

Pós Odonto BH
Faculdade de Sete Lagoas – FACSETE
Curso de Especialização em Endodontia

PATRÍCIA MARQUES DE MENDONÇA

AÇÃO ANTIBACTERIANA DA CLOREXIDINA NOS CANAIS RADICULARES

BELO HORIZONTE
2021

PATRÍCIA MARQUES DE MENDONÇA

AÇÃO ANTIBACTERIANA DA CLOREXIDINA NOS CANAIS RADICULARES

Monografia apresentada ao curso de Pós-graduação da Faculdade de Sete Lagoas - Unidade Belo Horizonte/MG, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Endodontia.

Orientador: Prof. João Paulo Drumond

**BELO HORIZONTE
2021**

Apresentação da Monografia em ____/____/____ ao curso de Especialização em Endodontia.

Coordenador: Prof. Héctor Michel de Sousa Rodrigues

Orientador: Prof. João Paulo Drummond

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pacientes, responsáveis pelo meu aprimoramento científico e humano.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu amor em forma da mais pura benevolência.

Aos meus queridos filhos Pedro Henrique, Vívian e Rodrigo, cúmplices e companheiros maravilhosos de jornada.

Aos meus colegas queridos para quem desejo todo o sucesso na vida e que estarão sempre em minha memória pela alegria dos momentos compartilhados.

Ao nosso coordenador Héctor pelo brilhantismo e o modo como conduziu seu trabalho.

Aos mestres Daniel, João Paulo, Tininha e todos mais que me fizeram sentir amparada para transpor minhas dificuldades.

Aos meus pais, minha eterna gratidão por embalar meus sonhos e pelo exemplo amoroso de fé e coragem.

*“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original”.*

Albert Einstein

RESUMO

O objetivo dessa revisão de literatura foi relatar uma visão geral e descritiva a respeito das propriedades de duas soluções irrigadoras, a solução de hipoclorito de sódio e em especial a clorexidina com diferentes concentrações, utilizadas no tratamento de canais radiculares. A clorexidina 2%, em sua forma líquida ou gel, mostrou-se mais eficaz e atóxica quando comparada ao hipoclorito de sódio e, apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Sua propriedade de substantividade pode durar até 12 semanas. Não tem capacidade de dissolver tecidos orgânicos, mas a utilização de uma forma em gel mantém os detritos em suspensão. Portanto, a clorexidina como irrigante apresenta excelentes propriedades, sendo em alguns momentos equiparável ao hipoclorito em relação ao seu amplo espectro de atividade antimicrobiana. Solução alternativa ao tratar infecções persistentes, onde a incidência de *E. Faecalis* é consideravelmente alta. Entretanto, o hipoclorito continua sendo o irrigante de primeira escolha visto que é o único capaz de realizar a dissolução de tecido pulpar, propriedade fundamental no processo de limpeza dos canais. Por ser a clorexidina incapaz de dissolver tecidos, mesmo em concentrações mais altas, confere a ela um irrigante de segunda escolha em casos de impossibilidade do uso do hipoclorito. Porém, mais estudos deverão ser realizados sobre a sua genotoxicidade, para que assim, se tenha uma indicação mais segura na terapia endodôntica.

Palavras-chave: Hipoclorito de sódio, soluções irrigantes, medicação intracanal.

ABSTRACT

The purpose of this review was to report a general and descriptive overview regarding the properties of two irrigating solutions, the sodium hypochlorite solution and in particular chlorhexidine with different concentrations, used in the treatment of root canals. Chlorhexidine 2%, in its liquid or gel form, proved to be more effective and non-toxic when compared to sodium hypochlorite and has antimicrobial activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria. Its substantivity property can last up to 12 weeks. It has no ability to dissolve organic tissues, but the use of a gel form keeps debris in suspension. Therefore, chlorhexidine as an irrigator has excellent properties, being at times comparable to hypochlorite, high acceptability by the body and its substantivity and mainly as an alternative solution when treating persistent infections, where the incidence of *E. Faecalis* is considerably high, chlorhexidine has already proven to be quite effective in eliminating these microorganisms. However, hypochlorite remains the first choice irrigant since it is the only one capable of dissolving pulp tissue, a fundamental property in the canal cleaning process. Since chlorhexidine is unable to dissolve tissues even at higher concentrations, which makes it the main irrigant of second choice in cases where the use of hypochlorite is impossible. Chlorhexidine is incapable of dissolving tissues, even at higher concentrations, it makes it a second choice irrigant in cases where the use of hypochlorite is impossible. However, more studies should be carried out on its genotoxicity, so that there is a safer indication for endodontic therapy.

Keywords: Sodium hypochlorite, irrigating solutions, intracanal medication.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALX	alexidina
CHX	clorexidina
MEV	microscopia eletrônica de varredura
MCVL	microscopia confocal de varredura a laser
MIC	medicação intracanal
NaOCl	hipoclorito de sódio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 PROPOSIÇÃO.....	12
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
4 DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos da terapia endodôntica, que deve ser obtida durante a fase do preparo químico-cirúrgico, é a tríade: modelagem, desinfecção e limpeza do sistema de canais radiculares (GOMES *et al.*, 2013).

Assim, o prognóstico do tratamento endodôntico é influenciado pela presença de microrganismos no sistema de canais radiculares. E, um dos objetivos do preparo químico-mecânico é reduzir a carga bacteriana do sistema de canais radiculares e alcançar um canal limpo e livre de resíduos para a obturação, contribuindo para o sucesso endodôntico. Contudo, as técnicas existentes não são capazes de assegurar a limpeza de todo o sistema de canais, principalmente os canais irregulares e/ou curvos. As soluções irrigadoras têm sido usadas durante e após a instrumentação para aumentar a eficiência dos instrumentos endodônticos e para retirar resíduos. A eficácia das soluções irrigadoras é dependente não apenas da natureza química da solução, mas também da quantidade e da temperatura, do tempo de contato, da profundidade de penetração da agulha irrigadora, da tensão superficial da solução irrigadora e do tempo de validade do produto (SIQUEIRA; ROÇAS, 2008).

Desta forma, o preparo químico-mecânico associa a ação dos instrumentos endodônticos às propriedades químicas das soluções auxiliares. Devido à complexa anatomia do sistema de canais radiculares, como a presença de canais laterais, istmos e deltas apicais, as substâncias auxiliares desempenham um papel fundamental na limpeza do sistema de canais radiculares uma vez que melhoram a remoção de microrganismos de áreas não tocadas pelos instrumentos (MOHAMMADI; ABBOTT, 2009).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) e a clorexidina (CXH) são as soluções químicas auxiliares mais utilizadas durante o preparo dos canais radiculares. Por isso, a efetividade antimicrobiana do NaOCl e da CXH contra microrganismos encontrados em infecções endodônticas, têm sido avaliada por meio de estudos *in vitro*, *ex vivo* e *in vivo*. No entanto, não há um consenso na literatura em relação ao auxiliar químico mais efetivo (ROÇAS *et al.*, 2016).

O hipoclorito de sódio pode ser encontrado com diferentes concentrações como de 0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%, conhecidas respectivamente Líquido de Dakin, Solução de Milton, Soda Clorada (ou Labarraque) e Solução de Grossman. Apresenta uma atividade antimicrobiana intensa e diversas propriedades físico-químicas, que vão desde a desodorização até a dissolução pulpar, que lhe conferem um caráter de excelente coadjuvante à instrumentação de canais radiculares (SASSONE *et al.*, 2008). Embora tenha excelente ação antimicrobiana e seja um excelente solvente tecidual, em altas concentrações é tóxico aos tecidos periapicais. Apresenta como propriedades ação detergente, bactericida, dissolução de matéria orgânica, entretanto, pode ocasionar alguns acidentes durante seu emprego clínico no tratamento de canais radiculares. Dentre os incidentes, destaca-se o manchamento e/ou descoloração de roupa (vestuário) do paciente e operador, riscos de prejuízos aos olhos do paciente, injeção de solução na região periapical, reação alérgica, equimose, entre outros. Esta solução perde sua atividade quando exposto à luz solar ou temperaturas elevadas devendo ser mantida em recipiente escuro e o prazo de armazenamento não deve ultrapassar três meses. Portanto, a busca por uma outra solução irrigadora com menor potencial de efeitos adversos é desejável (CAMARGO *et al.*, 2008).

A clorexidina tem se mostrado um excelente agente antimicrobiano, sendo usado desde 1950 em diferentes concentrações como anti-séptico oral, gel, pasta de dente, chicletes, além de seu grande uso nas áreas médicas e odontológicas. Seu grande espectro contra bactérias gram-positivas e gram-negativas, sua capacidade em aderir ao tecido dentinário e à mucosa bucal por prolongado tempo, assim como sua biocompatibilidade, são algumas propriedades clínicas que justificam a sua utilização. A clorexidina tem sido empregada em várias especialidades odontológicas por ser um potente agente antimicrobiano, característica essa que viabiliza seu uso também na Endodontia. Como irrigante endodôntico, a clorexidina vem mostrando ótimos resultados na última década, sendo absorvida pela parede celular dos micro-organismos e causando quebra dos componentes intracelulares. Em baixas concentrações tem efeito bacteriostático; já em altas tem efeito bactericida, devido à precipitação e coagulação do citoplasma, provavelmente causado pela união de proteínas (PRETEL *et al.*, 2011).

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo do estudo foi apresentar uma visão geral da ação antibacteriana da clorexidina nos canais radiculares.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Tasman *et al.* (2000) investigaram a tensão superficial de diferentes soluções irrigadoras: água destilada; hipoclorito de sódio 2,5%; hipoclorito de sódio 5,0%; EDTA 17%; peróxido de hidrogênio 3,0%; citanest-octaprecin 3,0% e clorexidina 0,2%. Foi utilizado o Ring method para aferir a tensão superficial. Verificaram em ordem crescente os seguintes resultados: clorexidina; hipoclorito a 2,5 %, hipoclorito a 5%; EDTA a 17%; citanest; peróxido de hidrogênio; solução salina e água destilada. Concluíram que a menor tensão superficial da clorexidina favorece a maior penetração dessa solução nos túbulos dentinários.

Spratt *et al.* (2001) examinaram *in vitro* a eficácia antimicrobiana de irrigantes endodônticos nas espécies isoladas de canais radiculares. Foram incubadas as seguintes bactérias: *Prevotella intermedia*; *Peptostreptococcus micros*; *Streptococcus intermedius*; *Fusobacterium nucleatum* e *Enterococcus faecalis*. A incubação durou quinze minutos ou uma hora, com 5 ppm de hipoclorito de sódio 2,25%; clorexidina 0,2%, solução de iodo 10,0%, e PBS como controle. O iodo e o hipoclorito foram mais eficazes que a clorexidina, com exceção dos grupos compostos por *Peptostreptococcus micros* e *Streptococcus intermedius*, em que a clorexidina foi 100% efetiva no intervalo de 15 minutos. Depois de uma hora de incubação, iodo e hipoclorito foram eficazes contra todas as espécies. *Fusobacterium* só sofreu efeito dos irrigantes depois de uma hora, sendo essa bactéria considerada resistente. A clorexidina foi eficaz em 100% das bactérias após uma hora, porém em quinze minutos reduziu muito pouco o número de bactérias. Concluíram que a eficácia dos irrigantes está na dependência da natureza do microrganismo do biofilme e do tempo de contato com a substância.

Alexandra *et al.* (2002) realizaram a comparação *in vitro* da efetividade de quatro substâncias químicas usadas como medicação intracanal: hidróxido de cálcio, clorexidina gel, Pério Chip® (Astra Zeneca), clorexidina gel com hidróxido de cálcio. A solução salina foi usada como grupo controle. As substâncias foram testadas em três diferentes períodos (3, 8 e 14 dias), utilizando dentes humanos previamente contaminados por *Enterococcus faecalis*. O hidróxido de cálcio eliminou *Enterococcus faecalis* em 3 e 8 dias, mas não foi eficaz no grupo de 14 dias, provavelmente devido a uma queda de pH. A clorexidina, nas diferentes formulações, foi eficaz em eliminar os *Enterococcus faecalis* dos túbulos dentinários, com a clorexidina gel apresentando os melhores resultados.

De acordo com Estrela *et al.* (2002), para a seleção da solução irrigadora a ser usada em canais radiculares infectados é essencial o prévio conhecimento dos microrganismos responsáveis e, também, as diferentes propriedades da substância irrigadora. Para a efetiva ação, em detrimento das condições encontradas no canal radicular, é essencial a solução irrigadora apresentar expressiva atividade antimicrobiana e adequada capacidade de dissolução tecidual. O hipoclorito de sódio tem sido eleito como solução irrigadora para uso endodôntico pela maioria dos profissionais. Este fato se deve ao mecanismo de ação desta solução irrigadora, capaz de promover alterações celulares biossintéticas, alterações no metabolismo celular e na destruição de fosfolípidios, pela formação de cloraminas que interferem no metabolismo celular, pela ação oxidante, com inibição enzimática irreversível nas bactérias, e pela degradação de ácidos graxos e lipídeos. A efetividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio, tem como base o seu elevado pH, semelhante ao mecanismo de ação do hidróxido de cálcio. O alto pH do hipoclorito de sódio

interfere na integridade da membrana citoplasmática com uma inibição enzimática irreversível, provocando as alterações biossintéticas no metabolismo celular e a degradação dos fosfolípidos observada na peroxidação lipídica. A reação de cloraminação do aminoácido forma cloramina que interfere no metabolismo celular. A oxidação promove inibição enzimática bacteriana irreversível que substitui o hidrogênio com cloro. Esta inativação enzimática pode ser observada na reação do cloro com grupos amino (NH_2) e uma oxidação irreversível dos grupos sulfidril das enzimas bacterianas (cisteína). Assim, o hipoclorito de sódio apresenta atividade antimicrobiana com ação nos locais enzimáticos bacterianos essencial para promover a inativação irreversível originada por íons hidroxila e a ação de cloraminação. A dissolução do tecido orgânico poderia ser verificada na reação de saponificação quando o hipoclorito de sódio degrada ácidos graxos e lipídeos resultando em sabão e glicerina.

Tanomaru Filho *et al.* (2002) investigaram a resposta inflamatória desencadeada por irrigantes endodônticos injetados no interior da cavidade peritoneal de ratos. Foram utilizados 60 ratos que receberam 0,3 mL de hipoclorito de sódio a 0,5%, clorexidina a 2%, solução fosfato salina - PBS (solução controle). Cinco animais de cada grupo foram sacrificados após quatro, vinte e quatro e quarenta e oito horas, e sete dias, o líquido da cavidade peritoneal de cada animal foi coletado para contagem de células inflamatórias. Os resultados mostraram que o hipoclorito de sódio a 0,5% causou irritação tecidual e intensa resposta inflamatória, enquanto que a clorexidina a 2% mostrou ser biocompatível, podendo representar alternativa ou complemento para o hipoclorito durante a irrigação.

Ari *et al.* (2003) examinaram o efeito do gluconato de clorexidina na microdureza e rugosidade da dentina do canal dentinário comparado ao de soluções irrigadoras amplamente utilizadas. Noventa dentes mandibulares anteriores extraídos por razões periodontais foram usados. Cento e oitenta espécimes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos de 30 dentes cada de acordo com a solução usada: grupo 1: NaOCl a 5,25% por 15min; grupo 2: NaOCl a 2,5% por 15min; grupo 3: H_2O_2 a 3% por 15min; grupo 4: EDTA a 17% por 15min; grupo 5: gluconato de clorexidina a 0,2% por 15min; e grupo 6: água destilada (controle). Cada grupo foi, então, dividido em 2 subgrupos de 15 espécimes: grupos 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, e 6a que foram submetidos ao teste Vickers de microdureza; grupos 1b, 2b, 3b, 4b, 5b e 6b foram usados para a determinação da rugosidade da dentina radicular. Os resultados indicaram que todas as soluções irrigadoras, exceto a clorexidina, diminuíram significativamente a microdureza da dentina do canal radicular ($p < 0,05$); H_2O_2 a 3% e gluconato de clorexidina a 0,2% não tiveram efeitos sobre a rugosidade da dentina do canal radicular ($p < 0,05$). Concluíram que, embora existam muitos outros fatores para a escolha da solução irrigadora, gluconato de clorexidina a 0,2% parece ser uma apropriada solução irrigadora endodôntica, em função de seu baixo efeito prejudicial na microdureza e rugosidade da dentina radicular.

Yamashita *et al.* (2003) avaliaram, *in vitro*, infiltração marginal apical apresentada por obturações endodônticas de canais biomecanizados com diferentes regimes de irrigação. Foram utilizados 40 caninos extraídos de humanos, divididos em quatro grupos experimentais de acordo com os seguintes regimes de irrigação: Grupo I, solução de clorexidina a 2% (CHX); grupo II, solução de hipoclorito de sódio a 1% (NaOCl); grupo III, CHX+EDTA; grupo IV,

NaOCl+EDTA. Após obturação, os dentes foram imersos em solução de azul de metileno a 2%; após clivagem dos espécimes, as infiltrações marginais de corante foram medidas. Verificaram que houve menor infiltração no grupo IV, seguidos pelos III, I e II. Concluíram que o regime de irrigação endodôntica associando a solução de CHX+EDTA permitiu uma infiltração marginal, em obturações endodônticas, maior, porém semelhante ao da associação NaOCl a 1% + EDTA. Os regimes de irrigação utilizando CHX ou NaOCl somente permitiram as maiores infiltrações marginais apresentadas, sem diferença entre elas.

Bevilacqua *et al.* (2004) reportaram que a clorexidina, em várias concentrações, tem sido usada na Endodontia tanto como solução irrigadora como medicação intracanal, apresentando bons resultados. Além disso, possui algumas vantagens em relação ao hipoclorito de sódio, tais como: baixa toxicidade, excelente ação antimicrobiana e substantividade, propagando sua ação por todo interior do canal radicular. Apesar disso, é pouco eficiente na dissolução de tecidos orgânicos, que representa a principal vantagem do hipoclorito sobre a clorexidina. Concluíram em seus estudos que: 1) A clorexidina 2,0 %, tanto gel quanto líquida, é capaz de criar maior inibição de microrganismos que o hipoclorito em concentrações equivalentes, sendo mais eficaz e atóxica. 2) A clorexidina possui substantividade elevada e baixa tensão superficial, que são vantagens em relação ao hipoclorito de sódio. 3) A clorexidina pode ser uma alternativa no tratamento de infecções endodônticas. Desse modo, concluíram que apesar do hipoclorito ser o irrigante de escolha e mais utilizado, a clorexidina é uma alternativa para o tratamento de infecções endodônticas.

Estrela *et al.* (2004) avaliaram a influência de soluções irrigadoras no potencial antimicrobiano de pasta de hidróxido de cálcio em 48 dentes de cães com periodontite apical. Os canais foram preparados até a lima de número 40 e irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5%, clorexidina a 2% ou vinagre de maçã antes da colocação do hidróxido de cálcio (ou do próprio vinagre como medicação intracanal). Após 21 dias, amostras dos canais radiculares foram coletadas com pontas de papel para avaliação do crescimento microbiano por dois meios: turbidez do meio de cultura e subcultura em meio nutriente específico. Independente do tipo de medicação ou solução irrigadora utilizada, todos os grupos experimentais apresentaram crescimento microbiano em diferentes porcentagens.

Segundo Berber (2005), alguns estudos demonstraram que a atividade antibacteriana da clorexidina líquida foi igual ou superior a do gel, quando o contato direto é utilizado como metodologia. Em contrapartida, a clorexidina gel facilita a instrumentação, lubrificando a luz do canal radicular, o que diminui o atrito entre a parede e o instrumento podendo reduzir, assim, a ocorrência de fraturas de instrumentos no interior do sistema de canais radiculares. Além de facilitar a instrumentação, a clorexidina gel termina por melhorar a capacidade dos instrumentos em eliminar tecidos orgânicos, o que compensa sua incapacidade de dissolvê-los. Outra vantagem da clorexidina gel sobre a líquida seria a diminuição da formação de *smear layer*, o que não acontece com a líquida. Para este autor, a clorexidina gel 2% obteve melhores resultados que a líquida na mesma concentração quando associadas à instrumentação mecânica na desinfecção dos túbulos dentinários.

Vance *et al.* (2005) examinaram a permeabilidade dentinária após instrumentação com clorexidina gel 2% e associação Endo-PTC/hipoclorito de sódio 0,5%. Foram usados 10 pré-molares humanos divididos em dois grupos: No Grupo 1 a raiz palatina foi instrumentada com clorexidina gel a 2% seguida de clorexidina solução aquosa 0,2%. No grupo 2 a raiz vestibular foi instrumentada com Endo-PTC neutralizado por hipoclorito de sódio 0,5%; irrigação final com EDTA-T e soro fisiológico. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa (Mann-Whitney $\alpha > 0,05$) entre os grupos estudados.

Souza *et al.* (2006) realizaram a comparação da eficiência da instrumentação rotatória e manual-mecânica variando a substância auxiliar nos terços médio e apical quanto à presença da *smear layer*. Foram utilizados 95 dentes divididos em 4 grupos: instrumentação manual-mecânica, instrumentação com o sistema ProTaper, sistema RaCe e sistema K3, sendo os grupos irrigados com clorexidina 0,12% e hipoclorito de sódio 1%, tendo 15 dentes como controle. Ao final, os dentes foram clivados em seu longo eixo, metalizados e levados ao MEV. Os resultados mostraram que não houve diferença entre os terços analisados, independente das técnicas ou das soluções. Ao utilizar a solução de hipoclorito, no terço médio e análise global (independente do terço), o sistema K3 mostrou melhores resultados. No terço apical não houve diferença estatística. Não houve diferença estatística entre as técnicas no terço médio, apical e global, quando irrigados com a Clorexidina. A análise das técnicas de instrumentação, independentes das soluções e dos terços mostrou não haver diferença estatística. A clorexidina se mostrou superior ao hipoclorito no terço médio independente da técnica de instrumentação e no terço apical as duas soluções se equipararam.

Zehnder (2006) afirmou que não há razões para o uso de soluções de hipoclorito de sódio em concentrações superiores a 1% e que o tempo adequado para o hipoclorito permanecer no interior do canal ainda é uma questão a ser resolvida. A clorexidina, apesar de ser útil como irrigante final, não deveria ser recomendada como solução irrigadora principal em um caso endodôntico padrão, uma vez que é incapaz de dissolver remanescentes teciduais necróticos e pelo fato de ser menos efetiva contra bactérias gram-negativas do que contra as gram positivas.

Tomazinho *et al.* (2007) examinaram, *in vitro*, a efetividade de várias soluções irrigadoras na eliminação de *Enterococcus faecalis* com a aplicação do teste de disco-difusão em Agar. A bactéria utilizada foi *Enterococcus faecalis*, e as soluções irrigadoras foram NaOCl 0,5%, 1%, 2,5% e 5%; clorexidina 0,12% e 2%; EDTA 17%; e H₂O₂ 10 vol. Verificaram que o EDTA a 17%, a água oxigenada 10 vol. e o hipoclorito de sódio a 0,5% não foram capazes de inibir o crescimento bacteriano. Já as soluções de hipoclorito de sódio nas concentrações de 1%, 2,5% e 5% apresentaram atividade antimicrobiana, a qual foi diretamente proporcional ao aumento da concentração. Portanto, a clorexidina 2% e NaOCl 5% foram as soluções irrigadoras mais eficientes; NaOCl 0,5%, EDTA 17% e H₂O₂ mostraram-se inefetivas na eliminação dessa espécie. Concluíram que a eliminação de *E. faecalis* dependeria da concentração e do tipo de solução irrigadora utilizada, ainda que entre as soluções irrigadoras, a clorexidina a 2% foi a que alcançou maior capacidade antimicrobiana ante a espécie *Enterococcus faecalis in vitro*; assim, pode-se correlacionar esses resultados com a clínica, de modo a contribuir na desinfecção do sistema de canais

radiculares, visando sempre a um aumento no sucesso dos tratamentos endodônticos.

Camargo *et al.* (2008) compararam os valores de pH entre a solução de digluconato de clorexidina 2% manipulada, e o hipoclorito de sódio 1% e 2,5% manipulado e comercial em diferentes períodos de tempo. Foram utilizadas diferentes concentrações e apresentações (comerciais ou manipuladas) das soluções de hipoclorito de sódio e clorexidina. O pH das amostras foi aferido com um pHmetro digital submergindo o eletrodo em 2ml de cada solução em intervalos de 0, 1, 7, 14 e 30 dias após a abertura dos frascos das soluções. Os resultados foram submetidos ao teste de dispersão e verificaram que a marca comercial Carrefour apresentou maiores valores de pH em relação às demais soluções. A Clorexidina 2% (Byoformula) mostrou valores inferiores de pH em relação a todas as soluções testadas. Concluíram que as soluções irrigadoras testadas apresentaram estabilidade de pH durante 30 dias e a solução de clorexidina 2% mostrou os menores valores de pH.

Estrela *et al.* (2008) determinaram a eficácia da água ozonificada, gás de ozônio, hipoclorito de sódio a 2,5% e clorexidina a 2% em canais radiculares humanos infectados pelo *E. faecalis*. Trinta dentes humanos extraídos foram preparados até a lima de número 50 e tiveram suas coroas e porções apicais seccionadas transversalmente. Cepas microbianas de *E. faecalis* foram inoculadas nos dentes por 60 dias. O modelo experimental permitiu que as soluções irrigadoras circulassem constantemente pelo interior dos canais radiculares infectados durante 20 minutos. Amostras dos conteúdos presentes nos canais radiculares foram coletadas com pontas de papel e transportadas para 7 mL de *Lethen Broth*. Nenhuma substância teste apresentou efeito contra o *E. faecalis* nas coletas realizadas imediatamente após o período de irrigação ou após 72 horas.

Michelotto *et al.* (2008) estudaram as propriedades antimicrobianas, de substantividade, biocompatibilidade, capacidade de limpeza e de dissolução tecidual da clorexidina. Em virtude de sua eficácia antimicrobiana, essa droga pode ser empregada como substância irrigadora durante o preparo químico-mecânico, assim como na fase medicamentosa, em casos de polpa morta. Por não possuir capacidade de dissolução tecidual, sua indicação torna-se limitada. Quando comparada às demais concentrações, a clorexidina na concentração de 2% tem apresentado maior efetividade bactericida, com baixa toxicidade. Concluíram que sua efetividade é muito maior como irrigante do que como substância auxiliar na forma de gel. Entretanto recentes estudos sobre a sua genotoxicidade conduziram a um alerta sobre sua indicação segura na terapia endodôntica.

Estrela *et al.* (2009) avaliaram em estudos longitudinais a eficácia da clorexidina em infecções endodônticas detectadas por cultura ou reação em cadeia da polimerase (PCR), por meio de revisão sistemática. As estratégias de busca incluíram buscas eletrônicas (Medline, Embase, Central) e manuais, utilizando-se várias palavras-chave: chlorhexidine and (endodontic* OR endodontic* infection* OR root canal infection*). A busca apresentou 196 artigos, sendo que dos 48 estudos *in vivo*, sete satisfizeram os critérios de inclusão. Verificaram que a combinação de resultados com vistas à estruturação de uma meta-análise não foi possível em função da heterogeneidade dos estudos. Concluíram que o emprego da clorexidina como irrigante durante o preparo de

canais radiculares infectados mostrou reduzir a microbiota endodôntica remanescente.

Valera *et al.* (2009) investigaram a efetividade da solução de clorexidina a 2% e medicações intracanaís sobre *Escherichia coli* e endotoxina em canais radiculares. A amostra constou de 48 dentes unirradiculados com os canais radiculares contaminados com *Escherichia coli* por 14 dias, instrumentados com solução de clorexidina a 2% e que foram divididos em 3 grupos de acordo com a medicação intracanal (MIC) utilizada: pasta de Ca(OH)_2 , polimixina B, Ca(OH)_2 + clorexidina gel 2% (CLX). No grupo controle foi utilizada somente solução fisiológica. Foram realizadas coletas do conteúdo do canal radicular imediatamente após a instrumentação (S1), após 7 dias da instrumentação (S2), imediatamente após 14 dias da ação da MIC (S3) e 7 dias após remoção da MIC (S4). Para todas as coletas foram realizados os seguintes testes: a) análise microbiológica; b) quantificação de endotoxina pelo teste cromogênico do lisado de amebócitos do *Limulus*. Verificaram que na amostra S2 a solução de CLX 2% apresentou melhores resultados em relação à solução fisiológica. Na amostra S3 houve diferença estatística do Ca(OH)_2 + CLX em relação ao Ca(OH)_2 e polimixina B. Na amostra S4 não houve diferenças estatísticas significantes entre os grupos. Concluíram que somente as medicações intracanaís foram capazes de diminuir significativamente a quantidade de endotoxinas.

Câmara em (2010) avaliou a efetividade antimicrobiana das soluções irrigadoras a base de hipoclorito de sódio a 0,5%, 1% e 2,5%, e clorexidina a 0,2%, 1% e 2% contra os micro-organismos *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans* durante o preparo biomecânico de canais radiculares com sistema rotatório ProTaper Universal. Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que o hipoclorito de sódio a partir da concentração de 0.5% em combinações com a instrumentação rotatória foi efetivo em eliminar todos os microrganismos avaliados. Por outro lado, a clorexidina 0.2% foi ineficaz contra todos os microrganismos avaliados. Todavia a clorexidina a 1% foi efetiva em eliminar *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans*, mas foi ineficaz em eliminar *Staphylococcus aureus* e *Enterococcus faecalis*. A solução de clorexidina 2% demonstrou-se eficaz frente aos microrganismos: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans*, contudo, não demonstrou capacidade de inativar o *Enterococcus faecalis*.

Rôças e Siqueira (2011) compararam o NaOCl a 2,5% e a CHX (solução) a 0,12% após o preparo químico mecânico em casos de dentes humanos com necrose pulpar e periodontite apical. As coletas microbiológicas também foram realizadas antes e logo após o preparo. Tanto o NaOCl a 2,5% como o CHX (solução) a 0,12% foram efetivos na redução do número de bactérias. Todavia, as espécies bacterianas encontradas, após o preparo, diferiram nos dentes preparados com NaOCl e CHX. Embora, os dentes selecionados para o estudo apresentem o mesmo diagnóstico, sabe-se que a comunidade bacteriana difere entre indivíduos.

Hizatugo (2012) afirmou que a clorexidina apresenta propriedades antibacterianas semelhantes às do hipoclorito de sódio e ação residual, ou seja, ação antimicrobiana prolongada, porém não possui a capacidade de dissolução tecidual apresentada pelo hipoclorito de sódio. A clorexidina possui um amplo espectro de atividade antibacteriano, tanto em bactérias aeróbias e anaeróbias,

e ainda em gram-positivas e gram-negativas, com ação bactericida ou bacteriostática dependendo da concentração usada.

Wang, Shen e Haapasalo (2012) compararam o NaOCl a 2% e 6%, CXH (solução) a 2% e QMix em biofilmes induzidos por um período de 24 e 72 horas. A microscopia confocal de varredura a laser (MCVL) foi utilizada para avaliar o número de bactérias viáveis após 1 e 3 minutos de exposição a substância teste. De acordo com os resultados, o biofilme induzido por 72 horas foi mais resistente às substâncias químicas auxiliares, sendo que o NaOCl a 6% foi a substância mais efetiva. Também utilizando a MCVL.

Brum (2010) avaliou *ex vivo* a capacidade de desinfecção de diferentes técnicas de instrumentação utilizando os sistemas ProTaper, ProTaper + Gates, EndoEze, Mtwo e limas manuais em canais contaminados com *Enterococcus faecalis*, utilizando hipoclorito de sódio 1%, clorexidina gel 2% e soro fisiológico associados a diferentes protocolos de irrigação. Para o seguinte estudo foram necessários 150 molares superiores extraídos. Quanto às substâncias testadas, tanto a clorexidina gel 2% quanto o hipoclorito 1% foram igualmente efetivos na redução de *Enterococcus faecalis*, enquanto que o soro fisiológico obteve resultados inferiores. Concluiu que as técnicas de instrumentação testadas, independente do sistema utilizado, foram eficazes em reduzir os níveis de *Enterococcus faecalis* na luz do canal radicular associadas ao hipoclorito de sódio 1% ou a clorexidina gel 2%.

Gomes *et. al.* (2013) pesquisaram sobre o espectro de atividade antibacteriano da clorexidina. Concluíram que além de ser efetiva contra bactérias gram-positivas, gram-negativas, anaeróbios facultativos e estritos, leveduras e fungos, principalmente *Candida albicans*, é também eficaz contra alguns vírus (vírus respiratórios, herpes, citomegalovírus, HIV) e inativa contra esporos bacterianos em temperatura ambiente. Também retém sua atividade na presença de matéria orgânica e sangue. Esta solução irrigadora é especialmente efetiva contra *Enterococcus faecalis*, microrganismo muito frequente nas patologias de necrose pulpar e está diretamente associado ao insucesso na terapia endodôntica.

Marion *et al.* (2013) concluíram que a clorexidina, em diferentes concentrações, apresenta uma atividade antimicrobiana de amplo espectro, incluindo bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e fungos. Tem sua ação antimicrobiana aumentada por meio do efeito de substantividade. Não tem atividade solvente sobre os tecidos. No entanto, essa é superada pela forma gel devido à sua capacidade de ação reológica e por sua lubrificação dos instrumentos endodônticos durante a ação mecânica desses. Sua biocompatibilidade é aceitável, com relativa ausência de citotoxicidade.

Du *et al.* (2014) estudaram a atividade antimicrobiana do CHX (solução) a 2% e NaOCl a 2 e 6% sobre biofilmes de *E. faecalis* induzidos por um período de 24 horas e 3 semanas por meio da microscopia confocal de varredura a laser (MCVL). O número de bactérias viáveis foi analisado após um tempo de exposição de 3, 10 e 30 minutos. A eliminação de bactérias foi mais rápida durante os primeiros 3 minutos e abrandou significativamente após 10 minutos. O NaOCl a 6% foi a solução antibacteriana mais eficaz contra o biofilme incubado por 1 dia e 3 semanas.

Prado *et al.* (2014) relataram o efeito das soluções de EDTA, hipoclorito de sódio (NaOCl) e clorexidina, como irrigante final, na rugosidade da superfície dentinária. Em casos em que a *smear layer* foi mantida, os protocolos de irrigação final com NaOCl e clorexidina não alteraram os valores de rugosidade encontrados. Já o uso combinado de EDTA e NaOCl aumentou a rugosidade de maneira significativa. Este resultado pode ser explicado devido à ação quelante do EDTA, removendo a porção inorgânica da *smear layer*, associado à ação proteolítica do NaOCl, removendo a porção orgânica. Portanto, o estudo revelou que os protocolos de irrigação final apresentaram diferentes efeitos na rugosidade da superfície dentinária, fato importante constatado já que a topografia da superfície dentinária influencia no molhamento para a união ao material restaurador e ao cimento endodôntico. Há diversas vantagens em se realizar o procedimento de união em uma superfície rugosa, não necessariamente devido ao embricamento mecânico, mas devido à maior área de superfície de contato entre substrato e material restaurador ou cimento.

Aleixo, Arruda e Peruchi (2015) apresentaram através de uma revisão da literatura, as propriedades de atividade antimicrobiana, biocompatibilidade, dissolução de tecido pulpar e remoção de *smear layer*, do hipoclorito de sódio e da clorexidina como solução irrigadora auxiliar. Foi realizado levantamento nas bases de dados: PUBMED, Portal de Periódicos CAPES, SCIELO, BBO, BIREME e LILACS. Tanto o hipoclorito de sódio quanto a clorexidina apresentaram efeitos antimicrobianos, porém ambos não foram capazes de remover totalmente a *smear layer*. A principal vantagem do hipoclorito de sódio foi a capacidade de dissolver tecidos orgânicos. A clorexidina apresentou biocompatibilidade, não sendo irritante aos tecidos periapicais, além de possuir substantividade, isto é, tem efeito antimicrobiano residual. Apesar das substâncias químicas auxiliares irrigadoras serem muito eficientes, ainda não existe uma solução que apresente todas as propriedades adequadas para promover a desinfecção completa do sistema de canais radiculares.

Rôças *et al.* (2016) compararam os efeitos antibacterianos do NaOCl à 2,5% e do CHX a 2% durante o preparo de canais radiculares com periodontite apical. Coletas microbiológicas foram realizadas antes (S1) e depois (S2) do preparo com instrumentos BioRace e a solução teste. Segundo os autores, não houve diferença na redução do número de bactérias entre as substâncias químicas testadas.

Rôças *et al.* (2016) compararam os efeitos antibacterianos da irrigação com 2,5% hipoclorito de sódio (NaOCl) ou clorexidina a 2% (CHX) durante a preparação de canais radiculares infectados com instrumentos rotativos de níquel-titânio. Nenhuma diferença significativa foi observada quanto à eficácia antibacteriana clínica de preparação rotativa usando NaOCl a 2,5% ou 2% CHX como o principal irrigante.

Surender *et al.* (2017) compararam a atividade antimicrobiana de diferentes concentrações de ALX com CHX, individualmente, e quando combinada com NaOCl contra cepas de *E. Faecalis*. Estudos recentes relataram que, precipitados tóxicos contendo paracloroanilina são formados quando a clorexidina (CHX) reage com hipoclorito de sódio (NaOCl). A Alexidina (ALX), um desinfetante semelhante ao CHX, provou não formar precipitados com o NaOCl. Independentemente das concentrações, o ALX obteve os melhores resultados em comparação ao CHX. O presente estudo mostrou que a propriedade

antimicrobiana do ALX contra *E. faecalis* foi superior ao CHX nas mesmas concentrações

Silva (2017) avaliou as propriedades da clorexidina líquida e gel em várias concentrações como irrigante endodôntico, em comparação ao hipoclorito de sódio, evidenciando suas ações antimicrobianas, biocompatibilidade, substantividade, dissolução tecidual, eliminação de lipopolissacarídeos e remoção de *smear layer*. A pesquisa foi realizada nas bases de dados: PUBMED, CAPES, SCIELO, BIREME, MEDLINE. Com referências publicadas nos períodos de 2002 a 2017, utilizando-se 36 referências. Tanto o hipoclorito de sódio quanto a clorexidina apresentam ação antimicrobiana, mas a clorexidina 2% demonstrou ser mais efetiva por conta do seu amplo espectro. A clorexidina se exhibe como pouco irritante aos tecidos periapicais, além de possuir substantividade, isto é, efeito antimicrobiano residual, o que demonstra ser uma vantagem muito considerável no tratamento de polpas necrosadas, já que nestes casos, as características microbiológicas da patologia apresentam alta resistência pela formação de um biofilme complexo e difícil de ser removido. O hipoclorito de sódio é capaz de dissolver tecidos orgânicos, no entanto possui muita instabilidade e toxicidade. Ambos não são capazes de inativar os lipopolissacarídeos. Esta revisão constatou que ambas possuem vantagens e desvantagens consideráveis no tratamento de necropulpectomia, no entanto, a clorexidina gel 2% apresentou-se bem mais efetiva no quesito antimicrobiano nas patologias de necrose pulpar, além de demonstrar maior remoção de *smear layer* e efeito residual durante semanas dentro do canal radicular.

Para Gonçalves *et al.* (2018), o digluconato de clorexidina, agente de desinfecção pode ser aplicado através de géis, enxaguatórios bucais, dentifrícios e vernizes, como uma alternativa na prevenção e no tratamento de doenças bucais. Dentre estes métodos, destaca-se os géis de clorexidina, que abordam níveis de concentrações elevados, sendo necessária cautela ao administrá-los. Os géis de Clorexidina são aplicados como agente preventivo e terapêutico, na Periodontia e Ortodontia; entretanto, na Endodontia a clorexidina em gel, tem a finalidade, de agente irrigador na limpeza dos canais radiculares. Vale ressaltar, que uma das características do gel de clorexidina é manter os níveis de *Streptococcus Mutans* reduzidos. Concluíram a importância do conhecimento das propriedades e que o uso dos géis de clorexidina na Odontologia, com diferentes concentrações, apresenta um amplo espectro na sua atividade antimicrobiana.

Jain *et al.* (2018) avaliaram quimicamente a formação de precipitados na irrigação por diferentes concentrações de clorexidina (CHX) e alexidina (ALX) com hipoclorito de sódio (NaOCl). Observaram amostras para mudanças de cor ou precipitadas em múltiplos intervalos de tempo. As soluções selecionadas foram então centrifugadas a 1000 rpm por 10 min e reexaminadas quanto a precipitados. O processo foi repetido duas vezes. Não houve mudança de cor na solução de ALX e NaOCl. Uma mudança de cor foi notada imediatamente na mistura de CHX e NaOCl, que não mudou como tempo. A interação de ALX e NaOCl não produz precipitados que, juntamente com sua melhor ação antimicrobiana faz do ALX um substituto mais eficaz e seguro para o CHX como irrigante endodôntico adjuvante.

Arruda-Vasconcelos *et al.* (2019) avaliaram a quantidade de detritos apicalmente extruídos após preparação químico mecânica associada à irrigação ultrassônica passiva usando quatro diferentes irrigantes do canal radicular, hipoclorito de sódio a 6% (NaOCl), clorexidina a 2% gel + solução salina (CHXg a 2% + Solução Salina), solução de clorexidina a 2% (CHX a 2%) e Solução Salina isoladamente. Sessenta pré-molares inferiores com canais radiculares simples foram selecionados e aleatoriamente colocados em 4 grupos de acordo com o irrigante do canal radicular. Em conclusão, a irrigação ultrassônica passiva não pode impedir completamente a extrusão apical de detritos. A solução de gel + solução salina minimizou significativamente a extrusão de detritos em comparação com 6% de hipoclorito de sódio, solução de clorexidina e solução salina.

Prada *et al.* (2019) revisaram as diferentes soluções de irrigação e os medicamentos de desinfecção intracanal, bem como estabeleceram um protocolo de irrigação na região endodôntica. Compararam artigos, e concluíram que o NaOCl é a primeira escolha em termos de eficácia antimicrobiana imediata, seguido pela CHX que tem um efeito antibacteriano a longo prazo. O protocolo de irrigação mais adequado consiste no uso de 2,5% de NaOCl ativado com ultrassom seguido de uma lavagem final combinado com CH a 2%.

Almeida, Martinho e Andrade (2020) realizaram uma revisão da literatura sobre as substâncias químicas auxiliares e o uso na terapia endodôntica. O hipoclorito de sódio utilizado em diferentes concentrações para limpeza dos canais radiculares tem sido a solução de escolha entre os profissionais por apresentar ação antimicrobiana, atuar como solvente tecidual, possuir pH alcalino, ação clareadora, ser desodorizante e ter baixa tensão superficial. Atualmente, a clorexidina vem sendo muito utilizada como solução irrigadora devido a propriedades específicas que viabilizam sua utilização, tais como substantividade, efetividade antimicrobiana, e baixa toxicidade. O emprego do EDTA a 17 % como solução auxiliar apresenta desempenho satisfatório na função de desinfecção do sistema de canais radiculares. Pode-se concluir que a remoção da camada de *smear layer* com EDTA, constitui importante fator do sucesso do tratamento endodôntico em canais atrésicos e calcificados, promovendo melhor penetração da medicação intracanal nos túbulos dentinários, e melhor adaptação do material obturador. O vinagre de maçã e suas propriedades químicas como substância auxiliar é uma alternativa na permeabilização dentinária. Concluíram que o NaOCl continua sendo a solução irrigante de escolha entre os profissionais, porém, nenhuma substância química auxiliar atende a todos os requisitos e propriedades ideais para que o tratamento endodôntico seja bem-sucedido.

4 DISCUSSÃO

O sucesso do tratamento endodôntico depende, entre outros fatores, do preparo mecânico, da irrigação, do controle microbiano e de uma obturação que proporcione a impermeabilização do canal radicular. Para o alcance da desinfecção, a tríade formada pelos instrumentos endodônticos, pela substância química auxiliar e pela medicação intracanal é indiscutível, desempenhando papel importantíssimo na terapia pulpar. Na busca de uma substância química que tenha ação com o máximo de propriedades desejáveis, tais como ação antimicrobiana, biocompatibilidade aos tecidos periapicais e capacidade de solvência tecidual e de limpeza dos canais radiculares, estudos têm sido realizados ao longo de várias décadas (CAMARGO *et al.*, 2008; SASSONE *et al.*, 2008; GOMES *et al.*, 2013).

As propriedades de uma solução irrigadora ideal incluem: ser solvente de matéria orgânica, possuir baixa toxicidade, baixa tensão superficial, promover lubrificação, ter substantividade, levar a desinfecção e remoção de *smear layer*. Entre outros fatores estão: disponibilidade, custo, facilidade na utilização, conveniência, durabilidade e facilidade de armazenamento. Assim o sucesso do tratamento endodôntico dependerá da remoção eficaz de bactérias e debris do sistema de canais radiculares, a partir de um preparo biomecânico cujo principal objetivo é obter acesso, permitindo um íntimo contato da solução irrigadora com toda extensão do canal radicular, exterminando bactérias e removendo debris (CAMARGO *et al.*, 2008). Enquanto que, Spratt *et al.* (2001) concluíram que a eficácia dos irrigantes está na dependência da natureza do microrganismo do biofilme e do tempo de contato com a substância.

O hipoclorito de sódio representa um agente irrigante bastante estudado e indicado. Diferentes características podem estar associadas a esta substância, entre as quais incluem: atividade antimicrobiana, capacidade de dissolução tecidual, capacidade de limpeza e tolerância tecidual em concentrações apropriadas (CAMARGO *et al.*, 2008). Este é classificado como um composto halogenado, é a solução mais comumente usada na terapia endodôntica, durante o preparo químico mecânico dos canais radiculares. O simples ato mecânico de irrigação promove o controle de possível infecção superficial da polpa vital, remoção de material inorgânico, neutralização de produtos tóxicos e lubrificação dos canais radiculares. As soluções de hipoclorito de sódio são encontradas no comércio prontas para o uso em várias concentrações: Líquido de Dakin 0,5%; Solução de Milton 1%; Hipoclorito de sódio 2,5%; Soda clorada 4-6% (SASSONE *et al.*, 2008; ROÇAS *et al.*, 2016).

A clorexidina constitui outro agente antimicrobiano de amplo espectro e, pode se apresentar na forma líquida e em gel, nas concentrações 0,12%, 0,2%, 1%, 2% e 5%. O gluconato de clorexidina tem se mostrado um agente antimicrobiano efetivo no interior dos canais radiculares. Essa eficácia depende do tipo de microrganismo infectante, do tempo de atuação no interior do conduto e da concentração empregada. Este irrigante tem sido testado e indicado para a aplicação sobre diferentes microrganismos endodontopatogênicos (ARI *et al.*, 2003; BEVILACQUA *et al.*, 2004). Zehnder (2006) relatou que a clorexidina não

deveria ser recomendada como solução irrigadora principal em um caso endodôntico padrão, uma vez que é incapaz de dissolver remanescentes teciduais necróticos e pelo fato de ser menos efetiva contra bactérias gram-negativas do que contra as gram positivas. Tomazinho *et al.* (2007) concluíram que a eliminação de *E. faecalis* dependeria da concentração e do tipo de solução irrigadora utilizada, ainda que entre as soluções irrigadoras, a clorexidina a 2% foi a que alcançou maior capacidade antimicrobiana ante a espécie *Enterococcus faecalis in vitro*. Souza *et al.* (2006) verificaram que a clorexidina se mostrou superior ao hipoclorito no terço médio independente da técnica de instrumentação e no terço apical as duas soluções se equipararam. Michelotto *et al.* (2008) observaram que a clorexidina na concentração de 2% apresentou maior efetividade bactericida, com baixa toxicidade e sua efetividade é maior como irrigante do que como substância auxiliar na forma de gel. Ainda que, os autores Tanomaru Filho *et al.* (2002) demonstraram que o hipoclorito de sódio a 0,5% causou irritação tecidual e intensa resposta inflamatória, enquanto que a clorexidina a 2% mostrou ser biocompatível, podendo representar alternativa ou complemento para o hipoclorito durante a irrigação. Camargo *et al.* (2008) demonstraram que a solução de clorexidina 2% mostrou os menores valores de pH. Já Michelotto *et al.* (2008) e Pretel *et al.* (2011) indicaram mais estudos a ser realizados para comprovar seus efeitos na endodontia e sobre a sua genotoxicidade. Marion *et al.* (2013) e Aleixo, Arruda e Peruchi (2015) verificaram que a clorexidina, em diferentes concentrações, apresenta uma atividade antimicrobiana de amplo espectro, ação antimicrobiana aumentada por meio do efeito de substantividade, não tem atividade solvente sobre os tecidos, porém, essa é superada pela forma gel devido à sua capacidade de ação reológica e por sua lubrificação dos instrumentos endodônticos durante a ação mecânica desses; sua biocompatibilidade é aceitável, com relativa ausência de citotoxicidade. Silva (2017) apresentou a clorexidina gel 2% bem mais efetiva no quesito antimicrobiano nas patologias de necrose pulpar, além de demonstrar maior remoção de *smear layer* e efeito residual durante semanas dentro do canal radicular. Almeida, Martinho, Andrade (2020) estabeleceram que o NaOCl continua sendo a solução irrigante de escolha entre os profissionais, porém, nenhuma substância química auxiliar atende a todos os requisitos e propriedades ideais para que o tratamento endodôntico seja bem-sucedido.

O clínico, portanto, deve saber aliar as melhores propriedades de cada solução irrigadora e utilizá-las de acordo com a indicação para cada caso. Para isso, existe no mercado uma gama de soluções irrigadoras capazes de atender as necessidades durante a realização de procedimentos endodônticos desde que sejam respeitadas as limitações de cada solução irrigadora. Associar ou saber indicar cada uma nas diferentes situações clínicas que envolvem, alergias, tipo de infecção, presença de reabsorções radiculares, exsudações entre outras. Contudo mais estudos ainda se fazem necessários para se estabelecer qual a melhor maneira de se utilizar as soluções de clorexidina, gel ou líquida, em associação ou não ao hipoclorito de sódio, pois como já é sabido a combinação direta destas duas substâncias leva a formação de um precipitado de difícil dissolução (CAMARGO *et al.*, 2008; ALMEIDA, MARTINHO, ANDRADE, 2020).

5 CONCLUSÃO

Com base na revisão da literatura pode-se concluir que:

A clorexidina 2%, em sua forma, líquida ou gel, tem comprovada atividade antimicrobiana através da sua capacidade de substantividade, sendo especialmente eficaz onde há presença de *E. Faecalis*, responsáveis por lesões persistentes nos periápices dos dentes.

Para compensar sua ineficácia em relação a dissolução de tecidos orgânicos, sua forma em gel facilita a instrumentação e a remoção da debris através de suspensão.

Por ter baixa toxicidade, a clorexidina 2% se torna um excelente irrigante por minimizar efeitos negativos pós-operatório como dores e atividades inflamatórias.

De acordo com a necessidade clínica, a Clorexidina 2% passa a ser de primeira escolha, principalmente nos retratamentos dos canais radiculares onde há presença de lesões persistentes caracterizando a presença de microrganismos resistentes a outras soluções irrigadoras.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRA, A. et al. The effectiveness of various disinfectants used as endodontic intracanal medications: an in vitro study. **J Endod**; 28, n. 3, p. 163-167, mar. 2002.

ALEIXO, R.S.; ARRUDA, M.E.B.F.; PERUCHI, C.T.R. O tradicional hipoclorito de sódio X a substantividade da clorexidina. Soluções químicas auxiliares do preparo biomecânico: revisão de literatura. **Rev Uningá Review**, v.24, n.3, p.106-112, 2015.

ALMEIDA, D.H.; GCC MARTINHO, G.C.C.ANDRADE, A.O. Substâncias químicas utilizadas na endodontia. **Ciência Atual**, v.15, n.1, p. 28-35, 2020.

ARI, H, YASAR, E.; BELLI, S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. **J Endod**; v. 29, n. 4, p. 248-251, 2003.

ARRUDA-VASCONCELOS, R. et al. Apically Extruded Debris Using Passive Ultrasonic Irrigation Associated with Different Root Canal Irrigants. **Braz Dent J**, v. 30, n. 4, p. 363-367, July 2019.

BEVILACQUA, I.M.; HABITANTE, S.M.; CRUZ, C.W. A clorexidina como alternativa no tratamento de infecções endodônticas: revisão da literatura. **Rev Biociên**; v.10, n. 3, p. 139-145, jul./set. 2004.

BERBER, V. B. **Verificação da redução do enterococcus faecalis no canal radicular e nos túbulos dentinários utilizando diferentes substâncias químicas auxiliares e técnicas de instrumentação: estudo in vitro.** Dissertação (Mestrado em endodontia) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **Universidade** Estadual de Campinas (UNICAMP), Piracicaba, São Paulo, 2005. p.123.

BRUM, J.R. **Influência do uso de diferentes substâncias químicas auxiliares endodônticas na microinfiltração coronária em dentes obturados com guta-percha / Endofill ou sistema resilon / Epiphany se.** Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Piracicaba, São Paulo, 2010. p.86.

CAMARA, A.C. **Avaliação da ação antimicrobiana de soluções irrigadoras utilizada no preparo biomecânico de canais radiculares com sistema rotatório PROTAPER universal.** Tese (doutorado em endodontia) – Programa de pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco. 2010. p.171.

CAMARGO, S.E.A.; BLANCO, T.M.; LIMA, R.Y.; RODE S.M.; CAMARGO C.H.R. Avaliação do pH das soluções de hipoclorito de sódio 1% e 2,5% e digluconato de clorexidina 2% em função do tempo. **Rev Odonto**; v. 16, n. 31, p. 85-91, jan./jun. 2008.

DU, T. et al. Effect of long-term exposure to endodontic disinfecting solution on young and old *Enterococcus faecalis* in dentin canals **J Endod**, v. 40, n. 4, p. 509-514, 2014.

Estrela, C. et alii. (2002). Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite, **Brazilian Dental Journal**, 13(2), pp.113-117.

ESTRELA, C.; ESTRELA, C.R.A.; PÉCORÁ, J.D.; AMORIM, L.F.G.; TOLEDO, O.A. Eficácia antimicrobiana de formulações de digluconato de clorexidina de concentrações e procedências diferentes. **ROBRAC**; v. 13, n. 35, p. 10-13, 2004.

ESTRELA, C.; DECURCIO, D.A.; ALENCAR, A.H.G.; SYDNEY, G.B.; SILVA, J.A. Efficacy of calcium hydroxide dressing in endodontic infection treatment: a systematic review. **Rev Odonto Ciênc**; v. 23, p. 77-81, 2008.

ESTRELA, C.R.A.; ÁVILA, G.E.G.; DECURCIO, D.A.; SILVA, J.A. Eficácia da clorexidina em infecções endodônticas – revisão sistemática. **Rev Bras Odontol.**; v. 66, n. 1, p. 133-134, jan./jun. 2009.

GOMES et al. Chlorhexidine in Endodontics. **Invited Review Article Braz Dental J**, v.24, n. 2, p. 89-102, Fev. 2013.

GONÇALVES, T.I.; KETLYN MAIA DE ALMEIDA, K.M.; JUNQUEIRA, M.G. FREITAS, M.M.; SILVA, N.F.G.; DEL NERO, N.Y. A aplicabilidade da Clorexidina em gel na Odontologia. **RAC**; v.8, n. 1, p.13-14, 2018.

HIZATUGO, et al. **Endodontia em sessão única**. 2ªed. São Paulo: Santos, 2012. 208 p.

JAIN, K. et al. Alexidine versus chlorhexidine for endodontic irrigation with sodium hypochlorite. **Eur J Dent**; v.12, n. 3, p. 398-402, 2018.

MARION, J.; PAVAN, KATHIELLI; A.; FRANZONI, M.E.B; NAKASHIMA, L.; MORAIS, C.A.H. Clorexidina e suas aplicações na Endodontia: revisão da literatura. **Dent Press Endod**; v.3, n. 3, p.36-54, sep.-dec. 2013.

MICHELOTTO, A.L.C.; ANDRADE, B.M.; SILVA JR, J.A.; SYDNEY, G.B. Clorexidina na terapia endodôntica. **Rev Sul-Brasileira de Odontol**; v.5, n. 1, p. 77-89, 2008.

MOHAMMADI, Zahed; ABBOTT, P.V. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. **International Endodontic Journal**.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2591.2008.01540.x> .11 março 2009

PRADA, I. et al. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. **J Clin Exp Dent**; v. 11, n. 2, p. e185-e193, 2019.

PRADO, M.; ASSIS, D.F.; SIMÃO, R.A. Efeitos de diferentes soluções utilizadas como irrigante final na superfície dentinária—análise de rugosidade. **Rev Odontol UNESP**; v.43, n. 1, p. 36-40, 2014.

PRETEL, H.; BEZZON, F.; FALEIROS, F.B.C.; DAMETTO, F.R.; VAZ, L.G. Comparação entre soluções irrigadoras na endodontia: clorexidina x hipoclorito de sódio. **Rev Gaúcha Odontol.**, v.59, suplemento 0, p. 127-132, jan./jun., 2011.

RÔÇAS, I. N.; SIQUEIRA, J. F. Comparison of the *in vivo* antimicrobial effectiveness of sodium hypochlorite and chlorhexidine used as root canal irrigants: A molecular microbiology study. **J Endod**, v. 37, n. 2, p.143-150, 2011.

RÔÇAS, I. N. et al. Disinfecting effects of rotary instrumentation with either 2.5% sodium hypochlorite or 2% chlorhexidine as the main irrigant: A Randomized Clinical Study. **J Endod**, v. 42, n. 6, p. 493-947, 2016.

SASSONE, L.M.; FIDEL, R., VIEIRA, M.; HIRATA JÚNIOR, R. The influence of organic load on the antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine *in vitro*. **Int Endod J**; v.36, n.12, p. 848-852, 2008.

SIQUEIRA, J. F.; RÔÇAS, I. Clinical Implications and Microbiology of Bacterial Persistence after Treatment Procedures. **J Endod**, v. 34, n. 11, p. 1291-1301, 2008.

SILVA, A.R. **Substâncias químicas auxiliares: o uso do hipoclorito de sódio e da clorexidina em casos de necrose pulpar**. Trabalho de conclusão de curso bacharel em odontologia – FAMA, Macapá, 2017. p.29.

SURENDER, L. R. et al. Alexidine: a Safer and an Effective Root Canal Irrigant than Chlorhexidine. **J Clin Diagn Res.**; v.11, n. 7, p. ZC18-ZC21, jul.2017.

SOUZA, R.E.; BERNARDINELLI, N.; BRAMANTE, C.M. Avaliação dos métodos de instrumentação e de substâncias químicas nas paredes de canais radiculares – MEV. **Rev Odonto Ciência – Fac. Odonto/PUCRS**; v. 21, n. 52, p. 79-83, abr./jun. 2006.

SPRATT, D.A.; PRATTEN J.; WILSON, M. et al. An *in vitro* evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates. **Int Endod J.**; v. 34, n. 4, p. 300-7, jun. 2001.

TANOMARU FILHO, M. et al. Inflammatory response to different irrigant solutions. **Int Endod J**; v. 26, n. 9, p. 735-738, sept. 2002.

TASMAN, F.; CEHRELI, Z.C.; OGAN, C.; ETIKAN, I. Surface tension of root canal irrigants. **J Endod**; v. 26, n. 10, p. 586-587, 2000.

TOMAZINHO, L.F.; SILVA, D.C.C.; FAGUNDES, F.S.; TOMAZINHO, P.H. Estudo *in vitro* da atividade antimicrobiana de soluções irrigadoras na eliminação de *Enterococcus faecalis*. **Rev Sul-Brasileira de Odontol**; v. 4, n.1, p. 13-16, 2007.

VALERA, M.C.; MAEKAWA, L.E.; OLIVEIRA, L.D.; CARVALHO, C.A.T.; KOGA-ITO, C.Y.; JORGE, A.O.C. Avaliação da solução de clorexidina a 2% e medicamentos sobre *Escherichia coli* e sua endotoxina em canais radiculares. **Braz Dental Sci**; v.12, n. 3, p. 37-45, 2009.

VANCE, R.; CRUZ, C.W.; ZÖLLNER, N.A.; NIVALDO, A.; HABITANTE, S.M. Permeabilidade dentinária após a instrumentação endodôntica: estudo comparativo - clorexidina gel 2% x endo PTC/hipoclorito de sódio 0, 5%. **Rev Gaucha Odontol**; v. 53, n. 4, p. 277-280, out./dez. 2005.

WANG, Z.; SHEN, Y.; HAAPASALO, M. Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. **J Endod**, v. 38, n. 10, p. 1376-1379, 2012.

YAMASHITA, J.C.; STOCHI, L.A.; FRAGA, C.F.; KUGA, M.C.; DUARTE, M.A.H.; OLIVEIRA, E.G. Clorexidina como irrigante endodôntico: avaliação, in vitro, do selamento apical. **Salusvita**; v. 22, n. 1, p. 51-69, 2003.

ZEHNDER, M. Root canal irrigants. **J Endod**; v. 32, n. 5, p. 389-398, 2006