

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

**THAYANY GIORI CÔGO**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA SOLUÇÃO DE HIPOCLORITO DE  
SÓDIO 5,25% AQUECIDA SOBRE A RUGOSIDADE DENTINÁRIA**

**VITÓRIA  
2014**

THAYANY GIORI CÔGO

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA SOLUÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO 5,25%  
AQUECIDA SOBRE A RUGOSIDADE DENTINÁRIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Clínica Odontológica.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Francisco Carlos Ribeiro

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudia Mendonça  
Reis

VITÓRIA

2014

**THAYANY GIORI CÔGO**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DA SOLUÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO 5,25% AQUECIDA SOBRE A RUGOSIDADE DENTINÁRIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Clínica Odontológica.

Aprovada em 10 de dezembro de 2014.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Francisco Carlos Ribeiro**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Orientador**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliana Machado Barroso Xavier**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Bianca Mataveli Vimercati**  
**Universidade de Vila Velha**

“Mas os que esperam no senhor, renovarão as suas forças, subirão com asas como águias, correrão e não se cansarão, caminharão e não se fatigarão.”

Isaías 40:31

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda a minha família,  
especialmente a meus pais e a minha irmã

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me fortalecer e me proporcionar mais essa conquista.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Carlos Ribeiro, pela paciência, compreensão, perseverança e empenho na realização deste trabalho.

A minha Co-orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Mendonça Reis, pela oportunidade e suporte para a realização da pesquisa.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliana Machado Barroso Xavier, pela dedicação, apoio e incentivo incondicionais para a conclusão deste trabalho.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Batitucci dos Santos Daroz, pela colaboração, apoio e conhecimentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Luiz Gustavo Dias Daroz, pela contribuição na construção do trabalho.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosana de Souza Pereira, por se mostrar sempre solícita e me incentivar inúmeras vezes.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Selva Gonçalves Guerra, pelo incentivo e dedicação ao curso.

A todos os professores, alunos e funcionários do Curso de Mestrado em Clínica Odontológica da Universidade Federal do Espírito Santo, pela colaboração e apoio.

Ao Sr. Rodrigo Pratte, pela disponibilidade e colaboração na pesquisa.

A meus pais, José Valter Côgo e Jurimeri Giori Côgo, pelo amor, apoio, incentivo e compreensão.

A minha irmã Thais Giori Côgo, por me ajudar em muitos momentos, com paciência e dedicação.

Ao meu namorado Edson Travaglia Perim, pela compreensão, paciência e apoio nos momentos mais difíceis.

A todos os amigos da turma de Mestrado, sem os quais certamente não seria possível a conclusão de cada etapa do curso.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da solução aquecida de hipoclorito de sódio (NaOCl) 5,25% sobre a rugosidade da dentina humana. Foram selecionados cinco terceiros molares hígidos extraídos dos quais foram obtidos um disco de dentina coronária com 3 milímetros de espessura de cada dente. Com o intuito de se utilizar um modelo experimental de uma mesma amostra (amostra única) foram realizados dois cortes longitudinais em cada disco obtendo-se quatro fragmentos, dos quais três foram selecionados aleatoriamente. Sobre os fragmentos foi aplicada a solução de NaOCl 5,25% em diferentes temperaturas constituindo três grupos experimentais: GI - NaOCl 5,25% à 25°C (temperatura ambiente); GII - NaOCl 5,25% à 37°C; GIII - NaOCl 5,25% à 45°C. A rugosidade da superfície dentinária foi mensurada por meio de um topógrafo tridimensional, através dos parâmetros *Roughness Average* (Ra) e *Surface Average* (Sa), antes e após a aplicação do NaOCl 5,25% por 20 minutos nos diferentes tratamentos térmicos. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística através dos testes de Wilcoxon Mann-Whitney e Kruskal Wallis com nível de significância de 5%. As análises foram realizadas no modelo de amostra única (Ra) e em amostras agrupadas por tratamento térmico (Ra e Sa). Não houve diferença estatística significativa entre as rugosidades dentinárias (inicial e final) para Ra e Sa, após a aplicação do NaOCl 5,25%, independente da temperatura utilizada. Os resultados não diferiram quando as amostras foram avaliadas através do modelo de amostra única ou com as amostras agrupadas. Pode-se concluir que o aquecimento da solução de NaOCl 5,25% não causou aumento da rugosidade dentinária (Ra) em um mesmo dente e em amostras agrupadas (Ra e Sa).

**Palavras-chave:** Hipoclorito de sódio. Aquecimento. Dentina.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the heated solution of sodium hypochlorite (NaOCl) 5.25% on the roughness of human dentin. It was selected five healthy extracted third molar teeth which were obtained a coronary dentin disc with 3 millimeters (mm) thick from each tooth. Aiming to use an experimental single-tooth model (unique sample), two longitudinal cuts were made on each disk generating four fragments, three of which were randomly selected for application of NaOCl 5.25% solution at different temperatures forming three experimental groups: GI- NaOCl 5.25% at 25 °C (ambient temperature); GII- NaOCl 5.25% at 37 °C; GIII- NaOCl 5.25% at 45 °C. The dentinary surface roughness (Ra and Sa) was measured using a three-dimensional surface topography before and after the application of the solution of sodium hypochlorite 5.25% for 20 minutes in different thermic treatments. The obtained data were statistically analyzed using the Wilcoxon Mann-Whitney and Kruskal Wallis tests with significance level of 5%. The analyzes were performed in the single-tooth model (Ra) and grouped samples according to thermic treatments (Ra e Sa). There was no statistically significant difference between the dentinary roughness (initial and final), both to Ra as to Sa after the application of NaOCl 5.25%, independent of temperature used. The results did not differ when the samples were evaluated through single-tooth model or grouped samples. It was concluded that heating NaOCl 5.25% solution did not cause increase in the dentinary roughness (Ra) on a same tooth and in grouped samples (Ra and Sa).

**Key Words:** Sodium Hypochlorite. Heating. Dentin.

## LISTA DE ABREVIATURAS

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| BHI                           | do inglês <i>Brain Heart Infusion</i>                              |
| BHIB                          | do inglês <i>Brain Heart Infusion Broth</i>                        |
| Ca(OCl) <sub>2</sub>          | Hipoclorito de Cálcio  |
| CHX                           | Gluconato de Clorexidina   |
| ClO <sub>2</sub>              | Dióxido de Cloro   |
| EDTA                          | Ácido Etilenodiaminotetracético                                    |
| HEBP                          | Hidroxietilideno Bifosfonato                                       |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | Peróxido de Hidrogênio   |
| JCE                           | Junção cimento-esmalte   |
| MEV                           | Microscópio Eletrônico de Varredura                                |
| MO                            | Microscópio Óptico   |
| NaOCl                         | Hipoclorito de Sódio   |
| PBS                           | do inglês <i>Phosphate Buffered Saline</i> (tampão fosfato-salino) |
| Ra                            | do inglês <i>Roughness Average</i> (média da rugosidade)           |
| Sa                            | do inglês <i>Surface Average</i> (média da superfície)             |
| UFC(s)                        | Unidade(s) Formadora(s) de Colônia(s)                              |
| UFES                          | Universidade Federal do Espírito Santo                             |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| pH  | potencial hidrogeniônico |
| %   | porcentagem              |
| mm  | milímetros               |
| min | minuto (s)               |
| h   | hora (s)                 |
| mL  | mililitros               |
| s   | segundo (s)              |
| μL  | microlitros              |
| <   | menor                    |
| >   | maior                    |
| °C  | graus Celsius            |
| M   | molaridade (molar)       |
| mg  | miligrama (s)            |
| F   | graus Fahrenheit         |
| μm  | micrometro (s)           |
| Ca  | cálcio                   |
| P   | fósforo                  |
| Mg  | magnésio                 |
| rpm | rotações por minuto      |
| cm  | centímetros              |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Divisão dos grupos experimentais de acordo com a temperatura.....   | 49 |
| Tabela 2 - Valores (mediana) de rugosidade (Ra) de acordo com a temperatura em micrometros .....   | 53 |
| Tabela 3 - Valores (mediana) de rugosidade (Ra e Sa) de acordo com a temperatura para amostras agrupadas em micrometros.....                           | 54 |
| Tabela 4 - Estatística descritiva e inferencial do efeito do aquecimento sobre o substrato dentário em amostra única utilizando dados de Ra .....      | 72 |
| Tabela 5 - Estatística descritiva e inferencial do efeito do aquecimento sobre o substrato dentário em amostras agrupadas utilizando dados de Ra ..... | 73 |
| Tabela 6 - Estatística descritiva e inferencial do efeito do aquecimento sobre o substrato dentário em amostras agrupadas utilizando dados de Sa.....  | 74 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1- Secções do dente para obtenção do disco de dentina .....  | 48 |
| Figura 2- Secções do disco a fim de se obter um modelo experimental de uma mesma amostra .....  | 48 |
| Figura 3 – Topógrafo Tridimensional utilizado nas análises.....   | 49 |
| Figura 4 - Amostras fixadas nas placas para análise topográfica tridimensional ..   | 50 |
| Figura 5 - Caracterização da superfície dentinária do dente 1 após aplicação do NaOCl 5,25% à temperatura ambiente (25°C) .....                       | 54 |
| Figura 6 - Caracterização da superfície dentinária do dente 1 após aplicação do NaOCl 5,25% à 37°C .....  | 54 |
| Figura 7 - Caracterização da superfície dentinária do dente 1 após aplicação do NaOCl 5,25% à 45°C .....  | 55 |
| Figura 8 - Estatística descritiva e inferencial do efeito do aquecimento sobre o substrato dentário em amostras agrupadas utilizando dados de Ra..... | 73 |
| Figura 9 - Estatística descritiva e inferencial do efeito do aquecimento sobre o substrato dentário em amostras agrupadas utilizando dados de Sa..... | 74 |

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                         | <b>14</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>              | <b>16</b> |
| 2.1 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA .....                | 16        |
| 2.1.1 Concentrações de hipoclorito de sódio ..... | 16        |
| 2.1.2 Hipoclorito X outras soluções .....         | 20        |
| 2.1.3 Soluções Aquecidas .....                    | 22        |
| 2.2 DISSOLUÇÃO TECIDUAL .....                     | 24        |
| 2.2.1 Concentrações de hipoclorito de sódio ..... | 24        |
| 2.2.2 Hipoclorito X outras soluções .....         | 27        |
| 2.2.3 Soluções Aquecidas .....                    | 30        |
| 2.3 EFEITOS NA DENTINA .....                      | 32        |
| 2.3.1 Concentrações de hipoclorito de sódio ..... | 32        |
| 2.3.2 Hipoclorito X outras soluções .....         | 39        |
| 2.3.3 Soluções Aquecidas .....                    | 45        |
| <b>3 OBJETIVOS .....</b>                          | <b>46</b> |
| 3.1 GERAL .....                                   | 46        |
| 3.2 ESPECÍFICOS .....                             | 46        |
| <b>4 MATERIAL E METÓDOS .....</b>                 | <b>47</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.1 SELEÇÃO DAS AMOSTRAS .....                        | 47        |
| 4.2 PREPARO DAS AMOSTRAS .....                        | 47        |
| 4.3 ANÁLISE TOPOGRÁFICA INICIAL .....                 | 49        |
| 4.4 APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES .....                      | 51        |
| 4.5 ANÁLISE TOPOGRÁFICA FINAL .....                   | 52        |
| 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....                         | 52        |
| <b>5 RESULTADOS .....</b>                             | <b>53</b> |
| 5.1 EFEITO DO AQUECIMENTO EM AMOSTRA ÚNICA .....      | 53        |
| 5.2 EFEITO DO AQUECIMENTO EM AMOSTRAS AGRUPADAS ..... | 53        |
| <b>6 DISCUSSÃO .....</b>                              | <b>56</b> |
| 6.1 DISCUSSÃO SOBRE A METODOLOGIA EMPREGADA .....     | 56        |
| 6.2 DISCUSSÃO SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS .....       | 58        |
| <b>7 CONCLUSÃO .....</b>                              | <b>62</b> |
| <b>8 REFERÊNCIAS .....</b>                            | <b>63</b> |
| <b>APÊNDICES .....</b>                                | <b>71</b> |
| <b>APÊNDICE A .....</b>                               | <b>72</b> |
| <b>APÊNDICE B .....</b>                               | <b>73</b> |
| <b>ANEXO .....</b>                                    | <b>75</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas da Endodontia é a presença de microrganismos na estrutura dentária, sendo estes reconhecidos como um dos principais fatores etiológicos para o desenvolvimento de lesões pulpares e periapicais (RETAMOZO *et al.*, 2010). Enquanto a infecção endodôntica primária é mista, apresentando um relativo equilíbrio de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, com predominância de anaeróbios estritos, a infecção endodôntica secundária é geralmente composta por Gram-positivas com predomínio de espécies facultativas (HAAPASALO *et al.*, 2007).

Outra preocupação a respeito da presença de microrganismos no canal radicular e na região perirradicular refere-se à resistência microbiana, relacionada à organização de biofilmes. As bactérias formam biofilmes para facilitar seus processos fisiológicos, além de atuar como um mecanismo de defesa. A partir da deposição de uma película proteica na superfície da raiz, as bactérias começam a se aderir e se multiplicar, outras espécies bacterianas se aderem e ocorre um amadurecimento do biofilme em camadas. Essa organização as protege de alterações de pH e outras injúrias (WILLIAMSON, CARDON e DRAKE, 2009). O *E. faecalis* se apresenta como um microrganismo altamente resistente por possuir uma substância que facilita a agregação da espécie e por apresentar capacidade de permanecer viável no biofilme, o que justifica a frequente relação dessa espécie com casos de infecções persistentes e a importância da sua eliminação para o sucesso do tratamento endodôntico (WILLIAMSON, CARDON e DRAKE, 2009; RETAMOZO *et al.*, 2010).

O preparo químico-mecânico se apresenta como a solução para eliminar a infecção do canal radicular através da instrumentação mecânica e dos efeitos químicos dos irrigantes utilizados (RETAMOZO *et al.*, 2010; PASCON *et al.*, 2012). Dentre as características importantes para uma solução irrigadora destacam-se a atividade antimicrobiana e a capacidade de dissolução de tecido pulpar (ROSSI-FEDELE *et al.*, 2012). O hipoclorito de sódio (NaOCl) é a solução mais aceita e utilizada mundialmente por contemplar de forma mais adequada essas características,

atuando com alta eficácia antibacteriana até mesmo sobre biofilmes (ARIAS-MOLIZ *et al.*, 2009). Entretanto, essas características estão diretamente relacionadas ao tempo de atuação da solução e à concentração da mesma (RETAMOZO *et al.*, 2010, ZOU *et al.*, 2010; PASCON *et al.*, 2012).

O sucesso do tratamento endodôntico está relacionado tanto ao preparo mecânico quanto ao processo de irrigação dos canais radiculares. Com o advento da instrumentação rotatória o preparo se tornou mais rápido, o que gerou uma preocupação por parte dos pesquisadores no que se refere ao tempo de atuação das soluções irrigadoras com o sistema de canais radiculares (BARATTO-FILHO *et al.*, 2004). Isso porque, sabe-se que a eficácia do hipoclorito de sódio está relacionada ao tempo, à concentração e à temperatura da solução (ZOU *et al.*, 2010). Dessa forma, para compensar a limitação do tempo de contato, alguns autores preconizam o aquecimento das soluções, uma vez que o aumento significativo da concentração da solução não é aconselhável visto que pode levar ao aumento da toxicidade e, conseqüentemente, reações indesejáveis nos tecidos adjacentes e na estrutura dentinária (SIRTES *et al.*, 2005; ROSSI-FEDELE e FIGUEIREDO, 2008). Além disso, o aquecimento é capaz de favorecer a atividade antimicrobiana e a capacidade de dissolução pulpar, acelerando esses processos e diminuindo o risco de agressão tecidual (SIRTES *et al.*, 2005; ZOU *et al.*, 2010). Entretanto, torna-se importante verificar a atuação dessas soluções aquecidas sobre a dentina buscando analisar possíveis efeitos adversos ou não sobre esse substrato.

Esse fato torna-se relevante em função do hipoclorito de sódio afetar os componentes orgânicos da dentina o que leva a alterações nas suas propriedades mecânicas. Essas alterações podem comprometer a capacidade de selamento coronário e a adesividade dos materiais restauradores adesivos, sendo que a alteração na estrutura dentinária é diretamente proporcional ao aumento da concentração da solução (MARENDING *et al.*, 2007).

Dessa forma, torna-se fundamental a realização de mais estudos como forma de avaliar o efeito do aquecimento da solução de NaOCl 5,25% sobre a estrutura dentinária, uma vez que o aquecimento pode ou não potencializar o efeito dessa substância sobre o substrato dentinário e esse fator se apresenta clinicamente

importante para o sucesso do tratamento endodôntico em longo prazo (PASCON *et al.*, 2012).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

#### 2.1.1 Concentrações de Hipoclorito de Sódio

Berber *et al.* (2006) avaliaram a eficácia de várias concentrações de NaOCl contra *E. faecalis*. Cento e vinte pré-molares inferiores humanos com canais únicos extraídos tiveram suas coroas removidas e as raízes foram padronizadas em um tamanho de 15 milímetros (mm). Os canais radiculares foram alargados com limas K-file (até #20) sob irrigação com água corrente, seguido de Ácido Etilenodiaminotetracético (EDTA) 17% durante 10 minutos (min), NaOCl 5,25% durante 10min e água corrente por 1 hora (h). Os dentes foram então autoclavados e inoculados com 5 mililitros (mL) de *E. faecalis* por 21 dias a 37°C. Após a contaminação, as amostras de dentes foram novamente instrumentadas e irrigadas com NaOCl 0,5%, 2,5% ou 5,25%. As técnicas de instrumentação manual e rotatória foram realizadas e solução salina foi utilizada como controle. As amostras foram retiradas dos canais com três pontas de papel absorventes estéreis, antes e após a instrumentação, incubadas em placas com ágar *Brain Heart Infusion* (BHI) por 48h a 37°C e as Unidades Formadoras de Colônia (UFCs) foram contadas. Os dentes foram seccionados em três partes e a dentina foi removida do canal. As amostras de dentina foram também incubadas e cultivadas em ágar BHI para a contagem das UFCs. Os resultados mostraram que, nas amostras retiradas com pontas de papel após o preparo, não houve diferença estatisticamente significativa em relação à eliminação bacteriana entre as concentrações testadas, independente da técnica de instrumentação. Entretanto, nas amostras de dentina, a solução de NaOCl 5,25% se mostrou mais eficaz na eliminação bacteriana independente da técnica de instrumentação, seguida do NaOCl 2,5%.

Siqueira Jr., Magalhães e Rôças (2007) investigaram, em um estudo clínico, a redução do número de bactérias em canais infectados após o preparo químico-mecânico com NaOCl 2,5% como irrigante. Foram selecionados dentes com raízes únicas (incisivos centrais e laterais, caninos e pré-molares superiores e inferiores) com necrose pulpar e evidência radiográfica de periodontite apical, perfazendo o total de 11 dentes. Os dentes foram isolados e, sob condições assépticas, foi realizado o acesso ao canal seguido de irrigação com NaOCl 2,5% e tiosulfato de sódio 5% (para neutralização do NaOCl). As amostras iniciais foram retiradas através da imersão de três pontas de papel absorventes estéreis colocadas no canal, separadamente, durante 1min cada. Prosseguiu-se o preparo químico-mecânico com instrumentação manual e rotatória, irrigação com 5 mL de NaOCl 2,5% durante o preparo e irrigação final com 2 mL da mesma solução. Após a instrumentação e secagem do canal com pontas de papel absorvente estéreis, as amostras foram retiradas da mesma forma que as amostras iniciais, porém com fricção nas paredes, e o tratamento endodôntico convencional foi finalizado. Bactérias foram contadas e identificadas através da análise de sequenciamento genético (RNAr 16S). Nas amostras iniciais, bactérias foram encontradas em 100% delas. Após o preparo e utilização da solução de NaOCl, cinco dos 11 canais (45,5%) apresentaram culturas negativas, porém mais da metade dos canais (54,5%) apresentou cultura positiva, sendo a espécie bacteriana mais encontrada o *Streptococos*. Pode-se concluir que o preparo químico-mecânico com NaOCl 2,5% reduziu a contagem bacteriana em comparação com as amostras iniciais.

Haapasalo *et al.* (2007) observaram, através de uma revisão de literatura, que os irrigantes utilizados na terapia endodôntica são eficazes contra um largo espectro de bactérias, sendo o NaOCl a solução mais efetiva contra bactérias e leveduras. Os autores concluíram que altas concentrações (NaOCl 5%) são capazes de eliminar até mesmo esporos bacterianos.

Martinho e Brenda (2008) quantificaram, em canais radiculares com necrose pulpar e periodontite apical, as endotoxinas e as bactérias presentes antes e após o preparo químico-mecânico com NaOCl 2,5%. Para esse estudo clínico, foram selecionados 24 pacientes que apresentavam dentes unirradiculares, com necrose pulpar e evidência radiográfica de periodontite apical. Após a seleção, seguiu-se o tratamento endodôntico dos mesmos. Os dentes foram isolados e, após o acesso ao

canal sob condições estéreis, uma ponta de papel absorvente estéril foi introduzida no canal e mantida durante 60 segundos (s). Esse processo foi repetido com mais quatro pontas de papel absorventes. Em seguida, a instrumentação do canal foi realizada com limas manuais e rotatórias com irrigação com 5 mL de NaOCl 2,5% a cada troca de lima. O tempo de trabalho padrão foi estabelecido em 20min, ao término da instrumentação os canais foram irrigados com 5 mL de tiosulfato de sódio por 1min para inativação do NaOCl. Após o preparo, a coleta de amostras foi realizada novamente. As amostras contidas nas pontas de papel foram cultivadas em ágar sangue durante 14 dias, após esse período as UFCs foram quantificadas. O Ensaio do Lisado de Amebócitos do Limulus (LAL) foi usado para quantificar as endotoxinas. Nas amostras iniciais, endotoxinas e bactérias foram detectadas em todas as análises. Nas amostras retiradas após o preparo, foi observada uma redução média de aproximadamente 60% das endotoxinas e de 99,78% da carga bacteriana. Dessa forma, os autores concluíram que, após 20min, o preparo químico-mecânico com NaOCl 2,5% foi moderadamente efetivo contra bactérias e pouco efetivo contra endotoxinas.

Retamozo *et al.* (2010) avaliaram o tempo mínimo de contato e a concentração mínima do NaOCl necessários para remover efetivamente o *E. faecalis* dos túbulos dentinários de dentes bovinos infectados. Cilindros de dentina foram retirados das raízes de incisivos bovinos extraídos recentemente, cujos canais foram alargados até a criação de um lúmen de 2 a 3 mm de diâmetro. Após irrigação com EDTA 17% durante 4min e com NaOCl 5,25% por mais 4min, os cilindros foram autoclavados. Posteriormente, foi realizada a inoculação dos cilindros com *E. faecalis* durante três semanas a 37°C e em condições aeróbias. Após esse período, os cilindros foram então divididos em grupos de acordo com a solução testada: NaOCl 1,3%, NaOCl 2,5%, NaOCl 5,25% e água destilada. As concentrações de NaOCl foram testadas durante 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 minutos. Posteriormente cada amostra foi inserida em tubos com 2 mL de caldo BHI durante 72h. A ausência de turvação significava que não havia crescimento bacteriano, sendo que o contrário demonstrava presença de bactérias viáveis. As amostras que não apresentaram turvação foram colocadas em placas BHI por 24h e o crescimento bacteriano foi verificado visualmente. Todas as amostras testadas com NaOCl 1,3% mostraram turvação independente do tempo de aplicação. A maioria das amostras testadas com

NaOCl 2,5% demonstraram turvação em menos de 40min e em 40min apenas 53,3% demonstraram turvação. Nas amostras testadas com NaOCl 5,25% a turvação foi observada em 5, 10 e 15 minutos, nos tempos de 20, 25, 30 e 35 minutos a turvação foi observada em grande parte das amostras, porém em 40min nenhuma amostra apresentou turvação. Das amostras que foram cultivadas em placas, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os tempos de exposição ao NaOCl 5,25%. Entre o NaOCl 2,5% e 5,25% e a solução salina também houveram diferenças estatisticamente significantes. O NaOCl 5,25% apresentou uma diminuição linear na turvação em relação ao tempo de contato com o irrigante. Pode-se concluir que em uma concentração mais elevada (5,25%), a solução foi 100% efetiva no tempo de 40min, porém em baixas concentrações (1,3% e 2,5%) e no mesmo tempo de exposição a solução de NaOCl não foi efetiva na remoção do *E. faecalis*.

Dewsnup *et al.* (2010) estudaram a redução de *E. faecalis* em canais curvos e retos comparando a irrigação convencional (NaOCl 6,15%) com o uso do laser ER, CR:YSGG. Cinquenta e cinco dentes humanos unirradulares extraídos tiveram as coroas seccionadas para uma padronização das raízes em 14 mm, as quais foram instrumentadas com limas manuais e rotatórias e irrigadas com NaOCl 6,15% seguido de EDTA 17% por 3min e irrigação final com 3 mL de NaOCl 6,15%. Após o preparo, os dentes foram autoclavados e divididos entre os dentes tratados com irrigação convencional com NaOCl 6,15% e dentes tratados com o laser. Os dentes foram então inoculados com *E. faecalis* e incubados por 48h a 37°C. Nos dentes que receberam a irrigação convencional foi utilizado 3 mL de NaOCl 6,15% durante 1min seguido de 3 mL de água destilada. Nos dentes tratados com laser, 12 inserções do aparelho foram feitas (três em cada parede do canal) durante 2min. Os dentes do grupo controle não receberam nenhum tratamento. Após cada regime de irrigação testado, pontas de papel absorventes estéreis foram introduzidas nos canais por 15s e, a partir delas, as amostras de bactérias foram cultivadas em placas de ágar sangue por 48h a 37°C e o número de UFCs foram contadas. Houve crescimento bacteriano em 10% das amostras tratadas com a irrigação convencional, em canais retos e curvos não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles. As amostras tratadas com o laser em canais retos também apresentaram 10% de crescimento bacteriano, enquanto nos canais curvos o crescimento atingiu 30%. Nos

dentes tratados com NaOCl o número de UFCs ficou abaixo do limiar (0,00 UFC). Portanto, a irrigação tradicional com NaOCl 6,15% foi efetiva na eliminação das bactérias em ambos os tipos de canais, porém nos canais curvos apresentou maior eficiência quando comparado ao laser.

Beus *et al.* (2012), em um estudo clínico prospectivo, compararam o efeito da ativação ultrassônica do NaOCl 1% na eliminação de bactérias de canais radiculares com os resultados de uma única irrigação não ativada. Participaram do estudo pacientes que necessitavam de tratamento endodôntico em dentes posteriores com periodontite apical verificada radiograficamente. Após isolamento e acesso aos canais, em condições estéreis, as bactérias foram coletadas através de pontas de papel. Foi seguido um protocolo de instrumentação com limas manuais e rotatórias e irrigação com NaOCl 1%. A irrigação final foi realizada com 6 mL de NaOCl de acordo com o grupo testado (com ativação ultrassônica ou não). Os resultados demonstraram que os dois protocolos de irrigação resultaram em uma alta frequência de culturas negativas, não apresentando diferença estatística entre eles. Pode-se concluir que a ativação ultrassônica não aumentou a capacidade de redução bacteriana do NaOCl 1%.

### **2.1.2 Hipoclorito de Sódio X outras soluções**

Giardino *et al.* (2007) avaliaram a eficiência antimicrobiana das soluções de NaOCl 5,25%, Tetraclean (doxiciclina 1%, ácido cítrico 10%, cetramida 0,2% e polipropilenoglicol), Biopure MTAD (doxiciclina 3%, ácido cítrico 4,25% e Tween 80) e NaOCl 0,9% (controle) contra biofilmes de *E. faecalis*. Os biofilmes foram inoculados em placas de ágar BHI e incubados por 48h a 37°C. Após a incubação, os biofilmes foram removidos das placas e colocados em tubos com 5 mL da solução testada durante 5, 30 e 60 minutos a 20°C. A solução salina foi usada como controle. Os biofilmes foram, então, incubados novamente em placas de BHI por 48h a 37°C e as UFCs foram calculadas. Os resultados mostraram que o NaOCl 5,25% foi o único capaz de remover biofilme em 5min, sendo que o Tetraclean alcançou o mesmo efeito somente em 60min. O Biopure MTAD não foi capaz de remover os biofilmes em todos os tempos testados. A análise estatística mostrou que apenas o

NaOCl 5,25% foi eficaz na remoção do biofilme em todos os tempos testados, o Tetraclean causou desagregação considerável do biofilme em comparação ao Biopure MTAD em cada período de tempo testado. Pode-se concluir que o NaOCl 5,25% foi a solução mais efetiva na remoção do biofilme bacteriano.

Williamson, Cardon e Drake (2009) compararam a atividade antimicrobiana das soluções de NaOCl 6%, Chlor-Xtra (solução de NaOCl 5,25% com adição de modificadores de superfície que auxiliam na penetração da solução na dentina), gluconato de clorexidina 2% (CHX) e CHX-Plus (gluconato de clorexidina 2% com modificadores de superfície) em biofilmes de *E. faecalis* durante 1, 3 e 5 minutos. Lâminas de vidro foram colocadas em tubos contendo as bactérias incubadas que foram posteriormente imersos em outros tubos contendo 75 mL da solução testada onde permaneceram durante 1, 3 ou 5 minutos. Após o tempo experimental, as lâminas foram retiradas e imersas em tubos com uma solução neutralizante. Após o tratamento, os biofilmes foram raspados das superfícies das lâminas e colocados em placas de ágar *Brain Heart Infusion Broth* (BHIB) para a contagem de bactérias viáveis. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras tratadas com NaOCl 6% e Chlor-Xtra, assim como entre CHX 2% e CHX-Plus. Houve diferença estatisticamente significativa entre NaOCl 6% ou Chlor-Xtra quando comparados à CHX 2% em todos os tempos avaliados. Nos tempos de 1 min e 3min houve diferença significativa quando comparado o NaOCl 6% ou Chlor-Xtra com CHX-Plus. Concluiu-se que o NaOCl 6% e o Chlor-Xtra apresentaram níveis de atividade antibacteriana significativamente altos em comparação às outras soluções nos tempos de 1 min e 3min.

Arias-Moliz *et al.* (2009) avaliaram a concentração mínima necessária para erradicação de biofilmes de *E. faecalis* utilizando as seguintes soluções: NaOCl 0,1%, CHX 4%, EDTA 17%, ácido cítrico 25% e ácido fosfórico 5%. Os biofilmes de *E. faecalis* foram diluídos em solução salina e alíquotas de 10 microlitros ( $\mu\text{L}$ ) dessa diluição foram inoculadas em ágar BHI. As soluções testadas foram diluídas em solução salina (10 diluições duplas para cada irrigante), depositadas nos biofilmes por 1, 5 ou 10 minutos e transferidas para uma placa de microtitulação. A contagem das células viáveis após a exposição demonstrou que a concentração mínima eficaz para erradicação do *E. faecalis* pelo NaOCl foi 0,00625% em 1min, 0,0015625% para 5min e 0,00078125% para 10min. A CHX erradicou os biofilmes em uma

concentração de 2% em 5min e 1% em 10min. As outras soluções não conseguiram erradicar biofilmes em nenhuma concentração e em nenhum tempo testado.

Ozdemir *et al.* (2010) objetivaram avaliar os efeitos do EDTA 17% e do NaOCl 2,5% em biofilmes de *E. faecalis* em canais de pacientes jovens e adultos. Dentes humanos unirradiculares de pacientes jovens (<30 anos) e adultos (>60 anos) tiveram suas coroas e terços apicais das raízes cortados a fim de se obter amostras de raízes com 4 mm de altura. Essas amostras tiveram seus canais alargados com uma broca Gates-Glidden#2, posteriormente foram lavadas e esterilizadas. Cada grupo (jovem ou adulto) foi dividido em quatro subgrupos para o regime de irrigação testado: 10 mL EDTA 17% por 10min + 10 mL NaOCl 2,5% por 10min; 10 mL EDTA 17% por 10min; 10 mL NaOCl 2,5% por 10min e solução salina por 10min (controle). As amostras de dentina foram incubadas com *E. faecalis* em BHI por 24h a 37°C e, após esse período, irrigadas segundo o grupo testado, lavadas com 10 mL de solução salina e alargadas com uma broca Gates-Glidden#3. As raspas de dentina foram coletadas e colocadas em 3 mL de solução salina. Dessa solução foram retirados 50 µL que foram colocados em placas de ágar BHI e incubados por 24h a 37°C. As UFCs foram contadas e os resultados mostraram que a combinação do EDTA com o NaOCl reduziu significativamente a quantidade de biofilme tanto em jovens como em adultos em comparação à aplicação de cada solução separadamente. As soluções testadas separadamente apresentaram resultados similares e a formação de biofilmes foi significativamente maior em adultos em comparação aos jovens.

Rossi-Fedele *et al.* (2012) observaram, através de uma revisão de literatura, que a interação entre o NaOCl e os agentes quelantes (EDTA e ácido cítrico) causam uma redução da capacidade antimicrobiana do hipoclorito de sódio em menores concentrações.

### **2.1.3 Soluções Aquecidas**

Sirtes *et al.* (2005) avaliaram, através de um estudo *in vitro*, a eficácia antibacteriana de soluções pré-aquecidas de NaOCl 0,001%, 0,0001% e 0,00001% nas temperaturas de 20°C e 45°C (pré-aquecidas) sobre o *E. faecalis*. As bactérias

foram cultivadas em caldo tríptico de soja e suspensas em *Phosphate Buffered Saline* (PBS). Foram retirados 10 µL dessa solução, o qual foi adicionado a 890 µL da solução de NaOCl testada e incubado por 10min em cada temperatura. Após esse período, 100 µL de tiosulfato de sódio 0,1 molar (M) foi adicionado para neutralizar a atividade do NaOCl. Após os testes, as alíquotas de 20 µL das soluções foram cultivadas em caldo tríptico de soja por 48h a 37°C e as UFCs foram contadas. Nas soluções de NaOCl 0,001% e 0,0001% a eficácia antibacteriana foi significativamente maior em 45°C quando comparada a 20°C. A solução de NaOCl 0,00001% não foi efetiva tanto a 20°C como em 45°C. Os autores concluíram que o pré-aquecimento das soluções de NaOCl aumenta sua eficácia antimicrobiana sobre células de *E. faecalis*.

Poggio *et al.* (2012) compararam, por meio de um estudo *in vitro*, o efeito antibacteriano do Tetraclean (doxiciclina, ácido cítrico e polipropilenoglicol), Niclor 5 (NaOCl 5,25%), Cloreximid (clorexidina 0,2% e cetrimida 0,2%) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 12 volumes sobre três tipos de microrganismos (*E. faecalis*, *S. mutans* e *S. aureus*). Testes de disco-difusão dos irrigantes foram feitos em placas de ágar BHI contendo as espécies testadas. Discos de papel saturados com 40 µL das soluções testadas a 37°C ou pré-aquecidas a 50°C foram colocados nas placas e incubados por 24h a 37°C. Para os testes em 50°C, os irrigantes foram pré-aquecidos através de dispositivos de aquecimento das seringas com as soluções. Cada espécie foi avaliada com cada irrigante e o diâmetro das zonas de inibição foi mensurado em milímetros. A análise estatística revelou que a 37°C o Tetraclean promoveu uma inibição significativamente maior do crescimento bacteriano que as demais soluções testadas. O pré-aquecimento a 50°C aumentou significativamente a inibição do crescimento bacteriano em todos os testes, porém o Tetraclean e o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 12 volumes apresentaram significativamente maior eficácia em comparação aos demais irrigantes testados. A atividade antibacteriana do Tetraclean foi mais efetiva contra as espécies testadas, sendo que o pré-aquecimento a 50°C aumentou a atividade antibacteriana de todas as soluções testadas.

Gulsahi *et al.* (2014) avaliaram a efetividade antimicrobiana do NaOCl 2,5% a 25°C e 37°C durante 30s, 1min e 5min contra *E. faecalis* e *Candida albicans*. Foram utilizados 115 dentes unirradiculares humanos extraídos, dos quais foram obtidos cilindros (5 mm de diâmetro por 4 mm de altura) dos terços médios das raízes. Os

canais foram alargados com o uso de brocas Gates-Glidden#3, imersos em EDTA 17% por 60s, NaOCl 5,25% por mais 60s e autoclavados. Posteriormente, os cilindros foram incubados em tubos com 1 mL de BHI contendo *E. faecalis* ou *Candida albicans* durante 3 semanas a 37°C. Após esse período, os cilindros foram colocados em placas com 3 mL de NaOCl 2,5% a 25°C ou 37°C (pré-aquecido) durante 30s, 1 min ou 5 min, seguido de 3 mL de tiosulfato de sódio 5% por 5min para neutralização do NaOCl. Posteriormente, os cilindros foram colocados em tubos com 2 mL de BHI por 24h ou 48h a 37°C e o crescimento microbiano foi determinado pela turvação da solução. Os tubos que mostraram turvação, em 24h ou 48h, foram cultivados em placas de ágar sangue e as colônias foram identificadas pela coloração de Gram. Em relação ao *E. faecalis*, em 24h não houve diferença significativa entre os cilindros tratados a 25°C ou 37°C independente do tempo de contato com o NaOCl. Em 48h houve significativamente menos crescimento bacteriano com NaOCl a 25°C em 5min em comparação a 30s ou 1 min, porém a 37°C não houve diferença entre os tempos testados. Em relação à *Candida albicans*, tanto em 24h como em 48h a 25°C, o crescimento microbiano não mostrou diferença significativa em todos os tempos de exposição, porém a 37°C (tanto em 24h como em 48h) o crescimento microbiano foi significativamente menor em 5min de exposição em comparação a 1min ou 30s. Os autores concluíram que a solução de NaOCl 2,5% a 25°C em 5min foi mais efetiva contra o *E. faecalis* enquanto à temperatura de 37°C em 5min o NaOCl 2,5% foi mais efetivo em relação à *Candida albicans*.

## 2.2 DISSOLUÇÃO TECIDUAL

### 2.2.1 Concentrações de Hipoclorito de Sódio

Gordon, Damato e Christner (1981) avaliaram a capacidade de dissolução pulpar das soluções de NaOCl 1%, 3% e 5% sobre tecidos pulpares de molares inferiores bovinos vitais e necróticos. As soluções foram obtidas pela diluição do Clorox (NaOCl 5,25%) com água destilada, sendo a mesma utilizada como controle. Os tecidos foram retirados dos dentes e colocados em tubos de vidro previamente pesados. Foram utilizados 10 miligramas (mg) de tecido por 1 mL de cada solução

de NaOCl durante 2, 5 ou 10 minutos em temperatura ambiente, posteriormente as amostras foram lavadas com água destilada e os tubos novamente pesados. Os resultados mostraram que, em relação ao tecido vital, o NaOCl 1% apresentou um pequeno aumento na dissolução em comparação à água destilada em 2min de exposição, sendo que não houve aumento da dissolução com aumento do tempo. As soluções de 3% e 5% apresentaram maior dissolução que a concentração de 1% em 2min, sendo igualmente efetivas. Além disso, não houve aumento significativo em 10min de exposição. Em relação ao tecido necrótico, as concentrações de 1%, 3% e 5% apresentaram poucas diferenças nas quantidades de tecido dissolvido até 5min. Após 5min foram igualmente efetivas, sendo que a quantidade de tecido dissolvido não foi alterada significativamente entre 5min e 10min. Os autores concluíram que a concentração da solução, o tempo de contato e o tipo de tecido interferem na capacidade de dissolução do NaOCl.

Baumgartner e Cuenin (1992) avaliaram a capacidade de limpeza de soluções de NaOCl 0,5%, 1%, 2,5% e 5,25% em canais instrumentados e em canais que não receberam instrumentação. As raízes de pré-molares humanos unirradiculares foram separadas em pares, sendo que em cada par uma raiz recebia instrumentação. Nas raízes que foram instrumentadas foi utilizada uma lima K#15 para remoção da polpa, seguida de instrumentação convencional até a lima K#50. Cada raiz recebeu uma quantidade de 30 mL do irrigante testado durante 12min, seguido da irrigação final com 3 mL de água destilada. As raízes foram então cortadas longitudinalmente e analisadas através de imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em 500X e 4000X das paredes no terço médio dos canais. Através das imagens pode-se observar a presença de *smear layer* com alguns túbulos dentinários expostos em todas as concentrações de NaOCl nos canais instrumentados. Os canais que não receberam instrumentação, somente as concentrações de NaOCl 1%, 2,5% e 5,25% não apresentaram remanescentes pulpare e pré-dentina após tratamento. Pode-se concluir que o NaOCl é eficaz na remoção da matéria orgânica e pré-dentina mesmo em canais que não foram instrumentados.

Baratto-Filho *et al.* (2004) observaram a capacidade de remoção de tecido orgânico do sistema Profile.04 com diferentes concentrações de NaOCl através do Microscópio Óptico (MO). Incisivos centrais inferiores humanos foram submetidos a um preparo mecânico padronizado com instrumentação sequencial (#15 a #35) e a

irrigação foi realizada com 2 mL de soluções de NaOCl 0,5%, 1% e 5% ou água destilada (controle), seguido da irrigação final com 10 mL da mesma solução testada. Os testes foram realizados durante 210s (3,5min). Após o preparo, os terços apicais foram seccionados e levados para processamento histológico e análise ao MO (40X). Os resultados mostraram que o NaOCl 5% foi significativamente mais eficiente em relação a capacidade de dissolução pulpar quando comparado ao NaOCl 0,5%. O NaOCl 1% apresentou uma capacidade intermediária mas sem diferença estatística em relação às outras duas concentrações. Portanto, durante o tempo de exposição usado no estudo a solução mais concentrada apresentou melhor capacidade de dissolução pulpar.

Christensen, McNeal e Eleazer (2008) estudaram a capacidade de dissolução do NaOCl em diferentes concentrações (2,6% e 5,25%) e tempos de exposição (5, 15 e 30 minutos) sobre tecidos de músculo de porco. As amostras foram previamente pesadas e imersas em 10 mL da solução testada, decorrido o tempo estipulado para cada grupo, as amostras foram novamente pesadas. A solução salina foi usada como controle. O NaOCl 5,25% apresentou uma perda de tecido estatisticamente significativa em relação ao NaOCl 2,6%, independente do tempo de exposição. A maior dissolução do tecido ocorreu no tempo de 30min em uma mesma concentração, sendo que a maior quantidade de dissolução do tecido foi diretamente proporcional à concentração da solução utilizada e ao tempo.

Stojicic *et al.* (2010) avaliaram a capacidade de dissolução tecidual das soluções NaOCl 1%, 2%, 4% e 5,8% em peças de carne bovina. As amostras de tecido foram cortadas de forma similar, com o tamanho de 4x4x2 mm e peso de aproximadamente 68 mg. Após a imersão em 10 mL das substâncias testadas durante 5min, as amostras foram novamente pesadas e a quantidade de perda de peso foi calculada. As soluções de NaOCl 4% e 5,8% apresentaram uma diferença significativa em relação ao controle (água destilada). A concentração de 2% foi pouco efetiva na dissolução tecidual em relação às concentrações 4% e 5,8%. Os autores concluíram que aumento da concentração do NaOCl é diretamente proporcional a eficácia na dissolução do tecido.

Jungbluth *et al.* (2012) estudaram a capacidade de dissolver tecido pulpar necrótico seis diferentes marcas de água sanitária em dentes bovinos. Foram testadas as

marcas Safeway Bleach Regular, Safeway Bleach Summit Fresh, Clorox Regular, Clorox Germicidal Bleach, CVS Bleach Fresh Scent e Walgreens Bleach Regular. As soluções foram diluídas em água destilada para atingir uma concentração de NaOCl 1% com a finalidade de controlar possíveis efeitos de compostos adicionados às soluções. As amostras de tecido pulpar com tamanho similar foram pesadas e colocadas em tubos com 2 mL das soluções testadas durante 3min a 37°C. A diferença entre o peso antes e após os testes foi mensurada. Não houve diferença estatística significativa entre as soluções testadas em relação à capacidade de dissolução de tecido. Os autores concluíram que todas as soluções apresentaram características similares no que se refere à capacidade de dissolução tecidual em uma mesma concentração e independente da marca.

Clarkson *et al.* (2013) estudaram a capacidade de dissolução pulpar da solução de Milton (NaOCl 1%) em relação à quantidade de cloro ativo disponível. As amostras de tecido pulpar de 2,5 mm de diâmetro foram removidas de incisivos inferiores de porcos para o teste. Alíquotas de 25 mL foram retiradas da solução de Milton, em uma parte delas foram imersas amostras de tecido e em outra parte não. O teste foi realizado durante 2h30min. Nas alíquotas com o tecido, o conteúdo de cloro ativo foi mensurado antes e após a dissolução completa das amostras. Nas alíquotas sem tecido o conteúdo de cloro foi medido a cada 5min a fim de assegurar que não houve perda de cloro ativo. Nessas alíquotas a quantidade de cloro ativo se manteve inalterada. A análise estatística revelou que, nas alíquotas com o tecido, a perda média de cloro ativo final não foi significativa em comparação a inicial. Os autores concluíram que a diminuição do cloro ativo não parece ser a razão para diferenças na capacidade de dissolver tecido em uma solução de mesma concentração.

### **2.2.2 Hipoclorito de Sódio X outras soluções**

Zehnder *et al.* (2002) compararam soluções de NaOCl tamponadas (com adição de bicarbonato de sódio) com soluções sem tamponamento em relação ao efeito na dissolução do tecido. Foram testadas soluções de NaOCl 0,5% e 2,5% (não tamponadas) e NaOCl 0,5% (tamponada). Tecidos de porcos foram imersos em 30 mL das soluções testadas e solução controle (solução salina) a 32°C. Foram

utilizados dois tipos de tecido: tecido removido recentemente (30min antes do teste) com peso de 80 mg e tecido armazenado por 7 dias com pesos entre 40 e 70 mg. As amostras foram pesadas no início, após 15, 30, 60 e 120 minutos. O NaOCl 2,5% (não tamponado) foi significativamente mais efetivo que as soluções de NaOCl 0,5% (tamponadas ou não) em ambos os tipos de tecido. Os autores concluíram que o tamponamento da solução não apresentou benefício na dissolução de tecido. O aumento da concentração da solução potencializou a capacidade de dissolução tecidual.

Beltz, Torabinejad e Pouresmail (2003) determinaram a quantidade de perda de tecido pulpar após exposição a diferentes soluções irrigadoras: NaOCl 5,25%, 2,6% e 1,3%; EDTA 17%; MTAD e solução salina (controle). Polpas necróticas de dentes bovinos de 20 a 25 mg foram colocadas em tubos de ensaio, nos quais foram adicionados 1,7 mL das soluções durante 2h a 37°C. Os testes foram realizados com as soluções puras (sem associação). A alteração do peso antes e após a exposição às soluções foi o parâmetro utilizado para medir a capacidade de dissolução. Os resultados mostraram que a solução de NaOCl 1,3% não foi eficaz na dissolução do tecido. As soluções de NaOCl 2,6% e 5,25% foram as mais eficientes dissolvendo o tecido de forma similar, sendo que a concentração de 5,25% dissolveu quase completamente. O EDTA e o MTAD foram capazes de remover pouca matéria orgânica não apresentando diferença estatisticamente significativa entre os mesmos. Quando NaOCl 2,6% e 5,25% foram comparados, também não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Assim, concluiu-se que o NaOCl remove tecido pulpar mais efetivamente quando comparado ao EDTA e ao MTAD.

Cobankara, Ozkan e Terlemez (2010) conduziram um estudo *in vitro* a fim de comparar a capacidade de dissolver tecido orgânico do NaOCl 5,25% e do dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>) 13,8%. Polpas de incisivos inferiores bovinos foram removidas dos dentes e cortadas em partes semelhantes com peso de aproximadamente 25 mg. Após medida do peso inicial de cada amostra, as polpas foram imersas em 2 mL das substâncias testadas por 20min. A cada 2min a solução era renovada até o tempo final de 20min, posteriormente as amostras eram lavadas em água destilada e pesadas novamente. A solução salina foi usada como controle. A perda do tecido foi calculada pela diferença entre o peso inicial e final de cada amostra. Não houve diferença significativa entre as soluções testadas em relação à perda de peso das

amostras. Pode-se concluir que ambas as soluções foram igualmente eficientes na dissolução dos tecidos.

Irala *et al.* (2010) avaliaram a dissolução de tecido pulpar em dentes bovinos com soluções de NaOCl 1% e 2,5% puras ou associadas ao EDTA 17%. Fragmentos de tecido pulpar foram imersos em 4 mL das soluções de NaOCl 1% e 2,5% puras. Nas soluções associadas ao EDTA os fragmentos teciduais foram imersos nas seguintes combinações: 2 mL NaOCl 1% + 2 mL EDTA 17%; 1 mL NaOCl 1% + 3 mL EDTA 17%; 2 mL NaOCl 2,5% + 2 mL EDTA 17%; 1 mL NaOCl 2,5% + 3 mL EDTA 17%. Um tempo máximo de exposição da solução ao tecido foi determinado em 48h, sendo que as soluções que não dissolvessem completamente o tecido nesse tempo eram consideradas incapazes de dissolver de tecido pulpar. A partir desse princípio, as soluções de NaOCl combinadas com EDTA não foram capazes de dissolver o tecido. A análise estatística mostrou que o NaOCl 2,5% (puro) apresentou significativamente menor tempo médio de dissolução em comparação ao NaOCl 1% (puro). Assim, pode-se concluir que a maior concentração de NaOCl (2,5%) puro possui maior habilidade de dissolução e que a associação das soluções de NaOCl com o EDTA 17% impossibilitou a dissolução do tecido.

Dutta e Saunders (2012) em um estudo *in vitro* compararam as propriedades de dissolução tecidual do NaOCl 1,36% e 4,65% com o hipoclorito de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) 5% e 10%. Amostras de tecido muscular bovino foram pesadas antes e após a imersão em 5 mL das respectivas soluções por 5min. Essa pesagem foi repetida a cada 5min durante 1h e a porcentagem da perda de peso foi calculada em cada período. Todas as soluções apresentaram completa dissolução tecidual, com exceção do  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  5% que apresentou 99,4%, porém sem diferença estatística significativa. Nos primeiros 35min o NaOCl 4,65% dissolveu o tecido mais rapidamente e as demais soluções não apresentaram diferença significativa entre elas. Os resultados indicaram que após 35min e até 60min não houve diferença entre as soluções quanto à dissolução do tecido. Pode-se concluir que todas as soluções apresentaram capacidade de dissolução tecidual satisfatória e semelhantes.

Rossi-Fedele *et al.* (2012) realizaram uma revisão de literatura a respeito do NaOCl e sua capacidade de dissolver tecido e concluíram que os agentes quelantes (EDTA

e ácido cítrico) proporcionaram uma diminuição do conteúdo de cloro livre do NaOCl, reduzindo sua capacidade de dissolver tecido.

Almeida *et al.* (2013) avaliaram a interferência do EDTA 17% na capacidade de dissolução de tecido pulpar do NaOCl. O estudo foi realizado com amostras de tecido pulpar de dentes bovinos (com aproximadamente 45 mg) imersas no NaOCl 5%, 2,5%, 1% e 0,5% puro ou associado ao EDTA 17% (na proporção de 1:1) durante 5, 15 e 30 minutos. Nas amostras imersas no NaOCl puro, a dissolução do tecido foi significativamente maior nas soluções de maior concentração. A percentagem de dissolução de tecido foi maior em 15min em comparação a 5min de incubação, porém não houve diferença entre 15min e 30min. Os autores concluíram que a associação com o EDTA 17% reduziu a capacidade do NaOCl de dissolver tecido pulpar. O tempo, concentração da solução e a associação com o EDTA 17% influenciaram significativamente na capacidade de dissolução pulpar.

### **2.2.3 Soluções Aquecidas**

Abou-Rass e Oglesby (1981) estudaram a capacidade de dissolução tecidual de diferentes concentrações de NaOCl em diferentes temperaturas em tecido conjuntivo (derme) de ratos. Nesse estudo laboratorial, foram usadas 120 amostras do tecido com 8 mm de diâmetro sendo as mesmas divididas em 3 grupos de acordo com o tipo de tecido: tecido fresco (usados até 15min após serem retirados), tecido armazenado por 8 dias em formocresol e tecido necrótico (também armazenado por 8 dias). Foram usadas 10 amostras de cada tipo de tecido em cada combinação de concentração da solução com temperatura: NaOCl 2,6% a 73,2 F (aproximadamente 23,7°C); NaOCl 2,6% a 140 F (60°C); NaOCl 5,25% a 73,2 F e NaOCl 5,25% a 140 F. As amostras foram imersas em 30 mL da solução testada até que não houvesse mais tecido visível. Os resultados mostraram que o NaOCl 5,25% aquecido a 140F dissolveu o tecido fresco em 16min, enquanto a mesma solução na temperatura de 73,2 F levou 59min para a dissolução. Nos outros tecidos os resultados foram similares. O aquecimento das soluções a 140 F, em ambas as concentrações, levou a um aumento da capacidade de dissolução independente do tipo de tecido. O teste na temperatura de 73,2 F levou a uma dissolução mais lenta dos tecidos fixados e

necróticos, em comparação ao tecido fresco. A concentração de 5,25% foi mais eficaz que 2,65% independente do tecido e da temperatura. Pode-se concluir que o NaOCl em baixa concentração e menor temperatura requer mais tempo para a completa dissolução de tecido.

Sirtes *et al.* (2005) compararam, em um estudo *in vitro*, a capacidade de dissolver tecido necrótico de soluções pré-aquecidas de NaOCl 1% e 5,25% nas temperaturas de 20°C, 45°C e 60°C em tecido pulpar de dentes humanos extraídos. O tecido pulpar foi removido de terceiros molares e pré-molares humanos (total de 22 dentes), sendo cinco amostras usadas em cada regime de irrigação com NaOCl e 2 amostras irrigadas com solução salina (controle). As soluções testadas foram usadas da seguinte forma: NaOCl 1% a 20°C, NaOCl 1% a 45°C, NaOCl 1% a 60°C e NaOCl 5,25% a 20°C. As amostras foram irrigadas com 5 mL das soluções durante 1min e lavadas com água destilada por 2min. A diferença do peso inicial e após a irrigação foi mensurada, sendo que, no início, a comparação dos pesos não apresentava diferença significativa entre os grupos. As amostras irrigadas com a solução salina mantiveram seu peso durante o teste, porém nas amostras testadas com NaOCl diferenças significativas foram encontradas entre os grupos. O NaOCl 1% a 60°C foi significativamente mais eficaz que a solução de mesma concentração na temperatura de 45°C, que foi mais eficaz que a mesma concentração a 20°C. A solução de NaOCl 1% a 45°C foi igualmente efetivo em comparação ao NaOCl 5,25% a 20°C. Na temperatura de 60°C, o NaOCl 1% foi significativamente mais eficaz que o NaOCl 5,25% a 20°C. Pode-se concluir que o pré-aquecimento das soluções de NaOCl aumentou a capacidade de dissolução de tecido necrótico.

Rossi-Fedele e Figueiredo (2008) estudaram a capacidade de dissolução de tecido pulpar de uma solução de NaOCl 4% nas temperaturas de 20,5°C, 45°C, 60°C e 75°C utilizando um aquecedor de mamadeiras. Fragmentos de tecidos pulpares de dentes bovinos (previamente pesados) foram imersos em 1 mL da solução de NaOCl na temperatura testada. As soluções foram pré-aquecidas por 2min antes da colocação dos tecidos e, a partir do momento da imersão do tecido na solução, o tempo necessário para a completa dissolução foi mensurado. A completa dissolução foi definida como o momento em que não havia mais tecido visível. O peso não apresentou diferença estatística entre os grupos. O tempo necessário para dissolver o tecido foi significativamente menor em 45°C em comparação com 20,5°C, assim

como em 60°C e 75°C em comparação a 45°C. Não houve diferença significativa entre 60°C e 75°C. A velocidade de dissolução foi significativamente maior em 45°C comparado a 20,5°C, assim como em 60°C e 75°C em comparação a 45°C. Não houve diferença significativa entre 60°C e 75°C. Os autores concluíram que o aquecimento do NaOCl favoreceu a atividade de dissolução tecidual.

Stojicic *et al.* (2010) avaliaram os efeitos da temperatura na capacidade de dissolução tecidual do NaOCl. Foram testadas as concentrações de NaOCl a 1%, 2%, 4% e 5,8% em tecido bovino com forma, peso e tamanho similares. As peças apresentavam um tamanho de 4x4x2 mm e peso aproximado de 68 mg. Os testes foram feitos à temperatura ambiente, 37°C e 45°C. As amostras foram banhadas com 10 mL da solução durante 5min e novamente pesadas. A porcentagem de perda de peso foi calculada. Os resultados mostraram que o aumento da concentração favorece a perda de peso. Assim, à temperatura ambiente, houve uma diferença significativa na perda de peso após a exposição ao NaOCl 4% e 5,8% comparado ao controle. As amostras imersas no NaOCl 1% (à temperatura ambiente) apresentaram aumento de peso após 5min e no NaOCl 2% pequena perda de peso foi observada. O aquecimento das soluções causou um grande aumento na dissolução de tecido em uma solução de mesma concentração. Dessa forma, em uma mesma concentração, a perda de peso foi maior em 45°C quando comparada a 37°C, que foi maior em comparação à temperatura ambiente. Os autores concluíram que o aumento da concentração e da temperatura do NaOCl aumentaram sua eficácia na dissolução do tecido.

Haapasalo *et al.* (2014) compararam a eficácia da irrigação com soluções de NaOCl em diferentes concentrações e temperaturas em relação à dissolução tecidual. Soluções de NaOCl 0,5%, 3% e 6% foram testadas na temperatura ambiente (21°C) ou aquecidos a 40°C. Peças de carne bovina de tamanhos similares (4x4x2 mm) foram pesadas antes e após a imersão em 10 mL de cada substância por 5 min. Pode-se concluir que a taxa de dissolução tecidual foi maior em soluções de maior concentração e quando a solução foi aquecida.

### 2.3 EFEITOS NA DENTINA

### 2.3.1 Concentrações de Hipoclorito de Sódio

Barbosa, Safavi e Spangberg (1994) avaliaram o efeito do NaOCl 5% na integridade dentinária, através de um estudo *in vitro* com fragmentos de dentina humana. Para avaliar a perda de peso da dentina, 80 fragmentos foram obtidos a partir do terço coronário das raízes de oito dentes anteriores. As polpas foram removidas e os fragmentos foram desidratados durante 12h e pesados. Foram formados quatro grupos experimentais: GI- NaOCl 5%; GII- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35%; GIII- ácido nítrico 5% (controle positivo); GIV- água deionizada (controle negativo). Os fragmentos foram colocados em tubos (com cinco fragmentos cada) com 2 mL das soluções testadas e mantidos por 24h nas mesmas. Após os testes, as soluções foram substituídas por 2 mL de água deionizada por mais 24h. Os fragmentos foram então lavados 3 vezes com 10 mL de água deionizada, secos durante 12h e pesados novamente. Para o teste de condutividade hidráulica (para mensuração da permeabilidade dentinária), 20 discos com 0,5 mm de espessura foram obtidos de coroas de molares humanos e divididos em quatro grupos: GV- NaOCl 5% por 1h; GVI- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35% por 1h; GVII- NaOCl 5% por 1h seguido H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35% por 1h; GVIII- água deionizada (controle). A condutividade hidráulica foi mensurada antes e após a imersão nas soluções. Os resultados mostraram que, no primeiro teste, houve uma perda de aproximadamente 14% do peso das amostras de dentina após armazenamento no NaOCl 5% durante 24h, enquanto o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> causou uma perda de aproximadamente 7%. A permeabilidade dentinária apresentou um aumento significativo (duas vezes) quando as amostras foram expostas ao NaOCl 5%. Entretanto, a exposição ao H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> reduziu a permeabilidade dentinária em cerca de 16,6%. A combinação do NaOCl com o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> resultou em 37,1% de aumento na permeabilidade dentinária. Os autores concluíram que o uso do NaOCl 5% altera as características dentinárias e aumenta sua permeabilidade, podendo afetar a integridade das paredes do canal radicular.

Slutzky-Goldberg *et al.* (2004) estudaram o efeito da irrigação com o NaOCl 2,5% e 6% durante 5, 10 ou 20 minutos na microdureza da dentina radicular de dentes bovinos. Quarenta e duas raízes de incisivos centrais inferiores bovinos com 20 a 22 mm foram preparadas com limas K#40 para remoção das polpas e irrigadas com NaOCl 2,5% ou 6% durante 5, 10 ou 20 minutos. Após esse processo, as raízes foram cortadas em dois segmentos de 10 mm e incluídas em resina acrílica autopolimerizável. A medida da microdureza foi feita em cada secção a 500

micrometros ( $\mu\text{m}$ ), 1000  $\mu\text{m}$  e 1500  $\mu\text{m}$  a partir da interface dentina-polpa. A 500  $\mu\text{m}$ , a irrigação com o NaOCl 6% levou a uma diminuição da microdureza estatisticamente maior que a solução de NaOCl 2,5%. Em 10min e 20min a microdureza foi menor que em 5min, sendo que não houve diferença estatística entre 10min e 20min. Em 1000  $\mu\text{m}$  e 1500  $\mu\text{m}$ , não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Pode-se concluir que houve redução da microdureza na profundidade de 500  $\mu\text{m}$  em ambas as concentrações, porém na concentração de 6% a diminuição foi mais significativa em todos os períodos de tempo.

Mountouris, Silikas e Eliades (2004) avaliaram o potencial de desproteinização do NaOCl 5% na composição molecular e morfológica das superfícies de dentina coronária humana. Amostras de dentina foram preparadas através de cortes horizontais das coroas de terceiros molares a 1,5 mm abaixo da JCE e duas amostras de cada dente (3x2x1 mm) foram preparadas. No grupo A, foi aplicado ácido fosfórico 35% por 20s, lavados com água por 10s e secos. No grupo B, não foi aplicada nenhuma substância anterior ao NaOCl. Uma solução de NaOCl 5% foi depositada na superfície por 5s a 120s e, posteriormente, as amostras foram analisadas por Micro-espectroscopia de infravermelho Transformada de Fourier (FTIR) e Microscopia de Força Atômica. As mudanças no conteúdo mineral e no parâmetro de rugosidade (Ra) foram usadas para avaliar o efeito da solução. Foi observado que o tratamento com NaOCl reduziu a matriz orgânica em ambos os grupos. A taxa de desproteinização foi pequena no grupo A, sendo observados túbulos após o tempo de 40s e excessiva porosidade após 120s. No grupo B foi observada, em 10s, extensa desproteinização, sendo que esta aumentou com o tempo. Os valores de Ra não apresentaram diferenças estatísticas entre os grupos. Os autores concluíram que o NaOCl 5% aumentou do diâmetro os túbulos assim como a porosidade intertubular e a rugosidade, porém a área da dentina intertubular foi reduzida.

Correr *et al.* (2006) avaliaram as alterações micromorfológicas promovidas pela aplicação do NaOCl em diferentes concentrações e tempos de contato na dentina de dentes decíduos através do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Quarenta dentes decíduos anteriores tiveram seus remanescentes radiculares removidos 1 mm abaixo da JCE e a dentina da superfície vestibular das coroas foi exposta. Sobre a dentina foi aplicado gel de ácido fosfórico 35% por 7s (para desmineralização)

seguido da lavagem por 15s e aplicação das soluções testadas segundo o grupo (tratadas com NaOCl ou somente com o ácido fosfórico). As amostras que foram tratadas com NaOCl 5% ou NaOCl 10% durante 30, 60 ou 120 segundos (para desproteinização). As amostras foram então lavadas com água destilada por 30s e secas. As análises foram feitas através do MEV em magnificações de 2000X a 13000X. Os resultados mostraram que as amostras tratadas apenas com o ácido apresentaram um padrão de desmineralização dentinária com exposição dos túbulos e fibrilas de colágeno. A aplicação do NaOCl 5% por 30s resultou menores alterações nas fibrilas colágenas, tornando a superfície mais lisa e aberturas tubulares mais amplas em comparação às amostras que foram tratadas apenas com o ácido fosfórico. A aplicação do NaOCl 5% por 60s apresentou aberturas tubulares mais amplas, túbulos secundários mais evidentes na área peritubular e aspecto corroído da superfície em comparação à mesma concentração no tempo de 30s. Completa remoção de fibras colágenas foi observada nos grupos tratados com NaOCl 5% por 120s e NaOCl 10% em todos os tempos, sem diferença significativa entre eles. Além disso, observou-se também superfície muito corroída, aberturas tubulares amplas e grande número de túbulos secundários na dentina peri e intertubular em comparação ao NaOCl 5% por 30s ou 60s. A ação do NaOCl proporcionou mudanças significativas na micromorfologia da dentina de dentes decíduos, sendo que a concentração mais elevada de NaOCl causou a remoção completa das redes de fibrilas colágenas em menor tempo.

Marending *et al.* (2007) estudaram as alterações químicas, mecânicas e estruturais na dentina radicular humana após aplicação de NaOCl nas concentrações de 1% e 5%. Os blocos de dentina radicular humana foram feitos a partir de terceiros molares superiores humanos, imersos em 5 mL das soluções de NaOCl durante 1h seguido de EDTA 17% por 2h e, posteriormente, avaliados ao Microscópio Óptico e Microscópio Eletrônico de Varredura. A observação através da microscopia constatou que após a exposição ao NaOCl 1% houve desagregação da matriz superficial da dentina e a exposição ao NaOCl 5% apresentou, além da desagregação da matriz superficial, crateras de até 10  $\mu\text{m}$  de profundidade. Os autores concluíram que a dissolução de componentes orgânicos altera a permeabilidade da dentina intertubular causada pelo NaOCl, sendo essa relação dependente da concentração.

Borges *et al.* (2008) investigaram o uso do NaOCl 1% na dentina da câmara pulpar seguido pela aplicação de ácido fosfórico simulando a restauração com resina composta em dentes tratados endodonticamente. Molares decíduos e terceiros molares humanos, extraídos e hígidos (n=10) foram utilizados nesse estudo. As raízes foram cortadas e as coroas seccionadas no sentido mesio-distal paralelamente ao longo eixo, obtendo-se 40 amostras. Após remoção dos componentes pulpares, as amostras foram imersas em uma solução de água deionizada por 5min para remoção das impurezas. Os testes foram realizados com a solução de NaOCl 1% seguida ou não do ácido fosfórico, ácido fosfórico puro ou sem aplicação de substância. As amostras foram avaliadas com Espectroscopia Raman Transformada de Fourier e Microscopia Eletrônica de Varredura. Os autores concluíram que a irrigação com NaOCl 1% modificou o arranjo do conteúdo orgânico e inorgânico tanto nos dentes decíduos como nos permanentes e essa modificação não foi anulada pela aplicação do ácido fosfórico.

Fawzy, Amer e El-Askary (2008) investigaram a alteração da superfície dentinária após o pré-tratamento com NaOCl 5,25% aplicado 120s anteriormente à aplicação do sistema adesivo. Doze terceiros molares humanos foram fixados em resina acrílica autopolimerizável 3 mm abaixo da JCE e o esmalte oclusal foi removido. Discos de 2 mm foram obtidos de cada dente, os quais foram divididos em quatro grupos de acordo com o tratamento proposto: GI- aplicação de ácido fosfórico 37% por 15s, lavagem com água por 15s e secagem com bolinha de algodão; GII- aplicação de AdheSE (auto-condicionante) por 15s, fricção do mesmo por mais 15s e secagem com ar por 3s; GIII- 2 gotas de NaOCl 5,25% por 120s, lavagem com água por 60s e secagem por 3s, aplicação de ácido fosfórico 37% por 15s, lavagem com água por 15s e secagem com bolinha de algodão; GIV- 2 gotas de NaOCl 5,25% por 120s, lavagem com água por 60s e secagem por 3s, aplicação de AdheSE (auto-condicionante) por 15s, fricção do mesmo por mais 15s e secagem com ar por 3s. Os dentes foram então avaliados através da Microscopia de Força Atômica. A análise estatística do parâmetro de rugosidade (Sa) mostrou que o NaOCl seguido do ácido fosfórico aumentou significativamente a rugosidade em relação aos outros grupos testados. Os autores sugerem que esse fato pode influenciar a resistência de união dos materiais.

Pascon *et al.* (2009) observaram, através da revisão da literatura, que o NaOCl altera as propriedades mecânicas da dentina como a microdureza e a rugosidade. O estudo observou reduções significativas na microdureza dentinária após tratamento com soluções de NaOCl 1%, 2,5%, 5% e 6%, o que indica fortes efeitos diretos dessa solução na estrutura dentinária orgânica e mineral independente do tempo e da concentração da solução. Os autores ressaltaram que essas alterações possivelmente afetam o posterior tratamento restaurador a ser realizado no elemento dentário, e que uma concentração adequada do NaOCl com efeitos mínimos sobre a estrutura dentinária ainda não foi determinada.

Zhang *et al.* (2010) estudaram os efeitos das concentrações do NaOCl 1,3% e 5,25%, assim como do tempo de contato da solução, na remoção do conteúdo orgânico da dentina com e sem a aplicação de EDTA 17%. As amostras de dentina radicular (raspas) de 38 µm foram obtidas a partir de sessenta terceiros molares humanos extraídos. As amostras foram divididas em 16 grupos com 50 mg cada e imersas em frascos contendo 50 mL da solução testada durante 10, 20, 30, 60, 120, 180 ou 240 minutos. Após o período de teste, as amostras foram lavadas em água deionizada e liofilizadas. As análises foram realizadas através da Espectroscopia de Infravermelho Transformada de Fourier. Após a primeira análise, EDTA 17% foi aplicado nas amostras por 2min e as amostras foram novamente avaliadas pela técnica da espectroscopia. Foi separado um grupo controle com amostras onde somente o EDTA 17% foi aplicado. Outra análise foi realizada com 16 dentes anteriores unirradiculares humanos cujas coroas foram cortadas para obtenção de um tamanho padrão de 17 mm das raízes. As raízes foram fixadas em um tubo de acrílico com 3 mm da raiz sobressaindo do tubo e os canais foram preparados durante 20min com limas manuais e rotatórias, sendo o regime de irrigação feito com 10 mL da solução conforme o grupo testado (NaOCl 1,3% ou 5,25%) seguida da irrigação com 5 mL de EDTA 17% por 2min. As raízes foram cortadas longitudinalmente, quatro de cada grupo foram avaliadas no MEV e imagens do terço médio a uma magnificação de 2000X e 7500X foram feitas. As outras quatro foram similarmente cortadas longitudinalmente, preenchidas com cimento endodôntico e avaliadas por Microscopia Eletrônica de Transmissão. A avaliação pela Espectroscopia de Infravermelho Transformada de Fourier mostrou que, em comparação com o NaOCl 1,3%, as amostras tratadas com o NaOCl 5,25%

apresentaram menos colágeno intacto na superfície, independente da aplicação do EDTA 17%. Observações ao MEV apresentaram erosão das paredes dos canais apenas com a aplicação do NaOCl 5,25% seguido de EDTA 17%. Análises através da Microscopia Eletrônica de Transmissão mostraram uma extensão de 10-15 µm abaixo da superfície dentina-material selador após o uso do NaOCl 5,25% por 20min. Os autores concluíram que existe um efeito destrutivo do NaOCl no conteúdo mineral da dentina, independente do uso combinado com o EDTA 17%.

Prasansuttiporn *et al.* (2011) estudaram a resistência de união na dentina humana tratada com NaOCl 6%. Vinte e quatro terceiros molares humanos foram utilizados e o esmalte foi removido para expor a superfície de dentina. Oito grupos experimentais foram formados de acordo com a solução aplicada na dentina: GI- água destilada por 30s; GII- NaOCl 6% por 30s seguido de água destilada por 10s; GIII- NaOCl 6% por 30s seguido de água destilada por 10s + ascorbato de sódio 10% por 5s; GIV- NaOCl 6% por 30s seguido de água destilada por 10s + ascorbato de sódio 10% por 10s; GV- NaOCl 6% por 30s seguido de água destilada por 10s + Accel por 5s; GVI- NaOCl 6% por 30s seguido de água destilada por 10s + Accel por 10s; GVII- NaOCl 6% por 30s seguido de água destilada por 10s + ácido rosmarínico por 5s; GVIII- NaOCl 6% por 30s seguido de água destilada por 10s + ácido rosmarínico por 10s. Em seguida, foi realizada a aplicação de um sistema adesivo e colocação de três incrementos de 1,5 mm de resina composta fotopolimerizável. As amostras foram armazenadas por 24h a 37°C e, após esse período, seccionadas verticalmente em palitos de 0,7 mm de espessura e submetidos a testes de microtração. As amostras tratadas com NaOCl apresentaram resistência de união significativamente menor quando comparado ao grupo controle (sem nenhum tratamento). Nas amostras tratadas com NaOCl 6% e antioxidante, a aplicação do Accel ou do ácido rosmarínico, independente do tempo, melhorou significativamente a resistência adesiva.

Moghaddas, Moosavi e Ghavamnasiri (2014) realizaram um estudo *in vitro* a fim de avaliar a microinfiltração de elementos dentários restaurados após tratamento endodôntico utilizando NaOCl 5% como solução irrigadora. Para os testes, 40 primeiros molares humanos receberam tratamento endodôntico com instrumentos mecânicos, sendo que 20 dentes foram irrigados com NaOCl 5% durante 5min e 20

dentes não foram tratados com solução irrigadora. Após obturação dos canais com guta-percha (sem cimento endodôntico) e selamento com cavit, os mesmos foram estocados em saliva artificial por duas semanas e, após esse período, restaurados com resina composta. As possíveis microinfiltrações foram avaliadas através do método de infiltração fluida. Os resultados mostraram que o grupo tratado com NaOCl 5% proporcionou um aumento significativamente maior na microinfiltração em comparação com o grupo não tratado.

### **2.3.2 Hipoclorito de Sódio X outras soluções**

Dogan e Çalt (2001) observaram o efeito do uso do EDTA, RC-Prep e NaOCl, combinados e sozinhos, no conteúdo mineral da dentina através do MEV e Espectrometria de Energia Dispersiva. Dezoito incisivos superiores humanos tiveram suas coroas e dois terços apicais removidos, sendo o remanescente radicular cortado longitudinalmente gerando um total de 36 amostras foram tratadas com as seguintes soluções: a) EDTA 17% por 15min seguido de 10 mL de NaOCl 2,5%; b) RC-Prep por 15min seguido de 10 mL de NaOCl 2,5%; c) EDTA 17% por 15min seguido de 10 mL de solução salina; d) RC-Prep por 15min seguido de 10 mL de solução salina; e) 10 mL de NaOCl 2,5%; f) 10 mL de solução salina. Após a irrigação, as amostras foram desidratadas e os níveis de cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg) foram mensurados através da Espectrometria de Energia Dispersiva e avaliados no MEV. Os resultados mostraram que o uso do NaOCl 2,5% combinado com o agente quelante alterou significativamente os níveis de Mg na dentina radicular em comparação ao agente quelante sozinho e ao grupo controle. O uso do EDTA 17% seguido do NaOCl 2,5%, assim como o uso do NaOCl 2,5% sozinho, alterou a taxa de Ca/P significativamente quando comparado ao controle. Os agentes quelantes sozinhos não alteraram o conteúdo mineral da dentina. Os autores concluíram que o uso do NaOCl 2,5% como irrigante final altera as propriedades da dentina.

Beltz, Torabinejad e Pouresmail (2003) estudaram a perda de componentes orgânicos e inorgânicos na dentina após exposição a diferentes soluções irrigadoras. As amostras de dentina com 20 a 25 mg foram retiradas de raízes de dentes bovinos e colocadas em tubos, nos quais foram adicionados 1,7 mL das soluções durante 2h

a 37°C. Foram testadas soluções de NaOCl 5,25%, 2,6% e 1,3%; EDTA 17%; MTAD e solução salina (controle). A alteração do peso antes e após a exposição às soluções foi o parâmetro utilizado para quantificar a solubilização. Os resultados mostraram que o EDTA 17% foi o solubilizador mais eficiente. A concentração de 1,3% não dissolveu tecido dentinário. O NaOCl 5,25% e 2,6% apresentaram perda de peso semelhante não havendo diferença estatística entre eles. O MTAD e o EDTA 17% foram capazes de remover matéria orgânica e inorgânica, porém doxiciclina presente no MTAD apresenta afinidade pela dentina que levou a um aumento no peso da amostra pela formação de grãos.

Ari, Erdemir e Belli (2004) avaliaram o efeito das soluções irrigadoras na rugosidade da dentina radicular. Noventa dentes anteriores inferiores humanos extraídos tiveram suas coroas removidas ao nível da JCE e as raízes cortadas longitudinalmente gerando 180 amostras. Apenas metade delas (90) foram usadas para o teste de rugosidade, sendo divididas em 6 grupos (n=15): GI- NaOCl 5,25%; GII- NaOCl 2,5%; GIII- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%; GIV- EDTA 17%; GV- CHX 0,2%; GVI- água destilada. Foram utilizados 5 mL de cada solução testada durante um tempo experimental de 15min, ao final do qual as amostras foram lavadas com água destilada e secas. Um rugosímetro foi utilizado para a mensuração da rugosidade, na qual foram feitas três medidas de Ra (parâmetro de rugosidade) em cada amostra. A partir dessas medidas, uma média do valor de Ra foi obtida para cada amostra. Os resultados mostraram que o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% e a CHX 0,2% não apresentaram efeito sobre a rugosidade dentinária. O NaOCl 5,25% e 2,5% e o EDTA 17% aumentaram significativamente a rugosidade em relação às demais soluções, porém entre eles os valores de Ra foram similares.

Ari e Erdemir (2005) avaliaram o conteúdo mineral da dentina radicular após tratamento com CHX 0,2%, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%, EDTA 17%, NaOCl 5,25% e NaOCl 2,5% através da técnica da Espectrometria de Emissão Atômica por plasma acoplado indutivamente. Foram utilizados 60 dentes anteriores inferiores humanos cortados ao nível da junção cimento-esmalte. Após remoção da polpa e preparo dos canais, 5 mL das soluções foram testados durante 15min. Houve uma diminuição significativa nos níveis de cálcio e fósforo após tratamento com todas as soluções quando comparado ao grupo controle, exceto com NaOCl 5,25% (não apresentou diferença significativa). Os níveis de magnésio e potássio não foram estatisticamente

significantes. Os autores sugerem que altas concentrações do NaOCl (5,25%) podem afetar a matéria orgânica e inorgânica formando uma barreira na superfície dentinária, o que pode impedir a continuação da dissolução dos compostos. Concluíram, ainda, que as soluções irrigadoras exercem um efeito no conteúdo mineral da dentina radicular.

Bansal e Tewari (2008) compararam os efeitos das soluções de NaOCl 5,25%, CHX 0,2% e iodo povidine 5% através da análise de penetração de um corante na câmara pulpar de 116 primeiros e segundos molares inferiores humanos. As soluções foram aplicadas na câmara pulpar dos dentes durante 1min e em seguida lavadas com água destilada por 1min. O grupo controle não recebeu aplicação de solução irrigadora. Após aplicação de sistema adesivo, os dentes foram imersos em solução de azul de metileno 2% para avaliação da penetração do corante através do MEV. Não houve diferença significativa entre as amostras tratadas com NaOCl 5,25% e o grupo controle, porém as amostras tratadas com NaOCl 5,25% seguido de ascorbato de sódio 10% apresentaram uma microinfiltração significativamente menor e melhor adaptação marginal do sistema adesivo.

De-Deus *et al.* (2008) estudaram a eficácia do Hidroxietilideno Bifosfonato (HEBP) 9% e 18% em comparação ao EDTA 17% na redução da *smear layer* através de um modelo experimental de única amostra dentinária. Discos de dentina de 3 mm foram obtidos a partir do terço médio da coroa de três terceiros molares, sendo cada disco dividido em 3 partes similares nas quais foram aplicadas as soluções testadas durante 60, 180, 300 ou 600 segundos. As amostras foram avaliadas através de Microscopia Co-localizada em uma magnificação de 1000X. Os resultados mostraram que a desmineralização promovida pelo HEBP em ambas concentrações foi significativamente menor em comparação ao EDTA 17% em todos os tempos.

Moreira *et al.* (2009) objetivaram avaliar o efeito do NaOCl 5,25%, EDTA 17%, gel de CHX 2% e cloreto de sódio 0,9% (controle) na matriz orgânica de colágeno e na topografia da matriz inorgânica da dentina radicular em dentes bovinos. As substâncias foram aplicadas puras ou associadas. Microscopia de luz polarizada e Microscopia Eletrônica de Varredura foram utilizadas para as análises. Os resultados mostraram que o NaOCl (puro ou associado ao EDTA 17%) alterou a estrutura colágeno presente na dentina quando comparado ao grupo controle, porém a CHX

(pura ou associado ao EDTA 17%) não apresentou diferença em relação ao controle. As imagens do MEV apresentaram alterações estruturais na matriz inorgânica nas amostras tratadas com EDTA 17% (puro ou associado à outra substância).

Akisu *et al.* (2010) avaliaram o uso combinado do NaOCl 1% + CHX 2% em comparação com o ácido cítrico 15% + CHX 2% na permeabilidade dentinária. Trinta e quatro dentes anteriores superiores foram acessados e endodonticamente preparados com instrumentação rotatória e irrigação com 5 mL de NaOCl 1%, ácido cítrico por 5min seguido de água destilada. Após secagem, os dentes foram fixados em resina epóxica e divididos em 3 grupos experimentais de acordo com o regime de irrigação: 10 mL de ácido cítrico 15% + 10 mL de CHX 2%; 10 mL de NaOCl 1% + 10 mL de CHX 2% ou não foram irrigados. Um fragmento de 1 mm foi retirado de cada terço radicular e avaliado através de um *scanner* com uma resolução de 400 DPI. Para a avaliação no MEV, quatro dentes irrigados com NaOCl e CHX foram cortados longitudinalmente e analisados a uma magnificação de 1000X e 5000X. A análise no *scanner* não encontrou diferença estatística entre os terços cervicais e médios. No terço apical, houve diferença estatística entre ácido cítrico + CHX e NaOCl 1% + CHX 2% em relação à permeabilidade dentinária. Imagens do MEV apresentaram a formação de um precipitado em todas as amostras no terço apical. Os autores concluíram que a combinação do NaOCl 1% com a CHX 2% resultou em um precipitado que reduziu a permeabilidade da dentina no terço apical.

Hu, Ling e Gao (2010) avaliaram a influência das soluções irrigadoras na rugosidade da dentina radicular humana. Vinte dentes anteriores permanentes humanos tiveram suas coroas removidas ao nível da JCE e as raízes foram cortadas longitudinalmente, obtendo-se assim 40 amostras de dentina. As amostras foram divididas em quatro grupos de acordo com a solução testada: a) EDTA 17% por 10min; b) NaOCl 5,25% por 10min; c) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% por 10min; d) água destilada por 10min. Microscópio de Força Atômica foi utilizado nas análises. Três medidas de rugosidade em Ra foram obtidas da cada amostra, das quais foi feita uma média a fim de produzir um valor único de Ra para cada amostra. Os resultados mostraram que os valores de rugosidade (Ra) foram significativamente maiores nos grupos tratados com NaOCl 5,25% e EDTA 17% em comparação aos demais, porém não houve diferença significativa entre eles. Os autores concluíram que todas as

soluções influenciaram as propriedades da dentina, sendo que esses efeitos podem levar à aderência bacteriana e falhas no processo restaurador.

De-Deus *et al.* (2011) estudaram a remoção da *smear layer* pelo ácido peracético 0,5% e 2,25% em comparação ao EDTA 17% utilizando um modelo experimental de uma mesma amostra dentinária. Discos de dentina de 3 mm foram obtidos a partir do terço médio da coroa de seis terceiros molares, sendo cada disco dividido em três partes similares nas quais foram aplicadas as soluções testadas durante 15, 30, 60 e 180 segundos. As amostras foram avaliadas através de Microscopia Co-localizada em uma magnificação de 500X. Os resultados mostraram que após 60s o ácido peracético 0,5% apresentou uma dissolução de *smear layer* similar ao ácido peracético 2,25% e ao EDTA 17%.

Pascon *et al.* (2012) avaliaram as mudanças químicas e morfológicas no conteúdo orgânico e inorgânico da dentina na câmara pulpar após o uso de agentes endodônticos. Trinta dentes anteriores permanentes humanos extraídos tiveram suas raízes seccionadas no nível da JCE e as coroas cortadas longitudinalmente no sentido méso-distal com a finalidade de expor a câmara pulpar. Um lado de cada coroa foi aleatoriamente selecionado e fixado em resina. Foram formados seis grupos (n=5) de acordo com a solução usada: GI- CHX 2%; GII- CHX 2% + EDTA 17%; GIII- EDTA 17%; GIV- NaOCl 5,25%; GV- NaOCl 5,25% + EDTA 17% ; GVI- não tratados. As amostras foram imersas em 2 mL da solução testada durante 30min a 37°C, exceto o EDTA 17% que foi testado por 5min. As análises foram realizadas através do MEV e Espectroscopia Raman Transformada por Fourier. O NaOCl 5,25% + EDTA 17% apresentou diferenças significativas no conteúdo de Ca e P em comparação à CHX 2%, sendo esta seguida do EDTA 17% e, em menor grau, CHX 2% + EDTA 17%. As imagens no MEV apresentaram altos números de túbulos abertos nos grupos tratados com EDTA 17%, sendo observada erosão dos túbulos nos grupos da CHX 2% e do NaOCl 5,25% + EDTA 17%. Os autores concluíram que os agentes endodônticos utilizados durante a irrigação causam mudanças no conteúdo orgânico e inorgânico da dentina na câmara pulpar, sendo o NaOCl (sozinho ou com associado ao EDTA) o agente modificador mais efetivo.

Zaparolli, Saquy e Cruz-Filho (2012) avaliaram os efeitos da irrigação com NaOCl 1% e EDTA 17%, alternados ou individualmente, na microdureza dentinária na área

de furca. Vinte blocos de dentes foram obtidos a partir de 20 molares inferiores humanos que tiveram suas superfícies oclusais removidas, com exposição da câmara pulpar, e as raízes cortadas 5 mm abaixo da JCE. Todo o tecido pulpar foi removido e as amostras foram distribuídas em quatro grupos de acordo com o tipo de irrigação: GI- NaOCl 1%; GII- EDTA 17%; GIII- NaOCl 1% + EDTA 17%; GIV- água destilada (controle). Foram utilizados 0,5 mL de cada solução por 10min seguida da lavagem com 10 mL de água destilada. No grupo III, foi feita aplicação de 0,5 mL de NaOCl 1% por 10min, aspiração da solução, 0,5 mL de EDTA 17% por 10min seguido da lavagem com 10 mL de água destilada. As amostras foram então cortadas longitudinalmente e a análise da microdureza na área de furca foi realizada. Todas as soluções diminuíram a microdureza dentinária. O EDTA 17% puro não apresentou diferença significativa em relação ao NaOCl 1% + EDTA 17%, porém em relação ao NaOCl 1% puro a diferença foi significativa. Pode-se concluir que a solução de EDTA 17% reduz a microdureza dentinária, tanto individualmente quanto em associação com o NaOCl.

Tartari *et al.* (2013) avaliaram, através de um estudo *in vitro*, os efeitos do NaOCl 2,5% e 5%, EDTA 17%, etidronato 9% e 18% e ácido cítrico 10% na rugosidade dentinária. Raízes de dentes anteriores foram cortadas longitudinalmente formando 45 amostras que foram cortadas nos terços médio, cervical e apical. As 45 amostras de cada terço foram divididas em três grupos: GI- solução salina (n=9); GII- NaOCl 5% + etidronato 18% (n=9); GIII- NaOCl 2,5% (n=27). Foram utilizados 40 mL de cada solução durante 30min, lavadas com água destilada por 1min e, posteriormente, as amostras do grupo 3 (NaOCl 2,5%) foram subdivididas em 3 subgrupos (n=9) para remoção da *smear layer*. Foram aplicados 40 mL da solução de acordo com o subgrupo: GIV- EDTA 17% por 3min; GV- ácido cítrico 10% por 3min; GVI- etidronato 9% por 5min. Todas as amostras dos três subgrupos foram então desproteínas com NaOCl 2,5% por 3min. Medidas de rugosidade (Ra) foram feitas antes e após cada estágio de aplicação das soluções. Foi observado um aumento significativo da rugosidade após os diferentes tipos de irrigação, exceto com o NaOCl 2,5% (GIII) no primeiro estágio das análises. Um aumento significativo na rugosidade da dentina radicular só foi observado após a aplicação dos agentes quelantes. Pode-se concluir que os agentes quelantes interferem negativamente sobre a dentina no que se refere à rugosidade.

### 2.3.3 Soluções Aquecidas

Zou *et al.* (2010) desenvolveram um método de estudo com o objetivo de avaliar o efeito da concentração, tempo de exposição e da temperatura na penetração do NaOCl 1%, 2%, 4% e 6%, nos túbulos dentinários. Para isso, foi utilizado um modelo de blocos de dentina corados, que permitiu a avaliação do efeito antibacteriano da solução nos túbulos dentinários ao redor do canal principal através da medida da profundidade de penetração do NaOCl na dentina. Os blocos de dentina humana, corados com Violeta Cristal foram expostos ao NaOCl 1%, 2%, 4% e 6%, por 2, 5 e 20 minutos, em temperaturas de 20°C, 37°C e 45°C. As amostras foram observadas através de Microscopia Ótica em magnificações de 20X e 40X. A penetração do NaOCl foi avaliada através da remoção da coloração, ou seja, observação de áreas brancas. Eles observaram que tanto a concentração e a temperatura, assim como o tempo de exposição contribuíram para uma maior penetração do NaOCl nos túbulos dentinários, sendo que a maior penetração foi obtida com o NaOCl a 6% por 20min a 45°C. Os autores concluíram que todas essas variáveis apresentaram efeito na penetração do NaOCl, mas sozinhas não apresentaram efeito significativo, o que sugere um efeito adicional das mesmas. A temperatura não apresentou diferenças significantes dentro de cada grupo (2, 5 e 20 minutos) e um maior tempo de exposição resultou em uma maior penetração nos túbulos.

Macedo *et al.* (2014) avaliaram o efeito da temperatura nas soluções de NaOCl 2,5% através reação da solução com a dentina em dente bovinos. Vinte e quatro raízes de incisivos centrais superiores bovinos foram expostas a uma solução de NaOCl 2,5% nas temperaturas de 24°C e 38°C durante 20, 60 e 180 segundos. Antes e após o experimento, a quantidade de cloro ativo na solução foi mensurada. Não houve aumento significativo da quantidade de cloro disponível na solução a 38°C em comparação a 24°C, independente do tempo. Pode-se concluir que a elevação da temperatura não foi suficiente para aumentar a reação da solução de NaOCl 2,5% na superfície dentinária.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da solução de hipoclorito de sódio 5,25% aquecida sobre a rugosidade dentinária.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar Ra utilizando um modelo experimental de análise de uma mesma amostra (amostra única) para analisar o efeito do aquecimento da solução de NaOCl 5,25% em um mesmo dente;
- Avaliar o efeito da solução de NaOCl 5,25% aquecida sobre Ra e Sa em amostras dentárias agrupadas.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 SELEÇÃO DAS AMOSTRAS

Esse é um subprojeto vinculado a um projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo (sob parecer de número 157.444).

Foram selecionados cinco terceiros molares humanos, hígidos e recém-extraídos. Os dentes foram limpos através de pontas ultrassônicas, curetas periodontais e profilaxia com escova e pedra pomes, para remoção de tecidos aderidos às superfícies radicular e coronária. O armazenamento foi realizado em solução de timol 0,1% (por no máximo sete dias) e, antes do experimento, foram lavados em água corrente por 24h para eliminação de qualquer resíduo de timol.

### 4.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

Primeiramente foi realizado uma secção transversal 3 mm abaixo das superfícies oclusais em cada dente com o objetivo de expor uma superfície de dentina coronária (Figura 1). Essa secção foi realizada utilizando uma cortadeira de alta precisão (Isomet, *Buehler* Ltd., Lake Bluff, NY, EUA), em uma velocidade de 270 rotações por minuto (rpm), com um disco de diamante (127 mm X 0,35 mm X 12,7 mm) e sob irrigação constante de água. As superfícies de dentina de cada amostra foram cuidadosamente preparadas com o auxílio de uma politriz (Prazis – PL, São Paulo, Brasil) utilizando lixas de carbetto de silício #320, #400, #600 e #1200 (Norton, São Paulo, SP, Brasil) e o polimento final foi realizado com discos de feltro e pastas diamantadas de 6 µm, 3 µm e 1 µm (*Buehler* - Lake Bluff, Illinois, EUA). Todas as amostras foram observadas através de um Esteromicroscópio (Zeiss Stemi 2000C, Thüringen, Alemanha) para avaliar a necessidade de aprimorar a preparação metalográfica. Em seguida, a porção radicular dos dentes foi removida com o objetivo de criar discos de dentina coronária com 3 mm de espessura (Figura 1).

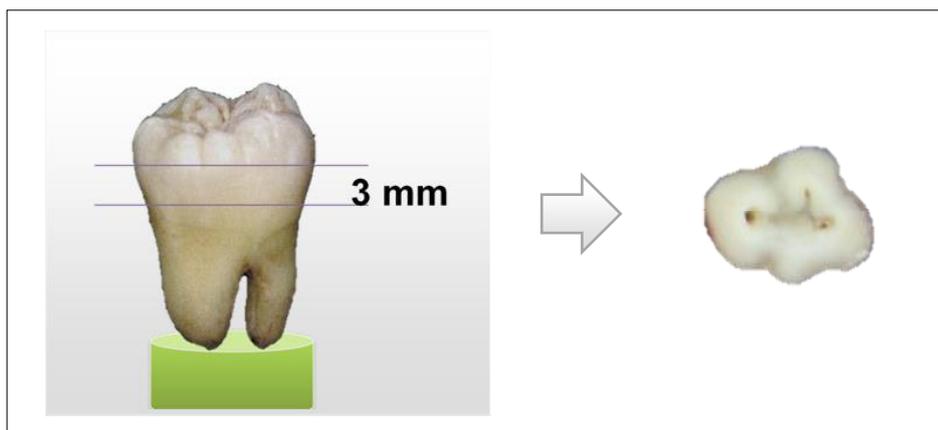


Figura 1- Secções do dente para obtenção do disco de dentina.

Visando utilizar um mesmo dente para comparar as temperaturas testadas, dois cortes longitudinais foram realizados em cada disco de dentina (Figura 2), gerando quatro fragmentos (amostras) das quais três (A, B e C) foram selecionadas aleatoriamente para aplicação das soluções de NaOCl 5,25% nas temperaturas de 25°C (temperatura ambiente), 37°C e 45°C. A Tabela 1 demonstra a distribuição dos grupos experimentais a partir de cada temperatura testada.

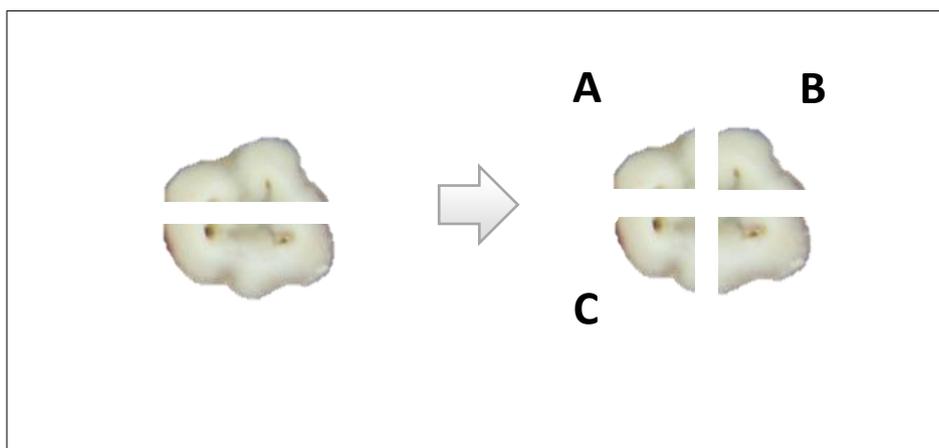


Figura 2 - Secções do disco de dentina a fim de se obter um modelo experimental de uma mesma amostra.

**TABELA 1: DIVISÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS DE ACORDO COM A TEMPERATURA.**

| AMOSTRA | N | SOLUÇÃO TESTADA                       | MARCA   |
|---------|---|---------------------------------------|---|
| A       | 5 | NaOCl 5,25%<br>(temperatura ambiente) | Fórmula e Ação Ltda,<br>São Paulo, SP, Brasil |
| B       | 5 | NaOCl 5,25%<br>aquecido a 37°C        | Fórmula e Ação Ltda,<br>São Paulo, SP, Brasil |
| C       | 5 | NaOCl 5,25%<br>aquecido a 45°C        | Fórmula e Ação Ltda,<br>São Paulo, SP, Brasil |

#### 4.3 ANÁLISE TOPOGRÁFICA INICIAL

Com o intuito de comparar quantitativamente a medida da rugosidade da superfície dentinária antes e após a aplicação das substâncias testadas, as amostras foram avaliadas em um topógrafo tridimensional (Talysurf CLI 1000 – Taylor Hobson Precision, Leicestershire, Inglaterra) (Figura 3).

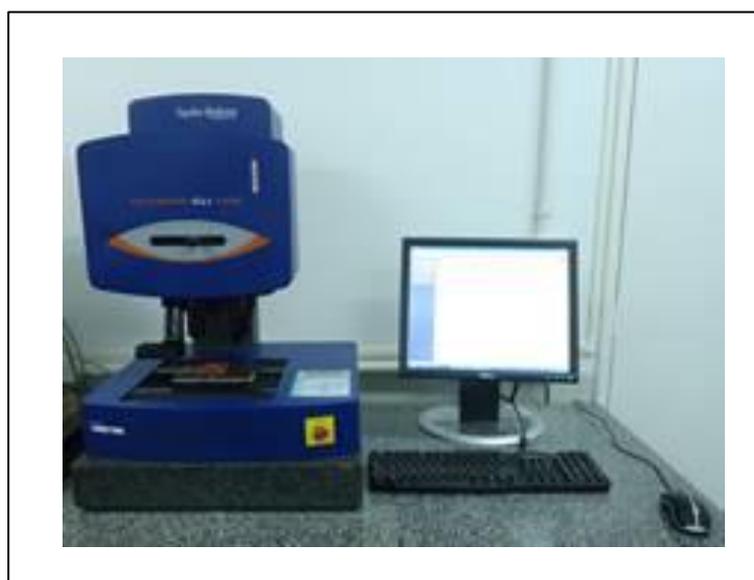


Figura 3 – Topógrafo tridimensional utilizado nas análises.

Para essas análises foram confeccionadas três placas em resina acrílica autopolimerizável de 10x5x2 cm com cinco nichos em cada a fim de serem utilizadas como suporte das amostras (Figura 4). As amostras foram fixadas em silicone denso no interior dos nichos.

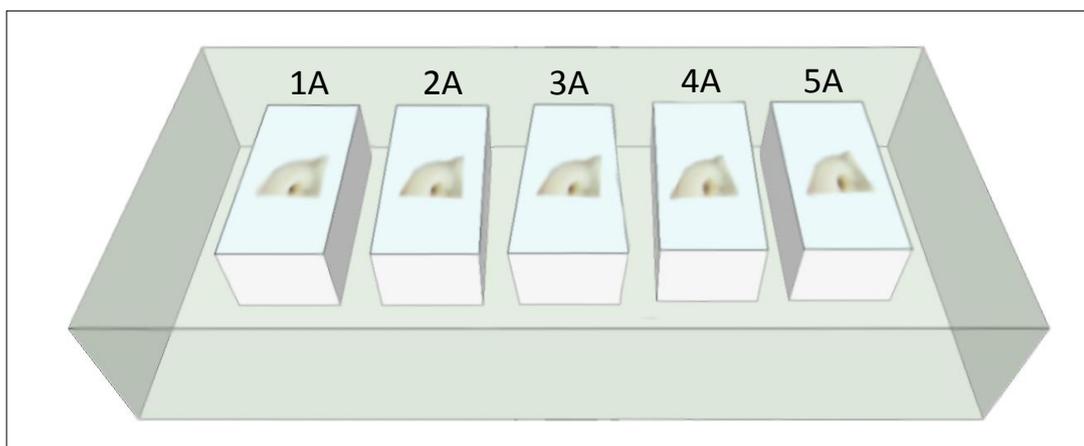


Figura 4 – Amostras fixadas nas placas para análise topográfica tridimensional. 1A = fragmento A do dente 1; 2A = fragmento A do dente 2; 3A = fragmento A do dente 3; 4A = fragmento A do dente 4; 5A = fragmento A do dente 5.

Após a fixação nas placas, foi realizada a aplicação de 1 mL de EDTA 17% durante 1min em cada amostra seguido da lavagem com 1 mL de soro fisiológico para a remoção da *smear layer* formada durante o preparo metalográfico. As soluções foram aplicadas com o auxílio de seringas descartáveis tipo Luer lock de 1 mL (BD™, Paraná, Brasil). As amostras então foram levadas para análise da rugosidade inicial.

Através de um sensor indutivo de contato (*Stylus*), os dados de rugosidade superficial (variação vertical ao longo da superfície) foram registrados e processados utilizando o Mountains Map Software (Digital Surf, Doubs, França). O programa realiza a calibração das distâncias das coordenadas espaciais X, Y e Z e o sensor é programado para percorrer toda a área a ser analisada. Os movimentos verticais provocados pelos picos e vales presentes nesta área foram transformados em sinais elétricos e transmitidos para serem interpretados pelo aparelho. Dessa forma, as variações na textura superficial foram mensuradas e processadas pelo programa, em micrometro, disponibilizando os resultados nos parâmetros Ra e Sa. O parâmetro Ra descreve a rugosidade em um perfil linear

de uma superfície dentro de um comprimento de medição através de três medidas (paralelas) em diferentes locais em cada amostra, com 0,25 mm de cut-off. O Sa pode ser definido como a média aritmética das alturas da superfície a partir de um plano médio.

#### 4.4 APLICAÇÃO DAS SOLUÇÕES

Em todas as amostras 0,5 mL da solução de NaOCl 5,25% foi aplicado na superfície de dentina, sendo esta renovada a cada 3min. Ao final do tempo experimental de 20min para cada grupo, foi realizada uma lavagem com 0,5 mL de soro fisiológico para remoção de qualquer resíduo, seguida de 1 mL de tiosulfato de sódio 5% por 1min para inativação do efeito do NaOCl, lavagem com soro fisiológico e secagem com pontas de papel absorventes. Na fatia A, o NaOCl foi aplicado em temperatura ambiente, porém nas fatias B e C foi realizado o aquecimento das soluções em 37°C e 45°C, respectivamente, através de um aparelho denominado *Stern 6* (Sieger, Paraná, Brasil).

Visando o controle da temperatura do NaOCl que foi aplicado sobre as fatias B, 100 mL de NaOCl 5,25% foram inseridos em um béquer e levados ao equipamento *Stern 6* para o aquecimento da solução à 37°C sendo realizada a manutenção da temperatura durante todo o tempo experimental de 20min através da renovação da solução a cada 3min. A solução foi aplicada sobre as amostras com auxílio de uma pipeta sorológica descartável (Corning, NY, EUA) sendo a solução renovada a cada 3min até o final do tempo experimental. Ao final, uma lavagem com soro fisiológico foi realizada para remoção da solução, seguida de 1 mL de tiosulfato de sódio 5% por 1min para inativação do efeito do NaOCl, lavagem com soro fisiológico e secagem com pontas de papel absorventes. Ao final do experimento, o NaOCl restante no béquer foi descartado. O mesmo processo foi realizado nas fatias C, com mais 100 mL da solução, porém na temperatura de 45°C.

Todas as soluções utilizadas (EDTA 17%, NaOCl 5,25% e tiosulfato de sódio 5%) foram seguidas da lavagem copiosa com soro fisiológico para a remoção de quaisquer traços das soluções.

#### 4.5 ANÁLISE TOPOGRÁFICA FINAL

Ao término dos testes, as amostras foram levadas para uma nova mensuração no topógrafo tridimensional (Talysurf CLI 1000 – Taylor Hobson Precision, Leicestershire, Inglaterra) da mesma forma que foram obtidas as medidas iniciais. Para a análise das medidas (iniciais e finais) da rugosidade em uma mesma amostra foi utilizado apenas o parâmetro Ra, uma vez que este é mensurado a partir de três valores. Para a análise das amostras dentárias agrupadas foram utilizados Ra e Sa, sendo que para o Ra foi realizada uma média dos três valores a fim de se obter um valor único para cada amostra. Convém ressaltar que o Sa é mensurado em um valor único da área da superfície testada.

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada a estatística descritiva para caracterização dos dados de rugosidade dentinária obtidos através dos parâmetros Ra e Sa, sendo utilizada a diferença entre os dados das medidas iniciais e finais. Uma análise preliminar foi executada para a verificação da distribuição dos dados (teste de Kolmogorov-Smirnov). Para avaliação do efeito do aquecimento do hipoclorito de sódio 5,25% sobre a rugosidade dentinária, foram utilizados os testes não-paramétricos de Wilcoxon Mann-Whitney e Kruskal Wallis. O nível de significância adotado nesse estudo foi de 5% e as análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SPSS 11.0.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 EFEITO DO AQUECIMENTO EM AMOSTRA ÚNICA

A Tabela 2 abaixo apresenta a caracterização da rugosidade dentinária (Ra) dente a dente nos três tratamentos térmicos para avaliação do efeito do aquecimento do NaOCl 5,25% em amostra única. Através dos dados obtidos, não foi possível verificar diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre as rugosidades dentinárias após os tratamentos no período de 20 minutos.

**TABELA 2 – VALORES (MEDIANA) DE RUGOSIDADE (RA) DE ACORDO COM A TEMPERATURA EM MICROMETROS.**

| Dente | NaOCl (t. a.)* | NaOCl 37°C | NaOCl 45°C |
|-------|----------------|------------|------------|
| 1     | 0,00459        | 0,00175    | 0,00158    |
| 2     | 0,00162        | 0,00050    | 0,00243    |
| 3     | 0,00165        | 0,01480    | 0,00294    |
| 4     | 0,00109        | 0,00178    | 0,00138    |
| 5     | 0,00377        | 0,00274    | 0,00183    |

\*t.a. (temperatura ambiente)  
(Teste Kruskal Wallis;  $p>0,05$ )

### 5.2 EFEITO DO AQUECIMENTO EM AMOSTRAS AGRUPADAS

A Tabela 3 abaixo apresenta a caracterização da rugosidade dentinária (Ra e Sa) em amostras agrupadas nos três tratamentos térmicos para avaliação do efeito do aquecimento do NaOCl 5,25%. Através dos dados obtidos, não foi possível verificar diferença significativa (Ra:  $p=0,6505$ ; Sa:  $p=0,3362$ ) entre as rugosidades dentinárias após os tratamentos no período de 20 minutos.

**TABELA 3 - VALORES (MEDIANA) DE RUGOSIDADE (RA E SA) DE ACORDO COM A TEMPERATURA PARA AMOSTRAS AGRUPADAS EM MICROMETROS.**

| Parâmetro | NaOCl (t.a.)* | NaOCl (37 °C) | NaOCl (45 °C) |
|-----------|---------------|---------------|---------------|
| Ra        | 0,00231       | 0,00246       | 0,00223       |
| Sa        | 0,11100       | 0,06660       | 0,04400       |

\*t.a. (temperatura ambiente)  
(Testes Kruskal Wallis;  $p > 0,05$ )

As figuras 5 a 7 ilustram a caracterização topográfica da superfície dentinária para o dente 1 após tratamento térmico da solução de NaOCl 5,25%.

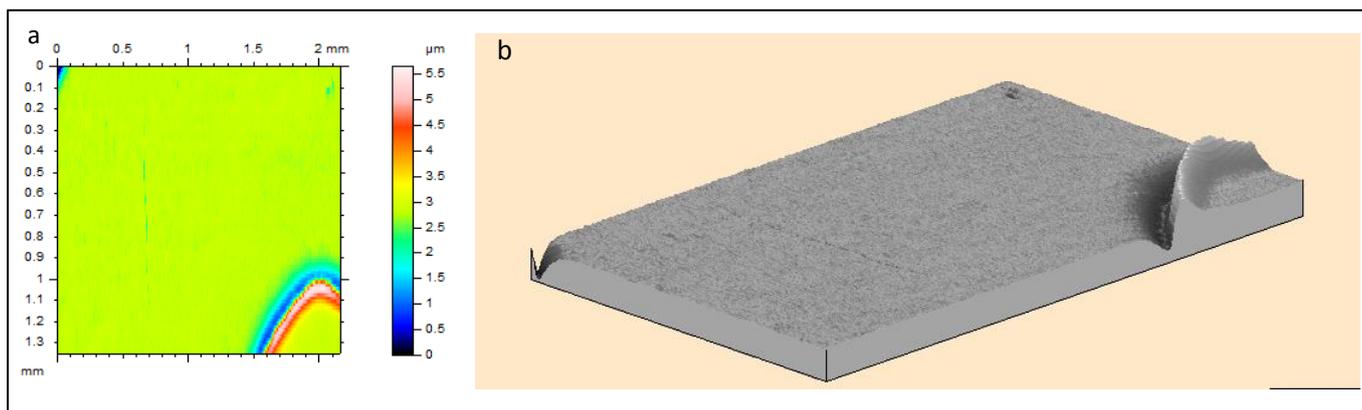


Figura 5 – Caracterização da superfície dentinária do dente 1 após aplicação do NaOCl 5,25% à temperatura ambiente (25°C). a) Imagem topográfica da superfície; b) Representação tridimensional da superfície.

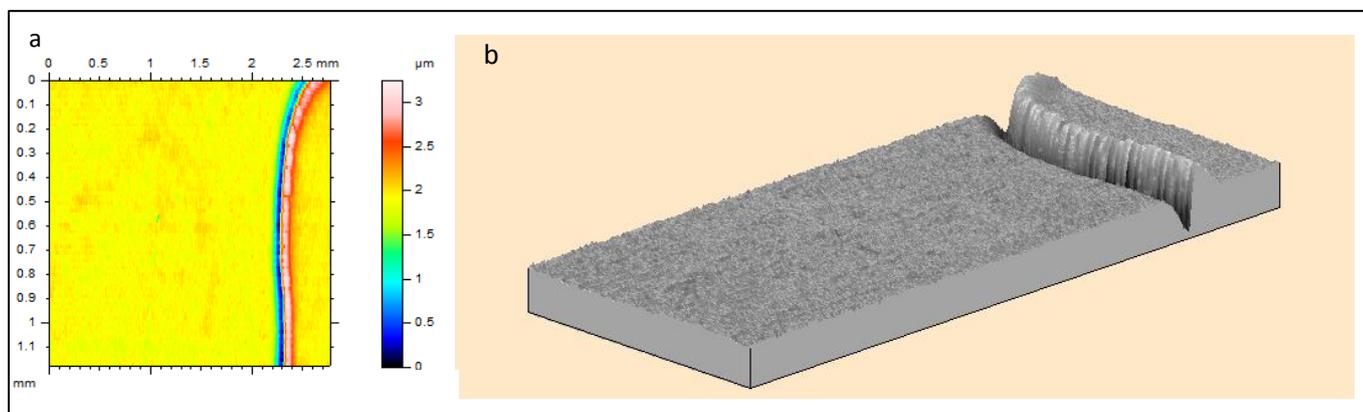


Figura 6 – Caracterização da superfície dentinária do dente 1 após aplicação do NaOCl 5,25% à 37°C. a) Imagem topográfica da superfície; b) Representação tridimensional da superfície.

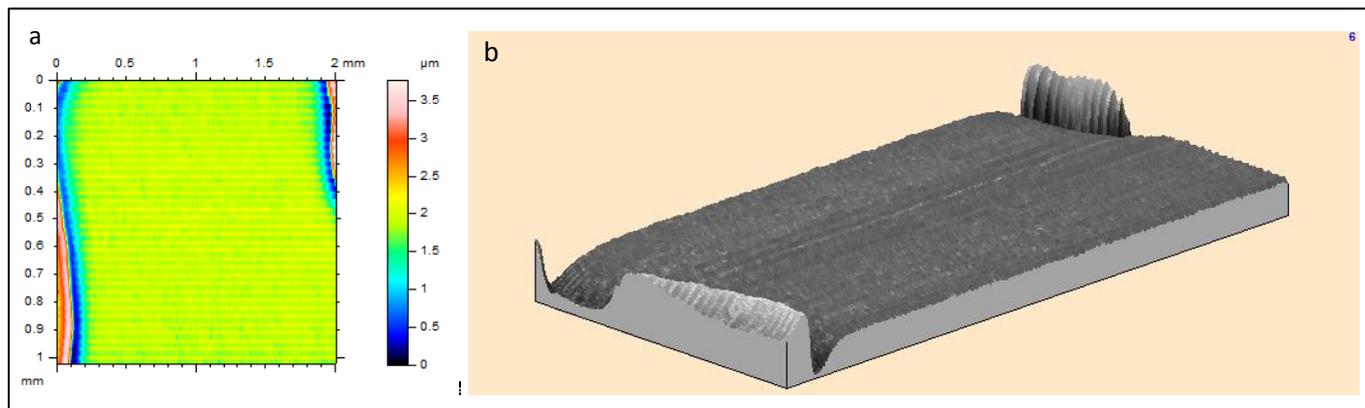


Figura 7 – Caracterização da superfície dentinária do dente 1 após aplicação do NaOCl 5,25% à 45°C. a) Imagem topográfica da superfície; b) Representação tridimensional da superfície.

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 DISCUSSÃO SOBRE A METODOLOGIA EMPREGADA

No presente estudo foi realizada a opção por terceiros molares recentemente extraídos a fim de se obter elementos dentários hígidos (livres de cáries ou restaurações), uma vez que os testes utilizaram a dentina coronária e qualquer tipo de agressão poderia modificar a estrutura dentinária a ser avaliada. Além disso, esses dentes possuem alta taxa de indicação para extração por mal posicionamento ou por motivos ortodônticos, sendo também muito utilizados em um grande número de trabalhos como os de Sirtes *et al.* (2005), Mountouris, Silikas e Eliades (2004), Marending *et al.* (2007), Borges *et al.* (2008), Zhang *et al.* (2010) e Prasansuttiporn *et al.* (2011).

A partir desses dentes foram obtidos discos de 3 mm de espessura das suas coroas com o objetivo de avaliar a rugosidade superficial da dentina coronária. Esses discos foram divididos em quatro fatias, das quais apenas três foram utilizadas nesse estudo, obtendo-se assim um modelo experimental de uma mesma amostra dentinária. Essa metodologia tem como finalidade tornar mínima a influência da variabilidade da dentina humana no estudo, uma vez que no mesmo dente foram realizados todos os tipos de tratamentos térmicos. O que está de acordo e foi fundamentado nos estudos de De-Deus *et al.* (2008) e De-Deus *et al.* (2011).

Anteriormente às análises topográficas foi realizada a aplicação de 0,5 mL de uma solução de EDTA 17% durante 1 min em todas as amostras a fim de promover a remoção da *smear layer* originada pelo preparo metalográfico. Apesar de ser conhecida uma solução agressora da superfície dentinária, devido a sua propriedade quelante, a aplicação do EDTA 17% não influenciou nos testes do presente trabalho uma vez que as medidas iniciais e finais foram realizadas após a aplicação do mesmo.

Após o término do tempo proposto para a aplicação do NaOCl 5,25%, em cada grupo avaliado, foi aplicada a solução de tiosulfato de sódio 5% para inativação do efeito da solução de NaOCl sobre a amostra, seguindo a mesma padronização

dos estudos de Sirtes *et al.* (2005), Martinho e Gomes (2008) e Gulsahi *et al.* (2014). Todas as soluções utilizadas (EDTA 17%, NaOCl 5,25% e tiosulfato de sódio 5%) foram seguidas da lavagem copiosa com soro fisiológico para a remoção de quaisquer traços das soluções.

A escolha pela solução de NaOCl foi realizada por ser a solução irrigadora mais empregada e reconhecida mundialmente na clínica endodôntica em função das suas excelentes propriedades químicas (MARENDING *et al.*, 2007; PASCON *et al.*, 2009; STOJICIC *et al.*, 2010; RETAMOZO *et al.*, 2010; CLARKSON *et al.*, 2013; MACEDO *et al.*, 2014). A opção pela concentração de 5,25% deve-se ao fato da mesma, no contexto da Endodontia atual, ser considerada uma concentração intermediária, em função da redução do tempo de preparo químico-mecânico e do aumento do número de tratamentos endodônticos em sessão única. No que se refere ao tempo de utilização dessas soluções (20 minutos), o mesmo foi determinado por simular o tempo médio do preparo químico-mecânico atual, levando em consideração os avanços tecnológicos obtidos na Endodontia e descritos anteriormente, o que foi reafirmado por Baratto-Filho *et al.* (2004). Deve-se ponderar também que, esse tempo de preparo está sujeito a dificuldade anatômica do elemento tratado e da habilidade do profissional.

A proposta de aquecimento da solução de hipoclorito de sódio realizada nesse estudo foi fundamentada no fato de que o aumento da temperatura potencializa as propriedades desejáveis da solução de hipoclorito de sódio, como capacidade antimicrobiana e dissolução tecidual, o que poderia permitir resultados mais favoráveis no que se refere à capacidade de limpeza do sistema de canais radiculares (SIRTES *et al.*, 2005; ROSSI-FEDELE e FIGUEIREDO, 2008; STOJICIC *et al.*, 2010; POGGIO *et al.*, 2012). Convém ressaltar, que a solução de NaOCl por si só já apresenta efeitos indesejáveis sobre a dentina, como foi observado nos estudos de Dogan e Çalt (2001), Ari e Erdemir (2005), Hu, Ling e Gao (2010) e Pascon *et al.* (2012). Em contrapartida, estudos que avaliaram o efeito do aumento da temperatura dessa solução sobre o substrato dentinário não encontraram diferenças significantes, como podemos observar nas pesquisas de Zou *et al.* (2010) e Macedo *et al.* (2014).

A opção pelas três temperaturas testadas foi realizada baseando-se nos seguintes quesitos: à temperatura ambiente (25°C) o objetivo foi simular uma condição rotineiramente empregada na clínica endodôntica; o teste na temperatura de 37°C foi realizado como forma de comparar os resultados desse estudo com os demais existentes na literatura (POGGIO *et al.*, 2012; ZOU *et al.*, 2010; GULSAHI *et al.*, 2014), uma vez que essa se apresenta como uma temperatura padrão, sendo além disso a temperatura do organismo humano; a temperatura de 45°C também foi utilizada como base de comparação com a literatura (SIRTES *et al.*, 2005; ROSSI-FEDELE E FIGUEIREDO, 2008; STOJICIC *et al.*, 2010; ZOU *et al.*, 2010). Além disso, buscou-se avaliar uma temperatura mais elevada como forma de verificar uma suposta alteração na dentina, considerando um aumento de 10°C em comparação à temperatura ambiente.

O presente estudo avaliou a rugosidade tanto no parâmetro Ra (rugosidade da superfície dentro de um comprimento de medição) como em Sa (média aritmética das alturas de uma área da superfície). Dessa forma, o estudo considerou importante a obtenção das duas mensurações a fim de se alcançar um resultado mais completo e fidedigno, diferindo dos estudos de Ari, Erdemir e Belli (2004), Mountouris, Silikas e Eliades (2004), Fawzy, Amer e El-Askary (2008), Hu, Ling e Gao (2010) que avaliam apenas um desses parâmetros.

## 6.2 DISCUSSÃO SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

Sabe-se que as soluções irrigadoras desempenham um papel importante no tratamento endodôntico através de suas propriedades químicas atuando diretamente sobre a matéria orgânica e inorgânica, assim como auxiliando no processo de instrumentação. Entretanto, a atuação dessas substâncias está diretamente relacionada ao tempo de contato com o substrato dentinário ou tecidual. E, com a atual diminuição do tempo de trabalho, existe uma preocupação com relação a um desempenho adequado dessas substâncias (ZOU *et al.*, 2010; RETAMOZO *et al.*, 2010; PASCON *et al.*, 2012).

Além disso, esse fato torna-se relevante, sobretudo, em relação ao processo infeccioso instalado nos canais radiculares necrosados, visto que somente a

instrumentação não é capaz de atingir áreas consideradas anatomicamente críticas onde a ação das soluções irrigadoras mostra-se de extrema importância para a eliminação e controle desses microrganismos (ZOU *et al.*, 2010).

Nesse contexto, a elevação da concentração do hipoclorito de sódio tem sido proposta como forma de compensar a redução do tempo de contato da solução, uma vez que essas soluções em altas concentrações apresentam maior potencial antimicrobiano e de dissolução pulpar, fato que proporciona um preparo químico-mecânico satisfatório (ROSSI-FEDELE *et al.*, 2012).

No entanto, é um consenso na literatura que as soluções irrigadoras desempenham um papel na superfície da dentina, causando alterações importantes nesse substrato. Dentre as soluções que mais agredem a superfície dentinária, além dos agentes quelantes e dos ácidos, o NaOCl se destaca devido a suas características químicas (PASCON *et al.*, 2012). Essas alterações superficiais causadas pelo NaOCl apresentam uma relação diretamente proporcional à concentração da substância, sendo assim, as concentrações mais elevadas possuem uma maior capacidade de comprometimento do substrato dentinário (ARI e EDEMIR, 2005).

Concordando com esse fato, Pascon *et al.* (2009) destacaram que as alterações da superfície dentinária causadas pela solução de NaOCl afetam de forma significativa as propriedades como permeabilidade, microdureza, rugosidade, resistência à flexão e módulo de elasticidade, assim como causam modificações na micromorfologia e no conteúdo orgânico e inorgânico comprometendo a integridade da dentina.

No que se refere à rugosidade causada pelo NaOCl, o estudo de Hu, Ling e Gao (2010) afirmou que o aumento da rugosidade altera as propriedades da dentina, o que pode prejudicar a adesividade dos materiais adesivos levando a falhas no processo restaurador e, conseqüentemente, possibilidade de aderência bacteriana. Esse fato torna-se clinicamente relevante uma vez que a adesão do material restaurador e obturador está relacionada à topografia da superfície da dentina condicionada e o uso de soluções irrigadoras sobre a mesma. O que corrobora com Borges *et al.* (2008) que destacaram a influência do hipoclorito de sódio em baixa concentração (1%) como modificador do conteúdo orgânico e

inorgânico da dentina coronária, sendo que essa alteração não é anulada pela aplicação do ácido fosfórico durante o processo restaurador. Concordando com esse estudo, Moghaddas, Moosavi e Ghavamnasiri (2014) encontraram um aumento na microinfiltração na dentina restaurada após tratamento com NaOCl 5%.

Tendo em vista que para a Endodontia atual o adequado selamento radicular, através do material obturador, e coronário, através do material restaurador, são fatores de sucesso, torna-se relevante estudar as agressões causadas por essas substâncias utilizadas no tratamento endodôntico sobre a dentina e uma possível forma de minimizar esses efeitos.

Vários autores na literatura (SLUTZKY-GOLDBERG *et al.*, 2004; MARENDING *et al.*, 2007; PASCON *et al.*, 2009; ZHANG *et al.*, 2010; MOGHADDAS, MOOSAVI e GHAVAMNASIRI, 2014) concordam com o efeito favorável das elevadas concentrações de NaOCl sobre as propriedades químicas dessa solução, assim como seus efeitos deletérios supracitados. O mesmo pode ser destacado sobre as baixas concentrações, porém em uma analogia contrária. Entretanto, não há um posicionamento no que se refere a concentração ideal do NaOCl, aquecido ou não para o uso clínico, e seus efeitos sobre a estrutura dentinária. Slutzky-Goldberg *et al.* (2004) observaram uma diminuição na microdureza dentinária após aplicação de soluções de NaOCl 2,5% e 6% durante 5, 10 ou 20 minutos, sendo que na concentração de 6% essa diminuição se mostrou mais significativa. Marending *et al.* (2007) encontraram alterações nos componentes orgânicos da dentina intertubular após o uso do NaOCl 1% e, com o NaOCl 5%, essas alterações se mostraram ainda mais pronunciadas. Em concordância com esse estudo, Pascon *et al.* (2012) observaram mudanças no conteúdo orgânico e inorgânico da dentina após exposição ao NaOCl 5,25%. Discordando do estudo de Zaparolli, Saquy e Cruz-Filho (2012) que encontrou uma maior diminuição da microdureza dentinária com a aplicação do EDTA 17% em relação ao NaOCl 1%.

Em relação à rugosidade dentinária, pesquisas anteriores encontraram um aumento da mesma após a aplicação do NaOCl. Os estudos de Ari, Erdemir e Belli (2004) e Mountouris, Silikas e Eliades (2004), encontraram aumento da rugosidade (em Ra) após aplicação do NaOCl 5,25% e 5%, respectivamente, o

que está de acordo com o estudo de Hu, Ling e Gao (2010) que encontrou um aumento da rugosidade (em Ra) após exposição a diversas soluções irrigadoras, inclusive ao NaOCl, através de Microscopia de Força Atômica. O que foi corroborado também pelo estudo de Fawzy, Amer e El-Askary (2008), porém avaliando o parâmetro Sa.

No presente estudo, a rugosidade dentinária foi avaliada após a aplicação do NaOCl 5,25% aquecido. Tanto em 37°C como em 45°C, em comparação à temperatura ambiente, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa na rugosidade dentinária. Esse resultado foi observado tanto para o modelo de amostra única (em Ra) como na avaliação das amostras agrupadas por tratamento térmico (Ra e Sa), o que está de acordo com o estudo de Zou *et al.* (2010), o qual também não encontrou influência do aumento da temperatura (37°C e 45°C) na penetração do NaOCl 6% na dentina. Esta constatação também concorda com a pesquisa de Macedo *et al.* (2014), que ressalta que a temperatura de 38°C não foi fator de influência para uma maior reação do NaOCl (2,5%) com a superfície dentinária. Segundo esse estudo a quantidade de cloro disponível na solução de NaOCl, mensurada antes e após a imersão do substrato dentinário, não foi alterada com o aumento da temperatura. Os autores concluíram que o aumento da temperatura (38°C) em comparação à temperatura de 24°C não foi suficiente para aumentar a reação da solução de NaOCl com a dentina.

Através do presente estudo pode-se inferir que o aquecimento se apresentou como uma alternativa viável para o uso clínico por não afetar a rugosidade dentinária, além de favorecer as principais características necessárias para um adequado desempenho da solução de hipoclorito de sódio (SIRTES *et al.*, 2005; ROSSI-FEDELE e FIGUEIREDO, 2008).

## 7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- O aquecimento da solução de Hipoclorito de Sódio 5,25% a 37°C e 45°C não causou um aumento da rugosidade dentinária (Ra) em um mesmo dente;
- O aquecimento da solução de Hipoclorito de Sódio 5,25% a 37°C e 45°C não causou um aumento da rugosidade dentinária em amostras agrupadas, em ambos os parâmetros avaliados (Ra e Sa).

## REFERÊNCIAS

ABOU-RASS, M.; OGLESBY, S. W. The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. **Journal of Endodontics**, v.7, n. 8, p. 376-377, Aug. 1981.

AKISUE, E.; TOMITA, T. S.; GAVINI, G.; DE FIGUEIREDO, J. A. P. Effect of the Combination of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine on Dentinal Permeability and Scanning Electron Microscopy Precipitate Observation. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 5, p. 847-850, May 2010.

ALMEIDA, L. H. S.; LEONARDO, N. G. S.; GOMES, A. P. N.; GIARDINO, L.; SOUZA, E. M.; PAPPEN, F. G. Influence of EDTA and dentine in tissue dissolution ability of sodium hypochlorite. **Australian Endodontic Journal**, v. 24, n. 5, p. 477-481, 2013.

ARI, H.; ERDEMIR, A. Effects of Endodontic Irrigation Solutions on Mineral Content of Root Canal Dentin using ICP-AES Technique. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 3, p. 187-189, Mar. 2005.

ARI, H.; ERDEMIR, A.; BELLI, S. Evaluation of the Effect of Endodontic Irrigation Solutions on the Microhardness and the Roughness of Root Canal Dentin. **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 11, p. 792-795, Nov. 2004.

ARIAS-MOLIZ, M. T.; FERRER-LUQUE, C. M.; ESPIGARES-GARCÍA, M.; BACA, P. *Enterococcus faecalis* Biofilms Eradication by Root Canal Irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 5, p. 711-714, May 2009.

BANSAL, S.; TEWARI, S. *Ex vivo* evaluation of dye penetration associated with various dentine bonding agents in conjunction with different irrigation solutions used within the pulp chamber. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 11, p. 950–957, Nov. 2008.

BARBOSA, S. V.; SAFAVI, K. E.; SPANBERG, L. S. W. Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine. **International Endodontic Journal**, v. 27, n. 6, p. 309–312, Nov. 1994.

BARATTO-FILHO, F.; DE CARVALHO, J. R. JR.; FARINIUK, L. F.; SOUSA-NETO, M. D.; PÉCORA, J. D.; DA CRUZ-FILHO, A. M. Morphometric Analysis of the Effectiveness of Different Concentrations of Sodium Hypochlorite Associated with Rotary Instrumentation for Root Canal Cleaning. **Brazilian Dental Journal**, v.15, n.1, p. 36-40, Aug. 2004.

BAUMGARTNER, J. C.; CUENIN, P. R. Efficacy of Several Concentrations of Sodium Hypochlorite for Root Canal Irrigation. **Journal of Endodontics**, v. 18, n. 12, P. 605-612, Dec. 1992.

BELTZ, R. E.; TORABINEJAD, M.; POURESMAIL, M. Quantitative Analysis of the Solubilizing Action of MTAD, Sodium Hypochlorite, and EDTA on Bovine Pulp and Dentin. **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 5, p. 334-337, May 2003.

BERBER, V. B.; GOMES, B. P.; SENA, N. T.; VIANNA, M. E.; FERRAZ, C. C.; ZAIA, A. A.; SOUZA-FILHO, F. J. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 1, p. 10–17, Jan. 2006.

BEUS, C.; SAFAVI, K.; STRATTON, J.; KAUFMAN, B. Comparison of the Effect of Two Endodontic Irrigation Protocols on the Elimination of Bacteria from Root Canal System: A Prospective, Randomized Clinical Trial. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 11, p. 1479-1483, Nov. 2012.

BORGES, A. F. S.; BITTAR, R. A.; PASCON, F. M.; SOBRINHO, L. C.; MARTIN, A. A.; PUPPIN-RONTANI, R. M. NaOCl effects on primary and permanent pulp chamber dentin. **Journal of Dentistry**, v. 36, n. 9, p. 745-753. Sept. 2008.

CHRISTENSEN, C. E.; MCNEAL, S. F.; ELEAZER, P. Effect of Lowering the pH of Sodium Hypochlorite on Dissolving Tissue in Vitro. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 4, p. 449-452, Apr. 2008.

CLARKSON, R. M.; SMITH, T. K.; KIDD, B. A.; EVANS, G. E.; MOULE, A. J. Assessment of residual active chlorine in sodium hypochlorite solutions after dissolution of porcine incisor pulpal tissue. **Australian Dental Journal**, v. 58, n. 4, p. 428–433, Dec. 2013.

COBANKARA, F. K.; OZKAN, H. B.; TERLEMEZ, A. Comparison of Organic Tissue Dissolution Capacities of Sodium Hypochlorite and Chlorine Dioxide. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 2, p. 272-274, Feb. 2010.

CORRER, G. M.; ALONSO, R. C.; GRANDO, M. F.; BORGES, A. F.; PUPPIN-RONTANI, R. M. Effect of sodium hypochlorite on primary dentin — A scanning electron microscopy (SEM) evaluation. **Journal of Dentistry**, v. 34, n. 7, p. 454-459, Aug. 2006.

DE-DEUS, G.; ZEHNDER, M.; REIS, C.; FIDEL, S.; FIDEL, R. A.; GALAN, J. JR.; PACIORNIK, S. Longitudinal Co-site Optical Microscopy Study on the Chelating Ability of Etidronate and EDTA Using a Comparative Single-tooth Model. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 1, p. 71-75, Jan. 2008.

DE-DEUS, G.; SOUZA, E. M.; MARINS, J. R.; REIS, C.; PACIORNIK, S.; ZEHNDER, M. *Smear Layer* dissolution by peracetic acid of low concentration. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 6, p. 485–490, June 2011.

DEWSNUP, N.; PILEGGI, R.; HADDIX, J.; NAIR, U.; WALKER, C.; VARELLA, C. H. Comparison of Bacterial Reduction in Straight and Curved Canals Using Erbium, Chromium:Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet Laser Treatment versus a Traditional Irrigation Technique With Sodium Hypochlorite. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 4, p. 725-728, Apr. 2010.

DOGAN, H.; ÇALT, S. Effects of Chelating Agents and Sodium Hypochlorite on Mineral Content of Root Dentin. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 9, Sept. 2001.

DUTTA, A.; SAUNDERS, W. P. Comparative Evaluation of Calcium Hypochlorite and Sodium Hypochlorite on Soft-tissue Dissolution. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 10, p. 1395-1398, Oct. 2012.

FAWZY, A. S.; AMER, M. A.; EL-ASKARY, F. S. Sodium Hypochlorite as Dentin Pretreatment for Etch-and-Rinse Single-bottle and Two-step Self-etching Adhesives: Atomic Force Microscope and Tensile Bond Strength Evaluation. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 10, n. 2, p. 135-144, Feb. 2008.

GIARDINO, L.; AMBU, E.; SAVOLDI, E.; RIMONDINI, R.; CASSANELLI, C.; DEBBIA, E. A. Comparative Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Sodium Hypochlorite, MTAD, and Tetraclean Against *Enterococcus faecalis* Biofilm. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 7, July 2007.

GORDON, T. M.; DAMATO, D.; CHRISTNER, P. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. **Journal of Endodontics**, v. 7, n. 10, p. 466-469, Oct. 1981.

GULSAHI, K.; TIRALI, R. E.; CEHRELI, S. B.; KARAHAN, Z. C.; UZUNOGLU, E.; SABUNCUOGLU, B. The effect of temperature and contact time of sodium hypochlorite on human roots infected with *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans*. **Odontology**, v. 102, n. 1, p. 36-41, Jan. 2014.

HAAPASALO, M.; QIAN, W.; PORTENIER, I.; WALTIMO, T. Effects of Dentin on the Antimicrobial Properties of Endodontic Medicaments. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 8, p. 917-925, Aug. 2007.

HAAPASALO, M.; WANG, Z.; SHEN, Y.; CURTIS, A.; PATEL, P.; KHAKPOUR, M. Tissue Dissolution by a Novel Multisonic Ultracleaning System and Sodium Hypochlorite. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 8, p. 1178-1181, Aug. 2014.

HU, X.; LING, J.; GAO, Y. Effects of Irrigation Solutions on Dentin Wettability and Roughness. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 6, p. 1064-1067, June 2010.

IRALA, L. E. D.; GRAZZIOTIN-SOARES, R.; SALLES, A. A.; MUNARI, A. Z.; PEREIRA, J. S. Dissolution of bovine pulp tissue in solutions consisting of varying NaOCl concentrations and combined with EDTA. **Brazilian Oral Research**, v. 24, n. 3, p. 271-276, Sept. 2010.

JUNGBLUTH, H.; PETERS, C.; PETERS, O.; SENER, B.; ZEHNDER, M. Physicochemical and Pulp Tissue Dissolution Properties of Some Household Bleach Brands Compared with a Dental Sodium Hypochlorite Solution. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 3, p. 372-375, Mar. 2012.

MACEDO, R. G.; VERHAAGEN, B.; WESSELINK, P. R.; VERSLUIS, M.; VAN DER SLUIS, L. W. Influence of refreshment/activation cycles and temperature rise on the reaction rate of sodium hypochlorite with bovine dentine during ultrasonic activated irrigation. **International Endodontic Journal**, v. 47, n. 2, p. 147–154, Feb. 2014.

MARENDING, M.; LUDER, H. U.; BRUNNER, T. J.; KNECHT, S.; STARK, W. J.; ZEHNDER, M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine – mechanical, chemical and structural evaluation. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 10, p. 786–793, Oct. 2007.

MARTINHO, F.C.; GOMES, B. Quantification of Endotoxins and Cultivable Bacteria in Root Canal Infection before and after Chemomechanical Preparation with 2.5% Sodium Hypochlorite. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 3, p. 268-272, Mar. 2008.

MOGHADDAS, M. J.; MOOSAVI, H.; GHAVAMNASIRI, M. Microleakage Evaluation of Adhesive Systems Following Pulp Chamber Irrigation with Sodium Hypochlorite. **Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects**, v. 8, n. 1, p. 21-26, Mar. 2014.

MOREIRA, D. M.; ALMEIDA, J. F.; FERRAZ, C. C.; GOMES, B. P.; LINE, S. R.; ZAIA, A. A. Structural Analysis of Bovine Root Dentin after Use of Different Endodontics Auxiliary Chemical Substances. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 7, p. 1023-1027, July 2009.

MOUNTOURIS, G.; SILIKAS, N.; ELIADES, G. Effect of Sodium Hypochlorite Treatment on the Molecular Composition and Morphology of Human Coronal Dentin. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 6, n.3, p. 175-182, 2004.

OZDEMIR, H. O.; BUZOGLU, H. D.; CALT, S.; STABHOLZ, A.; STEINBERG, D. Effect of Ethylenediaminetetraacetic Acid and Sodium Hypochlorite Irrigation on *Enterococcus faecalis* Biofilm Colonization in Young and Old Human Root Canal Dentin: In Vitro Study. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 5, p. 842-846, May 2010.

PASCON, F. M.; KANTOVITZ, K. R.; SACRAMENTO, P. A.; NOBRE-DOS-SANTOS, M.; PUPPIN-RONTANI, R. M. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties: A review. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 12, p. 903-908, Dec. 2009.

PASCON, F. M.; KANTOVITZ, K. R.; SOARES, L. E.; SANTO, A. M.; MARTIN, A. A.; PUPPIN-RONTANI, R. M. Morphological and chemical changes in dentin after using endodontic agents: Fourier transform Raman spectroscopy, energy-dispersive x-ray fluorescence spectrometry, and scanning electron microscopy study. **Journal of Biomedical Optics**, v.17, n. 7, July 2012.

POGGIO, C.; COLOMBO, M.; SCRIBANTE, A.; SFORZA, D.; BIANCHI, S. In vitro antibacterial activity of different endodontic irrigants. **Dental Traumatology**, v. 28, n. 3, p. 205-209, June 2012.

PRASANSUTTIPORN, T.; NAKAJIMA, M.; KUNAWAROTE, S.; FOXTON, R. M.; TAGAMI, J. Effect of reducing agents on bond strength to NaOCl-treated dentin. **Dental Materials**, v. 27, n. 3, p. 229-234, Mar. 2011.

RETAMOZO, S.; SHABAHANG, S.; JOHNSON, N.; APRECIO, R. M.; TORABINEJAD, M. Minimum Contact Time and Concentration of Sodium

Hypochlorite Required to Eliminate *Enterococcus faecalis*. **Journal of Endodontics**, v.36, n. 3, p. 520-523, Mar. 2010.

ROSSI-FEDELE, G.; DOĞRAMACI, E. J.; GUASTALLI, A. R.; STEIER, L.; DE FIGUEIREDO, J. A. Antagonistic Interactions between Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine, EDTA, and Citric Acid. **Journal of Endodontics**, v.38, n. 4, p. 426-431, Apr. 2012.

ROSSI-FEDELE, G.; FIGUEIREDO, J. A. P. DE. Use of a bottle warmer to increase 4% sodium hypochlorite tissue dissolution ability on bovine pulp. **Australian Endodontic Journal**, v. 34, n. 1, p. 39-42, Apr. 2008.

SIQUEIRA JR, J. F.; MAGALHÃES, K. M.; RÔÇAS, I. N. Bacterial Reduction in Infected Root Canals Treated With 2.5% NaOCl as an Irrigant and Calcium Hydroxide/Camphorated Paramonochlorophenol Paste as an Intracanal Dressing. **Journal of Endodontics**, v.33, n. 6, p. 667-672, June 2007.

SIRTES, G.; WALTIMO, T.; SCHAETZLE, M.; ZEHNDER, M. The effects of Temperature on Sodium Hypochlorite Short-Term Stability, Pulp Dissolution Capacity, and antimicrobial Efficacy. **International Endodontic Journal**, v.31, n.9, p. 669 - 671, Sept. 2005.

SLUTZKY-GOLDBERG, I.; MAREE, M.; LIBERMAN, R.; HELING, I. Effect of Sodium Hypochlorite on Dentin Microhardness. **Journal of Endodontics**, v.30, n. 12, p. 880-882, Dec. 2004.

STOJICIC, S.; ZIVKOVIC, S.; QIAN, W.; ZHANG, H.; HAAPASALO, M. Tissue Dissolution by Sodium Hypochlorite: Effect of Concentration, Temperature, Agitation, and Surfactant. **Journal of Endodontics**, v.36, n. 9, p.1558-62, Sept. 2010.

TARTARI, T.; DUARTE JUNIOR, A. P.; SILVA JÚNIOR, J. O.; KLAUTAU, E. B.; SILVA E SOUZA JUNIOR, M. H.; SILVA E SOUZA JUNIOR, P. DE A. Etidronate from Medicine to Endodontics: effects of different irrigation regimes on root dentin roughness. **Journal of Applied Oral Science**, v. 21, n. 5, p. 409-415, Sept. 2103.

WILLIAMSON, A. E.; CARDON, J. W.; DRAKE, D. R. Antimicrobial Susceptibility of Monoculture Biofilms of a Clinical Isolate of *Enterococcus faecalis*. **Journal of Endodontics**, v.35, n.1, p. 95-97, Jan. 2009.

ZAPAROLLI, D.; SAQUY, P. C.; CRUZ-FILHO, A. M. Effect of Sodium Hypochlorite and EDTA Irrigation, Individually and in Alternation, on Dentin Microhardness at the Furcation Area of Mandibular Molars. **Brazilian Dental Journal**, v.23, n.6, p. 654-658, 2012.

ZEHNDER, M.; KOSICKI, D.; LUDER, H.; SENER, B.; WALTIMO, T. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology and Oral Radiology**, v.94, n.6, p. 756-762, Dec. 2002.

ZHANG, K.; TAY, F. R.; KIM, Y. K.; MITCHELL, J. K.; KIM, J. R.; CARRILHO, M.; PASHLEY, D. H.; LING, J. Q. The effect of initial irrigation with two different sodium hypochlorite concentrations on the erosion of instrumented radicular dentin. **Dental Materials**, v. 26, n.6, p. 514-523, June 2010.

ZOU, L.; SHEN, Y.; LI, W.; HAAPASALO, M. Penetration of Sodium Hypochlorite into Dentin. **Journal of Endodontics**, v.36, n.5, p. 793-796, May 2010.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – Resultados Estatísticos da Análise do Efeito do Aquecimento em Amostra Única

TABELA 4 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA E INFERENCIAL DO EFEITO DO AQUECIMENTO SOBRE O SUBSTRATO DENTINÁRIO EM AMOSTRA ÚNICA UTILIZANDO DADOS DE RA.

| Dente | Tratamento   | Mínimo   | Máximo   | Mediana  | Média    | Desvio Padrão | CV(%)  | p-valor |
|-------|--------------|----------|----------|----------|----------|---------------|--------|---------|
| 1     | NaOCl (t.a.) | 1.46E-03 | 4.90E-03 | 4.59E-03 | 3.65E-03 | 1.90E-03      | 52.19  | 0.4298  |
|       | NaOCl (37°C) | 1.24E-03 | 4.02E-03 | 1.75E-03 | 2.33E-03 | 1.48E-03      | 63.36  |         |
|       | NaOCl (45°C) | 1.34E-03 | 2.28E-03 | 1.58E-03 | 1.74E-03 | 4.88E-04      | 28.11  |         |
| 2     | NaOCl (t.a.) | 1.62E-03 | 3.70E-03 | 1.62E-03 | 2.31E-03 | 1.20E-03      | 51.80  | 0.1184  |
|       | NaOCl (37°C) | 9.35E-05 | 1.21E-03 | 5.00E-04 | 6.02E-04 | 5.67E-04      | 94.12  |         |
|       | NaOCl (45°C) | 9.70E-04 | 4.02E-03 | 2.43E-03 | 2.47E-03 | 1.53E-03      | 61.71  |         |
| 3     | NaOCl (t.a.) | 5.95E-04 | 4.10E-03 | 1.65E-03 | 2.11E-03 | 1.80E-03      | 85.13  | 0.4298  |
|       | NaOCl (37°C) | 1.16E-03 | 1.58E-02 | 1.48E-02 | 1.06E-02 | 8.17E-03      | 77.27  |         |
|       | NaOCl (45°C) | 1.03E-04 | 3.66E-03 | 2.94E-03 | 2.23E-03 | 1.88E-03      | 84.21  |         |
| 4     | NaOCl (t.a.) | 2.95E-04 | 5.06E-03 | 1.09E-03 | 2.15E-03 | 2.55E-03      | 118.87 | 0.8752  |
|       | NaOCl (37°C) | 9.93E-04 | 4.62E-03 | 1.78E-03 | 2.46E-03 | 1.91E-03      | 77.56  |         |
|       | NaOCl (45°C) | 4.58E-04 | 2.92E-03 | 1.38E-03 | 1.59E-03 | 1.24E-03      | 78.50  |         |
| 5     | NaOCl (t.a.) | 2.83E-03 | 5.61E-03 | 3.77E-03 | 4.07E-03 | 1.42E-03      | 34.83  | 0.6703  |
|       | NaOCl (37°C) | 2.21E-03 | 7.24E-03 | 2.74E-03 | 4.06E-03 | 2.77E-03      | 68.11  |         |
|       | NaOCl (45°C) | 8.70E-04 | 9.37E-03 | 1.83E-03 | 4.02E-03 | 4.65E-03      | 115.68 |         |

\*E-03 = elevado à potência de  $10^{-3}$

Nesta avaliação, não foi possível realizar a análise estatística com os resultados obtidos por Sa em função da quantidade de dados gerados por esse método.

## APÊNDICE B – Resultados Estatísticos da Análise do Efeito do Aquecimento em Amostras Agrupadas

TABELA 5 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA E INFERENCIAL DO EFEITO DO AQUECIMENTO SOBRE O SUBSTRATO DENTÁRIO EM AMOSTRAS AGRUPADAS UTILIZANDO DADOS DE RA.

|               | NaOCl (t.a.) | NaOCl (37 °C) | NaOCl (45 °C) |
|---------------|--------------|---------------|---------------|
| Mínimo        | 2.11E-03     | 6.02E-04      | 1.59E-03      |
| Máximo        | 4.07E-03     | 1.06E-02      | 4.02E-03      |
| Mediana       | 2.31E-03     | 2.46E-03      | 2.23E-03      |
| Média         | 2.86E-03     | 4.01E-03      | 2.41E-03      |
| Desvio Padrão | 9.28E-04     | 3.87E-03      | 9.70E-04      |
| CV(%)         | 32.45        | 96.54         | 40.27         |
| p-valor       |              | 0.6505        |               |

\*E-03 = elevado à potência de  $10^{-3}$

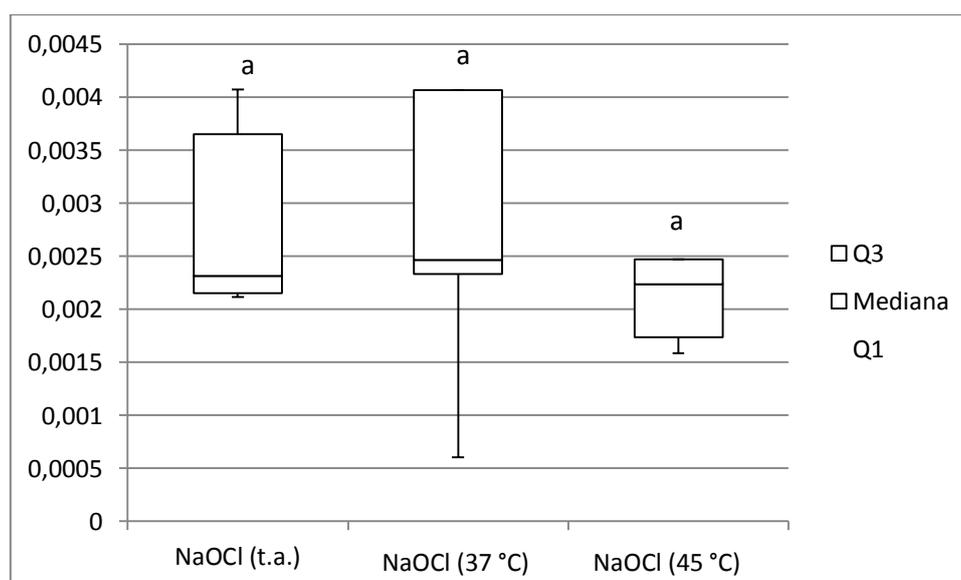


Figura 8 - Estatística descritiva e inferencial do efeito do aquecimento sobre o substrato dentinário em amostras agrupadas utilizando dados de Ra.

**TABELA 6 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA E INFERENCIAL DO EFEITO DO AQUECIMENTO SOBRE O SUBSTRATO DENTINÁRIO EM AMOSTRAS AGRUPADAS UTILIZANDO DADOS DE SA.**

|               | NaOCl (t.a.) | NaOCl (37 °C) | NaOCl (45 °C) |
|---------------|--------------|---------------|---------------|
| Mínimo        | 7.80E-02     | 7.30E-03      | 4.65E-03      |
| Máximo        | 7.04E-01     | 3.15E-01      | 2.14E-01      |
| Mediana       | 1.11E-01     | 6.66E-02      | 4.40E-02      |
| Média         | 2.22E-01     | 1.03E-01      | 8.60E-02      |
| Desvio Padrão | 2.70E-01     | 1.21E-01      | 9.22E-02      |
| CV(%)         | 121.58       | 117.19        | 107.24        |
| p-valor       |              | 0.3362        |               |

\*E-03 = elevado à potência de  $10^{-3}$

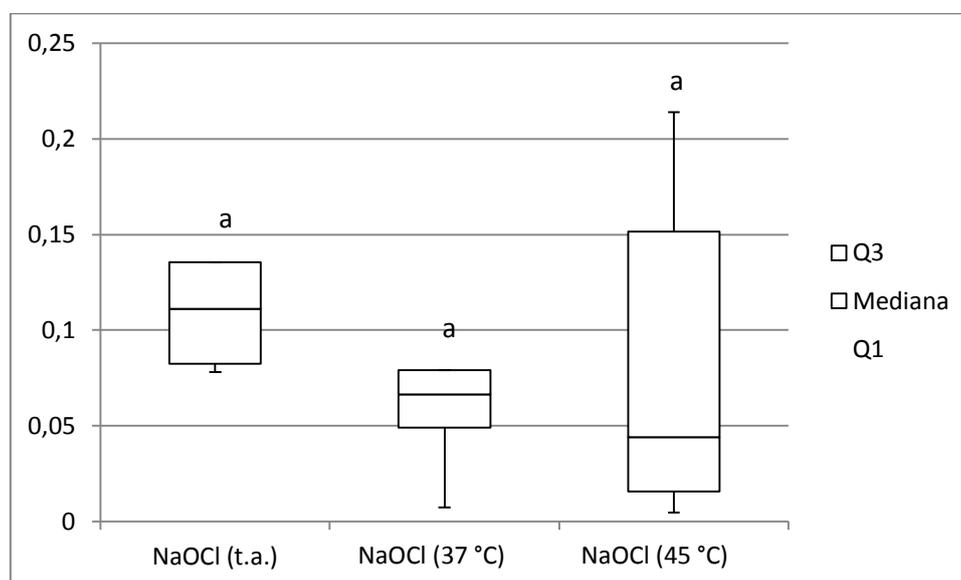


Figura 9 - Estatística descritiva e inferencial do efeito do aquecimento sobre o substrato dentinário em amostras agrupadas utilizando dados de Sa.

## **ANEXO**