



1290005245

TCE/UNICAMP  
R448s  
FOP

RICARDO CEZAR RIGACCI  
*Cirurgião Dentista*

SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES:  
*Clorexidina X 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  
2007

RICARDO CEZAR RIGACCI

42030

*Cirurgião Dentista*

**SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES:**

*Clorexidina X 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.

Orientadora: Profa. Adriana de Jesus Soares

396

**UNICAMP / FOP  
BIBLIOTECA**

PIRACICABA

2007

Unidade FOP/UNICAMP	
N. Chamada	R448s
Vol.	Ex.
Tombo BC/	

Unidade - FOP/UNICAMP  
TCE/UNICAMP  
R. 448s Ed.  
Vol. Ex.  
Tombo 5245  
C  D   
Proc. 16 P. 134/2010  
Preço R\$ 11,00  
Data 15/12/10  
Registro 777760

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**  
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

R448s	<p>Rigacci, Ricardo Cezar.  Substâncias químicas auxiliares: clorexidina X hipoclorito de sódio. / Ricardo Cezar Rigacci. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2007. 63f.</p> <p>Orientadores: Francisco José de Souza Filho, Adriana de Jesus Soares.</p> <p>Monografia (Especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Endodontia.. I. Souza Filho, Francisco José de. II. Soares, Adriana de Jesus. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.</p> <p align="right">(mg/fop)</p>
-------	---

Agradeço em especial a Deus pela saúde e o bem estar em poder estar realizando este trabalho.

Dedico esse trabalho à minha namorada Rose, aos meus pais Mário e Maria Inês pela compreensão dos momentos ausentes e pelo constante apoio.

Agradeço também a todos os professores da disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba pela dedicação e carinho.

## AGRADECIMENTOS

Aos Professores Dr. Francisco José de Souza-Filho e ao Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia, pela participação direta neste passo gigantesco a caminho de nosso engrandecimento, nos ensinamentos que nós foram dados.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba FOP na pessoa do seu Diretor, Prof. Dr. Francisco Haiter Neto, onde tive a oportunidade de dar um importante rumo ao crescimento científico e profissional.

Gostaria de agradecer aos professores, colaboradores deste curso, em especial, a Prof.<sup>a</sup> Adriana de Jesus Soares e ao Prof.Dr. José Flávio Affonso de Almeida pela paciência e dedicação com os seus alunos.

Meus agradecimentos em especial a todos os alunos da turma de Especialização em Endodontia que juntos, formamos uma família.

“Ver com os próprios olhos, sentir e julgar sem sucumbir à fascinação da moda, poder dizer o que se viu o que se sentiu, com um estilo preciso ou por uma expressão artisticamente cinzelada... que maravilha!”

*Albert Einstein*

## SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRAT	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 CLOREXIDINA	26
2.2 HIPOCLORITO DE SÓDIO	31
2.3 CLOREXIDINA X HIPOCLORITO DE SÓDIO	42
DISCUSSÃO	48
CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

## RESUMO

O papel dos microorganismos no desenvolvimento das alterações inflamatórias periapicais tem sido claramente demonstrado em diversos estudos. Os mecanismos de defesa do hospedeiro dificilmente atingem as bactérias que se estabelecem no sistema de canais radiculares, assim as infecções endodônticas devem ser tratadas por procedimentos mecânicos com auxílio de substâncias químicas. O controle da infecção endodôntica é alcançado mediante as observações do controle de assepsia, do preparo químico mecânico do canal radicular, obturação hermética e selamento coronário. O hipoclorito de sódio é o irrigante endodôntico mais usado na terapia endodôntica. Encontrado nas concentrações de 0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%, onde quanto maior sua concentração maior a ação contra os microorganismos e maior será seu efeito tóxico, principalmente quando em contato com tecidos bucais e periapicais. Atribui-se ao hipoclorito de sódio a dissolução de tecidos orgânicos. A clorexidina gel na concentração de 2% quando usada como substância química auxiliar durante o preparo endodôntico, promove a redução da quantidade de microorganismos num período curto de tempo, não sendo tóxica aos tecidos bucais e periapicais. Na sua formulação gel, a clorexidina promove a lubrificação dos canais durante a instrumentação. Conclui-se durante essa revisão bibliográfica que a clorexidina gel e líquida principalmente na concentração de 2% tem um potencial para ser utilizada como substância química auxiliar durante os preparos de canais, nos casos de polpa viva ou polpa necrótica.

## ABSTRAT

Studies have shown the role of microorganisms in the development of periapical inflammatory changes. Mechanisms of evasion from the host defence show high resistance to bacteria located in the root canal system, thus endodontic infection has to be treated through mechanical procedure with the help of chemical. The control of endodontic infection is achieved with strict asepsis, chemomechanical preparation of the root canal, hermetic filling and coronal sealing. Sodium hypochlorite is the most used endodontic irrigant concerning endodontic therapy. It was found in the following concentrations: 0,5%, 1%, 2,5% and 5,25% and the bigger its concentration, the best performance against microorganisms and also the bigger its toxic effect will be, especially when in contact with mouth and periapical tissues. Studies attach importance to sodium hypochlorite concerning the dissolution of organic tissues. The chlorhexidine en gel formulation (2% concentration) when used as chemical during endodontics preparation promotes reduction of microorganisms number in a short period of time, not being toxic for mouth and periapical tissues. In gel formulation chlorhexidine provides root canal lubrication at the time of instrumentation. While revising this bibliography I came to the conclusion that the chlorhexidine in gel and liquid formulation especially in 2% concentration has potency to put to use as auxiliary chemical when preparing root canals, in case of vital pulp or necrotic pulp.

## 1. INTRODUÇÃO

A terapia endodôntica tem como principal objetivo a redução do número de microorganismos e a criteriosa limpeza do sistema de canal, pois no interior dos canais as células de defesa não podem alcançar os microorganismos, promovendo assim focos infecciosos de difícil acesso as células de defesa do organismo.

Nenhuma técnica endodôntica é capaz de limpar completamente restos de tecido pulpar, raspas de dentina e bactérias que se localiza, principalmente em irregularidades dos sistemas de canais radiculares, Baker *et al.* 1975.

A completa limpeza do sistema de canais radiculares é essencial para que ocorra o sucesso da terapia endodôntica, Weine (1989).

Durante muito tempo, a prática endodôntica foi realizada de forma empírica, onde o objetivo imediato era o alívio da dor, ocorrendo assim às práticas intermináveis de trocas de curativos, sem se preocupar com a correta limpeza dos canais radiculares.

Devido a grande complexidade dos sistemas de canais radiculares, nenhuma técnica seria capaz de por si só promover a adequada sanificação, por essa razão é necessário o uso de um irrigante como uma substância auxiliar ao preparo mecânico do sistema de canais.

A escolha de uma solução irrigadora não deve ser feita de forma aleatória. O parâmetro deve ser regido pelo caso clínico em questão, para que se obtenha o melhor resultado quanto à limpeza, sanificação e modelagem. É muito importante que o profissional reconheça as propriedades químicas da solução irrigadora eleita. Os meios químicos e físicos são auxiliares do meio mecânico, sendo que, o meio físico compreende a movimentação hidráulica do líquido circulante; entende-se por isso a irrigação-aspiração.

Busca-se na solução irrigante ideal, que ela seja principalmente de amplo espectro, tenha baixa toxicidade e sejam eficientes contra os principais patógenos presentes na infecção endodôntica. A substância química auxiliar deve também ter rápida eficiência, pois na endodontia moderna, os tratamentos endodônticos são realizados na sua grande maioria em uma única seção.

O irrigante deve promover a dissolução de tecidos orgânicos e inorgânicos, também deve possuir baixa citotoxicidade para não agredir os tecidos periapicais. Assim podemos sugerir como alternativa ao hipoclorito de sódio, a clorexidina, sendo esta, uma substância bactericida de amplo espectro, rápida ação e não tóxica aos tecidos periapicais e bucais.

Considerando todos esses aspectos desejáveis, diversas substâncias antimicrobianas têm sido propostas na tentativa de contribuir com a sanificação dos sistema de canais durante o preparo mecânico. Esse trabalho tem com objetivo revisar a literatura correspondente a clorexidina, nas formulações gel e líquida, e compará-la ao hipoclorito de sódio em suas diversas concentrações, substância essas, utilizadas como substâncias químicas auxiliares durante a realização da terapia endodontia. Iremos comparar sua efetividade contra os patógenos presentes nas infecções endodônticas, seu tempo de ação contra os diversos microorganismos e sua toxicidade em relação aos tecidos bucais e periapicais.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

A terapia endodôntica é realizada com o objetivo de evitar que a infecção presente no interior dos canais possam se disseminar para os tecidos periapicais e, conseqüentemente promover a reparação dos mesmos.

O processo da terapia endodôntica, consiste no esvaziamento dos canais radiculares que se destaca entre as demais fases operatórias, como um expressivo colaborador do êxito endodôntico. O processo se inicia com o esvaziamento do canal, na ação da solução química irrigadora, em conjunto com os instrumentos endodônticos. A interação entre os fatores físico-químicos e antimicrobianos da solução irrigadora auxiliar, com os fatores mecânicos envolvidos na modelagem, intensifica o processo de sanificação dos sistemas de canal, Bystrom & Sundqvist (1983).

Bystrom & Sundqvist (1981), avaliaram a eficácia antibacteriana da instrumentação mecânica na terapia endodôntica. A instrumentação e a irrigação com solução fisiológica reduzem bem o número de microorganismos em canais infectados. No entanto na maioria dos casos é necessário o emprego associado da modelagem do canal com o auxílio de uma solução com expressiva característica antimicrobiana.

As substâncias químicas auxiliares são utilizadas para a realização da terapia endodôntica com a finalidade de: A) promover a dissolução de tecidos orgânicos vivos ou necrosados; B) a eliminação ou a máxima redução possível de microorganismos; C) a lubrificação, a quelação de íons cálcio e a suspensão de detritos oriundos da instrumentação. Devem apresentar propriedades físicas e químicas que as qualifiquem para essas finalidades, além de promover uma alteração no pH do meio e controlar uma possível infecção em casos de pulpotomia, Estrela (2004).

Usadas durante a instrumentação dos canais radiculares, as substâncias químicas auxiliares desempenham ações químicas e físicas, concomitantemente, com a ação mecânica dos instrumentos endodônticos. Também podem ser utilizados após a instrumentação, para remover a "smear layer" das paredes do canal radicular. Podem ser utilizadas em forma de solução líquida, creme ou gel, sendo mais usualmente utilizada na forma líquida. Os requisitos, para que uma solução irrigante possa desempenhar de forma favorável seu papel durante a terapia endodôntica. São elas: tensão superficial, viscosidade, atividade de dissolução de tecidos orgânicos, atividade antimicrobiana, atividade quelante, atividade lubrificante e sua capacidade de promover a suspensão dos detritos presentes no interior dos canais Lopes & Siqueira (2004).

### Tensão Superficial:

Em uma solução líquida, as forças de atração entre as moléculas da superfície são maiores que as do interior. Isso ocorre porque, no interior do líquido, as moléculas estão cercadas por outras, na superfície. Há uma região de contato com o meio externo. A superfície do líquido se comporta como uma película elástica, que tende a minimizar sua área superficial. A essa película se atribuem às forças de tensão superficial, Lopes & Siqueira (2004).

A tensão superficial é uma propriedade característica de cada líquido, podendo variar com a temperatura e o tipo de superfície a ser contactada. Existem substâncias que em solução, são capazes de reduzir a tensão superficial de outras: são os agentes tensoativos, entre os quais se incluem os detergentes e o hipoclorito de sódio, Berbert *et al.* 1980.

Os sólidos exercem força de atração sobre as moléculas dos líquidos. Quando essa força é maior do que a tensão superficial do líquido, ocorre o fenômeno que chamamos de molhamento ou umectação daqueles pelo líquido, não ocorrendo se a força de atração for menor. Essa interação também explica a capilaridade, que é o poder de o líquido penetrar em tubos capilares ou entre suas superfícies próximas entre si.

A capilaridade que é inversamente proporcional à tensão superficial, mostra o comportamento do líquido em anfractuosidades, reentrâncias ou ramificações, que são comuns de serem encontradas devido às adversidades anatômicas dos sistemas de canais radiculares, Baker *et al.* (1975).

Guimarães *et al.* (1988), demonstraram em um estudo *in vitro*, e *in vivo*, que a tensão superficial das soluções químicas auxiliares, determina a profundidade de penetração da substância no interior dos canais, no qual quanto menor a tensão superficial de uma substância, maior será sua capacidade de umectação e penetração, ocorrendo um aumento na efetividade da limpeza das paredes dos canais radiculares durante o preparo químico-mecânico dos sistemas de canais radiculares.

### Viscosidade:

A viscosidade é a resistência ao movimento das moléculas de um fluido em escoamento, devido às forças de coesão intermolecular. Quando se tenta deslocar uma camada de líquido sobre outra, é necessário vencer a força de atração entre as moléculas.

Assim como a tensão superficial, a viscosidade diminui com o aumento da temperatura, Paiva & Antoniazzi, (1988).

Quando temos uma substância química muito viscosa, ela irá escoar com muita dificuldade, quando se faz o uso de uma cânula fina e longa, ocorrendo assim à formação de um jato líquido, com menor alcance e menor refluxo quando utilizados, diminuindo consideravelmente suas propriedades. Com o aumento da viscosidade da substância química auxiliar, também será reduzida a capacidade de penetração dessa substância entre as irregularidades anatômicas sempre presentes nos canais radiculares, Berbert *et al.* 1980.

A tensão superficial e a viscosidade das soluções químicas empregadas na terapia endodôntica têm o poder de influenciar as ações físicas e químicas, não apenas quando empregadas como substâncias químicas auxiliares durante a instrumentação, mas também quando utilizadas durante a irrigação e aspiração dos conteúdos remanescentes dos canais radiculares, Milano *et al.* 1983

### Capacidade de dissolução de tecidos orgânicos:

Uma substância química auxiliar deve promover a dissolução de tecidos orgânicos, sendo uma propriedade necessária na escolha da substância química auxiliar, no momento da instrumentação, sendo de grande importância durante o preparo químico-mecânico do canal radicular. Isto acontece para que se possa promover a remoção de restos de tecidos necróticos ou remanescente pulpar ainda com vitalidade, que possam estar ainda presentes no interior dos canais radiculares, Cunningham & Balekjian, 1980.

Os canais radiculares possuem uma complexa morfologia interna, formando assim verdadeiros sistemas de canal, inacessíveis à instrumentação, ocorrendo assim à necessidade de se explorar a capacidade de dissolução tecidual que a substância química pode apresentar, complementando assim a deficiência na instrumentação, seja ela mecânica ou manual. Durante o preparo químico mecânico do sistema de canal, todo o tecido pulpar, mesmo o tecido vital e não infectado deve ser removido durante a terapia endodôntica, para que esses remanescentes não sirvam de substrato a uma possível proliferação microbiana, Grossman & Meiman (1941).

A capacidade de dissolução tecidual de uma substância química auxiliar depende de vários fatores: relação entre o volume de solução e a massa de tecido orgânico a ser removido, a área de contato com os tecidos, o tempo de ação, temperatura da solução, agitação mecânica, a concentração da solução e a frequência da renovação da solução no interior dos sistemas de canais radiculares, visto que após sua saturação, suas propriedades tornam-se ineficazes, Lopes & Siqueira (2004).

### Ação lubrificante:

A substância química auxiliar deve promover uma ação lubrificante durante o uso dos instrumentos endodônticos. Os instrumentos endodônticos, assim como as paredes dentinárias, apresentam um grau acentuado de rugosidades diferentes quando observadas ao microscópio. Assim durante a instrumentação do canal há o contato físico apenas dos picos de rugosidades superficiais do instrumento com as rugosidades das paredes dentinárias, ocorrendo o surgimento de forças que se opõem ao deslocamento do instrumento, podendo assim favorecer a fratura do instrumento endodôntico, De Deus, (1982).

Ocorrendo o movimento, a força de atrito estática deixa de existir, passando atuar a de atrito dinâmica ou cinética, oposta ao sentido de deslocamento do instrumento e de valor inferior ao da força de atrito estática. As forças de atrito estática ou dinâmica que se opõem ao movimento do instrumento, estão relacionadas à força que o instrumento exerce contra as paredes do canal, Lopes & Siqueira (2004).

As forças de atrito independem da área de contato entre as superfícies, mas depende da rugosidade e natureza das superfícies de contato, estando elas secas ou umedecidas. Para um mesmo par de superfícies, as forças de atrito dinâmicas são menores que as estáticas, variando com a velocidade e decrescem quando há presença de uma substância química auxiliar com poder de lubrificação. As associações químicas empregadas no preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares, por meio de seu poder de umectação, têm o poder de conservar as paredes dentinárias hidratadas e atuarem também como agentes lubrificantes, reduzindo assim a força de atrito e formando uma película que diminui o contato físico entre as superfícies do instrumento e da dentina, Paiva & Antoniazzi,(1988).

Uma substância química auxiliar que possua também uma atividade lubrificante promove a diminuição do desgaste, preservando assim a capacidade de corte dos instrumentos durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares.

A atividade lubrificante das substâncias químicas auxiliares, também desempenha um papel importante frente a canais atresiadados, favorecendo assim a passagem dos instrumentos, sejam eles manuais ou acionados a motor até o comprimento de trabalho estabelecido, Leonardo & Leal (1998).

### Suspensão dos detritos no interior dos canais:

Uma das funções das substâncias químicas auxiliares visa manter os detritos orgânicos e inorgânicos liberados e suspensos durante a instrumentação dos canais radiculares, com o objetivo de impedir sua sedimentação, normalmente na região apical do canal. Os detritos podem se acumular e causar uma obstrução do canal, favorecendo a ocorrência de desvios e perfurações radiculares ou uma ação de êmbolo dos instrumentos, onde os detritos serão forçados a se difundir para os tecidos perirradiculares onde atuam como agentes irritantes. A maioria das substâncias químicas utilizadas em endodontia, apresenta fluidez satisfatória, entretanto a ação mecânica dos instrumentos endodônticos durante a instrumentação do canal radicular, leva à suspensão de partículas no meio da substância química auxiliar, reduzindo, contudo sua fluidez e sua efetividade, Grossman, (1983).

Antes de a substância atingir uma viscosidade crítica, devemos renová-la, por meio da técnica de irrigação e aspiração, o que favorece a remoção dos detritos mantidos em suspensão no interior do canal radicular, seguido de um novo preenchimento do canal com uma substância química auxiliar nova.

A renovação da substância química auxiliar deve ser realizada não somente a cada troca do instrumento, mas após um pequeno número de movimentos (10 a 15). Nos canais atresiadados, a substância química auxiliar deve ser renovada muitas vezes num curto período de tempo e não somente após o instrumento ganhar liberdade no interior do canal. A saturação da substância química auxiliar existente no interior dos canais, por meio de resíduos provenientes da instrumentação, ao invés de favorecer, dificulta a movimentação dos instrumentos endodônticos, favorecendo também a extrusão do material além do

ápice, podendo promover reações inflamatórias, ou até mesmo uma resposta imunológica do organismo, Seltzer & Naidorf (1985).

Para minimizar esse problema de saturação das substâncias químicas auxiliares, o uso correto dessas substâncias, bem como o preenchimento de toda a cavidade de acesso com a substância é necessária. O movimento de introdução e retirada do instrumento endodôntico do interior do canal também favorece a penetração e a renovação da solução, onde a cavidade de acesso servirá como um reservatório dessa substância. O volume da substância química auxiliar que um canal pode conter é muito pequeno. Após a instrumentação dos canais radiculares o volume médio de uma substância química auxiliar utilizado durante o tratamento endodôntico para dentes da maxila foi de  $10,3 \text{ mm}^3$  e para a mandíbula  $11,1 \text{ mm}^3$ . Assim esses pequenos volumes de solução existentes no interior dos canais têm suas propriedades esgotadas mais rapidamente, Campos (1965).

Fanibunda (1986), mostra os índices referentes a valores médios dos volumes ocupados pelas polpas dentárias nos diferentes grupos de dentes, sendo assim, também o volume de substância química auxiliar empregada em cada grupo de dente, durante a terapia endodôntica. Nos dentes da maxila temos: Incisivo central  $12,4 \text{ mm}^3$ , incisivo lateral  $11,4 \text{ mm}^3$ , canino  $14,7 \text{ mm}^3$ , primeiro pré molar  $18,2 \text{ mm}^3$ , segundo pré molar  $16,2 \text{ mm}^3$ , primeiro molar  $68,2 \text{ mm}^3$ , segundo molar  $44,3 \text{ mm}^3$  e terceiro molar com capacidade de  $22,6 \text{ mm}^3$ . Para os dentes inferiores temos: Incisivo central  $6,3 \text{ mm}^3$ , incisivo lateral  $7,1 \text{ mm}^3$ , canino  $14,2 \text{ mm}^3$ , primeiro pré molar  $14,9 \text{ mm}^3$ , segundo pré molar  $14,9 \text{ mm}^3$ , primeiro molar  $52,5 \text{ mm}^3$ , segundo molar  $32,9 \text{ mm}^3$  e terceiro molar com a capacidade de  $31,1 \text{ mm}^3$ .

Certas substâncias químicas auxiliares, como o hipoclorito de sódio, são inativadas ao entrar em contato com a matéria orgânica, sendo assim, para que sua ação solvente e antimicrobiana seja efetiva, é necessário renovar sempre a solução que entra em contato com as paredes do canal, De Deus, (1992).

### Atividade quelante:

As substâncias com propriedades quelantes são substâncias orgânicas que removem íons cálcio da dentina, fixando-os quimicamente. O mecanismo de desmineralização da dentina ocorre por quelação, definida como a incorporação de um íon metálico em uma cadeia fechada heterocíclica na qual o metal é ligado por dois ou mais íons dentro do complexo molecular, chamado ligante. Certos átomos ligantes fornecem elétrons ao átomo metálico e conseqüentemente partilham pares de elétrons com o íon metálico, Ostby, (1957).

A quelação corresponde á ação dessas substâncias sobre os íons metálicos e ao composto dessa adição denominado quelato, Holland *et al.* (1979).

A atividade do quelante depende de sua solubilidade e capacidade de dissociação iônica, necessitando de água para que se possa dissociar. As moléculas de água agem sobre a substância iônica de forma a promover o afastamento de seus íons, onde uma maior eficiência dos agentes quelantes é observada quando apresentados numa forma aquosa, quando comparados à forma de cremes, Calvo (1989).

O uso de uma substância quelante é indicada durante a instrumentação de canais atresiadados, facilitando o trabalho de alargamento do canal. O efeito descalcificante do agente quelante resulta em menor resistência dentinária à ação de corte dos instrumentos endodônticos, durante a instrumentação dos canais atresiado. A microdureza da dentina radicular é diminuída em função do tempo de aplicação do agente quelante, havendo redução desta propriedade no primeiro minuto de aplicação. A dentina no terço médio e cervical apresenta maior dureza quando comparada com a dentina do terço apical, onde a dureza da mesma é inversamente proporcional ao tempo de aplicação do agente quelante, Cruz Filho, (1994).

É preciso ressaltar que as dimensões dos canais radiculares são pequenas e o volume de solução quelante empregado também será pequena. Há

também uma grande dificuldade para estas soluções preencherem os canais radiculares em sua total plenitude. Por essas razões a eficiência das soluções quelantes durante a instrumentação de canais atresiadados é questionável, sob o ponto de vista clínico. Os bons resultados obtidos com o uso de uma substância com propriedades quelantes está mais relacionado à sua atividade lubrificante e não à ação quelante da solução química, Lopes & Siqueira (2004).

Não existem evidências de que os agentes quelantes empregados durante a instrumentação endodôntica, de canais atresiadados, reduzam a dureza da dentina ou a removam, de modo suficiente, as obstruções do canal a fim de permitir a passagem do instrumento. O uso de uma substância quelante esta recomendada para a remoção da smear layer presente nas paredes dentinárias do canal, Walton & Rivera (1996).

#### Atividade antimicrobiana:

A íntima relação entre as patologias pulpares e a presença de bactérias no interior dos canais foi constatada após examinar esfregaços obtidos de canais radiculares com câmara pulpar aberta e polpas necróticas. Notou-se uma ampla variedade de espécies bacterianas e foi observado que algumas delas estavam localizadas na câmara pulpar e outras localizadas no interior dos canais radiculares, associando às patologias pulpares e periapical, Miller (1894).

Kakehashi *et al.* (1965) confirmaram a importância das bactérias e seus produtos como causa das infecções pulpares e perirradiculares. O estudo realizado, consiste na exposição da polpa de dentes molares de ratos convencionais e "germes free". Foi verificado que nos animais convencionais ocorreu o desenvolvimento de uma inflamação crônica, e conseqüentemente necrose e lesões perirradiculares. Nos animais "germe free" a resposta pulpar foi caracterizada pela presença de mínima inflamação e presença de dentina neoformada na região exposta, demonstrando assim a importância da presença de microorganismos nas infecções endodônticas.

A terapia endodôntica deve ser realizada em condições assépticas de tal modo que possa evitar a entrada de microorganismos de origem externa para o interior do sistema de canais radiculares.

A infecção do canal radicular é usualmente mista e semi-específica, com o predomínio de bactérias anaeróbias estritas, as quais correspondem a mais de 90% das bactérias isoladas. Assim sendo, o tratamento endodôntico, a limpeza e a desinfecção dos sistemas de canais radiculares são importantes, sendo realizadas pela ação mecânica dos instrumentos, pela ação microbiana das soluções químicas auxiliares da desinfecção e pelo fluxo e refluxo da solução irrigadora, Sundqvist (1976).

O emprego de uma substância química auxiliar dotada de atividade antimicrobiana, durante o preparo dos canais radiculares, exerce um efeito significativo na eliminação bacteriana. Assim, enquanto uma solução desprovida de ação antimicrobiana desenvolveria somente uma ação lubrificante, e a suspensão de detritos oriundos do preparo do canal radicular, a solução que reconhecidamente possui atividades antimicrobianas teria um efeito adicional, representado pela eliminação ou máxima redução de microorganismos que não puderam ser removidos mecanicamente, Siqueira Jr. *et al.* (1997).

O tratamento do canal radicular bem sucedido é primariamente baseado na remoção da infecção microbiana do complexo sistema de canais radiculares. Os irrigantes deveriam visar à redução da flora microbiana dos canais infectados e possibilitar a dissolução dos tecidos orgânicos e inorgânicos envolvidos. O uso do melhor irrigante possível durante o preparo químico mecânico é de grande importância clínica, Gernhardt *et al.* (2004).

Uma vez instalada a infecção no interior do sistema de canais, dificilmente os mecanismos de defesa do hospedeiro podem atingir esses patógenos. Contudo as infecções endodônticas devem ser tratadas por procedimentos que incluem a instrumentação mecânica, sendo auxiliadas por substâncias químicas que tenham a capacidade de remover bactérias que possam estar localizadas no interior dos túbulos dentinários.

Biffi & Rodrigues (1989), relataram a grande dificuldade em relação à remoção de bactérias do interior dos sistemas de canais. Essa dificuldade está relacionada diretamente com o grau de complexidade anatômica que os canais podem apresentar, fazendo com que a ação dos agentes químicos possa ter sua ação dificultada. Uma vez presente os microorganismos nas ramificações e nas irregularidades do sistema de canais, se eles permanecerem em quantidade favorável, em ambiente que favoreça seu crescimento, poderão se multiplicar e promover a contaminação do sistema de canais, Bystrom *et al.* (1985).

Somente com o uso de instrumentos, sejam eles rotatórios ou manuais, conseguimos uma significativa sanificação dos canais. Cerca de 53% da quantidade de bactérias presentes no interior dos canais, podem ser removidas somente com o preparo mecânico, Bystrom & Sunqvist (1981). Esse número pode ser aumentado com o uso de substâncias irrigadoras e substâncias químicas auxiliares, uma vez que as complexidades anatômicas dos canais impedem que o preparo mecânico atinja índices mais elevados de limpeza e descontaminação.

Os procedimentos de limpeza e desinfecção são altamente dependentes dos efeitos mecânicos e químicos dos irrigantes. Os efeitos mecânicos durante a irrigação são gerados pelo fluxo e refluxo das soluções irrigantes no canal radicular. A respeito do tipo de irrigante utilizado, a população bacteriana dentro do canal é significativamente reduzida pelos efeitos mecânicos da irrigação.

Estudos têm demonstrado que compostos químicos que possuem efeitos antibacterianos mostram eficiência bem superior na eliminação bacteriana quando esses são comparados com uma solução salina, Siqueira Jr. *et al.* (1997).

Durante a instrumentação endodôntica, seja com o uso de instrumentos rotatórios ou manuais, ocorre então à produção de debris que serão removidas com o auxílio de substâncias irrigadoras, sendo esta a principal função dos agentes de irrigação e não somente diminuir o número de microorganismos presentes no interior do canal.

As soluções irrigadoras usadas durante a terapia endodôntica devem possuir algumas propriedades essenciais: possuir um efeito antibacteriano, promover a dissolução de tecidos, serem atóxico aos tecidos periapicais e grande capacidade de limpeza e remoção de debris, Harrisson (1984).

O uso do melhor irrigante possível durante o preparo químico mecânico é de grande importância. As características que um irrigante ideal deve apresentar entre outras, ação antimicrobiana e capacidade de dissolver remanescentes orgânicos e inorgânicos, tanto quando presentes numa polpa viva ou necrótica, como debris produzidos durante o preparo químico mecânico do sistema de canais radiculares, Georgopoulou *et al.* (1994).

Os irrigantes deveriam idealmente destruir microorganismos e neutralizar seus produtos sem causar danos aos tecidos do hospedeiro. Conseqüentemente a concentração ideal desejável deveria ser aquela que possuísse baixa toxicidade e efeitos antibacterianos adequados.

Imura & Zuolo (1998), definiram uma solução irrigadora ideal para se obter os resultados desejáveis em relação à terapia endodôntica, devendo a solução, promover a desinfecção, onde a substância irrigadora deve ser eficaz contra as bactérias presentes no interior dos canais. A solução irrigadora deve também apresentar uma propriedade de dissolução tecidual, permitindo assim a remoção de tecidos orgânicos, raspas de dentina que durante a instrumentação se acumularam no interior dos canais. Outra propriedade esperada em relação à solução irrigadora, é de possuir uma baixa tensão superficial, fazendo com que a solução possa atingir regiões onde o preparo mecânico não consegue realizar a limpeza. A capacidade de proporcionar uma adequada lubrificação, para que os instrumentos possam exercer sua atividade de forma mais eficiente, também é uma propriedade desejada em relação aos irrigantes, bem como, a baixa toxicidade que o agente irrigante deve exercer nos tecidos periapicais, visto que estes ficarão em íntimo contato.

Ram (1977), afirma que o diâmetro do canal radicular é um fator muito importante para se conseguir uma maior efetividade da irrigação. Talvez essa

propriedade seja até mais importante do que o tipo da solução utilizada durante o preparo químico mecânico do canal radicular.

Salzgeber & Brilliant (1977), demonstraram, num estudo *in vivo*, que quando os canais são preparados com uma maior ampliação no terço cervical, a solução irrigante consegue atingir as partes mais profundas do canal, tendo como conseqüência uma melhor limpeza dos canais. O uso de uma agulha fina será mais efetiva do que o uso de uma agulha calibrosa, visto que a penetração da agulha dentro do canal pode ser melhorada.

Um aumento na pressão durante o procedimento de irrigação pode forçar o material além do forame apical, sem aumentar a efetividade da irrigação. Portanto agulhas de pequeno calibre devem ser usadas o mais apicalmente possível, porém devem permanecer soltas no interior do canal, contribuindo para que a solução irrigadora possa realizar seu refluxo, prevenindo assim dores pós-operatórias decorrente do extravasamento do agente irrigante para os tecidos periapicais, visto que muitas das soluções utilizadas como agente de irrigação são tóxicas aos tecidos periapicais, Vande Visse & Brilliant (1975).

Imura & Zuolo (1988), descrevem uma técnica segura de irrigação dos canais radiculares. Inicialmente um preenchimento cuidadoso de toda a câmara pulpar com a solução irrigadora, sempre realizando a renovação da mesma, promovendo assim a introdução do primeiro instrumento utilizado. Com a utilização da técnica de ampliação progressiva verifica-se que o diâmetro do canal já comporta a agulha irrigadora no seu interior, e com a penetração da instrumentação, cada vez mais a agulha irá se aprofundar. Após o preparo do terço médio, a agulha irrigadora poderá ser posicionada a poucos milímetros do comprimento de trabalho, facilitando a remoção de debris que se acumulam na região apical dos sistemas de canais.

A irrigação deve ser abundante e freqüente, de preferência uma vez a cada troca de instrumento, impedindo que se acumule debris na região de forame apical. O volume da solução irrigadora a ser utilizada durante a instrumentação não deve ser nunca inferior a 20ml por canal. Para se evitar o extravasamento dos debris para a região apical, durante o procedimento de irrigação e aspiração, é importante

observar se há espaço livre suficiente entre a agulha e a parede do canal, para que o líquido possa refluir, criando dessa maneira uma corrente que arraste mecanicamente os detritos aí localizados.

Abou-Rass & Piccinino (1982), pesquisaram vários métodos para se levar o agente irrigante até as partes mais profundas dos canais. A forma mais eficaz que foi encontrada foi quando a agulha de irrigação está em íntimo contato com o material a ser removido. A forma como o canal foi preparado também exerce influência nos resultados da irrigação. Para se conseguir melhores resultados, o canal radicular deve ter um afunilamento dos terços médio e cervical, promovendo a chegada da agulha até essa região. O estudo também revela a eficiência da água e de uma solução anestésica no papel de agentes irrigantes, quando comparados com a associação de hipoclorito de sódio com peróxido. Essa associação, hipoclorito de sódio e peróxido, proporciona a liberação de bolhas de ar, impedindo assim a renovação da solução irrigante no interior dos canais.

Para que uma solução irrigadora possa produzir resultados satisfatórios, não se deve apenas levar em consideração sua formulação química, e sim a sua temperatura, o tempo de contato da solução com o interior dos canais, a profundidade de introdução da agulha usada para realizar a irrigação, bem como o calibre da agulha, a tensão superficial do agente irrigante utilizado, a validade dos agentes de irrigação, são itens que devem ser observados quanto à utilização de qualquer agente de irrigação, Ingle *et al*, (1958).

## 2.1 Clorexidina

Delany *et al.* (1982), testaram *in vitro* o gluconato de clorexidina fazendo o uso de dentes extraídos. Concluíram que o gluconato de clorexidina pode ser um agente antimicrobiano eficiente quando usado como um irrigante endodôntico. Também foi demonstrado um bom desempenho quando o gluconato de clorexidina foi utilizado como curativo de demora entre sessões.

A clorexidina foi inicialmente introduzida no final da década de 40, quando os cientistas buscavam o desenvolvimento de agentes contra a malária, formularam então um grupo de compostos denominados polybiguanídeos que revelaram ter um amplo espectro antibacteriano, Greenstein *et al.* (1986).

Fardal & Turnbull (1986), relataram o uso da clorexidina em diversas áreas como a ginecologia, urologia, oftalmologia, no tratamento das queimaduras e na desinfecção da pele.

A clorexidina é amplamente usada na forma de bochechos na prevenção e tratamento de doenças periodontal e cárie dental, no combate a placa bacteriana e tem sido sugerida como solução irrigante e curativo intracanal durante a terapia endodôntica. A clorexidina também pode ser encontrada em dentifrícios, vernizes e em gel. Esta começou a ser comercializada inicialmente na Europa na forma de bochechos a 0,2% solução e 1% gel, Fardal & Turnbull (1986).

Quando utilizada para uso oral a forma mais utilizada é a de digluconato podendo estar em diferentes concentrações. Possui alta solubilidade em água e quando em pH fisiológico dissociar-se e interagir com a hidroxiapatita, película adquirida, glicoproteínas salivares, superfície de mucosa e também com as paredes celulares das bactérias, Greenstein *et al.* (1986).

A clorexidina é uma molécula catiônica simétrica, constituída por dois anéis 4-clorofenil e dois grupos biguanídeos conectados por uma corrente central de

hexametileno. É uma base forte e apresenta-se estável na forma de sal. Por causa de sua alta solubilidade em água, o sal digluconato de clorexidina se tornou a preparação mais utilizada, Fardal & Turnbull (1986).

A clorexidina em elevadas concentrações possuem um efeito bactericida, pois age rompendo a parede celular, interferindo assim no mecanismo de transporte e secundariamente na coagulação do citoplasma devido a sua alta afinidade a proteínas, promovendo então a morte celular. A clorexidina quando em baixas concentrações possui um efeito bacteriostático, fazendo com que ocorra a saída das substâncias de baixo peso molecular, como o potássio e fósforo exercendo assim o efeito bacteriostático, sendo seus efeitos mantidos por várias horas depois da aplicação, isso se deve a sua excelente substantividade, Greenstein *et al.* (1986).

Dentre os efeitos produzidos pela clorexidina, deve-se destacar o seu efeito residual. Fardal & Turnbull (1986), estudaram o efeito residual dessa substância e chegaram a conclusão que sua liberação é extremamente lenta podendo durar por um período de 24 horas para o último instante de uso. Isso faz com que a clorexidina se diferencie dos outros irrigantes, visto que essa é uma propriedade exclusiva dessa substância.

A clorexidina também tem sido usada com sucesso no controle da cárie dental, isso se deve a uma boa ação em relação ao *Streptococcus mutans* e *Lactobacillus*. A clorexidina quando aplicada subgengivalmente demonstra eficiência no auxílio do tratamento periodontal, porém não possa substituir o tratamento convencional, Keltjens *et al.* (1991).

Uma das propriedades importantes a ser considerada é o fato de a clorexidina possuir uma capacidade de adsorção pela dentina e uma lenta liberação da sua substância ativa, faz com que sua atividade antimicrobiana fique prolongada, caracterizando assim um excelente efeito residual, foi observado também que a clorexidina mantém sua liberação por 48 a 72 horas após a instrumentação, White *et al.* (1997).

O mecanismo de ação da clorexidina tem sido muito estudada, acreditasse que a clorexidina possua uma aderência a parede da célula promovendo, contudo uma alteração na permeabilidade da membrana celular fazendo com que ocorra a precipitação e coagulação do conteúdo citoplasmático, Hennessey (1997).

A substantividade também é demonstrada por Leonardo *et al.* (1999), onde o efeito residual da clorexidina, decorrente de uma lenta liberação de seu princípio ativo pode atingir um período de 48 a 72 horas após o término da instrumentação do canal radicular.

A clorexidina é um potente agente antimicrobiano produzindo efeito desejável contra o *E. faecalis*, um microorganismo que tem sido associado ao insucesso de tratamentos endodônticos. A clorexidina possui um efeito residual em longo prazo, devido a sua habilidade de se unir a hidroxiapatita. Uma gradual liberação de clorexidina poderia manter um nível constante de molécula, suficiente para criar um meio bacteriostático dentro do canal radicular durante um período prolongado. Isso em contraste ao efeito de outros desinfetantes, que rapidamente dissipam do espaço pulpar e não possuindo assim efeito bacteriano residual, sendo uma característica desejável para um irrigante ideal. O uso da clorexidina tem sido indicada como substância química auxiliar por possuir ação antimicrobiana imediata, amplo espectro antibacteriano sobre bactérias Gram positivas, Gram negativas, anaeróbias, facultativas e aeróbias, levedura e fungos, gram negativos, anaeróbias, Ferraz *et al.* (2001).

A ação antimicrobiana da clorexidina ocorre também pela ligação de moléculas catiônicas da clorexidina às paredes celulares das bactérias que estão carregadas negativamente alterando assim a permeabilidade da membrana celular ocorrendo então na perda dos componentes intracelulares e no desequilíbrio osmótico da célula.

Na endodontia, a utilização da clorexidina é realizada na sua formulação gel. Assim acreditasse que a sua viscosidade possa contribuir para aumentar o tempo que o princípio ativo fica em contato com a região, auxiliando assim numa melhor remoção dos debrís de dentina e de tecido necrótico criados pela instrumentação. A clorexidina gel possui propriedades químicas semelhantes a clorexidina em solução, além de promover uma melhor lubrificação do canal durante o corte da dentina pelos instrumentos endodônticos sejam eles rotatórios ou manuais, Ferraz, (1999).

Ferraz *et al.* (2001), propuseram pela primeira vez o uso da clorexidina como solução irrigadora. Esses autores realizaram a combinação da clorexidina a uma base chamada Natrosol (Hidroxietil celulose), que possui a vantagem de ser solúvel em água ou álcool e ter um pH entre 6,0 – 9,0. O natrosol é uma substância inerte, não iônico e havia sido amplamente utilizado em xampus e sabonetes. Além de manter as características favoráveis oferecidas pela sua forma líquida a clorexidina gel ainda demonstrou capacidade de lubrificação e o potencial de suspender os debrís criados durante a instrumentação, retardando assim a agregação destes restos a parede dentinária e facilitando sua remoção após sua lavagem mecânica pela solução irrigadora principal, podendo ser soro fisiológico. É importante ressaltar que nesse trabalho os autores se referiram a clorexidina gel como solução irrigadora. Recentemente, optou-se pela modificação dessa nomenclatura, considerando assim a clorexidina gel como solução irrigadora auxiliar, uma vez que sua utilização foi sugerida em combinação à irrigação repetitiva e volumosa de uma solução inerte como o soro fisiológico.

Basrani *et al.* (2002) estudaram *in vitro* a substantividade de diversas concentrações de clorexidina gel 2%, 0,2% e solução aquosa a 2%, todos utilizados como solução irrigante. O estudo demonstrou a efetividade e a substantividade da clorexidina contra o *E. faecalis*. Foi demonstrado que a substantividade da clorexidina é dependente da quantidade de moléculas de clorexidina disponível para interagir com a dentina. Dos vários medicamentos utilizados, somente aqueles contendo clorexidina 2% demonstraram resistência à colonização, demonstrando que a clorexidina tem uma substantividade na dentina radicular. Também foi demonstrado que a substantividade é dependente da concentração da clorexidina.

Gomes *et al.* (2003), avaliaram a atividade da clorexidina gel a 2% e do hidróxido de cálcio individualmente e associados como medicação intracanal contra o *Enterococcus faecalis*. Foi observado que a clorexidina gel a 2% apresentou atividade antimicrobiana durante 1, 2, 7 e 15 dias. A combinação entre clorexidina gel e hidróxido de cálcio inibiu o crescimento do *E. faecalis* somente no primeiro e no segundo dia de contato. A queda da atividade antimicrobiana foi relacionada à perda da capacidade de adesão das moléculas de clorexidina à célula bacteriana. Isso provavelmente ocorre porque existe uma competição entre a carga positiva da molécula de clorexidina e os íons cálcio para os sítios de adesão das paredes da célula bacteriana. Outra hipótese seria o efeito tampão que a dentina exerce sobre o hidróxido de cálcio, reduzindo sua efetividade antimicrobiana.

Zammy *et al.* (2003), avaliaram o efeito desinfetante da clorexidina 2%. Foi realizado um estudo *in vivo*, utilizando 24 dentes que apresentavam necrose pulpar e reabsorção periapical. Os dentes foram instrumentados por uma técnica convencional, e o irrigante utilizado foi o hipoclorito de sódio a 1%. Os dentes foram então separados em dois grupos. A metade recebeu uma lavagem adicional de clorexidina a 2% e outra foi irrigada com solução salina. O material foi coletado do canal e cultivado durante quatro semanas. Durante esse estudo foi possível cultivar bactérias de 1 dos 12 canais onde a clorexidina foi utilizada, enquanto o outro grupo apresentou 7 culturas positivas de 12 casos. Com esses resultados pode-se comprovar a eficiência da clorexidina 2% como desinfetante dos canais radiculares.

Ferguson *et al.* (2003), avaliaram o efeito do gluconato de clorexidina como solução irrigadora no selamento apical. O objetivo do trabalho foi avaliar se a utilização da solução em uma concentração de 0,12% afetaria o vedamento apical de três cimentos endodônticos: Roth's 811, AH 26 e Sealapex. Os resultados revelaram que após 360 dias sujeito a infiltração, nenhum grupo independente da combinação entre cimento e solução irrigadora, apresentou diferença estatisticamente significativa. Concluiu-se, portanto que o uso da solução de gluconato de clorexidina a 0,12 % não interferiu no selamento apical sob as condições oferecidas pelo experimento durante o período de 270 a 360 dias.

Essa substância tem sido usada durante o preparo químico e mecânico, principalmente nos casos de canais com o ápice aberto ou em casos de alergia relacionada ao hipoclorito. No entanto, a inabilidade da clorexidina líquida em dissolver tecidos pulpaes tem sido um problema, porém quando na formulação gel, torna a instrumentação mais fácil, aumentando a remoção mecânica dos tecidos orgânicos, compensando assim a incapacidade de dissolvê-los. Promove também a diminuição na formação de smear layer o que não ocorre com tanta efetividade na forma líquida, Morgana *et al.* (2004).

## 2.2 Hipoclorito de Sódio

Dentre as soluções irrigantes utilizadas em endodontia, o hipoclorito de sódio é de longe a solução mais empregada, sendo utilizada desde o ano de 1792. O hipoclorito de sódio pertence ao grupo dos compostos halogenados, foi produzido pela primeira vez recebendo o nome de Água de Javele, que consistia numa mistura de hipoclorito de sódio e potássio, Estrela (2004).

Labarraque (1820), manipulou o hipoclorito de sódio na concentração de 2,5% de cloro ativo, essa solução passou a ser utilizada como desinfetante nos casos de feridas em peles de indivíduos.

No mesmo ano, Dakin (1915), utilizou o hipoclorito de sódio na concentração de 2,5% (Solução de Labarraque) para tratar feridas da guerra, nessa concentração foi observada uma ótima desinfecção, porém a cicatrização da ferida se dava de forma lenta e demorada. Com isso, Dakin diluiu a solução de hipoclorito de sódio até chegar a concentração de 0,5% de cloro ativo, utilizando para a mesma finalidade, desinfecção de feridas produzidas pela guerra. Dakin chegou à conclusão que o hipoclorito de sódio na concentração de 0,5% de cloro ativo, proporcionou a desinfecção da ferida, porém com cicatrização lenta e demorada.

Walker (1936), sugeriu uma técnica para a irrigação dos canais radiculares, utilizando como agente irrigante, o hipoclorito de sódio na concentração de 5% (Soda Clorada).

O uso alternado entre hipoclororito de sódio na concentração 5% com o peróxido de hidrogênio a 3% (10 Volumes) usado durante a irrigação dos sistemas de canais, nessa técnica a irrigação começa e termina com o hipoclorito de sódio, com a finalidade de evitar a liberação de oxigênio nascente, após o curativo entre sessões, Grossman (1943).

A demora na cicatrização das feridas se deve ao fato do grande teor de hidróxido de sódio presente na solução de hipoclorito, independente de sua

concentração. Para minimizar esse retardo na cicatrização, Dakin propôs a neutralização da solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, que possui um pH 11, utilizando o ácido bórico a 0,4%, possibilitando assim que o hipoclorito de sódio ficasse com um pH próximo ao neutro, com isso conseguiu promover a desinfecção das feridas sem o efeito da ação das hidroxilas sobre os tecidos vivos, conseqüentemente a cicatrização ocorreu de forma mais rápida. Sendo assim, o hipoclorito de sódio na concentração de 0,5 % ou 2,5%, apresentava o mesmo pH. A adição de ácido bórico promovia a formação de borato de sódio, evitando assim formação de hidroxilas livres, que promovem a irritação dos tecidos quanto em contato com eles, Dakin, (1915).

O hipoclorito de sódio quando possui um pH elevado em torno de 11 a 12, é uma solução mais estável e a liberação de cloro ocorre de forma mais lenta e demorada. Da mesma forma que se reduz o pH, seja por meio da adição de ácido bórico ou bicarbonato de sódio, a solução tende a ficar mais estável e a perda de cloro tende a ficar mais rápida, conseqüentemente a vida útil da solução se torna menor. Alguns fatores podem interferir na vida útil do hipoclorito de sódio, a exposição à luz e a exposição a temperaturas elevadas, promovem a liberação indesejada de cloro, tornando a solução ineficaz, e imprópria para o uso, Estrela (2004).

O hipoclorito pode ser apresentado nas seguintes concentrações de cloro ativo: Hipoclorito de sódio a 5% (Soda Clorada), Hipoclorito de sódio a 2,5% (Solução de Labarraque), Hipoclorito de sódio a 1% e Hipoclorito de sódio a 0,5%. Temos também o hipoclorito de sódio a 1% com 16% de cloreto de sódio (Solução de Milton), hipoclorito de sódio a 0,5% com ácido bórico, com a finalidade reduzir o pH (Solução de Dakin) e hipoclorito de sódio a 0,5% com a adição de bicarbonato de sódio (Solução de Dausfrene), Pécora *et al.* (1999).

## Características Físico-Químicas do Hipoclorito de sódio

A solução de hipoclorito de sódio representa a maior indicação na clínica endodôntica mundial, como agente de irrigação dos canais radiculares, durante a terapia endodôntica.

Para que a solução de hipoclorito de sódio exerça sua total efetividade é importante que a sua concentração seja a mais fiel possível à que está indicada no rótulo pelo fabricante. Muitos fatores podem alterar a qualidade da solução de hipoclorito de sódio, principalmente ao se considerar sua estabilidade. O pH da solução, o teor de cloro, o armazenamento e a temperatura são aspectos relevantes e que devem ser considerados, Gambarini *et al.* (1998).

Uma das propriedades atribuídas ao hipoclorito de sódio é o fato desse irrigante promover a solvência dos tecidos orgânicos. Grossman & Meinam (1941) realizaram um estudo para verificar a capacidade de solvência de tecidos orgânicos das soluções irrigantes utilizadas até aquela época. Foram colocadas polpas dentárias nas seguintes soluções: dióxido de sódio, ácido sulfúrico, papaína, hipoclorito de sódio. Após a análise, observaram que o hipoclorito de sódio na concentração de 5% era capaz de dissolver tecido pulpar mais rapidamente que qualquer uma das soluções testadas.

Raphael *et al.* (1981), investigaram o efeito da temperatura na eficácia da ação bactericida do hipoclorito de sódio a 5,25% nas temperaturas de 21°C, 29°C e 37°C. Nesse estudo foi testado o efeito antimicrobiano em relação ao *E. faecalis*, *S. aureus* e *P. aeruginosa*. O resultado desse estudo mostrou que não houve alteração no poder bactericida do hipoclorito de sódio quando sua temperatura foi elevada nos níveis acima citado.

Ao verificar os fatores que influenciam a capacidade do hipoclorito de sódio dissolver os tecidos orgânicos. Moorer & Wessenlink (1982), verificou que o princípio ativo dessa solução depende das moléculas de ácido hipocloroso presente, sendo esse ácido consumido na interação com a matéria orgânica, assim o poder do hipoclorito de sódio em dissolver tecidos orgânicos depende: 1. Da quantidade de matéria orgânica e hipoclorito presente 2. A frequência e intensidade do fluxo irrigante. 3. Superfície de contato entre o tecido e a solução de hipoclorito de sódio, sendo assim, para se obter um efeito desejado, depende diretamente da intensa irrigação do sistema de canal.

Bystrom & Sundqvist (1985), verificaram a eficácia antimicrobiana do hipoclorito de sódio a 0,5% e a 5% e o hipoclorito de sódio a 5% em associação ao EDTA. Pode-se concluir com esse estudo que o emprego do hipoclorito de sódio associado ao EDTA apresentou os melhores resultados, uma vez que se pode observar que ocorreu a remoção da lama dentinária das paredes do canal radicular, o que promoveu a ação mais efetiva do hipoclorito de sódio a 5%. Quanto ao emprego do hipoclorito de sódio a 0,5% e do hipoclorito de sódio a 5%, não foi possível observar nenhuma diferença clínica significativa.

Pécora *et al.* (1987), ao estudar o tempo de vida da solução de Dakin quando armazenada em vidro âmbar em diversas condições de temperatura (à luz solar, à sombra – temperatura ambiente e, em geladeira a 9°C e isento de luz). Observou-se que após 04 meses, a solução perdia 80% de seu teor de cloro ativo quando recebia luz solar, 60% à temperatura ambiente e apenas 20% quando conservada a baixa temperatura e isenta de luz. Foi verificado também que 30% das marcas comerciais testadas, apresentavam teor de cloro dentro das especificações, ou seja, uma concentração de cloro ativo acima de 0,4%.

Harrison *et al.* (1990), avaliaram as propriedades antimicrobianas do hipoclorito de sódio nas concentrações de 2,62% e 5,25% sobre o *E. faecalis* e *C. albicans*, em períodos de 15 a 120 segundos. Foram utilizados 60 cones de papel que foram contaminados durante 3 a 4 minutos nas suspensões microbianas. Após as contaminações os cones foram transferidos para tubos com 10 ml das soluções a serem testadas e posterior a 15, 30, 45, 60, 90 e 120 segundos, cada cone foi transferido para o meio de cultura e incubado por 72 horas a 37°C, quando se observou a presença ou não de turvação do meio. Passados 45 segundos de exposição ao hipoclorito de sódio a 5,25% e 60 segundos de exposição ao hipoclorito de sódio a 2,62% não houve crescimento de *Enterococcus faecalis*. Em relação a *C. albicans*, esse fungo foi eliminado 15 segundos após a exposição a ambas as soluções testadas.

Matchtou & Yana (1990), ao realizarem um pré aquecimento do hipoclorito a fim de se obter melhores propriedades físicas químicas, constataram que o pré aquecimento do hipoclorito de sódio antes de ser levado ao canal, como

indica alguns fabricantes, não demonstrou eficácia, pois a temperatura da solução de hipoclorito de sódio em contato com o canal radicular alcança rapidamente a temperatura do corpo humano.

Souza *et al.* (1992), avaliaram a atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio contra a *C. albicans* e o *E. faecalis*. Foi utilizado o hipoclorito de sódio nas concentrações de 1%, 0,5%, 0,25% e 0,12% em diferentes períodos 15, 30, 45, 60 e 75 segundos. Os resultados obtidos mostram que em 15 segundos o *E. faecalis* foi eliminado pela solução de hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,5% e 1%. Para esse mesmo microorganismo as demais concentrações de hipoclorito não foram ativas sequer após 75 segundos. Em relação a *C. albicans*, num período de 15 segundos as soluções de hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,5% e 1% foram eficazes; no período de 45 segundos a solução de hipoclorito de sódio a 0,25% apresentou ação antimicrobiana, enquanto a solução de hipoclorito de sódio 0,12% não apresentou atividade antimicrobiana em nenhum dos períodos analisados.

Georgopoulou *et al.* (1994), compararam a atividade antimicrobiana sobre os microorganismos anaeróbios isolados de canais radiculares, do hipoclorito de sódio a 2,5% e o ácido cítrico em intervalos de 5, 15, 30 e 60 minutos e concluíam que o hipoclorito de sódio a 2,5% foi mais eficaz em todos os períodos analisados.

Estrela *et al.* (1994), estudaram o efeito biológico do pH na atividade enzimática de bactérias anaeróbias. Como a localização dos sítios enzimáticos é na membrana citoplasmática, e por esta ser responsável pelas funções essenciais, como o metabolismo, crescimento e divisão celular, e participar dos últimos estágios da formação da parede celular, biossíntese de lipídeos, transporte de elétrons e enzimas envolvidas no processo de fosforilação oxidativa, acredita-se que os íons hidroxila do hidróxido de cálcio, desenvolvem seu mecanismo de ação em nível de membrana citoplasmática. As enzimas extracelulares atuam sobre os nutrientes, carboidratos e lipídeos, que por hidrólise favorecem a digestão. As enzimas intracelulares participam da atividade respiratória celular, biossíntese de lipídeos e da estrutura da parede celular.

Piskin & TurKun (1995), estudaram os efeitos da temperatura de armazenagem, da concentração e do tempo de estabilidade de três diferentes marcas comerciais de hipoclorito de sódio (Hypo-Koruma, Adana; Clorox-Clorox Co, OaklandCA; e Domex – Levre, Istambul) nas concentrações de 0,5 e 5%. As soluções foram adquiridas duas semanas após sua manipulação e os testes foram iniciados imediatamente. Para a avaliação das concentrações e da temperatura de armazenamento, as soluções foram divididas em grupos e armazenadas a 24°C e 4°C. Todas as soluções apresentaram degradação após os 200 dias do estudo. As soluções na concentração de 5% quando armazenadas numa temperatura de 24°C apresentaram estatisticamente as maiores perdas de cloro ativo, quando comparadas àquelas com armazenamento igual à temperatura de 4°C. As soluções de hipoclorito de sódio na concentração de 0,5% não apresentaram diferenças estatísticas relacionadas à decomposição quando avaliada a temperatura.

Pécora et al. (1997), estudou o efeito do tempo de armazenagem e da temperatura sobre a estabilidade do hipoclorito de sódio na concentração de 5%, durante um período de 18 meses. A concentração de cloro ativo foi determinada pela titulação iodométrica. As soluções foram armazenadas em três condições de temperatura: a) temperatura ambiente, longe da luz solar; b) Temperatura ambiente com exposição a luz solar pela manhã; e c) local com refrigeração (9°C). A titulação foi realizada a cada 30 dias, fazendo-se três coletas para diminuir o erro experimental e a porcentagem de cloro ativo foi determinada pela média aritmética dos três resultados. Os resultados mostraram que a forma de armazenamento contribui para a degradação do hipoclorito de sódio. A solução mostrou-se estável após 30 dias. Após 150 dias, a concentração apresentada foi de 4 a 5%. Após 300 dias, a solução de hipoclorito de sódio a 5% apresentou decréscimo pela metade da concentração e apenas 1% de cloro ativo foi observado no final do experimento, ou seja, com 510 dias. Concluiu-se então que o hipoclorito de sódio a 5% deve ser armazenado em vidro de com âmbar bem vedado e que a perda de cloro ativo é diretamente proporcional ao tempo independente das condições de temperatura.

Guerisoli et al. (1998), estudaram a ação das soluções de hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,5% - 1% - 2,5% e 5% sobre a estrutura dentinária

mineralizada e desmineralizada pelo tempo de 1 hora. A dentina mineralizada apresenta perda de massa tecidual de modo estatisticamente semelhante para todas as concentrações das soluções de hipoclorito de sódio testadas. Porém a dentina desmineralizada, ou seja, o colágeno sofria perda de massa de modo proporcional à concentração da solução, ou seja, quanto maior a concentração da solução de hipoclorito de sódio, maior a perda de massa da dentina desmineralizada. Isso mostra a importância em se determinar a concentração do hipoclorito de sódio para ser utilizada durante a terapia endodôntica.

Pécora *et al.* (1999), descreve algumas associações entre o hipoclorito de sódio e outras soluções a fim de somar os efeitos químicos das soluções empregadas. As associações mais conhecidas são: hipoclorito de sódio alternado com peróxido de hidrogênio; hipoclorito de sódio + ácido cítrico; peróxido de uréia + EDTA + Carbowax associado ao hipoclorito de sódio a 5%; peróxido de uréia + tween80 + Carbowax ( Endo-PTC) neutralizado com solução de Dakin; hipoclorito de sódio + detergente.

Ao avaliar a influência da temperatura nas propriedades físico químicas do hipoclorito de sódio, Santos (1999), concluiu que a velocidade de dissolução tecidual foi diretamente proporcional à concentração e a temperatura de utilização da solução de hipoclorito de sódio, sendo que quanto maior a concentração e a temperatura utilizada, maior será a velocidade de dissolução tecidual. Em relação às concentrações de hipoclorito de sódio, observou que nas concentrações 0,5% e a 1% agiram de modo estatisticamente semelhante, quanto a velocidade de dissolução tecidual; a redução do pH após o processo de dissolução tecidual, foi inversamente proporcional à concentração da solução de hipoclorito de sódio, isto é quanto maior a concentração da solução de hipoclorito de sódio utilizada, menor a redução do pH, onde a redução do pH foi menor a temperatura de 24°C e maior no grupo formado pelas temperaturas de 37°C e 50°C ou seja o aumento na temperatura da solução causou maior redução do pH. O aumento da temperatura da solução causou menor redução na tensão superficial, o percentual de cloro remanescente foi diretamente proporcional a concentração da solução de hipoclorito de sódio, sendo assim quanto maior a concentração da solução de hipoclorito de sódio utilizada, maior o percentual de cloro remanescente, onde o aumento na

temperatura da solução de hipoclorito de sódio utilizada causou maior redução do percentual de cloro remanescente.

Siqueira Jr. *et al.* (2000), estudaram *in vitro* a efetividade antibacteriana produzida pela instrumentação e irrigação com hipoclorito de sódio nas concentrações 1%, 2,5% e 5,25% onde uma solução salina foi utilizada como controle, os teste foram realizados contra o patógeno *E. faecalis*. Foi observado que quanto maior a concentração do hipoclorito de sódio, maior foi o halo de inibição produzido. Nenhuma diferença nos efeitos antibacterianos foi observada entre as três concentrações de hipoclorito de sódio usadas, sugerindo assim que a irrigação freqüente e copiosa com o hipoclorito de sódio numa menor concentração pode manter uma reserva de cloro suficiente para eliminar um número significativo de células bacterianas, tornando-se necessária uma maior freqüência de irrigações, visto que a concentração é menor.

Estrela *et al.* (2002), estudaram o pH, o teor de cloro e a efetividade antimicrobiana de diferentes concentrações da solução de hipoclorito de sódio (0,5%, 1% e 2%) e procedências (1-Dakin Sol – 0,5%, 2 – Líquido de Dakin – 0,5%, 3- Líquido de Dakin – 0,5%, 4- Hi-Clor-1%, 5- Milton Sol – 1%, 6 – Líquido de Milton – 1%, 7- Soda Clorada –2%), encontradas no mercado nacional. A efetividade antimicrobiana foi verificada por testes de exposição direta, a análise de pH com peagâmetro e o teste do teor de cloro pelo método da iodométrica. A ação antimicrobiana das soluções testes a 1% e 2%, sobre uma cultura mista (*S. aureus* + *E. faecalis* + *P.aeruginosa* + *B.subtilis* + *C. albicans*), mostrou-se mais efetiva após 3 minutos, enquanto que, nas concentrações de 0,5% a efetividade ocorreu após 5 minutos. As soluções comerciais ( Dakin Sol, mAza 2000 – 0,5%; Hi-Clor, Halex Istar – 1%; Milton Sol, Maza 2000 – 1% e Soda Clorada, Biodinâmica – 2%) apresentaram pH acima de 11. O teor de cloro ativo foi mantido nas seguintes soluções experimentais : Líquido de Dakin, Biodinâmica = 0,5%; Hi-Clor, Halex Istar = 1,07%; Milton Sol, Maza 2000=1,06%; Soda clorada, Biodinâmica= 2,53%.

Outras propriedades físicas químicas devem ser atribuídas ao hipoclorito de sódio, são elas a densidade, tensão superficial, o pH, a viscosidade e a capacidade de umectação, devem ser consideradas durante a escolha de uma

solução irrigante. Espera-se do hipoclorito de sódio algumas reações químicas entre o hipoclorito de sódio e o tecido orgânico, são elas: reação de saponificação, reação de neutralização de aminoácidos e reação de cloraminação. O hipoclorito de sódio atua como solvente de matéria orgânica e de gordura, transformando esses ácidos graxos em sais de ácidos graxos (sabão) e glicerol (álcool) que reduz tensão superficial da solução remanescente, Estrela, (2004).

A efetividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio no que se refere a influência dos íons hidroxila sobre a membrana citoplasmática bacteriana, parece ser similar à do hidróxido de cálcio. O elevado pH do hipoclorito de sódio interfere na integridade da membrana citoplasmática, promove alterações biossintéticas, com inibição enzimática irreversível, promovendo assim uma ação oxidante. Com a formação de cloraminas ocorre interferência no metabolismo celular com oxidação irreversível do grupo sulfidríla de enzimas bacterianas. A degradação dos ácidos graxos e fosfolípidios podem ser observados pelo processo de peróxidação, ou seja, reação de saponificação, Gordon *et al.* (1981).

### 2.3 Clorexidina X Hipoclorito de sódio

Muitas pesquisas são realizadas comparando a efetividade da clorexidina e o hipoclorito de sódio nas mais diversas concentrações como substância química auxiliar durante o preparo do canal radicular.

Ringel *et al.* (1982), avaliaram a efetividade antimicrobiana comparando o gluconato de clorexidina a 0,2% com o hipoclorito de sódio na concentração de 2,5%. No estudo foram utilizados 60 dentes humanos unirradiculares com necrose pulpar. Foi realizada a abertura radicular e foi introduzido um meio de cultura no interior do canal radicular, seguido de instrumentação com limas nº 10 e 15. Após a remoção das limas do interior do canal radicular, foi removido o cabo das mesmas e introduzidas em tubos com caldo tioglicolato de sódio. Após esse procedimento foi realizada uma nova coleta com cones de papel absorvente. Procedeu-se a instrumentação com as soluções testadas, com uma irrigação final com soro fisiológico. Novamente fizeram-se as coletas e os dentes foram novamente selados. Na segunda seção, procederam-se os mesmos passos e, na terceira sessão, o canal radicular foi obturado. Após as amostras serem processadas pode-se concluir que o hipoclorito de sódio na concentração de 2,5% foi mais efetivo que o gluconato de clorexidina a 0,2%.

Vahdaty *et al.* (1993), avaliaram a eficácia do gluconato de clorexidina nas concentrações de 0,2% e a 2% e do hipoclorito de sódio a 0,2% e 2% em relação ao *E. faecalis* em túbulos dentinários de incisivos de bovinos. Os resultados obtidos mostraram que tanto a clorexidina quanto o hipoclorito de sódio em concentrações iguais reduziram o número dos microorganismos *E. faecalis* presentes no interior dos túbulos dentinários.

Jeansone & White (1994), avaliaram a ação do hipoclorito de sódio na concentração de 5,25% e o gluconato de clorexidina na concentração de 2% em 62 dentes humanos. O experimento procedeu-se da seguinte forma; foi realizada uma primeira coleta de material do interior dos canais radiculares, procedeu-se o preparo

dos canais com o auxílio das soluções testes, seguido da realização da segunda coleta. A terceira coleta foi obtida após 24 horas de incubação dos dentes em condições de anaerobiose, as amostras assim obtidas foram incubadas. Para se avaliar a substantividade das soluções testadas, irrigaram-se os canais radiculares com caldo tioglicolato, seguido de incubação em anaerobiose. Passado 24 horas, coletou-se material do interior dos canais radiculares, que foram incubados. Após a realização da análise dos resultados, foi concluído que tanto a clorexidina a 2% quanto o hipoclorito de sódio a 5,25% foram eficazes na redução da microbiota do canal radicular, onde a única desvantagem apontada pelos autores se deve o fato de o hipoclorito de sódio ter a ação de dissolver tecidos orgânicos, propriedade esta, que a clorexidina não possui.

Yesilsoy *et al.* (1995), avaliaram o efeito antimicrobiano do hipoclorito de sódio a 5,25 % , do hipoclorito de sódio a 0,5%, gluconato de clorexidina a 0,12%, álcool a 11,6% e therasol. Os testes foram realizados contra os microorganismos: *S. mutans*, *P. gingivalis*, *P. intermédia*. Os resultados mostraram que o hipoclorito de sódio a 5,25% foi o mais efetivo contra os microorganismos estudados. Os efeitos tóxicos dessas substâncias em 0,1 ml de solução injetado no tecido subcutâneo de guinea pigs foram observados após 2 horas, 2 dias e 2 semanas. Pode-se concluir que o hipoclorito de sódio a 5,25% é uma boa solução irrigadora, porém deve-se dar preferência para soluções menos agressiva e com eficácia antimicrobiana.

Kuruvilla & kamath (1998), estudaram o efeito do hipoclorito de sódio a 2,5%, e o gluconato de clorexidina a 0,2% e suas combinações sobre os microorganismos coletados de 40 dentes humanos unirradiculares com polpas necróticas. O material foi coletado do interior dos canais radiculares logo após a abertura coronária e após o preparo do canal radicular com o emprego das soluções testes. Pode-se concluir que o uso alternado do hipoclorito de sódio a 2,5% e do gluconato de clorexidina a 0,2% apresentou maior eficácia antimicrobiana que o emprego isolado de cada solução.

Siqueira Jr. *et al.* (1998), avaliaram o efeito antimicrobiano do hipoclorito de sódio a 0,5%, hipoclorito de sódio a 2,5% , hipoclorito de sódio a 4%,

digluconato de clorexidina a 0,2%, digluconato de clorexidina a 2%, ácido cítrico a 10% e EDTA a 17%. Nesse estudo foi utilizada as seguintes bactérias, *Pophyromonas endodontalis*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermédia*, *Prevotella nigrescens*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis* e *Streptococcus sobrinus*. Os resultados demonstraram que o hipoclorito de sódio na concentração de 4% obteve os melhores resultados.

Silva (1999), determinou a efetividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio a 1% e da clorexidina a 2% como irrigantes endodônticos. Usando um modelo de estudo *in vivo*, em dentes com canais radiculares infectados. Quando o hipoclorito de sódio a 1% foi utilizado como irrigante 16,7% e 83,3% das culturas microbianas evidenciaram resultados positivos no teste microbiológico, imediatamente e decorridos 7 dias do tratamento. A irrigação com clorexidina a 2% garantiu 8,3% e 41,7% de dados microbianos positivos no que diz respeito ao efeito imediato e residual. Os resultados obtidos indicam que ambos irrigantes possuem igual potencial antimicrobiano, quando considerada sua ação imediata, entretanto a clorexidina é mais eficiente na atividade residual de 7 dias.

Ayhan *et al.* (1999), avaliaram o efeito do hipoclorito de sódio a 5,25 %, hipoclorito de sódio a 0,5%, gluconato de clorexidina a 2%, álcool a 21% e cresofeno sobre os microorganismos, *E. faecalis*, *S. salivarius*, *S. pyogenes*, *E. coli* e *C. albicans*. Os autores observaram que o hipoclorito de sódio a 5,25% foi efetivo sobre todos os microorganismos, enquanto que o hipoclorito de sódio 0,5% apresentou menor efetividade. O álcool apresentou halos de inibição menores que o gluconato de clorexidina. O cresofeno foi o que apresentou halos de inibição maiores porém é uma substância citotóxica e possivelmente carcinogênica, mutagênica e teratogênica. Contudo a solução de hipoclorito de sódio a 5,25 % apresentou os melhores resultados.

Sen *et al.* (1999), avaliaram as propriedades antimicrobianas da clorexidina a 0,12%, do hipoclorito de sódio a 1% e a 5% em 266 incisivos superiores humanos. Os canais radiculares foram preparados e divididos em dois grupos, sendo que no primeiro grupo foi usado o EDTA. Os canais radiculares foram inoculados com 20  $\mu$ L de suspensão com *C. albicans* e em seguida incubados

durante 10 dias. Após esse período os canais radiculares foram lavados com solução tampão. Então se introduziu 3 ml das soluções testadas por períodos de 1, 5, 30 minutos e 1 hora. Os resultados indicaram que nos dentes do grupo 2 em que a smear layer estava presente, nenhuma das soluções testadas foram eficazes, enquanto que no grupo 1 e que a smear layer estava ausente, nos períodos de 1, 5 e 30 minutos, o hipoclorito de sódio a 1% e a 5% e a clorexidina a 0,12% não foram eficazes, porém após 1 hora as soluções mostraram atividade antifúngica.

Gomes *et al.* (2001), avaliaram *in vitro* a atividade antimicrobiana de várias concentrações de hipoclorito de sódio (0,5%, 1%, 2,5%, 4% e 5,25%) e clorexidina (0,2%, 1% e 2%) na forma de solução gel na eliminação de *Enterococcus faecalis*. Nesse estudo foi observado que todos os irrigantes apresentaram atividade contra o *Enterococcus faecalis*, porém em tempos diferentes. Os irrigantes mais efetivos foram, o hipoclorito de sódio a 5,25% e a clorexidina na forma líquida em todas as concentrações testadas.

Gomes *et al.* (2002), realizaram um estudo para avaliar a influência de irrigantes na microinfiltração coronária de dentes obturados pela técnica de condensação lateral. Os grupos utilizados foram: I – NaOCl 1%, II – NaOCl 1%+ EDTA 17%, III – Clorexidina gel 2%, IV – Clorexidina gel 2% + NaOCl 1% e V – água destilada. Os estudos revelaram que o método de irrigação durante a instrumentação, influenciou a microinfiltração coronária. O trabalho revelou que a irrigação com NaOCl + EDTA 17% ou a irrigação com a clorexidina gel, resultaram em selamentos coronários mais satisfatórios.

A resposta inflamatória a diferentes soluções endodônticas irrigadoras, foi observada em ratos. Foram utilizados, hipoclorito de sódio a 0,5%, digluconato de clorexidina a 2% e soro fisiológico que foram injetadas na cavidade peritoneal dos animais. Os animais foram sacrificados em 4, 24, 48 horas e 7 dias. Os resultados determinaram que o hipoclorito de sódio induziu a resposta inflamatória, enquanto o digluconato de clorexidina não provocou nenhuma resposta significativa, Tanomaru *et al.* (2002).

Ferguson *et al.* (2002), avaliaram a efetividade de vários irrigantes intracanaís contra a *C. albicans*. As substâncias avaliadas foram, o hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio, hidróxido de cálcio aquoso e o digluconato de clorexidina. Os resultados sugerem que o hipoclorito de sódio, o peróxido de hidrogênio e o digluconato de clorexidina penetram dentro o canal radicular, e possivelmente dentro dos túbulos dentinários, sendo agentes efetivos contra o fungo mesmo quando significativamente diluídos durante a terapia endodôntica. O hidróxido de cálcio somente foi eficaz como pasta e em contato direto com a *C. albicans*.

Estrela *et al.* (2003), analisaram o efeito antimicrobiano do hipoclorito de sódio a 2% e da clorexidina a 2% pelo teste de difusão e ágar e pelo teste de exposição direta, para isso foram utilizados cinco microorganismos, *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosas*, *Bacillus subtilis* e *C. Albicans*. Pode-se concluir que o hipoclorito de sódio a 2% e a clorexidina a 2%, produziram efeitos antimicrobianos desejáveis em relação aos microorganismos testados.

Zamany *et al.* (2003), sugeriu fazer o preparo químico mecânico utilizando o hipoclorito de sódio a 1% e posterior a esse preparo, realizar uma lavagem adicional utilizando a clorexidina na concentração de 2%. O estudo revelou que a lavagem final, utilizando a clorexidina a 2% foi significativamente mais efetiva quando comparado com a solução controle, solução salina, porém a total desinfecção não foi obtida. O estudo concluiu que a lavagem adicional utilizando a clorexidina 2% resultou em uma desinfecção potencializada do sistema de canais, sendo esse resultado significativamente importante.

Onçag *et al.* (2003), ao compararem o efeito antibacteriano e tóxico de vários irrigantes endodôntico, encontraram que nos sítios onde foi injetado o hipoclorito de sódio ocorreu uma regeneração tissular de maneira mais lenta quando comparados com os sítios onde o gluconato de clorexidina foi injetado. O gluconato de clorexidina a 2% promove uma atividade antibacteriana residual e foram mais potentes e menos tóxicos, quando comparados com o hipoclorito de sódio na concentração de 5,25%, assim a clorexidina a 2% foi considerada uma solução irrigante de escolha durante o tratamento endodôntico de dentes decíduos, devido a

grande chance de extravasamento da solução irrigadora. A ausência de toxicidade da clorexidina também foi demonstrada por Rushton (1977).

Gernhardt *et al.* (2004), sugeriram que o hipoclorito deva ser usado com cuidado na terapia endodôntica, prevenindo assim a extrusão de hipoclorito de sódio via forame apical. Foi sugerido também, que anterior ao uso do hipoclorito de sódio deva realizar a odontometria do canal, bem como a utilização de localizadores apicais para verificar possíveis perfurações o que poderia proporcionar extravasamento de hipoclorito para os tecidos periodontais. Foi demonstrado que a toxicidade do hipoclorito é proporcional a sua concentração. O estudo sugeriu a utilização de um irrigante de baixa toxicidade e eficiente ação antimicrobiana, sugerindo assim a clorexidina a 2%, juntamente com o uso de uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, sendo assim uma segunda alternativa particularmente em casos de alto risco de extravasamento.

Dametto *et al.* (2004), avaliaram o efeito residual da clorexidina a 2 % na forma gel e na forma líquida. Foi constatado que a clorexidina tanto na forma líquida como na forma gel, foram absorvidas e liberadas pela dentina e pelo esmalte mesmo após sete dias da instrumentação. O resultado desse estudo demonstrou que a utilização da clorexidina a 2% gel ou líquida foi mais efetiva que o hipoclorito de sódio a 5,25% na manutenção de uma baixa contagem de *E. faecalis*, 7 dias após a instrumentação biomecânica.

Morgana *et al.* (2004), avaliaram a efetividade da clorexidina nas concentrações 0,2%, 1% e 2%, também foi avaliado o hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,5%, 1%, 2,5%, 4% e 5,25%. Para esse estudo foram utilizadas as seguintes espécies microbianas, *C. albicans*, *S. aureus*, *P. gingivalis*, *P. endodontalis* e *P. intermedia*, sendo todos os microorganismos isolados de canais infectados. A clorexidina líquida em todas as concentrações matou todos os microorganismos em 30 segundos enquanto a clorexidina gel, levou cerca de 20 segundos. Em relação ao hipoclorito, a concentração de 5,25% foi a que melhor mostrou desempenho matando todos os microorganismos num período de 15 segundos. A atividade antimicrobiana do hipoclorito é proporcional a sua concentração. Para se obter níveis citotóxicos aceitáveis, a concentração

recomendada é de 0,5% porém os estudos mostram que nessa concentração o hipoclorito de sódio requer um tempo de 30 minutos para inibir o crescimento de microorganismos facultativos.

Menezes *et al.* (2004), avaliaram *in vitro* o efeito antimicrobiano do hipoclorito de sódio à 2,5% e da clorexidina à 2% como solução irrigadora, bem como a ação de cinco medicamentos intracanalais contra *C. albicans* e *E. faecalis*. Este estudo utilizou uma amostragem numerosa, 96 dentes recém extraídos bem como uma metodologia extensa. Concluiu-se que a solução de clorexidina a 2% foi superior ao hipoclorito de sódio a 2,5% contra os microorganismos testados.

#### Discussão :

A terapia endodôntica tem como objetivo a remoção de restos pulpares e debris de dentina do sistema de canais radiculares. A fim de alcançar este objetivo, é essencial o uso de um, ou de uma combinação de irrigantes durante o preparo mecânico dos canais radiculares, chamado então de preparo químico-mecânico. Sem o uso de irrigantes, grande quantidade de debris e bactérias podem permanecer no sistema de canais, aumentando a chance do insucesso do tratamento endodôntico, Harrison, 1984.

A endodontia moderna tem admitido o tratamento endodôntico em sessão única, graças a evolução das técnicas de instrumentação, da eficácia antimicrobiana dos agentes irrigantes e de novos métodos de obturação do sistema de canais radiculares.

O irrigante mais utilizado desde a década de 40, durante os tratamentos endodônticos era água, devido ao seu custo baixo, disponibilidade e capacidade de lubrificação, porém esta não possui atividade antimicrobiana. Vários tipos de irrigantes tem sido recomendados para o uso endodôntico. Dentre eles se incluem ácidos, agentes quelante, enzimas proteolíticas, soluções salinas e outros agentes químicos como agentes oxidantes, Harrison, 1984.

Buck *et al.* (2001), concluíram que a efetividade de uma solução irrigante é dependente de múltiplos fatores. O estudo considera a penetração do irrigante e a duração de ação contra a bactéria comumente associada à falha endodôntica. Apesar do irrigante poder penetrar profundamente nos túbulos dentinários, isso não significa que a concentração é suficiente para matar todos os tipos de bactérias presentes. A atividade antibacteriana pode ser reduzida à medida que as reações envolvendo dissolução de tecidos e a morte de bactérias ocorrem, assim a efetividade de uma solução irrigante particularmente nas pontas distais dos túbulos pode ser reduzida. O estudo sugere que poucas bactérias alcançam a porção mais cementária dos túbulos dentinários.

Durante o tratamento endodôntico, tanto debris, quanto soluções irrigadoras são extruídos através do forame apical ( Vande Visse & Brilliant, 1975), atingindo tecidos periapicais vitais. Desta forma, o uso do hipoclorito de sódio como irrigante endodôntico deve ser realizado com cuidado. A propriedade do hipoclorito de sódio em dissolver tecidos orgânicos é desejável durante a sua atuação no interior dos canaia radiculares contaminados, auxiliando a remoção de restos pulpares. Porém essa dissolução não é seletiva, podendo também danificar os tecidos periapicais, caso os atinja. Relatos de acidentes devido à injeção acidental de hipoclorito de sódio na região periapical são comuns na literatura. Esses danos aos tecidos periapicais é maior em casos de polpa necrótica e em dentes com forames apicais amplos, pois há maior chance de extrusão de irrigantes, Becking 1991.

Heggens *et al.*, 1991, avaliaram a atividade antimicrobiana e toxicidade do hipoclorito de sódio. Os autores concluíram que o hipoclorito de sódio a 0,025% seria a concentração mais segura para o uso clínico por não produzir efeitos tóxicos e manter propriedades bactericidas.

Kozol *et al.* 1988, recomendaram o abandono do uso da solução de Dakin ( NaOCL 0,5%), pois observaram que concentrações muito inferiores a essa, já eram capazes de interferir na quimiotaxia de neutrófilos e causar danos a fibroblastos e células endoteliais. Abou-Rass & Piccino, 1982, demonstraram que o hipoclorito de sódio, principalmente em baixas concentrações, é pouco ou nada eficiente frente a alguns microorganismos como *C. albicans*, *B. cereus*, *E. faecalis*, *S. sanguis*, *S. sobrinus*. Apesar do hipoclorito de sódio ser o irrigante mais utilizado, outros irrigantes menos tóxicos e com maior espectro de ação contra os microorganismos da microbiota endodôntica,

Para se ter um efeito antibacteriano desejável, o hipoclorito de sódio deve ser usado na concentração de 5,25%, onde apresentou maiores halos de inibição contra todos os microorganismos testados, com exceção do *Bacillus cereus*. No entanto, quando concentrações menores foram empregadas principalmente 0,5% e 1%, os halos de inibição foram significativamente menores, Yesilsoy *et al.*,1995.

A clorexidina tem sido usada na endodontia como solução irrigadora, Delany *et al.* 1982, sempre na sua formulação líquida. A clorexidina gel apenas foi avaliada como medicação intra canal, apresentando bons resultados, Siqueira & Uzeda, 1997. O gel natrosol, usado como base para a clorexidina é um agente espessante não iônico, inerte, hidrossolúvel e muito utilizado para espessamento de xampu, géis. A clorexidina na sua formulação gel, promove halos de inibição maiores quando comparados com sua formulação líquida.

A clorexidina quando utilizada em altas concentrações tem efeito bactericida, em baixas concentrações promove efeito bacteriostático. A ação antimicrobiana se dá pela ligação de moléculas catiônicas às paredes celulares das

bactérias que são carregadas negativamente. Em altas concentrações, ocorre o rompimento da parede celular, interferindo no mecanismo de transporte e favorecendo a coagulação do citoplasma pela alta afinidade às proteínas. Em baixas concentrações, inibe as funções da membrana citoplasmática, Greeinstein *et al.* 1986).

Quando comparada a atividade antimicrobiana da clorexidina 2% e o hipoclorito de sódio a 5,25 %, a atividade antimicrobiana é equivalente, entres os dois irrigantes testados, Delany *et al.* 1982.

Ao comparar o efeito antimicrobiano da clorexidina 2% e o hipoclorito de sódio a 5,25% contra o patógeno *E. faecalis*, a clorexidina foi a substância mais efetiva com resultados superiores ao NaOCl 5,25%, ambos necessitaram de 45 segundos para eliminar o *E. faecalis*. No entanto, o mesmo NaOCl 0,5% necessitou de 30 minutos para promover culturas negativas de *E. faecalis*.

Em relação à remoção da smear layer, a clorexidina gel 2% promoveu superfícies dentinárias mais limpas em relação ao NaOCl 5,25% e a clorexidina líquida a 2%, além da água destilada, Ferraz, 1999.

Devido a sua viscosidade, o gel de clorexidina pode compensar, com sua ação mecânica, a inabilidade química da clorexidina em dissolver tecidos orgânicos, removendo raspas de dentina e restos pulpares, além de possuir atividade antimicrobiana e promover ação lubrificante, facilitando a ação dos instrumentos, Ferraz, 1999.

Onçag *et al.* (2003), ao compararem o efeito antibacteriano e tóxico de vários irrigantes endodôntico, encontraram que nos sítios onde foi injetado o hipoclorito de sódio ocorreu uma regeneração tissular de maneira mais lenta quando comparados com os sítios onde o gluconato de clorexidina foi injetado. O gluconato de clorexidina a 2% promove uma atividade antibacteriana residual e foram mais potentes e menos tóxicos, quando comparados com o hipoclorito de sódio na concentração de 5,25%, assim a clorexidina a 2% foi considerada uma solução irrigante de escolha durante o tratamento endodôntico de dentes deciduos, devido a

grande chance de extravasamento da solução irrigadora. A ausência de toxicidade da clorexidina também foi demonstrada por Rushton (1977).

Gernhardt *et al.* (2004), sugeriram que o hipoclorito deva ser usado com cuidado na terapia endodôntica, prevenindo assim a extrusão de hipoclorito de sódio via forame apical. Foi sugerido também, que anterior ao uso do hipoclorito de sódio deva realizar a odontometria do canal, bem como a utilização de localizadores apicais para verificar possíveis perfurações o que poderia proporcionar extravasamento de hipoclorito para os tecidos periodontais. Foi demonstrado que a toxicidade do hipoclorito é proporcional a sua concentração. O estudo sugeriu a utilização de um irrigante de baixa toxicidade e eficiente ação antimicrobiana, sugerindo assim a clorexidina a 2%, juntamente com o uso de uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5%, sendo assim uma segunda alternativa particularmente em casos de alto risco de extravasamento.

#### Conclusão:

Com base nas revisões bibliográficas realizadas em relação ao hipoclorito de sódio e a clorexidina, podemos concluir:

1. Tanto o hipoclorito de sódio como a clorexidina, promovem uma satisfatória ação antibacteriana. A ação antibacteriana da clorexidina a 2% é comparada ao hipoclorito de sódio na concentração de 5,25%, quando comparamos o tempo de ação dessas substâncias.

2. O gel de clorexidina 2% e o hipoclorito de sódio 5,25% promovem culturas negativas após 45 segundos de contato com o *E. faecalis* , agindo mais rapidamente que os demais agentes pesquisados.

3. Em relação à clorexidina líquida e clorexidina gel, a formulação gel promove uma maior limpeza, devido ao fato de, atuar como um agente de lubrificação dos instrumentos endodônticos.

4. O gel de clorexidina 2% promove maior remoção da *smear layer* quando comparado a clorexidina líquida e ao hipoclorito de sódio 5,25%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Abou-Rass M & Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg*; 54(3):323-7, 1982.
2. Ayhan H, Sultan N, Cirak M, Ruhi MZ, Bodur H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *Int Endod J* 1999;32:99-102.
3. Basrani B, Santos J M, Tjaderhane L, Grad H, Gorduysus O, Huang J, Lawrence H P, and Friedman S. Substantive antimicrobial activity in chlorhexidine-treated human root dentin. *Oral Surg* 2002;94:240-245.
4. Baker NA et al. Scanning electron microscope study of the efficacy of various solutions. *J Endod* 1975;1(4):127-35.
5. Becking AG. Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. *Oral Surg* 1991; 71:346-8.
6. Berbert A *et al.* *Endodontia Prática*. São Paulo:Savier, 1980.
7. Biffi JC, Rodrigues HH. Ultrasound in endodontics: a quantitative and histological assessment using human teeth. *Endod Dent Tarumatol* 1989; 5: 55-62.
8. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 1981;89:321-28.

9. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985; 18:35-40.

10. Bystrom A. Sundqvist G. Evaluation of the effects of 0,5% sodium hypochlorite in endodontic therapy. *O Surg O med O Pathol* 1983; 55:307-12.

11. Buck R A, Eleazer P D, Staat R H and Scheetz J P. Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin. *Journal of Endodontics* 2001;27:206-208.

12. Calvo V *et al.* The possible role of pH changes during EDTA demineralization of teeth. *Oral Surg* 1989;68(2):220-2.

13. Campos H. Determinação Volumétrica dos canais radiculares após a instrumentação. *Arg Cent Est Fac Odont* 1965;2(1):47-76.

14. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen – dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 49(2): 175-7.

15. Cruz Filho AM. Ação do EDTAC sobre a microdureza da dentina radicular após difentes tempos de aplicação. Ribeirão Preto, 1994. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

16. Dametto F R, Ferraz C C R, Gomes B P F A, Zaia A A, Teixeira FB and Souza-Filho F J. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg* 2004;768-772.

17. Dakin HD. The antiseptic action of hypochlorites: the ancient history of the new antiseptic. Br Med 1915; 2: 809 – 10.

18. Dakin HD. In the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds. Br Med J, 1915; 2:318-20.

19. De Deus QD. Endodontia. 5.Edição Rio de Janeiro : MEDSI, 1992.

20. Delany GM, Patterson SS, Miller CH, Newton CW. The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. Oral Surg., v.53,p.518-23, 1982.

21. Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. Brazil Dent J 2002; 2:113 -117.

22. Estrela C, Ribeiro RG, Estrela CRA, Pécora JD, Souza-Neto MD. Antimicrobial effect of 2% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine tested by different methods. Braz Dent J 2003; 14:58-62.

23. Estrela C. Ciência Endodôntica. Ed. Artes Médicas – São Paulo – Vol.1- 2004. pág. 415-455.

24. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe-Júnior. O estudo do efeito biológico do ph na atividade enzimática de bactérias anaeróbias. Rev. Fac. Odontol Bauru 1994; 2:31-38.

25. Fanibunda KB. A method of measuring the volume of human dental pulp cavities. Int Endod J 1986; 19:194-7.

26. Fardal O, Turnbull RS. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. J Am Dent Assoc. 1986; 112: 863-9.

27. Ferraz CC. Avaliação in vitro do gel de clorexidina usado como irrigante endodôntico. Universidade Estadual de Campinas, Tese de mestrado, 1999.

28. Ferraz CCR, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Soza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. J Endodon 2001.

29. Ferguson DB, Marley JT, Hartwell GR. The effect of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: long-term results. J Endod 2003; 29:91-4.

30. Gambarini G, DeLuca M, Gerosa R. Chemical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigants. J Endod 1998; 24:432-434.

31. Gernhardt C R, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. Intern Endod Journal 2004;37: 272-280.

32. Georgopoulou M, Kontakiotis E, Nakou M. Evaluation of the antimicrobial effectiveness of citric acid and sodium hypochlorite on the anaerobic flora of the infected root canal. Int Endod J. 1994;27:139-43.

33. Gomes B P F A, Ferraz C C R, Vianna M E, Berber V B, Teixeira F B and Souza-Filho F J. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. Intern Endod Journal 2001;34:424-428.

34. Gomes BP, Souza SF, Ferraz CC, *et al.* Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *E. faecalis* in bovine root dentine in vitro. *Int Endod J.* 2003;36: 267-75.

35. Gordon TM, Damato D, Christine P. Solvent of various dilution of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. *J Endod* 1981; 7:466-469.

36. Grossman LI. Irrigation of root canals. *J Am Dent Assoc* 1943; 30:1915-7.

37. Grossman LI, Meinam BW. Solution of pulp tissue by chemical agent. *J Amer Dent Assoc.* 1941; 28:223-5.

38. Grossman LI. *Endodontia Prática.* 10. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara – Koogan, 1983.

39. Guerisoli DMZ, Souza –Neto MD, Pécora JD. Ação do hipoclorito de sódio em diversas concentrações sobre a estrutura dentinária. *Rer Odont UNAERP* 1998; 1:7-11.

40. Guimarães LF *et al.* Tensão superficial de algumas soluções irrigantes dos canais radiculares. *Rev. Odont. USP* 1988;2(1):6-9.

41. Greenstein G, Berman C, Jaffin R. Chlorhexidine. An adjunct to periodontal therapy. *J. Periodontal*,v.57, .370-6, 1986.

42. Harrison JW, Wagner GW, Henry CA. Comparison of the antimicrobiol effectiveness of regular and fresh scent Clorox. *J Endod* 1990; 16:328-330.

43. Harrison JW. Irrigation of the root canal system. Dent Clin North Am 1984;28:797-808.

44. Harrison JW. Irrigation of the root canal system. Dental Clinics of North America 1984; 28(4): 797-808.

45. Heggors JP, Sazy AJ, Stenberg BD, Strok LL, Mccauley RL, Hernos DN, Robson MC. Bacterial and wound-healing properties of sodium hypochlorite solutions. The 1991 Linderberg Award. J Burn Care Rehabil 1991;12:420-4.

46. Hennessey TD. Antibacterial properties of Hibitane. J Clin Peiodontol v. 4 1992;2-5.

47. Holland R *et al.* Manual de Endodontia da Faculdade de odontologia de Araçatuba. UNESP, 1979.

48. Imura N, Zuolo ML. Endodontia para o clínico geral. Ed. Artes Médicas – EAP-APCD, 1988 – Vol.10 – Pág.31 -37.

49. Imura N, Zuolo ML. Procedimentos clínicos em endodontia. Ed. Pancast, 1988.

50. Ingle JI, Zeldow BJ. Na evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy. J Am Dent Assoc 1958; 57:471-6.

51. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigant. J Endod 1994; 20:276-78.

52. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposure of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Sur*, v.20 1965; 340-9.

53. Keltjens HM, Schaekem MJ, van der Hoeven JS, Hendriks JC. Effects of chlorhexidine gel on periodontal health of abutment teeth in patients with overdentures. *Clin Oral Implants Res* 1991; 2:71-4.

54. Kozol RA, Gillies C, Elgebaly AS. Effects of sodium hypochlorite on cells of wound module. *Arch Surg* 1988; 123:420-3.

55. Kuruvilla JR, Kamath P. Antimicrobial activity of 2,5% sodium hypochlorite and 0,2% chlorhexidine gluconate separately and combined, endodontic irrigants. *J Endod* 1998; 24:472-476.

56. Leonardo MR, Tanamoru Filho M, Silva LAB, Nelson Filho P, Bonifácio KC, Ito IY. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigation solution. *J. Endodon*, V.3. p. 167-71, 1999.

56. Leonardo MR, Leal JM. *Endodontia Tratamento de canais radiculares*, 3. Edição. São Paulo: Panamericana, 1998.

57. Lopes HP & Siqueira Jr. JF. *ENDODONTIA, Biologia e Técnica*. Ed. Guanabara – Rio de Janeiro - 2. Edição – 2004. Pág.535 - 579.

58. Machtou PP, Yana Y. L. Irrigation em endodontie. *Chir Dent France* 1990; 60:25-30.

59. Menezes MM, Valera MC, Jorge AO, Koga-Ito CY, CAmargo CH, Mancini MN. In vitro evaluation of the effectiveness of irrigants and intra

canal medicaments on microorganisms within root canals. *International Endodontic Journal* 2004; 37: 311-9.

60. Milano NF *et al.* Tensão Superficial de algumas substâncias irrigantes auxiliares químicos em endodontia. *RGO* jan/mar 1983; 31(1):37-8.

61. Miller WD. An introduction to the study of the bacteriopathology of the dental pulp. *Dent Cosmos*,v.36,p.505-28,1894.

62. Morgana E V, Gomes B F P, Berber V B, Zaia A A, Souza-Filho FJ. In vitro evaluation activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral surgery* 2004;97: 79-83.

63. Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1982; 15:187-196.

64. Onçag O, Hosgor M, Hilmioglu S, Zekioglu O, Eronat C, Burhanoglu D. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *International Endodontic Journal* 2003;36:423-432.

65. Ostby NB. Chelating in root canal therapy. Ethylenediamine tetra-acetic acid for cleansing and widening of root canal. *Odontologic Tidskrift* 1957; 65(2)3-11.

66. Paiva JG, Antoniazzi JH. *Endodontia: Bases para a prática clinica*. 2.d. São Paulo: Artes Médicas, 1988.

67. Pécora JD, Guerisoli DMZ, Silva RS, Vansan SP. Shelf-life of 5% sodium hypochlorite solutions. *Braz Endod J* 1997; 2:43-45.

68. Pécora JD, Murguel CAF, Savioli RN, Costa WF, Vansan LP. Estudo sobre o shelf life da solução de Dakin. Rev Odont Univ São Paulo 1987; 1:3-7.

69. Pécora JD, Souza-Neto MD, Estrela C. Soluções auxiliares no preparo do canal radicular. In : Endodontia princípios biológicos e mecânicos. Estrela C, Figueiredo JAP. São Paulo: Artes Médicas; 1999. p.553-569.

70. Piskin B, Turkun M. Stability of various sodium hypochlorite solutions. J Endod 1995; 21:253-255.

71. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. Oral Surg.; 44 (2): 306 – 12, 1977.

72. Raphael D, Wong TA, Moodnik R, Borden BG. The effect of temperature on the bactericidal efficiency of sodium hypochlorite. J Endod 1981; 7:330-334.

73. Ringel AM, Patterson SS, Newton CW, Miller CH, Mulhern JM. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. J Endod 1992; 8:200-04.

74. Rushton A. safety of Hibitane II. Human experience. J. Clin. Periodontol.1977,v. 4. p.73-9.

75. Salzgeber M & Brillint JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. J Endodon; 3 (10): 394-8, 1977.

76. Santos TC. Estudo in vitro do aumento da temperatura das soluções de hipoclorito de sódio sobre suas propriedades físico químicas

anteriores e posteriores à dissolução do tecido pulpar bovino. (Dissertação de mestrado). Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 1999.108p.

77. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics. Etiological factors. J Endod 1985; 11:472-8.

78. Sen BH, Safavi KE, Spangberg LSW. Antifungal effects of sodium hypochlorite and clorexidine in root canals. J Endod 1999; 25:235-238.

79. Silva CAG. Efetividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio e clorexidina como irrigantes endodônticos. (Dissertação de Mestrado). Porto Alegre: Universidade Luterana do Brasil;1999.

80. Siqueira Jr JF, Uzeda M. Intracanal medicaments: evaluation of the antibacterial effects of clorexidine, metronidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. J Endod 1997; 23: 167-9.

81. Siqueira Jr, Batista MD, Fraga RC, Uzeda M. Antimicrobial effects of endodontic irrigants on black-pigmented Gram-negative anaerobes and facultative bacteria. J Endod 1998; 24:414-416.

82. Siqueira Jr J F, Roças I N, Amauri F, Lima K C. Chemo-mechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2,5% and 5,25% sodium hypochlorite. Journal of endodontics 200;26(6); 331-334.

83. Siqueira Jr. JF *et al.* Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal. Int Endod J 1997;30(4):279-82.

84. Souza MM, Souza MCMG, Saquy PC, Pécora JD. Ação antimicrobiana do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações e tempos de contato. *Odonto* 1992; 2: 302-306.

85. Souza MM, Souza MCMG, Saquy PC, Pécora JD. Ação antimicrobiana do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações e tempos de contato. *Odonto* 1992; 2:302-306.

86. Sundqvist G. Bacteriological studies of necrotic dental pulps. Umea, Sweden, 1976. Dissertation - University of Umea.

87. Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Silva LAB, Aníbal EF, Faccioli LH. Inflammatory response to different endodontic irrigating solutions. *Int Endod J* 2002; 35:735-9.

88. Vandevisse JE & Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endodont*; 1(7):243-6, 1975.

89. Vahdaty A, Pitt Ford TR, Wilson RF. Efficacy of chlorhexidine in disinfecting dentinal tubules in vitro. *Endod Dental Traumatol* 1993;9:243-248.

90. Walker A. A definite and dependable therapy for pulpless teeth. *J Am Dent Ass* 1936; 23:1418-25.

91. Walton RE, Rivera EM. Cleaning and shaping. In: Walton RE, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. 2.ed. Philadelphia:WB Saunders Company, 1996;201-33.

92. White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. J. Endodon, v.4, p229-31, 1997.

93. Zamany A, Safavi K, Spangberg L S W. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. Oral Surgery.V.96, p.578-581, 2003.

94. White RR, Hays GL. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. J Endod v.4, 1997; 229-31.

95. Weine FS. Endodontic Therapy . 4 edn. St Louis, MO, USA : The CV Mosby Co., 1989.

96. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. J Endod 1995; 21:513-5.