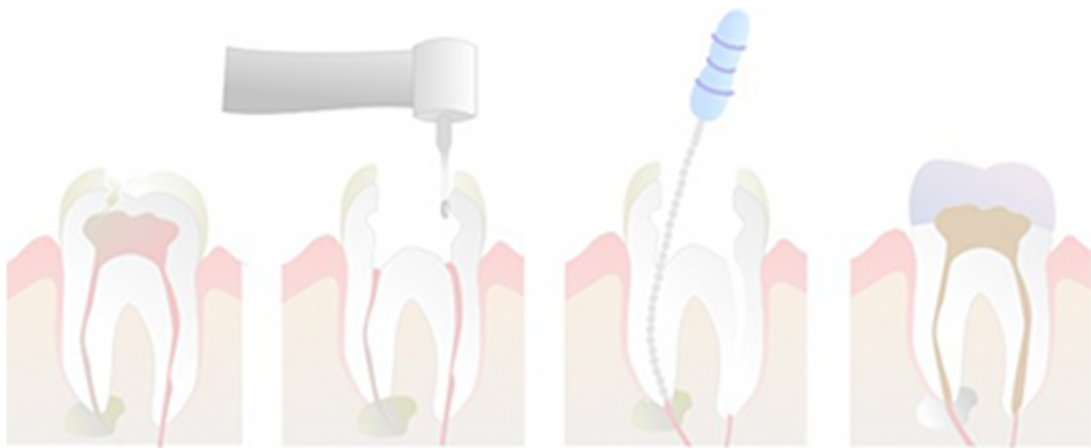




KARINE FROSSARD TEIXEIRA



Insucesso endodôntico causado por contaminação microbiana



KARINE FROSSARD TEIXEIRA

Insucesso endodôntico causado por contaminação microbiana

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru como parte dos requisitos para conclusão do curso de especialização em Endodontia.

Orientador: Profa. Dra. Flaviana Bombarda de Andrade.

BAURU
2018

DEDICATÓRIA

Dedico ao meu pai, Marcelo, bem como meu namorado Junior este trabalho de conclusão de curso como agradecimento por todo apoio, dedicação e investimento em meus estudos....

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por ter me permitido chegar até aqui, me dando forças e disposição para conseguir superar os desafios ao longo dessa jornada e por ter me abençoado para ter essa oportunidade de realização de uma especialização.

Agradeço também à Profa. Dra. Flaviana Bombarda de Andrade, por todo ensinamento e conhecimento que passou.

A todos os professores que participaram dessa trajetória e que estiveram ao meu lado, demonstrando conhecimento, paciência, incentivo, confiança e amizade.

Agradeço, em especial, ao meu pai Marcelo por não medir esforços para proporcionar todos os meus sonhos. Espero poder retribuir tudo o que você fez e continua fazendo por mim.

Agradeço também meu namorado Junior, que está ao meu lado há dez anos. Obrigada por sempre estar ao meu lado, acreditando em mim, me acalmando, e me motivando a ser melhor a cada dia.

Gostaria de agradecer também minhas amigas, Mariana Barbosa Delgallo, e Marina Ferrari Arradi, que estão comigo juntas nessa jornada e que faço questão de continuar para a vida toda. Obrigada pela ajuda em todos os momentos compartilhados, e também, por todas as palavras gentis, e me dando forças para conseguir superar meus medos.

Este trabalho significa o fechamento de mais uma etapa acadêmica na minha vida, e só tenho a agradecer a todos que de alguma forma contribuíram para eu chegar até aqui. Não há palavras que descrevam toda minha gratidão a não ser meu muito obrigada!!!

EPÍGRAFE

“Não tente achar um atalho, porque não há atalhos. O mundo é uma luta, é árduo, é uma tarefa penosa, mas é assim que a pessoa chega ao pico” ...

Osho

RESUMO

O tratamento endodôntico vulgarmente conhecido como “tratamento do canal” tem como finalidade a remoção da polpa dental infectada, danificada ou morta do sistema radicular através de protocolos que combinam instrumentação mecânica e irrigação com produtos químicos. Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos e científicos na endodontia possibilitaram o desenvolvimento de instrumentos e técnicas que permitem maior precisão e eficácia no preparo biomecânico, diminuindo o tempo de trabalho para o profissional, tornando as sessões mais curtas e mais agradáveis para o paciente. Entretanto, muitos casos clínicos com resultados insatisfatórios nos tratamentos endodônticos, estão relacionados a fatores microbianos, morfológicos ou técnicos. Frente a esse insucesso, o retratamento endodôntico deve ser a alternativa de primeira escolha, isto é, o dente que recebeu uma tentativa de tratamento definitivo e apresentando uma condição insatisfatória necessariamente deve passar por um novo tratamento buscando êxito nos resultados. A maioria dos relatos científicos que apontam fracasso no tratamento do canal radicular está relacionada à falta de desinfecção suficiente e a incapacidade de prevenir a recolonização de microrganismos residuais. Alguns estudos sugerem que o biofilme microbiano presente no dente com tratamento endodôntico falho é composto predominantemente por bactérias Gram-positivas/anaeróbias facultativas, podendo estar associada a espécies com comportamento variado na presença ou não de oxigênio. De acordo com a literatura estudada, conclui-se que o fator microbiológico é o principal agente etiológico que desencadeia doenças pulpares, infecções nos tecidos periapicais e conseqüentemente compromete o sucesso endodôntico.

Palavras-chave: Endodontia. Falha de Tratamento. Retratamento. Microbiota.

ABSTRACT

Endodontic failure caused by microbial contamination

The endodontic treatment commonly known as "root canal" has the purpose of removing infected, damaged or dead dental pulp from the root system through protocols that combine mechanical instrumentation and irrigation with chemicals. In the last decades, the technological and scientific advances in endodontics have enabled the development of instruments and techniques that allow greater accuracy and effectiveness in the biomechanical preparation, reducing the working time for the professional, making the shorter sessions and more pleasant for the patient. However, many clinical cases with unsatisfactory results in endodontic treatments are related to microbial, morphological or technical factors. For this failure, endodontic retreatment should be the first-choice alternative, that is, the tooth that received a definitive treatment attempt and demonstrate an unsatisfactory condition must necessarily undergo a new treatment seeking success in the results. Most scientific reports suggesting failure in root canal treatment are related to the lack of sufficient disinfection and the inability to prevent the recolonization of residual microorganisms. Some studies suggest that the microbial biofilm present in the tooth with failed endodontic treatment is composed predominantly of Gram-positive / facultative anaerobic bacteria, and may be associated with species with varied behavior in the presence or not of oxygen. According to the literature, it is concluded that the microbiological factor is the main etiological agent that triggers pulp diseases, infections in periapical tissues and consequently compromises endodontic success.

Keywords: Endodontics. Treatment Failure. Retreatment. Microbiota.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** – A) Imagem da parede do canal radicular após instrumentação mecânica e irrigação com 2,5% de NaOCl, mostrando a camada de esfregaço remanescente (1000x); B) Imagem da parede do canal radicular após o enxágue final do canal radicular com 17% de EDTA após instrumentação mecânica e irrigação com 2,5% de NaOCl. Parede do canal radicular com túbulos dentinários abertos. 12
- Figura 2-** – Remoção da polpa dental infeccionada, danificada ou morta por meio de instrumentação mecânica e irrigação com produtos químicos. 14
- Figura 3-** A) Falha no tratamento endodôntico primário devido a uma vedação apical com vazamento que resultou em uma radiolucência periapical persistente. B) Selamento dos ápices para favorecer o processo de cicatrização e cessar a infecção. 18
- Figura 4-** Resumo ilustrativo das possíveis vias de acesso de microrganismo no sistema de canais radiculares. 21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 TRATAMENTO ENDODÔNTICO	14
2.2 SUCESSO VS. INSUCESSO NA TERAPIA ENDODÔNTICA.....	16
2.3 VIAS DE CONTAMINAÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES.....	20
2.4 NATUREZA DA MICROBIOTA ENDODÔNTICA	22
2.5 DESINFECÇÃO NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO	23
2.5.1 MÉTODOS DE DESINFECÇÃO, SOLUÇÕES ANTIMICROBIANAS E SUAS CARACTERÍSTICAS:.....	24
3 DISCUSSÃO	30
4 CONCLUSÃO	33

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

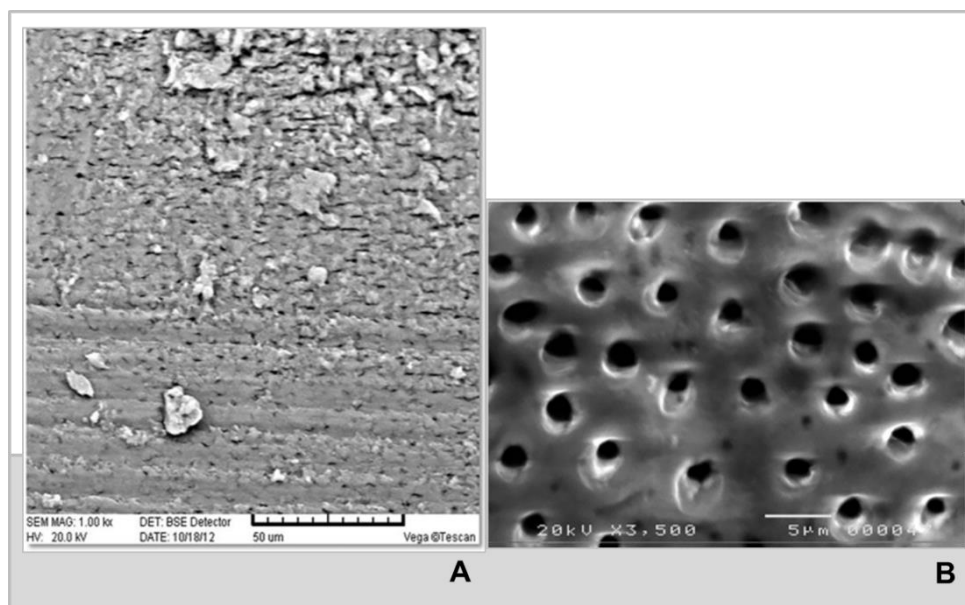
O tratamento endodôntico tem como finalidade prevenir ou curar, uma doença infecciosa instalada no sistema de canais radiculares, periodontite apical crônica, de forma a garantir a manutenção do dente e a sua função na cavidade oral (CHREPA et al., 2014).

Para um prognóstico satisfatório na endodontia, o resultado do tratamento do canal radicular dos dentes com periodontite periapical depende da desinfecção eficiente do sistema radicular e da prevenção da reinfecção. Tradicionalmente, é realizado por uma combinação de instrumentação mecânica e uso de soluções desinfetantes para irrigação (DE ROSSI et al., 2005; HOLLAND et al., 2017).

Embora a instrumentação por si só possa reduzir a carga bacteriana por remoção mecânica de microrganismos e do tecido dentinário infectado, não assegura um canal radicular completamente livre de patógenos endodônticos (PETERS et al., 2001; DANNEMANN et al., 2017).

Dessa forma, várias soluções de desinfecção e suas combinações são empregadas com eficiente ação antimicrobiana durante o preparo endodôntico. O hipoclorito de sódio (NaOCl) de 0,5 a 5,25% ainda é considerado o padrão ouro para a irrigação do canal radicular devido ao seu amplo espectro de ação antimicrobiana e capacidade de dissolver o tecido orgânico (ZEHNDER, 2006; MOHAMMADI; SHALAVI, 2013).

Outro objetivo importante da irrigação do canal radicular é a remoção de uma camada de esfregaço (1 a 2 μm de espessura). Essa camada consiste na deposição de detritos de dentina, restos pulpares, bactérias e suas endotoxinas nas paredes do canal radicular, sendo removida com EDTA (Ácido etilenodiaminotetracético) ou ácido cítrico no final da instrumentação mecânica (ZEHNDER, 2006) (Figura 1).



Fonte: Jurič IB; Anić, 2014.

Figura 1- – A) Imagem da parede do canal radicular após instrumentação mecânica e irrigação com 2,5% de NaOCl, mostrando a camada de esfregaço remanescente (1000x); B) Imagem da parede do canal radicular após o enxágue final do canal radicular com 17% de EDTA após instrumentação mecânica e irrigação com 2,5% de NaOCl. Parede do canal radicular com túbulos dentinários abertos.

Devido à complexa anatomia intracanal e às limitações da técnica de irrigação com seringas/agulhas, novas estratégias terapêuticas antibacterianas auxiliares foram descobertas com a finalidade de eliminar os microrganismos residuais e assim aumentar a taxa de cicatrização dos dentes com periodontite periapical (NG et al., 2011).

Ao longo das duas últimas décadas, diferentes técnicas de agitação de irrigantes foram introduzidas como protocolos de irrigação final no tratamento endodôntico, as quais são eficientes na remoção da camada de esfregaço intracanal e de detritos para facilitar a interrupção dos biofilmes endodônticos (BAGO et al., 2013; JANANI et al., 2017).

O propósito deste trabalho é estabelecer uma correlação entre a causa de maior incidência no retratamento endodôntico e as taxas de sucesso/insucesso ocorridas, analisar as soluções irrigadoras e os tipos de métodos de desinfecção, o que permitirá ao profissional tomar decisões mais adequadas e executar um planejamento do diagnóstico e tratamento endodôntico que conduzirá a um melhor prognóstico a longo prazo.

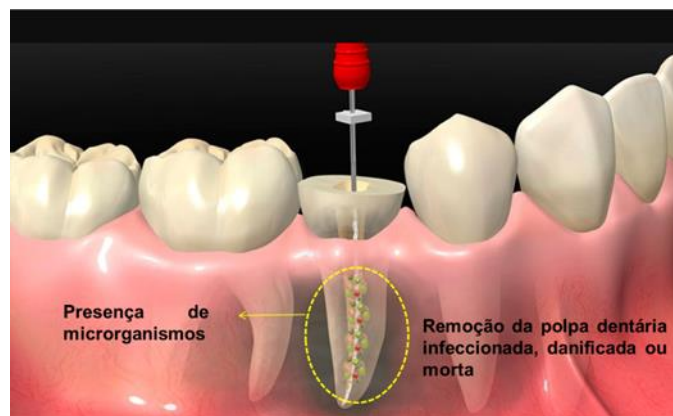
2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TRATAMENTO ENDODÔNTICO

O tratamento endodôntico vulgarmente conhecido como “tratamento do canal” tem como finalidade a remoção da polpa dental infectada, danificada ou morta do sistema radicular através de protocolos que combinam instrumentação mecânica e irrigação com produtos químicos (Figura 2). Os procedimentos de tratamento incluem desbridamento, modelagem do canal, irrigação com agentes antissépticos e terapia fotodinâmica antimicrobiana, aplicação de medicamentos e vedação dos canais, diminuindo a incidência das extrações dentárias, tão comumente empregada há décadas atrás (XU et al., 2009; MCCABE, DUMMER, 2012; CHREPA et al., 2014) (Fig.2).

Além disso, também objetiva restabelecer funcionalmente o elemento dental e sua estética, quando há comprometimento pulpar e/ou periapical, no sistema estomatognático sem haver prejuízos à saúde do paciente. Dessa forma, é necessário que o tratamento endodôntico abranja princípios científicos, mecânicos e biológicos, além de realizar passos clínicos criteriosos que determinarão o sucesso ou insucesso da terapia (KINAIA et al., 2012; LEDESMA-MARTÍNEZ et al., 2016).



Fonte: Figura adaptada disponível em: <https://www.marciadeoliveira.com.br/blog/item/83-tratamento-endod%C3%B4ntico-conhe%C3%A7a-melhor-esse-procedimento>.

Figura 2- – Remoção da polpa dental infeccionada, danificada ou morta por meio de instrumentação mecânica e irrigação com produtos químicos.

Existem vários fatores que podem conduzir a um tratamento endodôntico, tais como cárie muito ampla, fratura dental ou trauma sem fratura, ou seja, diante da

inflamação irreversível do complexo pulpar, o tratamento endodôntico, biopulpectomia, é imprescindível para prevenir a contaminação de microrganismos no sistema de canais radiculares e a instalação de uma infecção periapical. Porém, se há necrose pulpar, a infecção já está estabelecida, independentemente de apresentar ou não lesão perirradicular, sendo indicada a terapia endodôntica, necropulpectomia que tem a finalidade de diminuir consideravelmente a colonização bacteriana e promover a cura do processo periapical (LOPES, SIQUEIRA-JÚNIOR, 2010).

Para o tratamento endodôntico ser bem sucedido requer uma série de cuidados e técnicas minuciosas que vão desde a seleção correta do caso para o tratamento, sendo observado o estado geral de saúde do paciente; as condições do elemento dentário, com especial atenção à interpretação radiográfica; a técnica empregada e habilidade do operador, o que pode acarretar em inadequação do acesso, perfurações, fratura de instrumentos, sobreobturações e obturações incompletas, manutenção da cadeia asséptica, preparo químico mecânico dos canais contemplando todos os detalhes morfológicos (CHONG, RHODES, 2014).

Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos e científicos na endodontia possibilitaram o desenvolvimento de instrumentos e técnicas que permitem maior precisão e eficácia no preparo biomecânico, diminuindo o tempo de trabalho para o profissional, tornando as sessões mais curtas e mais agradáveis para o paciente. Este período apresentou alguns desenvolvimentos notáveis pertinentes à imagem endodôntica, preparação do canal radicular, desinfecção do canal radicular, preenchimento de raízes e procedimentos endodônticos regenerativos (KISHEN et al., 2016).

Todavia, estudos apontam muitos casos que resultam em fracasso nos tratamentos endodônticos, relacionados a fatores microbianos, morfológicos ou técnicos (MICKEL et al., 2007; KISHEN et al., 2016). Frente ao insucesso, o retratamento endodôntico deve ser a alternativa de primeira escolha, isto é, o dente que recebeu uma tentativa de tratamento definitivo e apresentando uma condição insatisfatória necessariamente deve passar por um novo tratamento buscando êxito nos resultados (TABASSUM, KHAN, 2016). Esse retratamento é uma técnica que consiste na remoção do material obturador do interior do canal, visando remover os microrganismos que persistiram e contaminaram todo sistema de canais radiculares (SIQUEIRA, 2001; RICUCCI et al., 2016).

2.2 SUCESSO VS. INSUCESSO NA TERAPIA ENDODÔNTICA

O tratamento endodôntico não cirúrgico é um procedimento previsível, com excelente prognóstico, atingindo taxas de sucesso entre 86 até 98% (SONG et al., 2011). É baseado em critérios clínicos e radiográficos, sendo observados após um determinado tempo decorrido do tratamento alguns parâmetros (IMURA et al., 2007; GEORGE, 2015):

Clínicos:

- ✓ Ausência de sintomas à percussão ou palpação;
- ✓ Dente com mobilidade normal;
- ✓ Ausência de fístula;
- ✓ Ausência de doença periodontal associada ao endodonto;
- ✓ Dente em função na arcada;
- ✓ Ausência de sinais de infecção ou edema;
- ✓ Ausência de sintomas subjetivos relatados pelo paciente;

Radiográficos:

- ✓ Espaço do ligamento periodontal normal ou espessamento insignificante (menor que 1mm);
- ✓ Eliminação de uma prévia rarefação perirradicular;
- ✓ Lâmina dura normal em relação ao dente adjacente;
- ✓ Ausência de reabsorção comparado com a radiografia original;
- ✓ Obturação tridimensional do espaço visível do canal, respeitando os limites do seu espaço até aproximadamente 1mm aquém do ápice radiográfico.

Embora a terapia inicial do canal radicular tenha sido mostrada como um procedimento previsível com alto grau de sucesso (DE CHEVIGNY et al., 2008), podem ocorrer falhas após o tratamento. Estudos recentes relataram taxas de falha de 14% -16% para o tratamento inicial do canal radicular (TORABINEJAD et al., 2007).

O "insucesso" do tratamento endodôntico tem definições variáveis. Alguns autores definiram como uma recorrência de sintomas clínicos juntamente com a

presença de radiolucência periapical, permeabilidade a radiações, em período de até quatro anos ou quando há sinais e sintomas clínicos em período inferior a este (ASHLEY, HARRIS, 2001; RICHARDSON, TOWNSEND, 2010).

Segundo a European Society of Endodontology (2006), os critérios para determinar o insucesso da terapia endodôntica são baseados na presença da lesão periapical em um elemento dentário com tratamento endodôntico após um período de acompanhamento; e a presença de sinais e sintomas, tais como: dor, fístula, edema, mobilidade, sensibilidade à percussão, entre outros.

A falta de cura é atribuída à persistente infecção intrarradicular que reside em canais previamente não instrumentados, nos túbulos dentinários ou nas complexas irregularidades do sistema radicular (TOMSON, SIMON, 2016). As causas extrarradiculares das falhas endodônticas incluem actinomicose periapical (doença transmissível causada por *Actinomyces sp.*, uma reação do corpo estranho causada por materiais endodônticos extruídos, uma acumulação de cristais de colesterol endógeno nos tecidos apicais e uma lesão cística não resolvida (GEORGE et al., 2016).

Na literatura científica, a maioria dos relatos de casos que apontam fracasso no tratamento do canal radicular está relacionado à falta de antissepsia suficiente e a incapacidade de prevenir a recolonização de microrganismos residuais (RIBEIRO et al., 2017) (Figura 3).

A presença de microrganismos e seus subprodutos no sistema de canais radiculares desencadeiam complicações durante as intervenções, no pós-operatório imediato (processos inflamatórios agudos) ou mediato com lesões persistente e refratária (RICUCCI et al., 2016) . Dessa forma, o alvo do tratamento endodôntico é a obtenção e/ou manutenção das condições assépticas, selamento coronário e endodônticos (KEINE et al., 2015).



Fonte: TABASSUM, KHAN, 2016.

Figura 3- A) Falha no tratamento endodôntico primário devido a uma vedação apical com vazamento que resultou em uma radiolucência periapical persistente. B) Selamento dos ápices para favorecer o processo de cicatrização e cessar a infecção.

Um estudo realizado por Lin et al. (1992) em 236 casos de falhas no tratamento endodôntico encontraram uma correlação entre a presença de infecção bacteriana nos canais e a rarefação perirradicular em falhas endodônticas. Estes dados indicam que os principais fatores associados às falhas endodônticas é a persistência de infecção bacteriana no espaço do canal e/ou a área perirradicular e a presença de rarefação perirradicular pré-operatória.

Fabricius et al. (2006) analisaram no modelo macaco a influência de determinadas cepas bacterianas na cicatrização dos tecidos periapicais após o tratamento endodôntico. Identificaram que 79% dos canais radiculares apresentaram lesões periapicais não curadas, em comparação a 28%, onde nenhuma bactéria foi encontrada. Na ausência de bactérias, a cicatrização ocorreu independentemente da qualidade do preenchimento da raiz. Em contraste, na presença de bactéria, houve uma maior correlação com a não cicatrização em preenchimentos de raiz de má qualidade do que em preenchimento tecnicamente bem executado. O estudo apontou a importância de obter um sistema de canal radicular sem bactérias antes do seu preenchimento, a fim de obter melhores condições de cicatrização para os tecidos periapicais.

Kovac et al. (2013) examinou a prevalência de *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans* em infecções endodônticas. Coletaram amostras para exame microbiológico de 32 pacientes com caries dentárias com canal radicular infectado

ou com infecção periapical. Concluíram que esses microrganismos podem participar de infecções do canal radicular e periapical, e o uso de soluções irrigantes efetivas e medicamentos intracanaís ativos contra esses micróbios são importantes para prevenir falhas na terapia endodôntica. Inesperado foi o isolamento de *Candida albicans* de uma criança de nove anos com periodontite apical. Concluíram que mesmo em idade tão jovem, este microrganismo possa ser um potencial agente etiológico em infecções endodônticas.

Rosa et al. (2015) investigaram a presença das espécies de *Treponema* em lesões duradouras resistentes ao retratamento endodôntico em dentes com periodontite apical de vinte e cinco pacientes adultos. Vinte e três amostras de tecido perirradicular apresentaram níveis detectáveis de DNA bacteriano. As espécies de *Treponema* foram detectadas em 28% (7/25) dos casos. As espécies mais frequentemente detectadas foram *T. socranskii* (6/25), seguido de *T. maltophilum* (3/25), *T. amylovorum* (3/25), *T. lecithinolyticum* (3/25), *T. denticola* (3 / 25), *T. pectinovorum* (2/25) e *T. médio* (2/25). *Treponema spp.* está presente, em baixa porcentagem, em lesões apicais persistentes em retratamento endodôntico.

Zhang, Du e Peng (2015) compararam a prevalência do *Enterococcus faecalis* em infecções intrarradiculares primárias e persistentes. A revisão sistemática incluiu 10 estudos, totalizando 972 dentes. Entre eles, dois estudos utilizaram o método de cultura, seis foram de PCR (Polymerase Chain Reaction - Reação em Cadeia da Polimerase), e outros dois utilizaram ambos os testes. A taxa de detecção do *E. faecalis*, através dos dois testes, foi maior em infecções persistentes comparadas com periodontites apicais crônicas não tratadas em infecções primárias, havendo diferença estatisticamente significativa. Concluíram que *Enterococcus faecalis* está mais fortemente correlacionado com infecções persistentes em relação à peridontites apicais crônicas não tratadas.

Ricucci et al. (2016) descreveram dois casos que apresentaram exsudação intracanal persistente mesmo após vários retratamentos endodônticos antimicrobianos. Foi realizada investigação histológica e histobacteriológica para determinação da causa. Os dois casos envolveram dentes com lesões de periodontite apical, que apresentaram exsudação persistente refratária ao tratamento. Ambos os casos apresentaram infecção bacteriana complexa na raiz apical, afetando tanto o espaço intrarradicular quanto a superfície radicular externa, sendo a causa do insucesso do tratamento.

Numerosos estudos têm destacado que as bactérias não só se aderem às paredes dos canais radiculares, mas também se propagam para as ramificações apicais, aos canais laterais, istmo e túbulos dentinários, onde podem resistir a medidas destinadas à sua eliminação. Além disso, a técnica de preenchimento dos canais radiculares ainda não atingem 100% do espaço, podendo aparecer grandes lacunas ao longo do comprimento do preenchimento da raiz, o suficiente para permitir a comunicação de bactérias do canal radicular com o tecido periapical resultando em lesões inflamatórias periapicais pós-tratamento (BERGENHOLTZ, 2016).

2.3 VIAS DE CONTAMINAÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES

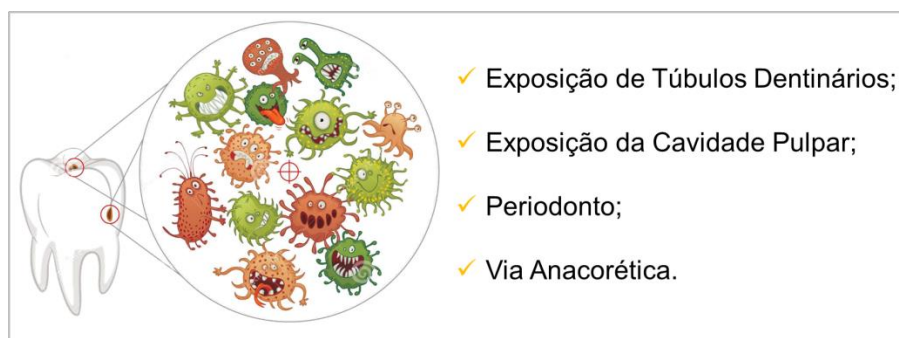
Contrariamente a cavidade oral, a polpa e os tecidos periapicais são áreas que, em condições de normalidade são estéreis e a presença de microrganismos nestes tecidos está sempre relacionada com a inferência de patologias. As principais vias de acesso para as bactérias alcançarem o tecido pulpar permanecendo viáveis por longos períodos em ambiente desfavorável, e multiplicando-se, são os túbulos dentinários e a própria exposição pulpar (CVIKL et al., 2016).

Entretanto a infecção a partir do periodonto ou pela anacorese hematogênica (microrganismos circulantes no sangue que se fixam ao redor de área de inflamação) também foram citadas como possíveis vias de acesso para microrganismos. As formas de penetração das bactérias são importantes no que se refere à formação do biofilme apical, o qual está interligado com a perpetuação de infecções endodônticas (SHAHRAVAN et al., 2007).

São descritas as possíveis vias de acessos dos microrganismos ao sistema de canais radiculares (Figura 4):

- ✓ Exposição de Túbulos Dentinários: os túbulos dentinários são cilindros ocos, dentro da dentina, preenchidos pelo fluido dentinário e pelos prolongamentos citoplasmáticos dos odontoblastos nos dentes vitais, torna-o altamente permeável. Sendo assim, a exposição dentinária representa a principal via de acesso para bactérias e seus subprodutos (enzimas, compostos sulfurados e

- amônia) o qual alcançam a cavidade pulpar uma vez que o diâmetro dos túbulos dentinários é inteiramente compatível com a maioria das bactérias presentes na microbiota oral (KHABBAZ et al., 2000);
- ✓ Exposição da Cavidade Pulpar: são várias as causas da exposição direta do tecido pulpar a microrganismos presentes na cavidade oral como: causa traumática, iatrogênica, no trans-operatório, ou em decorrência da cárie. A grande concentração de substâncias tóxicas na cavidade pulpar induz a processo inflamatório e conseqüentemente a necrose pulpar (CVIKL et al., 2016);
 - ✓ Periodonto: mais comumente por microrganismos presentes na bolsa periodontal que atingem a câmara pulpar, por meio dos túbulos dentinários expostos na junção cimento- esmalte ou após a remoção do cimento durante os procedimentos de raspagem ou curetagem da superfície radicular durante um tratamento periodontal (BRANDTZAEG, 2013);
 - ✓ Via Anacorética: baseia na quimiotaxia de microrganismos presentes na circulação durante uma bacteremia transitória pelo tecido pulpar necrosado ou isquêmico devido à ruptura do feixe vascular ou através de trincas no esmalte que, mesmo imperceptíveis clinicamente, permitem o acesso de bactérias aos túbulos dentinários (Love, 2002).



Fonte: Figura adaptada disponível em: <https://losalgodonesdentistsguide.com/portal-to-the-body/>.

Figura 4- Resumo ilustrativo das possíveis vias de acesso de microrganismo no sistema de canais radiculares.

2.4 NATUREZA DA MICROBIOTA ENDODÔNTICA

Os microrganismos são considerados como o principal agente causador de lesões de polpas dentárias humanas (intrarradiculares) e periapicais (extrarradiculares ou perirradiculares) (PECIULIENE et al., 2008; RICUCCI et al., 2016).

Infecções intrarradiculares e perirradiculares são infecções polimicrobianas, predominantemente anaeróbicas com pouca especificidade microbiana. A gravidade dessas infecções pode estar relacionada com a composição da comunidade microbiana quanto ao tipo de carga e virulência, causando impacto negativo no prognóstico da doença (GOMES et al., 2013; SHIN et al., 2017).

Alguns estudos sugerem que o biofilme microbiano presente no dente com tratamento endodôntico falho é composto predominantemente por bactérias Gram-positivas/anaeróbicas facultativas, podendo estar associada a espécies com comportamento variado na presença ou não de oxigênio (CHAVEZ DE PAZ; MOLANDER; DAHLÉN, 2004; SIQUEIRA, RÔÇAS, 2009). Porém essa composição bacteriana pode ser diferenciada em casos sintomáticos e assintomáticos. Pacientes sintomáticos, em especial com dor espontânea, inchaço, dor à palpação e à percussão apresentam predominância de microrganismos anaeróbios obrigatórios, com maior número de espécies bacterianas que pacientes assintomáticos (SIQUEIRA, RÔÇAS, 2009).

As recentes publicações científicas apontam que a microbiota presentes nos tratamentos endodônticos falhos é mais complexa do que o demonstrado anteriormente por métodos baseados na cultura bacteriana (CHINIFORUSH et al., 2015). A análise da biologia molecular das comunidades microbianas na infecção intrarradicular e perirradicular revelou um consórcio endodôntico misto de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas com grande variabilidade entre os indivíduos (TZANETAKIS et al., 2015; RÔÇAS et al., 2016).

Além das bactérias, os fungos podem também estar relacionados com a infecção no sistema de canais radiculares. Dentre eles, a *Candida albicans* são os que afligem mais comumente a polpa dental humana (KUMAR et al., 2015). Como os vírus são incapazes de gerar energia e dependem inteiramente de células

hospedeiras viáveis durante a replicação, acabam não sobrevivendo em um canal radicular necrótico. Entretanto, o *Citomegalovírus* humano e o vírus *Epstein-Barr* podem estar implicados na patologia de infecções intrarradiculares (JAKOVLJEVIC, ANDRIC, 2014).

Alguns fatores contribuem para a patogênese endodôntica como a formação de biofilmes, a modulação da resistência bacteriana, síntese de enzimas, aderência interbacteriana (coagregação), a capacidade de evadir as defesas do paciente e os fatores de virulência de microorganismos intrarradiculares e perirradiculares (JHAJHARIA et al., 2015).

A compreensão dos vários mecanismos de virulência utilizados por esses patógenos endodônticos é crucial para o desenvolvimento de novas modalidades de tratamento. O objetivo final do tratamento endodôntico é um esforço para promover a cura e a saúde da raiz, bem como a prevenção ou resolução de doença periapical, pela erradicação de microorganismos e suas fontes de suprimento de nutrientes a partir do sistema radicular (DHILLON et al., 2016).

A taxa de sucesso deste procedimento é criticamente dependente do manejo da infecção pulpar, o que resulta na redução do número de bactérias. Em estudos, foi demonstrado que o tratamento endodôntico convencional ocasionalmente não consegue promover a total erradicação de microorganismos nos canais radiculares, com conseqüente seleção da subpopulação mais resistente da microbiota e podendo levar à falha do tratamento (JENA et al., 2015).

Ainda, é relevante a incapacidade de serem eliminadas algumas espécies de microorganismos, as quais são resistentes aos procedimentos químico-cirúrgicos durante a instrumentação do sistema de canais radiculares e também à medicação local e/ou sistêmica. Isso invariavelmente incorre na perpetuação de processos infecciosos (TABASSUM, KHAN, 2016).

2.5 DESINFECÇÃO NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

O desbridamento mecânico é considerado um passo crítico no tratamento endodôntico, pois inclui a remoção do tecido pulpar do sistema radicular

proporcionando um espaço adequado para irrigação e medicação, mantendo a integridade da porção periapical do canal radicular, o que facilita o seu preenchimento (RAHIMI et al., 2014).

No entanto, vários estudos apontaram algumas limitações deste procedimento, como resultado da penetração bacteriana em canais acessórios, istmo e túbulos dentinários, afirmando que somente a instrumentação mecânica não é capaz de atingir todas as porções do canal radicular. Com a finalidade de superar essas deficiências, se faz necessário a aplicação de agentes irritantes antimicrobianos e medicamentos intracanal (AL-NAZHAN et al., 2014).

As soluções irrigadoras na endodontia devem ter algumas características ideais, como espectro antimicrobiano amplo, capacidade para evitar a formação da camada de esfregaço, capacidade de dissolver o tecido pulpar necrótico e não ser tóxica para o tecido perirradicular, mas até o momento não há um agente que preenchem todos esses requisitos. (AL-NAZHAN et al., 2014; KIRSCH et al., 2017).

2.5.1 MÉTODOS DE DESINFECÇÃO, SOLUÇÕES ANTIMICROBIANAS E SUAS CARACTERÍSTICAS:

Hipoclorito de sódio: é uma das soluções irrigadoras antimicrobianas mais amplamente utilizadas no tratamento endodôntico. Possui a capacidade de causar necrose, hemólise e ulceração da pele devido à sua citotoxicidade. A ação oxidativa do hipoclorito nos grupos sulfidril das enzimas bacterianas causa interferência na função metabólica e conseqüentemente a morte microbiana (JHAJHARIA et al., 2015).

Ácido Etilenodiaminotetracético – EDTA: é um sólido solúvel em água. Tem a capacidade de descalcificar tecidos, dentre eles a dentina reagindo com íons de cálcio. Seu efeito antibacteriano está relacionado à quelação de íons positivos da membrana externa das bactérias. Também possui a capacidade de remover a porção inorgânica da camada de esfregaço. Isso mostra alguns efeitos citotóxicos e pouca atividade antibacteriana (OZDEMIR et al., 2010).

Ácido cítrico: seus efeitos antibacterianos são limitados em comparação à sua capacidade de remover partes inorgânicas da camada de esfregaço (IQBAL, 2012).

MTAD: solução irrigadora intracanal composta por uma mistura de 3% de doxiciclina (tetraciclina), ácido cítrico a 4,25% e 0,5% de polissorbatos 80 (detergentes utilizados na terapia endodôntica). Seu efeito antibacteriano é atribuído em grande parte à doxiciclina que inibe a síntese de proteínas bacterianas, prevenindo a associação do aminoacil-tRNA sintetase (aaRS) com o ribossomo bacteriano. A resistência à doxiciclina não é incomum entre as bactérias isoladas dos canais radiculares. Isso pode ser atribuído ao mecanismo de proteção ribossômica, ao efluxo do antibiótico na célula bacteriana e inativação enzimática do antibiótico (BALTO et al., 2015).

Nisina: peptídeo policíclico antibacteriano utilizado como substituto ou em combinação com doxiciclina, a fim de melhorar a atividade bactericida de MTAD. É produzida pelo *Lactococcus lactis*, amplamente utilizado como conservante em produtos lácteos. Este peptídeo é composto por 34 resíduos de aminoácidos, incluindo Lantionina (Lan), Metilantionina (MeLan), Dideidroalanina (Dha) e Ácido dideidroaminobutírico (Dhb). Nisina inibe a proliferação da maioria das bactérias Gram-positivas e é resistente ao calor, inodoro, incolor, insípido, é ativo em baixo pH, e solúvel em água (BALTO et al., 2015).

MTADN: (nisina combinada com MTAD) tem melhor atividade antibacteriana comparativamente aos do MTAD e MTAN (nisina em lugar de doxiciclina em MTAD) em *Enterococcus faecalis* durante a fase de crescimento exponencial bacteriano. Nisina melhora o efeito antibacteriano do MTAD, aumentando o potencial da solução irrigadora (TONG et al., 2014).

NanoAg-MTA: Para prevenir a infecção endodôntica-periodontal após a reparação das perfurações radiculares, o nanoAg-MTA é um material de obturação com atividade antimicrobiana robusta. Essas nanopartículas de prata aumentaram efetivamente a atividade antimicrobiana do MTA. Dessa forma, esse composto apresenta uma potente atividade antimicrobiana contra quatro patógenos anaeróbicos periodontais / endodônticos importantes, nomeadamente

Aggregatibacter actinomycetemcomitans, *Fusobacterium nucleatum*, *Porphyromonas gingivalis* e *Prevotella intermedia* in vivo (BAHADOR et al., 2015).

Clorexidina: é uma molécula hidrofóbica, carregada positivamente e lipofílica que interage com lipopolissacarídeos presentes na membrana celular das bactérias. É utilizado em 2% de gel ou concentração líquida de 2%. Possui efeitos bactericidas contra microrganismos Gram-negativos e Gram-positivos. Não há estudo que tenha abordado citotoxicidade, efeitos teratogênicos e cancerígenos no organismo humano. A incapacidade dessa solução irrigadora para dissolver remanescentes de tecido necrótico é considerada como uma desvantagem. Além disso, 2 minutos de enxaguamento a 2% líquido é capaz de remover bactérias das camadas superficiais de túbulos dentinários (apenas até 100 µm) (ATHANASSIADIS et al., 2007).

Irrigação ultrassônica passiva (PUI): apresenta vantagens em relação à eficiência, tempo e economia. Devido ao pequeno diâmetro do canal e as suas ramificações, torna-se difícil o acesso do agente irrigante até que atinja toda a região apical. Vários estudos têm sugerido o uso de ultrassom como um meio para reforçar a ação das substâncias irrigantes, o que torna uma grande ajuda na limpeza de áreas anatômicas complexas (HUFFAKER et al., 2010).

Laser: foi introduzido na endodontia para melhorar os resultados obtidos pelas técnicas tradicionais. Diferentes comprimentos de onda demonstraram ser efetivos na redução de bactérias no sistema de canais radiculares. Entre os diferentes comprimentos de onda utilizados em odontologia, o laser Nd-YAG (neodymium-doped yttrium aluminium garnet) é considerado o melhor comprimento de onda para a desinfecção intracanal devido à sua profundidade de penetração próxima à penetração bacteriana em túbulos dentinários. Esta profundidade de penetração pode ser explicada pela capacidade dos prismas do esmalte e dos túbulos dentinários que atuam como fibra óptica, o qual propaga o laser para a periferia dentinária da raiz (MEIRE et al., 2012).

Terapia fotodinâmica: A terapia fotodinâmica (PDT) usa luz com um comprimento de onda específico onde um corante não-tóxico (fotossensibilizador, FS) reage com o oxigênio dos tecidos e que, na presença de luz, é capaz de eliminar ou reduzir os

microrganismos presentes nos sítios da doença (RAJESH et al., 2011; FIRMINO et al., 2016).

Mecanismo de terapia fotodinâmica: Após a ativação da fotossensibilizador com o comprimento de onda apropriado, os elétrons são transferidos de um nível de energia baixo para um nível mais elevado. Então, a energia é transferida para uma biomolécula ou oxigênio que leva à produção de espécies citotóxicas. Estes produtos danificam a membrana plasmática ou o DNA da célula bacteriana. Ambas as consequências levam à morte celular (TRINDADE et al., 2015).

Fotosensibilizadores (PS): é um composto químico que, quando exposto à luz em um comprimento de onda específico, reage com o oxigênio para produzir espécies altamente reativas de oxigênio (ROS) que resultam na morte celular bacteriana (TRINDADE et al., 2015).

As características ideais de um PS incluem:

- Pureza química não tóxica;
- Capacidade de atingir o tecido, econômico, facilmente disponível;
- Intervalo curto entre administração do fármaco e pico máximo de acumulação no tecido;
- Meia-vida curta;
- Eliminação rápida do tecido;
- Ativação no comprimento de onda em que a penetração no tecido alvo é muito boa;
- Capacidade de produzir uma grande quantidade de produtos citotóxicos.

Azul de metileno: composto aromático heterocíclico, hidrofílico com baixo peso molecular e carga positiva. Possui espectro de ação incluindo desde bactérias orais Gram-positivas às Gram-negativas. A solução penetra através dos canais de porina na membrana externa de bactérias Gram-negativas e interage principalmente com o lipopolissacarídeo gerando dimmers que participam do processo de fotossensibilização. O seu pico de absorção é de 660 nm (NIKAIDO, 2003).

Azul de toluidina: é um agente de coloração azul catiónico (3-amino-7-dimetilamino]-2-metil fenotiazina). Usado para coloração histológica e intravital (coloração feita no organismo íntegro). Tem a capacidade de atuar sobre as bactérias Gram-positivas e Gram-negativas devido às suas propriedades físico-químicas e pela característica

hidrofílica, o qual penetra por meio da membrana bacteriana, exibindo atração pelas mitocôndrias. (ILANCHELIAN, RAMARAJ, 2011).

Indocianina Verde: O efeito principal ocorre por meio da terapia fototérmica (PTT) em vez de fotoquímica. Sua absorção de forma crítica depende do meio de dissolução, das ligações às proteínas plasmáticas, e da sua concentração. (FEKRAZAD et al., 2013).

Curcumina: isolada da *Curcuma longa L.* Possui alguns efeitos terapêuticos sobre doenças do fígado, feridas e articulações inflamadas, bem como na purificação do sangue e efeitos antimicrobianos. A curcumina não mostrou efeitos tóxicos em várias culturas de células e estudos em animais. Produz efeitos fototóxicos fortes em microrganismos, podendo ser usada como fotossensibilizador (DOVIGO et al., 2011).

Light: Na terapia fotodinâmica é necessário que a fonte de luz coincida com a absorção máxima do fotossensibilizador aplicado. Na odontologia, a maioria dos fotossensibilizadores é ativada pelos comprimentos de onda de luz vermelha entre 630-700 nm (GRANT et al., 1997).

3 Discussão

3 DISCUSSÃO

Os microrganismos desempenham um papel fundamental na etiopatogenia das alterações pulpares e periapicais. Há muitos fatores de ordem técnica que podem estar envolvidos, mas as bactérias resistentes presentes no canal radicular após o tratamento endodôntico primário, por meio das infiltrações coronárias, são os principais responsáveis pelo seu insucesso (TOMSON, SIMON, 2016).

O tratamento endodôntico tem como principal objetivo a eliminação da microbiota residente no canal e suas eventuais ramificações, removendo a maior quantidade possível de detritos, para criar condições ideais que possibilitam a recuperação e regeneração tecidual. (DHILLON et al., 2016).

Vários estudos apontam as vias possíveis de contaminação microbiana no sistema de canais radiculares tais como a junção cimento-esmalte, pelos túbulos dentinários expostos, cáries dentárias, lesões traumáticas, lesões periodontais e por via anacorética. Entretanto, se faz necessário salientar limitações encontradas no tratamento endodôntico como a incapacidade de eliminar algumas espécies resistentes de microrganismos e ou mutantes (BARBOSA-RIBEIRO et al., 2016).

Muitos trabalhos científicos com estudos moleculares e culturas bacterianas confirmaram que *Enterococcus faecalis* é uma das bactérias mais prevalentes encontradas no canal radicular após o tratamento endodôntico (KOVAC et al., 2013; ENDO et al., 2014; ZHANG; DU; PENG, 2015).

Enterococcus faecalis é uma bactéria Gram-positiva que possui diferentes mecanismos de resistência, o que dificulta a erradicação dos canais radiculares. *Enterococcus spp.* adquiriu determinantes genéticos de virulência que resultam em alterações fisiológicas ou estruturais na célula bacteriana, uma estratégia de sobrevivência ao ataque abusivo de agentes antimicrobianos, incluindo clindamicina, eritromicina, tetraciclina, cloranfenicol e, mais recentemente, vancomicina (GOMES et al., 2011; ENDO et al., 2016; LANG et al., 2016).

Barbosa-Ribeiro et al. (2016) analisou vinte amostras dos conteúdos presentes nos canais radiculares coletadas de dentes com periodontite apical, apresentando insucesso no tratamento endodôntico primário. *E. faecalis* foi

identificado primeiramente com base nas características fenotípicas e, em seguida, por sequenciamento do gene do RNA ribossomal 16s (ou 16S rRNA). Este estudo encontrou padrões distintos de prevalência de genes de virulência de *Enterococcus spp.* O gene ACE foi detectado em todos os isolados clínicos. Esse gene é uma adesina do colágeno de *E. faecalis* expressa condicionalmente após o crescimento no soro ou na presença de colágeno. É um fator importante para a implantação dessas bactérias na dentina dos canais radiculares infectados (HUBBLE et al., 2003; BIN-SHUWAISH et al., 2016).

Os diferentes perfis de expressão desses determinantes genéticos de virulência podem ser explicados por diferenças geográficas, hábitos alimentares e estágio de infecção. Isso pode ser importante para a compreensão da patogenicidade dos fatores de virulência e seus efeitos sobre o paciente (WANG et al., 2011). Sendo assim, a avaliação periódica da suscetibilidade aos antibióticos é uma prática importante para estabelecer o melhor medicamento e se o seu uso é necessário (BIN-SHUWAISH et al., 2016).

O insucesso dos tratamentos endodônticos está presente na rotina clínica do profissional Endodontista e gera dúvidas quanto a sua etiologia. Para um prognóstico satisfatório, o diagnóstico deve ser conduzido de maneira criteriosa e investigar os sinais e sintomas sobre as causas da falha endodôntica, para, posteriormente, realizar-se adequado plano de tratamento frente a etiologia do caso (RICUCCI; LOGHIN; SIQUEIRA, 2013).

Dessa forma, é necessário que o profissional se atente com as áreas que possam não ser atingidas durante o preparo químico-cirúrgico, favorecendo a formação de um microambiente e a manutenção de conteúdo séptico-necrótico; e com a escolha correta do agente de irrigação e/ou combinação de métodos antimicrobianos adequados durante o processo. Além disso, é importante ter o conhecimento que o emprego da medicação intracanal favorece a redução do número de microrganismos; embora, não é possível assegurar a esterilização do sistema de canais radiculares.

Portanto para próximos trabalhos seria viável um estudo mais detalhado das cepas de *E. faecalis*, por apresentarem padrões diferentes de genes de virulência e seu monitoramento para elucidar mudanças em seus perfis de resistência. Isso porque, proporcionará uma melhora significativa nas técnicas de combate à infecção e, conseqüentemente elevar as taxas de sucesso do tratamento.

4 Conclusão

4 CONCLUSÃO

De acordo com a literatura estudada, conclui-se que o fator microbiológico é o principal agente etiológico que desencadeia doenças pulpare, infecções nos tecidos periapicais e conseqüentemente compromete o sucesso endodôntico.

Referências

REFERÊNCIAS
(Formato ABNT)

AL-NAZHAN, S. et al. Microorganism penetration in dentinal tubules of instrumented and retreated root canal walls. In vitro SEM study. **Restor Dent Endod**, v. 39, n. 4, p. 258-264, Nov. 2014.

ASHLEY, M.; HARRIS, I. The assessment of the endodontically treated tooth. **Dent Update**, v. 28, n. 5, p. 247-252, Jun. 2001.

ATHANASSIADIS, B. et al. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. **Aust Dent J**, v. 52, n. 1, p. S64-82, Mar. 2007.

BAGO, I. et al. Antimicrobial efficacy of a high-power diode laser, photo-activated disinfection, conventional and sonic activated irrigation during root canal treatment. **Int Endod J**, v. 46, n. 4, p. 339-347, Apr. 2013.

BAHADOR, A. et al. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of nanosilver-mineral trioxide aggregate against frequent anaerobic oral pathogens by a membrane-enclosed immersion test. **Biomed J**, v. 38, n. 1, p. 77-83, Jan/Feb. 2015.

BALTO, H.A. et al. Combined effect of a mixture of tetracycline, acid, and detergent, and nisin against *Enterococcus faecalis* and *Actinomyces viscosus* biofilms. **Saudi Med J**, v. 36, n. 2, p. 211-215, Feb. 2015.

BARBOSA-RIBEIRO, M. et al. Antimicrobial Susceptibility and Characterization of Virulence Genes of *Enterococcus faecalis* Isolates from Teeth with Failure of the Endodontic Treatment. **J Endod**, v. 42, n. 7, p. 1022-1028, Jul. 2016.

BERGENHOLTZ, G. Assessment of treatment failure in endodontic therapy. **J Oral Rehabil**, v. 3, n. 10, p. 753-758, Oct. 2016.

BIN-SHUWAISH, M.S. Effects and Effectiveness of Cavity Disinfectants in Operative Dentistry: A Literature Review. **J Contemp Dent Pract**, v. 17, n. 10, p. 867-879, Oct. 2016.

BRANDTZAEG, P. Secretory immunity with special reference to the oral cavity. **J Oral Microbiol**, v. 5, 2013.

CHÁVEZ DE PAZ, L.E. et al. Gram-positive rods prevailing in teeth with apical periodontitis undergoing root canal treatment. **Int Endod J**, v. 37, n. 9, p. 579-587, Sep. 2004.

CHINIFORUSH, N. et al. Clinical Approach of High Technology Techniques for Control and Elimination of Endodontic Microbiota. **J Lasers Med Sci**, v. 6, n. 4, p. 139-150, Fall. 2015.

- CHONG, B.S, RHODES, J.S. Endodontic surgery. **Br Dent J**, v. 216, n. 6, p. 281-290, Mar. 2014.
- CHREPA, V. et al. The effect of photodynamic therapy in root canal disinfection: a systematic review. **J Endod**, v. 40, n. 7, p. 891-898, Jul. 2014.
- CVIKL, B. et al. Differential inflammatory response of dental pulp explants and fibroblasts to saliva. **Int Endod J**, v. 49, n. 7, p. 655-662, Jul. 2016.
- DANNEMANN, M. et al. An Approach for a Mathematical Description of Human Root Canals by Means of Elementary Parameters. **J Endod**, v. 43, n. 4, p. 536-543, Apr. 2017.
- DHILLON, H. et al. Regenerative endodontics--Creating new horizons. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**, v. 104, n. 4, p. 676-685, May. 2016.
- DE CHEVIGNY, C. et al. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phase 4: initial treatment. **J Endod**, v. 34, n. 3, p. 258-263, Mar. 2008.
- DE ROSSI, A. et al. Effect of rotary or manual instrumentation, with or without a calcium hydroxide/1% chlorhexidine intracanal dressing, on the healing of experimentally induced chronic periapical lesions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 99, n. 5, p. 628-636, May. 2005.
- DOVIGO, L.N. et al. Investigation of the photodynamic effects of curcumin against *Candida albicans*. **Photochem Photobiol**, v. 87, n. 4, p. 895-903, Jul/Aug. 2011.
- ENDO, M.S. et al. Culture and molecular detection of from patients with failure endodontic treatment and antimicrobial susceptibility of clinical isolates. *Enterococcus faecalis*. **Braz Dent Sci**, v. 17, p. 83-91, 2014.
- EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. **Int Endod J**, v. 39, n. 12, p. 921-930, Dec. 2006.
- FABRICIUS, L. et al. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. **Eur J Oral Sci**, v. 114, n. 4, p. 278-285, Aug. 2006.
- FEKRAZAD, R. et al. Photoelimination of *Streptococcus mutans* with two methods of photodynamic and photothermal therapy. **Photodiagnosis Photodyn Ther**, v. 10, n. 4, p. 626-631, Dec. 2013.
- FIRMINO, R.T. et al. Endodontic treatment associated with photodynamic therapy: Case report. **Photodiagnosis Photodyn Ther**, v. 15, p. 105-108, Sep. 2016.
- GEORGE, R. Nonsurgical retreatment vs. endodontic microsurgery: assessing success. **Evid Based Dent**, v. 16, n. 3, p. 82-83, Sep. 2015.

-
- GEORGE, S. et al. Rotary endodontics in primary teeth - A review. **Saudi Dent J**, v. 28, n. 1, p. 12-17, Jan. 2016.
- GOMES, B.P. et al. Analysis of the antimicrobial susceptibility of anaerobic bacteria isolated from endodontic infections in Brazil during a period of nine years. **J Endod**, v. 37, n. 8, p. 1058-1062, Aug. 2011.
- GOMES, G.B. et al. An investigation of the presence of specific anaerobic species in necrotic primary teeth. **Braz Oral Res**, v 27, n. 2, p. 149-155, Mar/Apr. 2013.
- GRANT, W.E. et al. Photodynamic therapy: an effective, but non-selective treatment for superficial cancers of the oral cavity. **Int J Cancer**, v. 71, n. 6, p. 937-942, Jun. 1997.
- HOLLAND, R. et al. Factors affecting the periapical healing process of endodontically treated teeth. **J Appl Oral Sci**, v. 25, n. 5, p. 465-476, Sep/Oct. 2017.
- HUBBLE, T.S. et al. Influence of *Enterococcus faecalis* proteases and the collagen-binding protein, Ace, on adhesion to dentin. **Oral Microbiol Immunol**, v. 18, n. 2, p. 121-126, Apr. 2003.
- HUFFAKER, S.K. et al. Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: a clinical study. **J Endod**, v. 36, n. 8, p. 1315-1318, Aug. 2010.
- ILANCHELIAN, M.; Ramaraj, R. Binding interactions of Toluidine Blue O with *Escherichia coli* DNA: formation of bridged structure. **J Fluoresc**, v. 21, n. 4, p. 1439-1453, Jul. 2011.
- IMURA, N. et al. The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist. **J Endod**, v. 33, n. 11, p. 1278-1282, Nov. 2007.
- IQBAL, A. Antimicrobial irrigants in the endodontic therapy. **Int J Health Sci (Qassim)**, v. 6, n. 2, p. 186-192, Jun. 2012.
- JAKOVLJEVIC, A.; ANDRIC, M. Human cytomegalovirus and Epstein-Barr virus in etiopathogenesis of apical periodontitis: a systematic review. **J Endod**, v. 40, n. 1, p. 6-15, Jan. 2014.
- JANANI, M. et al. Evaluation of Antibacterial Efficacy of Photodynamic Therapy vs. 2.5% NaOCl against *E. faecalis*-infected Root Canals Using Real-time PCR Technique. **J Clin Exp Dent**, v. 9, n. 4, p. e539-544, Apr. 2017.
- JENA, A. et al. Root canal irrigants: a review of their interactions, benefits, and limitations. **Compend Contin Educ Dent**, v. 36, n. 4, p. 256-61, Apr. 2015.
- JHAJHARIA, K. et al. Biofilm in endodontics: A review. **J Int Soc Prev Community Dent**, v. 5, n. 1, p. 1-12, Jan/Feb. 2015.
- JURIČ, I.B.; ANIĆ, I. The Use of Lasers in Disinfection and Cleanliness of Root

- Canals: a Review. **Acta Stomatol Croat**, v. 48, n. 1, p. 6-15, Mar. 2014.
- KEINE, K.C. et al. Differential Diagnosis and Treatment Proposal for Acute Endodontic Infection. **J Contemp Dent Pract**, v. 16, n. 12, p. 977-983, Dec. 2015.
- KHABBAZ, M.G. et al. Determination of endotoxins in caries: association with pulpal pain. **Int Endod J**, v. 33, n. 2, p. 132-137, Mar. 2000.
- KINAIA, B.M. et al. Regenerative therapy: a periodontal-endodontic perspective. **Dent Clin North Am**, v. 56, n. 3, p. 537-547, Jul. 2012.
- KIRSCH, J. et al. Is it really penetration? Locomotion of devitalized *Enterococcus faecalis* cells within dentinal tubules of bovine teeth. **Arch Oral Biol**, v. 83, p. 289-296, Nov. 2017.
- KISHEN, A. et al. Advances in endodontics: Potential applications in clinical practice. **J Conserv Dent**, v. 19, n. 3, p. 199-206, May/June. 2016.
- KOVAC, J. et al. *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* in the dental root canal and periapical infections. **Bratisl Lek Listy**, v. 114, n. 12, p. 716-720, 2013.
- KUMAR, J. et al. Presence of *Candida albicans* in Root Canals of Teeth with Apical Periodontitis and Evaluation of their Possible Role in Failure of Endodontic Treatment. **J Int Oral Health**, v. 7, n. 2, p. 42-45, Feb. 2015.
- LANG, P.M. et al. Resistance profiles to antimicrobial agents in bacteria isolated from acute endodontic infections: systematic review and meta-analysis. **Int J Antimicrob Agents**, v. 48, n. 5, p. 467-474, Nov. 2016.
- LEDESMA-MARTÍNEZ, E. et al. Mesenchymal Stem Cells Derived from Dental Pulp: A Review. **Stem Cells Int**, 2016;4709572.
- LIN, L.M. et al. Factors associated with endodontic treatment failures. **J Endod**, v. 18, n. 12, p. 625-627, Dec. 1992.
- LOPES, H.P.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J.F. **Endodontia: biologia e técnica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010.
- LOVE, R.M.; JENKINSON, H.F. Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. **Crit Ver Oral Biol Med**, v. 13, n. 2, p. 171-183, 2002.
- MCCABE, P.S.; DUMMER, P.M. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. **Int Endod J**, v. 45, n. 2, p. 177-197, Feb. 2012.
- MEIRE, M.A. et al. In vitro inactivation of endodontic pathogens with Nd:YAG and Er:YAG lasers. **Lasers Med Sci**, v. 27, n. 4, p. 695-701, Jul. 2012.
- MICKEL, A.K. et al. The role of apical size determination and enlargement in the reduction of intracanal bacteria. **J Endod**, v. 33, n. 1, p. 21-23, Jan. 2007.

- NG, R. et al. Endodontic photodynamic therapy ex vivo. **J Endod**, v. 37, n. 2, p. 217-222, Feb. 2011.
- NIKAIDO, H. Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. **Microbiol Mol Biol Ver**, v. 67, n. 4, p. 593-656, Dec. 2003.
- OZDEMIR, H.O. et al. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite irrigation on *Enterococcus faecalis* biofilm colonization in young and old human root canal dentin: in vitro study. **J Endod**, v. 36, n. 5, p. 842-846, May. 2010.
- PECIULIENE, V. et al. Microorganisms in root canal infections: a review. **Stomatologija**, v. 10, n. 1, p. 4-9, 2008.
- PETERS, O.A. et al. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. **J Endod**, v. 27, n. 1, p. 1-6, Jan. 2001.
- QIAN, W.H. et al. Analysis of the possible causes of endodontic treatment failure by inspection during apical microsurgery treatment. **Shanghai Kou Qiang Yi Xue**, v. 24, n. 2, p. 206-209, 2015.
- RAHIMI, S. et al. A review of antibacterial agents in endodontic treatment. **Iran Endod J**, v. 9, n. 3, p. 161-168, Summer. 2014.
- RAJESH, S. et al. Antimicrobial photodynamic therapy: An overview. **J Indian Soc Periodontol**, v 15, n. 4, p. 323-327, Oct. 2011.
- RIBEIRO, D.M. et al. Technical quality of root canal treatment performed by undergraduate students using hand instrumentation: a meta-analysis. **Int Endod J**, v. 1, Sep. 2017.
- RICHARDSON, E.J.; TOWNSEND, C.J. Phase format treatment for endodontic therapy. **Dent Today**, v. 29, n. 7, p. 108-110, Jul. 2010.
- RICUCCI, D. et al. Complex Apical Intraradicular Infection and Extraradicular Mineralized Biofilms as the Cause of Wet Canals and Treatment Failure: Report of 2 Cases. **J Endod**, v. 42, n. 3, p. 509-515, Mar. 2016.
- RICUCCI, D. et al. Exuberant Biofilm infection in a lateral canal as the cause of short-term endodontic treatment failure: report of a case. **J Endod**, v. 39, n. 5, p. 712-718, May. 2013.
- RÔÇAS, I.N. et al. Microbiome of Deep Dentinal Caries Lesions in Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis. **PLoS One**, v. 11, n. 5, May. 2016. e0154653.
- ROSA, T.P. et al. Prevalence of *Treponema* spp. in endodontic retreatment-resistant periapical lesions. **Braz Oral Res**, v. 29, 2015. pii: S1806-83242015000100228.
- SHAHRAVAN, A. et al. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. **J Endod**, v. 33, n. 2, p. 96-105, Feb. 2007.

- SHIN, M. et al. Cytotoxicity and Antimicrobial Effects of a New Fast-Set MTA. **Biomed Res Int**, 2017:2071247.
- SIQUEIRA, J.F. JR. ; RÔÇAS, I.N. Diversity of endodontic microbiota revisited. **J Dent Res**, v. 88, n. 11, p. 969-981, Nov. 2009.
- SIQUEIRA, J.F.JR. A etiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. **Int Endod J**, v. 34, n. 1, p. 1-10, Jan. 2001.
- SONG, M. et al. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery. **J Endod**, v. 37, n. 11, p. 1516-1519, Nov. 2011.
- TABASSUM, S.; KHAN, F.R. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. **Eur J Dent**, v. 10, n. 1, p. 144-147, Jan/Mar. 2016.
- TOMSON, P.L.; SIMON, S.R. Contemporary Cleaning and Shaping of the Root Canal System. **Prim Dent J**, v. 5, n. 2, p. 46-53, May. 2016.
- TONG, Z. et al. Effects of intracanal irrigant MTAD Combined with nisin at sub-minimum inhibitory concentration levels on *Enterococcus faecalis* growth and the expression of pathogenic genes. **PLoS One**, v. 9, n. 3, Mar. 2014:e90235.
- TORABINEJAD, M. et al. Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review. **J Prosthet Dent**, v. 98, n. 4, p. 285-311, Oct. 2007.
- TRINDADE, A.C. et al. Photodynamic therapy in endodontics: a literature review. **Photomed Laser Surg**, v. 33, n. 3, p. 175-182, Mar. 2015.
- TZANETAKIS, G.N. et al. Comparison of Bacterial Community Composition of Primary and Persistent Endodontic Infections Using Pyrosequencing. **J Endod**, v. 41, n. 8, p. 1226-1233, Aug. 2015.
- XU, Y. et al. Endodontic antimicrobial photodynamic therapy: safety assessment in mammalian cell cultures. **J Endod**, v. 35, n. 11, p. 1567-1572, Nov. 2009.
- ZEHNDER, M. Root canal irrigants. **J Endod**, v. 32, n. 5, p. 389-398, May. 2006.
- ZHANG, C. et al. Correlation between *Enterococcus faecalis* and Persistent Intraradicular Infection Compared with Primary Intraradicular Infection: A Systematic Review. **J Endod**, v. 41, n. 8, p. 1207-1213, Aug. 2015.
- WANG, L. et al. Relationship of biofilm formation and *gelE* gene expression in *Enterococcus faecalis* recovered from root canals in patients requiring endodontic retreatment. **J Endod**, v. 37, n. 5, p. 631-636, May. 2011.