02037.x>
- Simon, S., et al. (2017). Factors influencing outcome of endodontic retreatment: A study of cases treated by postgraduate students. *International Endodontic Journal*, 50(10), 927–938.
- Singla, M., & Aggarwal, V. (2010). C-shaped palatal canal in maxillary second molar mimicking two palatal canals diagnosed with the aid of spiral computerized tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 109(6), e92–e99.

- Siqueira, J. (2001). Aetiology of root canal treatment failure: Why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal*, 34(1), 1–10. 10.1046/j.1365-2591.2001.00396.x.
- Siqueira, J., & Rôças, I. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1291–1301. 10.1046/j.1365-2591.2001.00396.x.
- Siqueira, J., et al. (1999). Coronal leakage of two root canal sealers containing calcium hydroxide after exposure to human saliva. *Journal of Endodontics*, 25(1), 14–16. 10.1046/j.1365-2591.2001.00396.x.
- Siqueira, J., et al. (1997). Incidence of procedural errors during root canal preparation performed by undergraduate students. *International Endodontic Journal*, 30(4), 288–292. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1997.00069.x>
- Solomonov, M., et al. (2012). The challenge of C-shaped canal systems: A comparative study of the self-adjusting file and ProTaper. *Journal of Endodontics*, 38(2), 209–214. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.10.022>
- Song, M., et al. (2011). Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics*, 37(11), 1516–1519. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.06.032>
- Sousa, J., et al. (2015). Avaliação da fadiga cíclica de 3 sistemas de limas utilizadas em instrumentação mecanizada. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 56(4), 239–245. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2015.11.007>
- Souter, N., & Messer, H. (2005). Complications associated with the separation of endodontic instruments. *Journal of Endodontics*, 31(5), 469–481. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000140566.10879.13>
- Stabholz, A., & Korenblit, P. (2008). Endodontic instrument separation: A review of the literature. *Journal of Endodontics*, 34(8), 1011–1015. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.05.007>
- Tabassum, S., & Khan, F. (2016). Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *European Journal of Dentistry*, 10, 144–147. DOI: 10.4103/1305-7456.175682
- Tavares, W., et al. (2015). Índice de fratura de instrumentos manuais de aço inoxidável e rotatórios de NiTi em clínica de pós-graduação em Endodontia. *Arquivos em Odontologia*, 51(3), 152–157.
- Torabinejad, M., & Walton, R. (2009). *Endodontics: Principles and practice* (4th ed.). St. Louis: Saunders.
- Tsesis, I., & Fuss, Z. (2006). Endodontic mishaps: Etiology, prevention, and management. *Quintessence International*, 37(1), 729–737.

- Vertucci, F. (1984). Anatomic study of the root canal system of permanent mandibular first molar. *Journal of Endodontics*, 10(11), 558–564. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(84\)80158-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(84)80158-0)
- Vertucci, F. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 58(5), 589–599. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90085-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90085-9)
- Wilcox, L., Roskelley, C., & Sutton, T. (1989). Effectiveness of various techniques for removing ledges created during preparation of curved root canals. *Journal of Endodontics*, 15(10), 453–457. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(89\)80104-7](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(89)80104-7)
- Wu, M., & Wesselink, P. (2002). Causes of failures of endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, 28(10), 627–631. DOI: 10.1097/00004770-200210000-00010
- Yamada, R., et al. (2001). Management of ledged canals with a new rotary system. *Journal of Endodontics*, 27(11), 734–736. <https://doi.org/10.1097/00004770-200111000-00006>