

ALINE CRISTINE GOMES

Avaliação da propriedade de dissolução tecidual do Hipoclorito de Sódio

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Especialista em Endodontia.

PIRACICABA 2014

ALINE CRISTINE GOMES

Avaliação da propriedade de dissolução tecidual do Hipoclorito de Sódio

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Especialista em Endodontia.

Orientador: Prof^o Dr. Alexandre Augusto Zaia

PIRACICABA 2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

585a Gomes, Aline Cristine, 1989-
 Avaliação da propriedade de dissolução tecidual do
 hipoclorito de sódio / Aline Cristine Gomes. --
 Piracicaba, SP: [s.n.], 2014.

 Orientador: Alexandre Augusto Zaia.
 Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) –
 Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
 Odontologia de Piracicaba.

 1. Endodontia. 2. Irrigantes do canal radicular. 3.
 Polpa dental. I. Zaia, Alexandre Augusto, 1968- II.
 Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
 Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais, Edson e Maria Izabel pelo apoio, estrutura e amor durante toda a minha vida, sem medir esforços para que eu realizasse este sonho. À Ana Carolina, minha irmã querida, pela paciência, amizade e amor verdadeiro. E ao meu namorado, Duda Matta, por todo o apoio e carinho, estando ao meu lado o tempo todo apesar de qualquer distância.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar meu caminho e me dar oportunidade de trilhar a carreira que escolhi.

A minha família por todo o amor e carinho.

A todos os professores do Departamento de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, por todo o conhecimento compartilhando e aprendizado proporcionado ao longo de todos estes anos de estudo.

Aos amigos que tive oportunidade de conviver ao longo destes 2 anos.

Aos alunos de pós graduação, Emmanuel Nogueira e Danna Moreira, pela ajuda durante a execução deste trabalho.

E agradeço em especial ao Prof^o Dr. Alexandre Augusto Zaia, pela paciência como orientador e por tudo que tem me ensinado ao longo destes anos na FOP.

“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente”.

(Roger Von Oech)

SUMÁRIO

RESUMO:	7
ABSTRACT:	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1. Hipoclorito de Sódio (NaOCl).....	11
2.2. Dissolução Tecidual	12
3. OBJETIVO	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5. RESULTADOS.....	22
5.1. Hipoclorito de Sódio 5,25%	22
5.2. Hipoclorito de Sódio 2,5 %	25
4.3. Hipoclorito de Sódio 1%	28
4.4. Comparação entre as concentrações	31
4.5. Análise do padrão de dissolução tecidual	33
6. Discussão	34
7. Conclusão	37
8. Bibliografia.....	38

RESUMO:

Tendo em vista as variações e complicações anatômicas em endodontia, o tratamento mecânico quando realizado isoladamente não é suficiente para a remoção de todos os restos pulpares, raspas de dentina e microrganismos. Para limpeza dessas áreas deve-se utilizar substâncias químicas auxiliares, sendo a solução de Hipoclorito de Sódio a mais empregada, a qual possui a capacidade de dissolução tecidual, que é influenciada por diversas variáveis. Assim, este trabalho buscou analisar o tempo e o volume necessário de Hipoclorito de Sódio nas concentrações de 1%; 2.5% e 5.25% para a completa dissolução de uma massa pré-estabelecida de tecido pulpar de dentes bovinos. Foi encontrada uma maior taxa de dissolução para o tecido pulpar bovino na concentração de 5,25% de NaOCl, além de uma redução do tempo de dissolução para volumes maiores. Pode-se concluir, que menores volumes de solução de Hipoclorito de Sódio não são capazes de promover a dissolução do tecido pulpar, o que poderia dificultar a dissolução tecidual em áreas de difícil acesso ao tratamento endodôntico

Palavras chave: Polpa Dental, Irrigantes dos canais radiculares, Endodontia

ABSTRACT:

Considering the anatomical variations and complications in endodontics, the mechanical treatment when performed alone is not sufficient to remove all pulp remnants, dentin shavings and microorganisms. To clean of these areas must use auxiliary chemicals , being the solution of Sodium Hypochlorite the most used , which has the ability to dissolve tissue, which is influenced by several variables. This study sought to analyze the time and the necessary volume of sodium hypochlorite at concentrations of 1 %, 2.5 % and 5.25 % for the complete dissolution of a predetermined volume of pulp tissue of cattle teeth . An increased rate of dissolution for bovine dental pulp at a concentration of 5.25% NaOCl was found, besides a reduction of the dissolution time for larger volumes. It can be concluded that smaller volumes of solution of sodium hypochlorite are not able to promote the dissolution of the pulp tissue, which could hinder the dissolving tissue in areas of difficult access to endodontic treatment.

Keywords: Dental Pulp, Root Canal Irrigants Dissolution, Endodontics

1. INTRODUÇÃO

Estudos realizados por Miller, em 1894, evidenciaram a presença de microrganismos em estruturas dentárias, os quais foram encontrados em esfregaços obtidos de canais radiculares com polpas necróticas (Miller, 1894 apud Sena, 2004). Em 1965, Kakehashi *et al.* associou a presença de microrganismos ao desenvolvimento e perpetuação de alterações pulpares e periapicais.

Dessa forma, o preparo químico-mecânico realizado durante o tratamento endodôntico visa à redução máxima dos microrganismos dos canais radiculares, buscando a remoção do material infectado, além de promover a modelagem das paredes dos canais a fim de receber o material obturador. Para isto, o tratamento endodôntico deve incluir uma ação mecânica obtida pela instrumentação associada à ação de uma substância química, removendo restos pulpares, raspas de dentina, tecidos necróticos e microorganismos.

A ação mecânica promovida pela instrumentação endodôntica não consegue tocar em todas as paredes do canal radicular, permanecendo cerca de 50% das paredes dos canais radiculares não instrumentadas (Peters *et al.*, 2001). A permanência dentina infectada favorece às falhas do tratamentos endodônticos (Grossman & Meiman, 1941), sendo que a permanência de tecidos moles remanescentes em canais radiculares atua como fonte de nutrição para a sobrevivência dos microrganismos do canal radicular (Naenni *et al.*, 2004).

Assim, para auxiliar a instrumentação dos canais radiculares, deve-se utilizar substâncias químicas auxiliares, as quais facilitam o debridamento e limpeza dos canais radiculares (Cunningham & Balekjian, 1980).

Os irrigantes radiculares idealmente deveriam possuir ação de amplo espectro antimicrobiano, alta eficiência contra microrganismos facultativos, ter a capacidade de dissolver tecidos necróticos pulpares remanescentes, inativar de endotoxinas, e prevenir a formação de “smear layer” durante a instrumentação (Zehnder *et al.*, 2006). Entretanto, as soluções disponíveis atualmente não reúnem todas estas características.

Dentre as substâncias químicas indicadas para o tratamento endodôntico, o Hipoclorito de Sódio (NaOCl) tem sido o mais utilizado na rotina clínica odontológica, sendo que entre suas propriedades uma das mais defendidas na literatura endodôntica é a propriedade de dissolução tecidual (Clarkson *et al.*, 1998; Andersen *et al.*, 1992).

Esta propriedade, depende de diversas variáveis, como a concentração da solução empregada, pH, volume da solução, agitação e troca da solução, área de superfície de tecido exposto à solução, tempo de exposição e temperatura (Baker *et al.*, 1975; Abou-Rass & Oblesby, 1981; Louis *et al.*, 1982; Moorer & Wesselink, 1982; Baumgartner *et al.*, 1992; Clarkson *et al.*, 2006; Rossi-Fedele *et al.*, 2008).

Para a ação eficiente de dissolução de tecido há uma correlação direta entre a concentração e o volume da solução com a quantidade de tecido a ser dissolvido. Essa correlação ainda não se encontra bem definida na literatura endodôntica, ficando a dúvida se o volume e a concentração de hipoclorito normalmente empregado na endodontia são capazes de dissolver restos de tecido pulpar no interior do canal radicular nas áreas onde menores volumes de solução entram em contato com o tecido remanescente. Assim este trabalho teve como objetivo analisar o tempo e o volume necessário de Hipoclorito de Sódio, nas concentrações de 1%; 2.5% e 5.25%, para a completa dissolução de uma massa pré-estabelecida de tecido pulpar de dentes bovinos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Hipoclorito de Sódio (NaOCl)

A literatura mostra que este composto químico foi utilizado pela primeira vez na medicina como antisséptico em 1792, com o nome de “Água de Javelle”, onde era misturado ao potássio. Em 1820, Labarraque utilizava o mesmo produto em uma concentração de 2,5% de cloro ativo, como desinfetante de feridas. Já durante a Primeira Guerra Mundial, em 1915, Dakin, recomendou o uso de NaOCl na concentração de 0,5% tamponado com ácido bórico 0,4%, pois, segundo o autor, o alto conteúdo de cloro atrasava a cicatrização, o qual quando tamponado se tornaria uma solução mais neutra e menos estável, mas com a mesma ação desinfetante. Surgindo assim a Solução de Dakin. (Sena et al., 2004; Pécora et al., 1999; Zehnder et al., 2002; Dakin, 1915).

Em 1917, Barret difundiu o uso da solução de Dakin para irrigação de canais radiculares com ou sem fístulas e bolsas periodontais profundas. Iniciando assim, o emprego desta solução em Endodontia. Coolidge, em 1919, também empregou o hipoclorito de sódio para melhorar o processo de limpeza e de desinfecção do canal radicular.

Em 1936, Walker introduziu a utilização do Hipoclorito de Sódio a 5%, denominada Soda Clorada, para o preparo de canais radiculares de dentes com polpas necrosadas.

Em 1941, Grossman & Meiman, estudaram diversas substâncias químicas irrigadoras utilizadas na época. Os autores concluíram que a água clorada apresentou o melhor desempenho na capacidade de dissolver um tecido pulpar imerso em um recipiente com a solução. Assim, ficou difundida na literatura a propriedade de dissolução tecidual do Hipoclorito de Sódio, que até hoje é amplamente aceito e utilizado na odontologia.

Em 1943, Grossmann propôs o emprego de uma técnica de irrigação de canal radicular alternando o hipoclorito de sódio a 5,0% com o peróxido de hidrogênio 3%, uma vez que a reação entre as duas substâncias promoveria

efervescência com liberação de oxigênio nascente, favorecendo a eliminação de microrganismos e resíduos do canal radicular.

Na seqüência, diversos estudos passaram a avaliar as propriedades físico-químicas do NaOCl e seus efeitos no tratamento dos canais radiculares, como ação antimicrobiana (Siqueira *et al.*, 1999; Harrison *et al.*, 1990; Gomes *et al.*, 2001; Estrela *et al.*, 2003; Ercan *et al.*, 2004; Gomes *et al.*, 2009), remoção de smear layer (MecComb & Smith, 1975; Yamada, 1983) e dissolução tecidual.

Varias são as soluções empregadas, em diferentes concentrações (Borim *et al.*, 2007) :

- Líquido de Dakin : Solução de hipoclorito de sódio a 0,5% neutralizada por ácido bórico.
- Líquido de Dausfrene: Solução de hipoclorito de sódio a 0,5% neutralizada por bicarbonato de sódio.
- Solução de Milton: Solução de hipoclorito de sódio a 1,0% estabilizada por cloreto de sódio (16%).
- Licor de Labarraque: Solução de hipoclorito de sódio a 2,5%.
- Soda Clorada: Solução de hipoclorito de sódio de concentração variável entre 4 e 6%.
- Água Sanitária : Soluções de hipoclorito de sódio a 2-2,5%.

2.2. Dissolução Tecidual

A propriedade de dissolução tecidual do hipoclorito de sódio é atribuída ao hidróxido de sódio, oriundo da reação do NaOCl com água conforme demonstrada na reação abaixo:



Hipoclorito de sódio + Água \leftrightarrow Hidróxido de Sódio + Acido Hipocloroso

O NaOH promove a hidrólise das proteínas convertendo-as em aminoácidos, e transforma lipídios em ácidos graxos livres, que são solúveis, facilitando sua remoção do canal radicular (Abou-rass & piccino, 1982; Baumgatner & cuenin, 1992).

Em 1977, Trepagnier et al., realizaram estudo para avaliar a capacidade de dissolução tecidual do NaOCL em suas diferentes concentrações. Foram selecionados 140 dentes humanos unirradiculares com polpas vitais, os quais foram tratados com soluções de NaOCL 0,5%, 2,5% e 5%, nos tempos de 1, 5, 15 e 60 minutos. Os autores avaliaram a quantidade e colágeno dissolvido e chegaram à conclusão de que a solução de 0.5% não foi capaz de dissolver o tecido pulpar, enquanto que as concentrações de 2,5 e 5,25% apresentavam atividade de dissolução tecidual boa e semelhante no tempo de 5 minutos de tratamento.

Rosenfield et al., em 1978, avaliaram a atividade de dissolução tecidual do NaOCL 5,25 %, bem como seus efeitos sobre a parede de dentina. Foram selecionados 42 pré-molares humanos indicados para exodontia por motivos ortodônticos. Metade dos dentes foi submetida à instrumentação endodôntica e a outra metade apenas ao acesso. Em cada grupo, metade dos dentes recebeu irrigação com NaOCL 5,25% e a outra metade foi irrigada com água (grupo controle), durante 15 minutos. Na seqüência os dentes foram extraídos, fixados em formol e processados histologicamente. Tanto nos casos instrumentados quanto nos casos que apenas foram acessados, a irrigação com NaOCl levou a dissolução do tecido pulpar e remoção de pré-dentina, entretanto, nos casos sem instrumentações ocorreu uma dissolução limitada a 0,5 a 3 mm de profundidade e remoção parcial da pré-dentina, enquanto que nos casos instrumentados a pré-dentina e tecido pulpar foram totalmente removidos. Nos casos de grupo controle não ocorreu dissolução tecidual.

Koskinen et al (1980) levaram tecido pulpar bovino ao contato direto com diversas soluções utilizadas para a terapia do canal a 37 °C durante 10 minutos. O hipoclorito de sódio (NaOCl) a 5% e as diluições até 2,5% demonstraram a capacidade solvente mais forte de tecido. A diluição de 0,5% diminuiu significativamente a eficácia de NaOCl.

Em 1981, Gordon *et al.*, realizaram estudo semelhante, onde tecido pulpar bovino foi levado a contato direto com NaOCL 1%, 3 % e 5% durante períodos de 2 a 10 minutos. Foram utilizadas polpas vitais e não vitais, e a relação de NaOCL para o tecido pulpar utilizada foi constante, 0,5ml de solução para 5mg de tecido bovino. Foi encontrada uma maior velocidade de dissolução tecidual para o

tecido não vital, e no tempo de 2 minutos de contato. Assim, além da concentração, as variáveis tempo de contato e situação biológica do tecido foram consideradas variáveis influentes sobre a propriedade de dissolução tecidual.

Procurando entender o papel de variáveis na dissolução tecidual do NaOCl, Moorer & Wesselink (1982), avaliaram tecidos de fígado de coelho em contato com o NaOCl, e chegaram à conclusão que a frequência e intensidade de agitação também atuam sobre a dissolução. O NaOCl é mais efetivo nos primeiros momentos da aplicação, perdendo a maior parte de cloro nos 2 primeiros minutos de contato.

Em 1983, Yamada *et al.*, ao analisarem terços apicais de dentes instrumentados com hipoclorito de sódio, demonstraram que houve uma permanência de debris, sugerindo assim que o volume maior de solução promove uma maior limpeza, e que neste caso a região apical não seria atingida por volume suficiente.

Para investigar a suscetibilidade dos tecidos ao NaOCl, Nakamura *et al.* (1985), avaliaram o contato entre tecido gengival, pulpar e tendões bovinos, e NaOCl nas concentrações 2%, 5% e 10%. A dissolução ocorreu mais efetiva para a solução de concentração 10% e no contato direto com tecido pulpar bovino, provavelmente pelo menor número de fibras colágenas.

Spanó *et al.* em 2001 analisaram o efeito do solvente de quatro concentrações de hipoclorito de sódio (0,5, 1,0, 2,5, e 5,0%) sobre o tecido pulpar de bovino e o nível de cloro residual, pH e tensão superficial, antes e depois da dissolução em um estudo *in vitro*. Um fragmento de polpa bovina foi submerso em solução de hipoclorito de sódio, que circulou em um aparelho com auxílio de uma bomba peristáltica e seringa Luer Lok. Quanto maior a concentração de hipoclorito de sódio mais rápida foi a dissolução do tecido pulpar. Todas as concentrações de hipoclorito de sódio tiveram uma redução do pH e da tensão da superfície e as concentrações mais elevadas de solução tiveram o mínimo consumo de cloro durante a dissolução do tecido. Assim, este estudo mostrou que o cloro residual era diretamente proporcional à concentração no processo de dissolução de tecido pulpar e de que não havia cloro residual em todas as concentrações utilizadas.

Zehnder *et al*, avaliaram em 2002, a capacidade de dissolução tecidual do NaOCl sobre a dissolução de tecidos vitais e necrosados, e a atividade antimicrobiana da solução contra *Enterococcus faecalis*. A solução 2,5% foi mais ativa quando comparada á solução 0,5% e o tecido vital apresentou mais resistência á dissolução tecidual. Já o efeito antimicrobiano, não apresentou diferença estatisticamente significativa entre as duas concentrações.

Okino *et al.* (2004) testaram diversas soluções irrigadoras, entre elas o hipoclorito de sódio. Os autores utilizaram fragmentos de polpa bovina com pesos padronizados, em soluções de 20 ml das soluções irrigadoras, analisando a velocidade de dissolução da polpa. Chegaram à conclusão de que todas as concentrações de hipoclorito de sódio utilizadas no estudo (0,5%; 1% e 2,5%) promoveram uma dissolução eficiente do tecido pulpar e que a velocidade de dissolução foi diretamente proporcional à concentração de hipoclorito de sódio.

Clarckson *et al.*, em 2006, realizaram estudo comparando a solução de Milton , com novas apresentações comerciais de NaOCl 1% e 4% ,e com uma solução contendo surfactante nacional (White King). Dez amostras de polpa de dentes de porcos com dimensões aproximadamente iguais foram imersas nas soluções acima referidas, bem como em concentrações representativas de hidróxido de sódio. O tempo para completar a dissolução foi medido e avaliado estatisticamente. A composição e o conteúdo de soluções de hipoclorito de sódio tiveram efeito sobre a capacidade das soluções para dissolver o tecido pulpar *in vitro*. Maiores concentrações tornaram a dissolução mais rápida do tecido. As soluções com adição de surfactante e que continham altas concentrações de hidróxido de sódio foram significativamente mais eficazes na dissolução de tecido pulpar quando comparadas á solução de Milton.

Em 2006, Bruzadelli selecionou 65 incisivos inferiores humanos provenientes da clínica de graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, que foram divididos aleatoriamente em 3 grupos experimentais de 20 dentes, de acordo com a substância química auxiliar a ser utilizada durante a instrumentação (NaOCl 5.25%; Clorexidina gel 2% e soro fisiológico). Neste estudo foi constatado que em áreas onde a anatomia do canal permitiu contato entre hipoclorito de sódio e o tecido, ocorreu a dissolução tecidual. Entretanto, em áreas

de maior reentrância isso não aconteceu. Mesmo com uso de alta concentração de NaOCl, ainda era possível encontrar restos de tecido pulpar nessas áreas.

Christense *et al.*(2008), estudaram a variável importante, que atua sobre a capacidade de dissolução tecidual, que é o pH da solução. Durante as relações químicas do hipoclorito de sódio (NaOCl), há formação de ácido hipocloroso (HClO), o qual se dissocia em H^+ e OCl^- , em meio aquoso. Estudos indicam que a molécula de HClO é considerada a responsável pela ação antimicrobiana em tecidos, quando comparada com o OCl^- , situação favorecida por pH baixo (4,5). Para este estudo, 7 grupos foram testados quanto à dissolução do tecido muscular de porcos variando, pH das concentrações e os tempos de contato. Quando os grupos foram examinados pelo pH, não houve diferença significativa entre a pH 12 e 9, mas foi encontrado um nível estatisticamente significativa entre um pH 12 e pH 9 contra a 6. O estudo indicou que o pH baixo é desfavorável para dissolução tecidual, a qual é favorecida por pH alcalino. Assim, o controle do pH torna-se importante clinicamente e necessita de maiores estudos. Além disso, assim como encontrado nos estudos anteriores, este trabalho encontrou que concentrações mais elevadas e maiores períodos de tempo levaram a uma maior quantidade de dissolução do tecido.

Em 2009, Al-Jadaa *et al.*, buscando melhorias na capacidade de dissolução tecidual, realizaram um estudo onde avaliaram a irrigação ultrassônica passiva em canais acessórios simulados, e o impacto da angulação e localização dos canais. Foram construídos modelos de canais radiculares em resina epóxia transparente, onde canais acessórios com ângulos e posições pré-definidas foram preenchidos com tecido pulpar bovino necrosado. Foi realizada irrigação ultrassônica passiva 5 vezes para cada canal, com trocas de irrigantes a cada 1 minuto. Os autores realizaram a medição da temperatura local a cada minuto e foram feitas fotografias digitais, as quais permitiram saber a distância de tecido dissolvido em milímetros. O estudo encontrou como resultado um aumento na temperatura do irrigante após 5 minutos de irrigação. Não foi encontrada diferença significativa entre a posição ou angulação dos canais. A irrigação passiva promoveu efeitos positivos sobre a dissolução tecidual. Esta linha de pesquisa já vinha sendo estudada por outros autores, havendo indicativos de há um reforço no debridamento

pelo NaOCl quando o mesmo é ativado pelo ultrassom e aumento de temperatura. (Richman *et al.*, 1957; Martin *et al.*, 1976; Cameron, *et al.* 1988; Burleson *et al.*, 2007).

Irala *et al.*, em 2010, avaliaram diferentes concentrações de NaOCl, associado ao EDTA, avaliando também as diferenças no pH antes e depois do experimento. Trinta polpas bovinas foram divididas em 90 fragmentos iguais. Cada fragmento foi imerso em soluções de NaOCl 1 %, NaOCl 2,5 %, NaOCl 1% + EDTA 17 %, NaOCl 1%+ EDTA 17 %, NaOCl 2,5% + EDTA 17 %, 2,5 % NaOCl + EDTA 17%. Quando as amostras foram capazes de dissolver o tecido, o tempo necessário para dissolução completa dos tecidos submetidos à análise estatística. O pH das soluções foi medido antes e depois da experiência. Apenas as amostras com 1% e 2,5% de NaOCl não combinado com EDTA e em volumes iguais (4 ml) foram capazes de dissolver o tecido em até 48 horas. O NaOCl poderia trocar íons com o EDTA, diminuindo sua capacidade de dissolução tecidual.

Stojicic *et al.*, também em 2010, realizou um estudo onde comparava a maioria das variáveis citadas nos trabalhos anteriores. Três soluções de hipoclorito de sódio de dois diferentes fabricantes em concentrações de 1%, 2%, 4%, e 5,8% foram testados à temperatura ambiente, 37 ° C, e 45 ° C, com e sem agitação por ultrassom, energia sônica e pipetagem. Água Destilada foi usado como controle. Pedacos de tecido muscular de bovinos (68±3 mg) foram colocados em 10 mL de cada solução durante cinco minutos. Em amostras selecionadas, a agitação foi realizada por um, dois ou quatro períodos de 15 segundos por cada minuto. As amostras de tecido foram pesadas antes e após o tratamento, e a percentagem de perda de peso era calculada. O ângulo de contato na dentina das três soluções em concentrações era medido. Foi encontrada uma maior dissolução para as maiores concentrações. As temperaturas mais altas e agitação aumentaram consideravelmente a eficácia de hipoclorito de sódio. O efeito da agitação sobre a dissolução do tecido foi maior do que a temperatura, a agitação contínua resultou na dissolução mais rápida do tecido. As soluções de NaOCl com a adição de agente ativo de superfície teve o menor ângulo de contato em dentina e foi mais eficaz na dissolução dos tecidos em todas as situações experimentais. Assim, os autores concluíram que otimizando a concentração, temperatura, fluxo e tensão superficial pode ocorrer melhora da eficácia de dissolução de tecidos por soluções de NaOCl de até 50 vezes.

Já em 2012, trabalho realizado por Clarkson *et al.*, mostrou que não houve diferença estatística entre os tempos de dissolução de qualquer das soluções de Hipoclorito com ou sem surfactantes. Os autores trabalharam com 20 amostras de tecido pulpar de porcos, os quais foram imersos em 20 alíquotas individuais de 25 ml de cada uma das quatro soluções de NaOCl 1% e 4% e observados até a dissolução estar completa. O tempo de dissolução de cada amostra foi determinada por cronômetro.

De-Deus *et al.*, em 2013, realizou estudo onde 22 pares de dentes recém extraídos vitais com anatomia semelhante foram radiograficamente emparelhados . Em um dente de cada par, foi usada uma solução de NaOCl a 5,25%, com reduzida tensão de superfície, no outro, foi usada uma solução pura de NaOCl a 5,25%. A solução com uma tensão de superfície reduzida não foi melhor na capacidade de dissolver tecido pulpar vital em canais radiculares ovais. Quanto mais próxima do ápice, a dissolução de tecidos da polpa foi menos eficiente, independentemente da solução.

Assim, diante de todos estes estudos pode-se notar que a capacidade de dissolução tecidual é dependente de diversas variáveis como a concentração da solução empregada, pH, volume da solução, agitação e troca da solução, área de superfície de tecido exposto à solução, tempo de exposição e temperatura. Porém ainda não há uma definição do tempo e volume necessários para que a dissolução seja completa, e se o volume capaz de chegar às áreas de difícil acesso do sistema de canais radiculares poderia promover a dissolução de tecidos contidos nestes locais.

3. OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo analisar o tempo e o volume necessário de Hipoclorito de Sódio nas concentrações de 1%; 2.5% e 5.25% para a completa dissolução de uma massa pré-estabelecida de tecido pulpar de dentes bovinos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas polpas de 400 dentes bovinos recém-extraídos obtidos no frigorífico Angelelli Ltda, na cidade de Piracicaba, estado de São Paulo. Os dentes foram limpos e as coroas cortadas com auxílio de discos de Carborundum (Labordental) montados em peça reta. O tecido pulpar de 400 dentes foi exposto e cuidadosamente removido com auxílio de pinças. Após ser removido, o tecido pulpar foi pesado em balança de precisão (EK-iLEW-i) e amostras de 0,20 g foram padronizadas. Polpas com peso inferior a esse foram descartadas e polpas com peso superior tiveram partes removidas até atingir o peso proposto. Foram excluídas também polpas que se fragmentaram durante o processo de remoção. O peso de 0,20 g de tecido pulpar foi escolhido por ser a média obtida de 50 amostras previamente retiradas e pesadas.

Três amostras de tecido pulpar foram colocadas separadamente em frascos de vidro âmbar e acrescidas de solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) na concentração de 5,25%, com pH controlado 11. As amostras foram imersas inicialmente em 1 ml de NaOCl 5,25% e mantidas sob agitação a 37° C. As mesmas foram analisadas visualmente até que todo o tecido fosse dissolvido. O tempo necessário para que ocorresse essa dissolução foi cronometrado e anotado.

Das três amostras analisadas, foi calculada uma média para definir o tempo necessário para dissolução total do tecido de acordo com o volume determinado. O período máximo de observação foi padronizado em 30 minutos. A cada novo ciclo, o tecido pulpar foi imerso em uma solução de NaOCl com o aumento de 1 mL da solução de hipoclorito, até que o volume necessário não alterasse mais o tempo de dissolução do tecido. Remanescentes de tecido pulpar não totalmente dissolvidos em até 30 minutos, foram retirados do frasco e pesados.



Figura 1 - Polpa bovina inicialmente pesada



Figura 2 - Polpa cortada para obtenção do peso padronizado



Figura 3 - Polpa sendo colocada em frasco âmbar contendo solução de Hipoclorito de Sódio

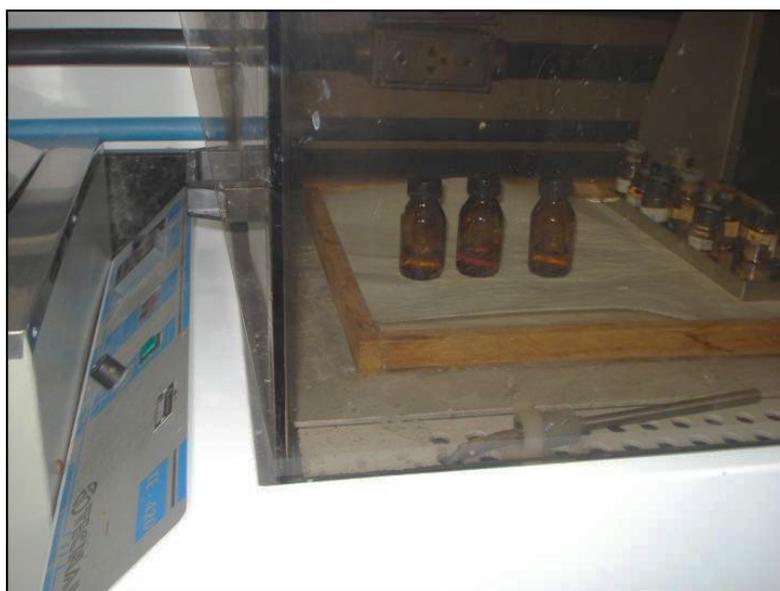


Figura 4 - Polpas sob agitação e temperatura constantes, em observação da dissolução tecidual

Estes procedimentos foram repetidos para cada concentração de NaOCl estudada (1%, 2,5%, 5,25%), sendo encontrado para cada concentração, o volume em que o tempo de dissolução tecidual se tornara constante.

5. RESULTADOS

5.1. Hipoclorito de Sódio 5,25%

Foram realizadas 16 repetições com a solução de NaOCl 5,25%, iniciando com o volume de 1 ml e terminando com o volume de 16 mL, quando foi constatado um padrão de tempo de dissolução constante, em média 22,56 minutos. Os volumes de 1mL a 3mL não foram capazes de promover dissolução tecidual em todo o tecido pulpar analisado no período de 30 minutos.

A dissolução tecidual total da polpa foi observada somente a partir do volume de 4 mL de NaOCl 5,25%, em que foi observada dissolução de todo o tecido pulpar em uma das 3 amostras, após 29 minutos de imersão sob agitação à 37 °C.

Tabela 1 – Tempo de dissolução tecidual em minutos em função do volume de NaOCl 5,25% em mL.

Volume (mL)	Tempo de dissolução(min)		
	I	II	III
1	*	*	*
2	*	*	*
3	*	*	*
4	29	*	*
5	21,2	26	28,3
6	22,4	24	24,3
7	25,3	24	24
8	20,5	22,9	24,1
9	22	22,4	22,6
10	21,4	21,8	23
11	20,4	21,5	22
12	20	20,2	23
13	19.09	20.05	22.8
14	21,5	23	22.19
15	20,4	20,28	22,44
16	21,6	22	22,2

* Dissolução não observada no intervalo de tempo de 30 minutos

Tabela 2 – Média em minutos das três amostras testadas em relação ao tempo de dissolução tecidual em função do volume de NaOCl 5,25%.

Volume	Tempo (min)
1	*
2	*
3	*
4	*
5	25,16
6	23,56
7	24,43
8	22,5
9	22,33
10	22,06
11	21,3
12	21,06
13	20,79
14	22,76
15	22,4
16	21,93

* Dissolução não observada no intervalo de tempo de 30 minutos

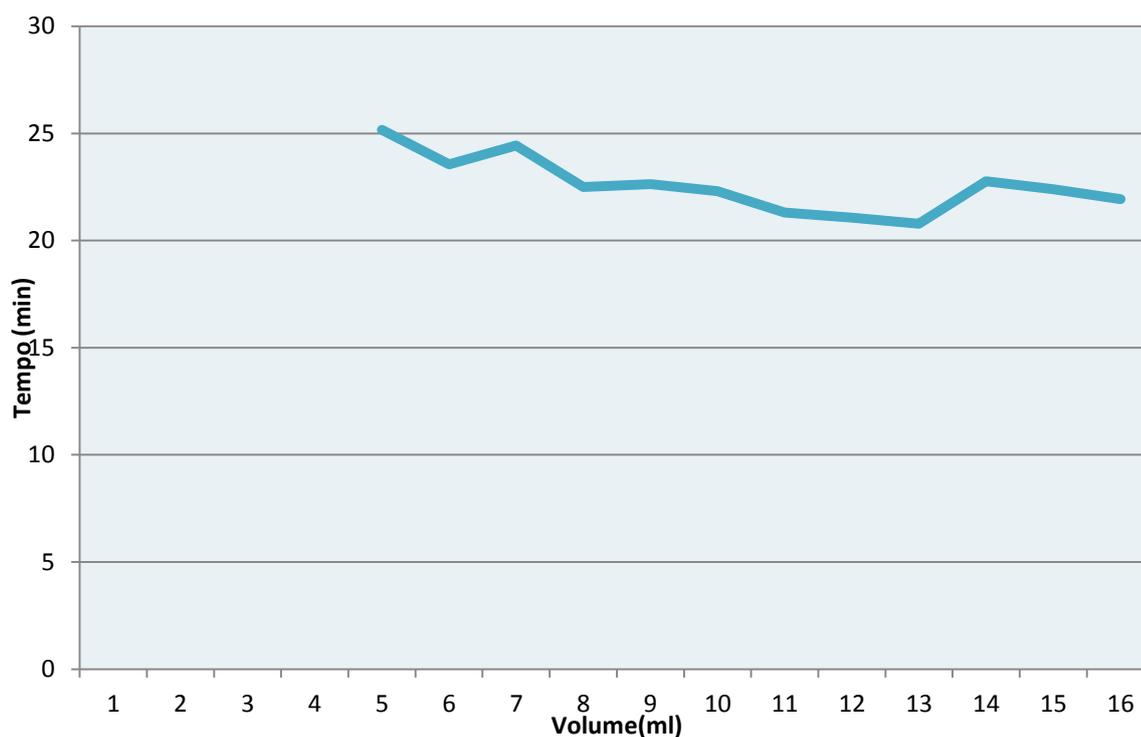
O remanescente tecidual em peso encontrado nestes volumes pode ser observado na tabela 3, em que notamos que com o aumento do volume de NaOCl há uma redução maior em massa de remanescente de tecido pulpar.

Tabela 3 – Massa (g) de tecido pulpar remanescente após contato com NaOCl 5,25% durante 30 minutos de acordo com volume em mL.

Volume (ml)	Massa (g)		
	I	II	III
1	0,03	0,09	0,07
2	0,01	0,05	0,01
3	0,01	0,02	0,03
4	0	0,01	0,01

O aumento do volume de NaOCl 5,25% mostrou uma relação proporcional em relação a dissolução do tecido pulpar, sendo volume e tempo inversamente proporcionais.

Gráfico 1: Tempo de dissolução tecidual total, em minutos, em função do volume de NaOCl 5,25%, em mL.



5.2. Hipoclorito de Sódio 2,5 %

Foram realizadas 20 repetições com a solução de Hipoclorito de Sódio 2,5%, iniciando com o volume de 1 mL e terminando com o volume de 20 mL, quando foi constatado um padrão de tempo de dissolução constante, em média 27,91 minutos. Os volumes de 1mL a 13mL não foram capazes de promover dissolução tecidual em todo o tecido pulpar analisado no período de 30 minutos.

A dissolução tecidual total da polpa foi observada somente a partir do volume de 14 mL de NaOCl 2,5% , em que foi observada dissolução de todo o tecido pulpar em uma das 3 amostras , após 28 minutos de imersão sob agitação à 37 °C.

Tabela 4 - Tempo de dissolução tecidual em minutos em função do volume de Hipoclorito de Sódio 2,5 % em ml.

Volume	Tempo de dissolução		
	I	II	III
1	*	*	*
2	*	*	*
3	*	*	*
4	*	*	*
5	*	*	*
6	*	*	*
7	*	*	*
8	*	*	*
9	*	*	*
10	*	*	*
11	*	*	*
12	*	*	*
13	*	*	28
14	28,5	28	27,7
15	28	27,9	28,4
16	25,3	27,4	28,6
17	26,2	27	28,2
18	26	26,9	28
19	27	28	28,8
20	28	28,7	28

* Dissolução não observada no intervalo de tempo de 30 minutos

Tabela 5 - Média em minutos das três amostras testadas em relação ao tempo de dissolução tecidual em função do volume de hipoclorito de sódio 2,5%.

Volume(ml)	Tempo(min)
1	*
2	*
3	*
4	*
5	*
6	*
7	*
8	*
9	*
10	*
11	*
12	*
13	*
14	28,06
15	28,06
16	28,06
17	27,8
18	27,8
19	27,8
20	27,8

* Dissolução não observada no intervalo de tempo de 30 minutos

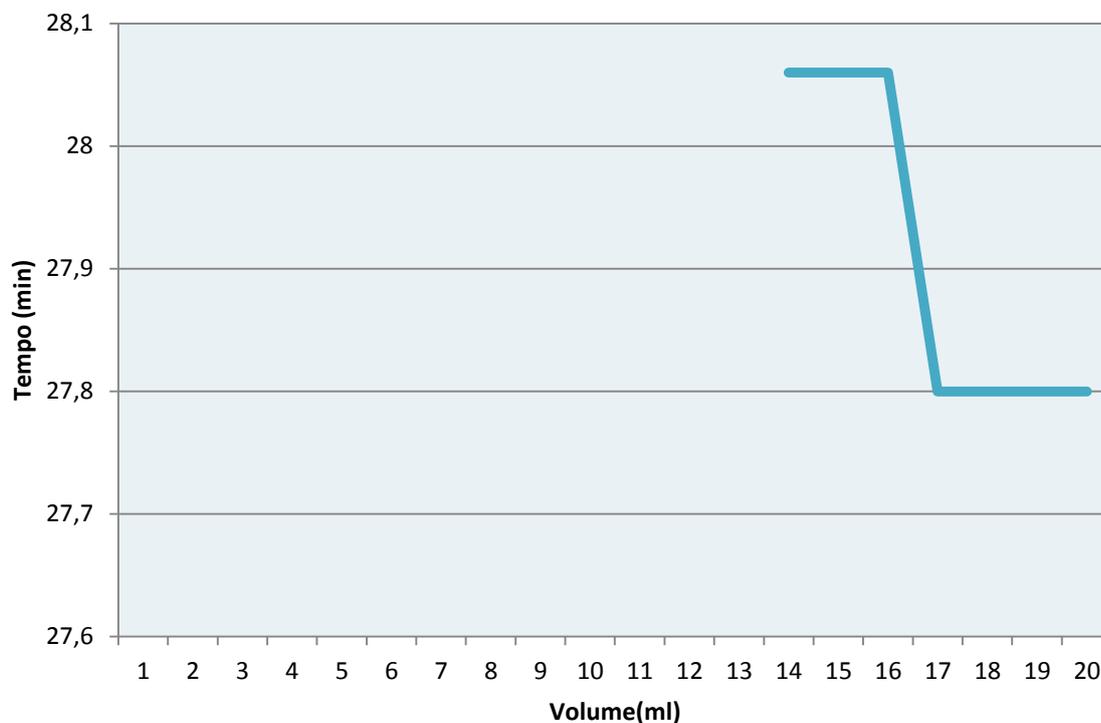
Foi possível encontrar remanescentes teciduais nos volumes de 1 ml a 13 ml , como demonstrado na tabela 6, onde notamos que com o aumento do volume de NaOCl há uma redução maior em massa de remanescente de tecido pulpar.

Tabela 6 - Massa, em gramas, de tecido pulpar remanescente após contato com hipoclorito de sódio 2,5% durante 30 minutos, de acordo com volume em ml.

Volume	Massa		
	I	II	III
1	0,10	0,11	0,08
2	0,08	0,10	0,05
3	0,09	0,06	0,07
4	0,08	0,06	0,05
5	0,05	0,05	0,03
6	0,03	0,03	0,03
7	0,02	0,05	0,03
8	0,02	0,01	0,02
9	0,01	0,02	0,03
10	0,02	0,01	0,03
11	0,03	0,02	0,01
12	0,02	0,02	0,03
13	0,02	0,01	0

* Dissolução não observada no intervalo de tempo de 30 minutos

Gráfico 2: Tempo de dissolução tecidual, em minutos, em função do volume de NaOCl 2,25%, em ml.



4.3. Hipoclorito de Sódio 1%

Foram realizadas 26 repetições com a solução de NaOCl 1%, iniciando com o volume de 1 ml e terminando com o volume de 20 ml, sendo feita também uma repetição com 25 ml da solução estudada.

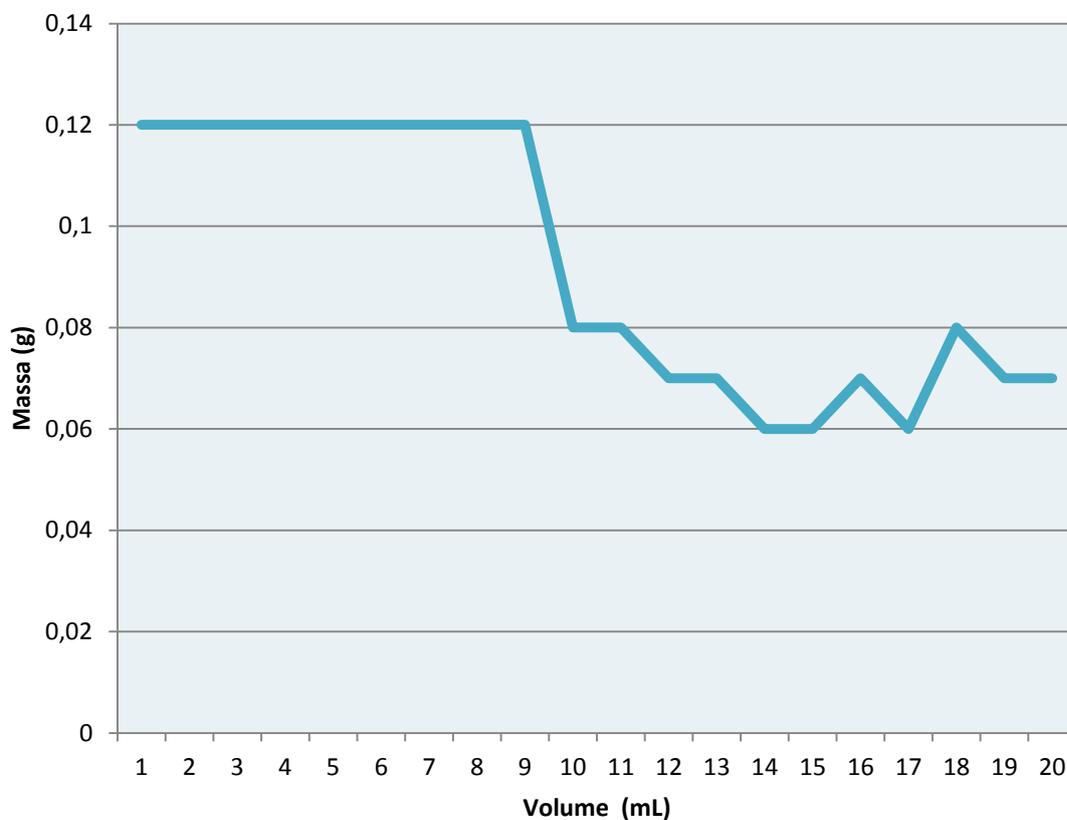
Para todos os volumes estudados não foi observada dissolução tecidual total em 30 minutos.

Assim, para todos os volumes estudados foram encontrados ao final do período de observação remanescentes teciduais (tabela 7).

Tabela 7 - Massa, em gramas, de tecido pulpar remanescente após contato com hipoclorito de sódio 1% durante 30 minutos, de acordo com volume em ml.

Volume	Massa		
	I	II	III
1	0,16	0,12	0,08
2	0,12	0,08	0,12
3	0,09	0,08	0,09
4	0,08	0,1	0,08
5	0,07	0,12	0,08
6	0,08	0,06	0,13
7	0,11	0,07	0,11
8	0,1	0,08	0,06
9	0,08	0,11	0,07
10	0,08	0,07	0,1
11	0,1	0,08	0,07
12	0,05	0,08	0,08
13	0,04	0,11	0,08
14	0,06	0,07	0,07
15	0,06	0,08	0,06
16	0,06	0,08	0,08
17	0,08	0,05	0,07
18	0,06	0,08	0,1
19	0,09	0,06	0,07
20	0,07	0,08	0,06
25	0,07	0,05	0,06

Gráfico 3: Média de massa de tecido pulpar (em mg), em função do volume (em ml) de Hipoclorito de Sódio 1%



Como pode ser observado no gráfico 3, o aumento do volume da solução de NaOCl 1% proporcionou uma maior dissolução tecidual, entretanto mesmo em volumes mais elevados, como 20 ml, essa dissolução não ocorre por completo.



Figura 5- Comparação entre uma amostra de tecido pulpar bovino de 0,20 g e uma amostra de tecido pulpar bovino após 30 minutos em contato com NaOCl 1%

4.4. Comparação entre as concentrações

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística pelo método Anova One way, seguido do teste de Tukey ($\alpha=0,05$), em que as três concentrações estudadas foram comparadas quanto ao tempo de dissolução tecidual, sendo excluídos os volumes de 17 a 20ml de NaOCl 2,5% , para melhor comparação entre as amostras.

Tabela 8: Comparação entre a média de tempo de dissolução tecidual, em minutos, em função de volume, em ml, e concentração de Hipoclorito de Sódio

Volume	Hipoclorito de Sódio	Hipoclorito de Sódio	Hipoclorito de Sódio 1%
	5,25%	2,5%	
1	*	*	*
2	*	*	*
3	*	*	*
4	29 A	*	*
5	27,15(± 1,62)AB	*	*
6	23,56(±1,02)BCD	*	*
7	24,43(±0,75)BC	*	*
8	22,5(±1,83)CD	*	*
9	22,63(±0,25)CD	*	*
10	22,3(±0,81)CD	*	*
11	21,3(±0,81)CD	*	*
12	21,06(±1,67)CD	*	*
13	20,64(±1,92)Db	28Aa	*
14	22,56(±0,92)CDb	28,06(±0,40)Aa	*
15	21,03(±1,19)CDb	28,1(±0,26)Aa	*
16	21,93(±0,30)CDb	27,1(±1,67)Aa	*

*Dissolução tecidual não observada em 30 minutos

a e b : utilizados na horizontal significam diferença entre as concentrações ($p < 0,05$)

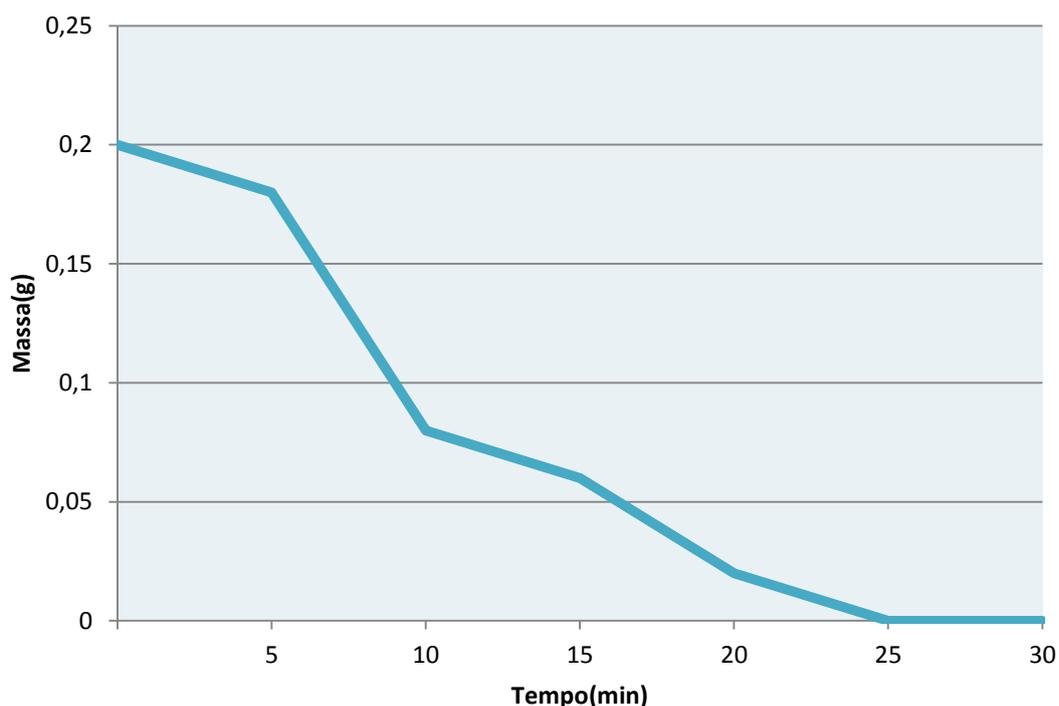
A : maiúsculas diferentes na coluna significam diferença estatisticamente significativa entre os volumes ($p < 0,05$)

Foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre a solução de NaOCl 5,25% e 2,5%, sendo que a primeira tem uma maior velocidade de dissolução tecidual. Além disso, há diferença estatisticamente significativa entre diferentes volumes de NaOCl 5,25%, o que não foi encontrado para solução de concentração 2,5%. A partir do volume de 4 ml, quando a dissolução tecidual se inicia para o NaOCl 5,25%, até o volume de 7ml desta solução, o aumento de volume tem ação estatisticamente significativa sobre o tempo de dissolução tecidual, entretanto entre os volumes 8 e 12 ml, não há diferença.

4.5 Analise do padrão de dissolução tecidual

Buscando analisar o padrão de dissolução tecidual, uma amostra de tecido pulpar com 0,2 g de massa foi colocada em contato com 16 mL de NaOCl 5,25%, e mantida sob agitação e temperatura constantes, durante o período de 30 minutos, sem a realização de trocas de solução. A amostra foi pesada a cada 5 minutos, sendo encontrados os resultados no gráfico abaixo:

Gráfico 3: Curva de dissolução tecidual da solução Hipoclorito de Sódio 5,25%, em função de massa, em gramas, e tempo, em minutos.



A curva de dissolução tecidual indica que esta ocorre de forma mais acelerada nos 10 primeiros minutos, dissolvendo 75% da amostra de tecido pulpar, e torna-se mais lenta nos minutos restantes.

6. Discussão

Dentre as opções de substâncias químicas auxiliares propostas para uso em Endodontia, destaca-se o hipoclorito de sódio, que tem sido utilizado há um longo período como irrigante do canal radicular, em diferentes concentrações. Esta utilização é defendida pelas boas propriedades físico-químicas desta solução, entre as quais podemos citar a ação lubrificante durante a instrumentação, atividade antimicrobiana e dissolução tecidual (Abou-rass & Piccino, 1982). A capacidade de dissolução tecidual pode ser considerada a propriedade de maior impacto da solução quando comparada a outras substâncias químicas auxiliares como a Clorexidina gel (Naenni e Zehnder, 2004).

Entretanto, estudos têm indicado que variáveis como concentração, tempo de contato e volume utilizado alteram a capacidade de dissolução tecidual da solução (Thé, 1979; Okino 2004).

Quando analisamos a primeira variável citada, a concentração da solução, podemos notar que quanto maior a concentração utilizada, maior a capacidade de dissolução tecidual, o que se demonstra com maiores velocidades de dissolução tecidual, estatisticamente significativa, para as soluções mais concentradas. Estes resultados estão de acordo com estudos anteriores, que demonstraram que as concentrações mais altas de NaOCl geram maior dissolução de tecido (Hand et al, 1978; Abou-Rass & Oblesby, 1981)

A solução de NaOCl 5,25%, quando comparada a soluções de concentrações menores, demonstra uma maior efetividade de dissolução tecidual, entretanto, foi encontrado que há a necessidade de um volume mínimo de 4 ml para que a mesma solução atue dissolvendo completamente 0,2 g de tecido pulpar bovino, volume que também foi apontado por estudo de Irala *et al* em 2010. Já a segunda concentração analisada neste estudo, NaOCl 2,5%, também demonstrou capacidade de dissolução tecidual em 30 minutos de observação, entretanto, foi

necessário a quantidade mínima de 14 mL para que ocorresse a dissolução de todo o tecido pulpar.

Outro fator importante é que apesar do aumento de volume de solução ser inversamente proporcional ao tempo de dissolução tecidual, este se manteve elevado, para todas as concentrações estudadas. O NaOCl 5,25% precisou em média de 22,56 minutos de contato direto com o tecido pulpar bovino para dissolvê-lo completamente, apresentando diferenças estatisticamente significantes entre volumes menores (4 a 7mL). Para volumes maiores (8 a 16 mL), não foi observado diferença estatisticamente significativa. Assim, sugere-se que a partir de determinado volume de solução há estabilidade no tempo de dissolução tecidual, sendo que ao aumentar-se o volume não há ganho significativo de velocidade de dissolução tecidual.

Estes valores de tempo demonstram a necessidade de um considerável período de tempo de contato entre solução e polpa para a dissolução completa de tecido pulpar. Entretanto, a troca de soluções poderia melhorar a efetividade da solução, como sugerido no estudo de Stojicid *et al.*, onde trocas constantes de solução irrigadora potencializaram o efeito de dissolução tecidual do NaOCl .

A dissolução tecidual observada durante a realização deste estudo demonstrou certo padrão de diminuição de massa em função do tempo de contato direto, no qual foi possível observar que nos primeiros minutos de contato com a solução, a dissolução tecidual ocorre de forma mais rápida, tendendo a diminuir em velocidade a medida que tempo passa. Estes padrões de dissolução tecidual, somado aos resultados que indicam existência de uma necessidade de elevado tempo de contato entre NaOCl e tecido pulpar, indicam que o simples contato direto entre solução e tecido não apresentaria alta efetividade, sendo que apesar de uma maior dissolução ocorrer nos minutos iniciais de contato, o potencial de dissolução tecidual vai sendo reduzido à medida que o tempo passa, tornando assim a dissolução tecidual demorada.

Este fato, pode estar relacionado com as reações químicas de saponificação que ocorrem entre o NaOCl e o substrato (tecido pulpar). Nesta reação, quando o NaOCl entra em contato com o material orgânico, há hidrólise de proteínas que são convertidas em aminoácidos ,e de lipídios que são convertidos em

ácidos graxos livres (Abou-rass & Piccino, 1982; Baumgatner & Cuenin, 1992). A medida que esta reação vai ocorrendo, o NaOCl vai se dissociando e a atividade de dissolução tecidual vai sendo reduzida (Stojicic *et al.*, 2010). Durante uma reação química, a velocidade de uma reação deve ser entendida como a mudança de concentração de um reagente ou produto dividido pelo intervalo de tempo no qual a mudança ocorre, sendo que em um sistema fechado não é possível repor os reagentes e a reação tende ao equilíbrio químico (King, 1968).

Assim, devido ao consumo dos reagentes e sua influência sobre a velocidade de reação química, sugere-se que a constante troca de solução irrigadora durante os procedimentos endodônticos traria maior velocidade e potencial de dissolução tecidual quando comparado ao simples contato entre NaOCl e tecido pulpar

Este volume mínimo de solução encontrado e necessidade de trocas constantes, nos leva a refletir se locais de difícil acesso para a instrumentação mecânica, tais como istmos e reentrâncias, irão receber menores volumes de solução, e se estes volumes terão real capacidade de dissolução do tecido pulpar por simples contato direto com solução.

Mesmo tendo sido observada uma dissolução do tecido no contato direto de uma solução de hipoclorito de sódio, alguns estudos mostram que quando anatomia do canal é complexa, o NaOCl torna-se menos eficaz na dissolução de tecidos orgânicos e, em alguns casos, é possível observar nenhuma dissolução de tecido nas áreas anatômicas de difícil acesso (Siqueira *et al.*, 1997; Marcheson *et al.*, 2003; Gutars *et al.*, 2005; Dametto, 2006; Burleson *et al.*, 2007; Susen *et al.*, 2010). Estudo publicado em 2013, por Zaia *et al.*, no qual o presente trabalho foi incluído como parte do estudo, avaliou-se também o efeito da dissolução do NaOCl em diferentes concentrações na porção apical da raiz mesial de molares inferiores humanos com istmos. Foi demonstrado que o NaOCl, mesmo sendo um solvente de tecido, não é competente para dissolver restos de tecido pulpar no istmo raiz durante o tratamento endodôntico. Mesmo quando foi usada a concentração de 5,25%, foi observada a presença de tecido pulpar em áreas em que os instrumentos endodônticos não alcançaram para a limpeza física.

Além disso, apesar da superioridade desta maior concentração na dissolução por contato direto, a solução de NaOCl 5,25% deve ser utilizada com cautela, visto que altas concentrações são potencialmente tóxicas para os tecidos periapicais e oferecem risco de acidentes (Mehra *et al.*, 2000; Gemhardt *et al.*, 2004; Barnhart *et al.*, 2005).

Se aceitarmos que o hipoclorito de sódio pode ser incapaz de dissolver o tecido em áreas irregulares, como os istmos dos canais, e tem potencial para causar ferimentos durante o tratamento endodôntico, e que o sucesso do tratamento endodôntico possa não ser diretamente dependente da completa remoção de tecido pulpar dos canais radiculares, visto o elevado índice de sucesso dos tratamentos endodônticos, talvez os endodontistas possam considerar outras substâncias químicas auxiliares, que têm boas propriedades antimicrobianas e oferecem menores riscos para os pacientes, sem a necessidade de um volume ou tempo mínimo de contato.

7. Conclusão

- Maiores concentrações de hipoclorito de sódio apresentam maior velocidade de dissolução tecidual;
- A velocidade de dissolução tecidual aumenta em função do volume até um ponto de equilíbrio em que se torna constante;
- O intervalo de tempo de dissolução tecidual é elevado para todas as concentrações;
- A dissolução tecidual é maior no início do contato direto;
- Menores volumes de solução de Hipoclorito de Sódio não são capazes de promover a dissolução do tecido pulpar, o que pode dificultar a dissolução tecidual em áreas de difícil acesso ao tratamento endodôntico,

8. Bibliografia

1. Abou-Rass M, Oglesby SW. The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *J Endod* 1981; 7:376.
2. Abou-Rass M, Piccino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral surge oral med oral pathol* 1982; 54(3):323-8
3. Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int Endod J* 2009; 42(1):59-65.
4. Andersen M, Lund A, Andreasen JO, Andreasen FM. In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *Endod Dent Traumatol* 1992; 8:104–8.
5. Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, Seltzer S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigation solutions. *J Endod* 1975 ; 1(4):127–35.
6. Barret MT. The Dakin carrel antiseptic solution. *Dent Cosmos* 1917; 59(4): 446-8.
7. Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod.* 1992; 18(12):605–12.
8. Borin G, Becker AN, Oliveira EPM. *Revista de Endodontia Pesquisa e Ensino On Line* 2007;3(5).
9. Bruzadelli RR. Avaliação da efetividade do Hipoclorito de Sódio 5.25% e Clorexidina Gel 2% na remoção de Pré-dentina em áreas não instrumentadas de canais radiculares de incisivos inferiores, estudo in vitro. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 2006; 71p. Dissertação (Doutorado) - Doutorado em Clínica Odontológica, Área de Endodontia, Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2006.
10. Barnhart BD, Chuang A, Lucca JJ, et al. An in vitro evaluation of the cytotoxicity of various endodontic irrigants on human gingival fibroblasts. *J Endod* 2005; 31:613–5.

11. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of and/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod* 2007; 33(7):782-7
12. Bystron A, Sunqvist G. Bacteriological evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg* 1983; 18:35-60
13. Callahan JR. Sulfuric acid for opening root-canals. *Dent Cosmos* 1894;36 (12):957-959
14. Clarkson RM, Moule AJ. Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. *Aust Dent J* 1998; 43:250–6.
15. Clarkson RM, Moule AJ, Podlich H, Kellaway R, Macfarlane R, Lewis D, et al. Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solution of varying compositions and concentrations. *Aust Dent J* 2006; 51(3):245-51.
16. Clarkson RM, Kidd B, Evans GE, Moule AJ. The effect of surfactant on the dissolution of porcine pulpal tissue by sodium hypochlorite solutions. *J Endod* 2012; 38(9):1257-60.
17. Christensen CE, McNeal SF, Eleazer P. Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *J Endod* 2008; 34(4):449-52.
18. Coolidge ED. The diagnosis and treatment of conditions from diseased dental pulps. *J Am Dent Assoc* 1919; 6:337-349.
19. Cunningham WT, Balekjian BA. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral pathology* 1980; 49:175-177
20. Dakin HD. The use of certain antiseptic substances in the treatment of infected a. wounds. *Brit Med J* 1915; 2(2):318-20.
21. Dametto FR. Estudo in vitro da atividade antimicrobiana imediata e mediata da clorexidona gel 2% usada como irrigante endodôntico contra *Enterococcus faecalis*. Piracicaba, FOP-UNICAMP, 2002.87p. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Clínica Odontológica, Área de Endodontia, Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2002.
22. De-Deus G, de Berredo Pinho MA, Reis C, Fidel S, Souza E, Zehnder M. Sodium hypochlorite with reduced surface tension does not improve in situ pulp tissue dissolution. *J Endod*. 2013; 39(8):1039-43.

23. Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gul K. Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5,25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. *J Endod* 2004; 30(2):84-7.
24. Estrela CR, Estrela C, Reis C, Bammann LL, Pécora JD. Control of microorganisms in vitro by endodontic irrigants. *Braz Dent J* 2003; 14(3):187-92.
25. Ferraz CC, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as endodontic irrigant. *J Endod* 2001; 27(7):452-5.
26. Gernhardt CR, Eppendorf K, Kozlowski A, et al. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *Int Endod J* 2004;37:272-80.
27. Grossman, LI.; Meiman, BW. Solution of pulp tissue by chemical agents. *J Am Dent Assoc* 1941; 28(2):223-225
28. Gordon TM, Damato D, Christner P. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite as a root canal irrigant. *J Endod* 1981; 7(10):466-9.
29. Gutarts R, Nustein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod.* 2005; 31(3):166-70.
30. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod* 1978; 4(2):60-4
31. Harrison Wagner GW, Henry CA. Comparison of the antimicrobial effectiveness of regular and fresh scent Clorox. *J Endod* 1990; 16(7):328-30.
32. Irala LE, Grazziotin-Soares R, Salles AA, Munari AZ, Pereira JS. Dissolution of bovine pulp tissue in solutions consisting of varying NaOCl concentrations and combined with EDTA. *Braz Oral Res* 2010; 24(3):271-6.
33. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965; 20:340-9.
34. King, EL. Como se processam as reações químicas: introdução a cinética química e aos mecanismos de reação, 1968; 98 pg.

35. Koskinen KP, Stenvall H, Uitto VJ. Dissolution of bovine pulp tissue by endodontic solutions.. Scand J Dent Res 1980; 88(5):406-11.
36. Grossman LI, Meiman, W. Solution of pulp tissue by chemical agents. J. Amer. dent Ass 1941; 28(2):223-5.
37. Grossman, LI. Irrigation of root canals. J. Amer dent Ass 1943; 30(123):1915-7.
38. Louis I. Grossman, Benjamin W. Meiman. Solution of pulp tissue by chemical agents. J Endod 1982; 8:10-12.
39. Mehra P, Clancy C, Wu J. Formation of a facial hematoma during endodontic a. therapy. J Am Dent Assoc 2000; 131:67–71.
40. Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endod J 1982; 15:187–96.
41. Marchesan MA, Arruda MP, Silva Souza YTC, Saquy PC, Pécora JD, Sousa Neto MD. Morphometrical analysis of cleaning capacity using nickel-titanium rotatory instrumentation associated with irrigating solutions in mesio-distal flattened root canals. J Appl Oral Sci 2003; 11(1):55-9.
42. Moorer, w. R.; Wesselink, P. R. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endod 1882; 15(4): 187-196.
43. Naenni N., Thoma K., Zehnder M .Soft Tissue Dissolution Capacity of Currently Used and Potential Endodontic Irrigants, J Endod 2004; 30(11):785-78
44. Nakamura H, Asai K, Fujita H, Nakazato H, Nishimura Y, Furuse Y, Sahashi E. The solvent action of sodium hypochlorite on bovine tendon collagen, bovine pulp, and bovine gingiva. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1985; 60(3):322-6.
45. Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JAP. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate an chlorhexidine digluconate gel. Int Endod J 2004; 37:38-4
46. Peters AO, LAib A, Gohring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high - resolution computed tomography , J Endod 2001; 27:1-6
47. Pécora, J.D.; Souza N M.D.; Estrela, C. Soluções auxiliares do preparo do canal radicular. In: Estrela, c.; Figueiredo, J. Ver P. Endodontia: princípios biológicos e mecânicos. São Paulo: Artes Médicas, 1999, cap.16, p. 553-569.

48. Peters OA, Laib A, Goehring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod* 2001; 27: 1–6.
49. Rossi-Fedele G, De Figueiredo JA. Use of a bottle warmer to increase 4% sodium hypochlorite tissue dissolution ability on bovine pulp. *Aust Endod J* 2008; 34(1):39-42.
50. Rosenfeld EF, Jarues GA, Burch BS. Vital pulp tissue response of sodium hypochlorite. *J Endod* 1978; 4(5): 140-6.
51. Spanó JC, Barbin EL, Santos TC, Guimarães LF, Pécora JD. Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physico-chemical properties of resulting liquid. *Braz Dent J* 2001; 12(3):154-7.
52. Vianna ME, Gomes BP. Efficacy of sodium hypochlorite combined with chlorhexidine against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107(4):585-9.
53. Stojcic S., Zivkovic S., Qian W., Zhang H., Haapasalo M. Tissue Dissolution by Sodium Hypochlorite: Effect of Concentration, Temperature, Agitation, and Surfactant – *Int J Endod* 2010; 36:9-9.
54. Sena NT. Estudo in vitro da atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio e da clorexidina usados como substâncias químicas auxiliares frente a biofilmes de espécie única. Piracicaba, SP: FOP-UNICAMP, 2004. 165 p. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Clínica Odontológica, Área de Endodontia, Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2004.
55. Siqueira JF Jr, Araújo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod* 1997; 23(8):499-502.
56. Spanó, JCE. Estudo "in vitro" das propriedades físico-químicas das soluções de hipoclorito de sódio, em diferentes concentrações, antes e após a dissolução de tecido pulpar bovino. Ribeirão Preto Usp, 1999, 96p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1999.
57. Susin L, Liu Y, Yoon JC, Parente JM, Loushine RJ, Ricucci D, et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J* 2010; 43(12):1077-90.

58. Thé, S. D. The solvent action of sodium hypochlorite on fixed and unfixed necrotic tissue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1979; 47(6):558-561.
59. Trepagnier CM, Madden RM, Lazzari EP. Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. *J Endod* 1977; 3(5): 194-6.
60. Walker A. A definite and dependable therapy for pulpless teeth. *JADA*. 1936; 23(2):1418-25.
61. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endod* 1983; 9(4):137-142.
62. Zaia AA, Silva EJNL, Gomes AC, Moreira DM. A Capacidade de dissolução tecidual do hipoclorito de sódio é realmente confiável? Um estudo in vivo e ex vivo. *Dental Press Endod* 2013; 3(2)24-9.
63. Zehnder, M. et al. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 94(6):756-762.
64. Zehnder M . Root Canal Irrigants, *J Endod* 2006; 32(5):389-398.