

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICA ODONTOLÓGICA/  
ENDODONTIA

DISSERTAÇÃO

Avaliação da dissolução pulpar, tensão superficial e limpeza dos canais radiculares  
com hipoclorito de cálcio: estudo *in vitro*

ISRAEL BANGEL CARLOTTO

PORTO ALEGRE

2015

ISRAEL BANGEL CARLOTTO

Avaliação da dissolução pulpar, tensão superficial e limpeza dos canais radiculares com hipoclorito de cálcio: estudo *in vitro*

Evaluation of dissolving pulp, surface tension and cleaning of the root canal with calcium hypochlorite: in vitro study

**Linha de Pesquisa**

Biomateriais e Técnicas Terapêuticas em Odontologia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Clínica Odontológica/ Endodontia.

**Orientador:** Prof. Dr. Francisco Montagner

PORTO ALEGRE

2015

### CIP - Catalogação na Publicação

Carlotto, Israel Bangel

Avaliação da dissolução pulpar, tensão superficial e limpeza dos canais radiculares com hipoclorito de cálcio: estudo in vitro / Israel Bangel Carlotto. -- 2015.

80 f.

Orientador: Francisco Montagner.

Coorientador: Fabiana Soares Grecca.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Endodontia. 2. Preparo químico-mecânico. 3. Irrigação. 4. Auxiliares químicos. 5. Soluções irrigadoras. I. Montagner, Francisco, orient. II. Grecca, Fabiana Soares, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICA ODONTOLÓGICA/  
ENDODONTIA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

Avaliação da dissolução pulpar, tensão superficial e limpeza dos canais radiculares  
com hipoclorito de cálcio: estudo *in vitro*

elaborada por

**Israel Bangel Carlotto**

como requisito parcial para obtenção do título de

**Mestre em Odontologia, Área de Concentração Clínica Odontológica/  
Endodontia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Francisco Montagner, Dr. (UFRGS)**

(presidente/orientador)

**Matheus Albino Souza, Dr. (UPF)**

**Marcus Vinícius Reis Só, Dr. (UFRGS)**

**Patrícia Maria Poli Kopper Móra, Dr<sup>a</sup>. (UFRGS)**

Porto Alegre, 21 de julho de 2015

Dedico este trabalho

À **Inês Bangel Carlotto** (*in memoriam*) e **Nei Diogo Carlotto**, meus amados pais, meus melhores amigos, meus exemplos de caráter, por terem sido os pilares fundamentais na minha formação como pessoa, pelo amor incondicional e pelo incentivo durante toda minha vida.

À minha querida **Indianaiara** pelo amor e carinho, pelo apoio sempre que necessário, pela compreensão e por me mostrar, mesmo nos momentos mais difíceis, o caminho do otimismo.

A **Davi Bangel Carlotto**, por ter compartilhado bons momentos de sua infância comigo.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por me permitir possuir saúde, força e discernimento para poder sempre alcançar meus objetivos e por me guiar sempre por caminhos seguros.

À **Universidade Federal Do Rio Grande do Sul**, por ter sido fundamental na minha educação desde os tempos de graduação.

Ao meu caro orientador, **Prof. Dr. Francisco Montagner**, pela amizade, pela crença no meu potencial, pelas conversas, pela paciência nas orientações, pelos inúmeros ensinamentos e pela ótima parceria de trabalho.

À **Profª. Drª. Fabiana Soares Grecca**, pela amizade, pela paciência inesgotável, pelos conhecimentos transmitidos, e por sempre ajudar a contornar os obstáculos da melhor forma possível.

Ao **Prof. Dr. Régis Burmeister dos Santos** e ao **Prof. Dr. João Ferlini Filho**, por terem sido, desde a época da graduação os grandes responsáveis na minha decisão de tornar-me endodontista e abraçar a especialidade com ética e dedicação.

Aos demais Professores de Endodontia da UFRGS, **Prof. Dr. Marcus Vinícius Reis Só, Profª. Drª. Patrícia Maria Poli Kopper Móra, Profª. Drª. Simone Bonato Luisi, Profª. Drª. Renata Grazziotin, Prof. Dr. Augusto Bodanezi** pelos ensinamentos e por terem me recebido tão acolhedoramente.

À querida **Profª. Drª. Maria Beatriz Cardoso Ferreira**, por ser grande professora e por ser sempre uma amiga, disposta a ouvir, ajudar e compartilhar experiências.

À **Profª. Drª. Luciane Maria Colla**, e à **Mestranda Danúbia Cadore Favaretto**, da Universidade de Passo Fundo, por terem me recebido e orientado de forma tão amistosa durante os experimentos no Laboratório de Fermentações.

Aos meus colegas de graduação **Christian Zamberlan Angheben, Eduardo Luiz Delamare** e **Sabrina Pozatti Moure**, por terem sido sempre grandes amigos e por terem me incentivado enormemente na minha decisão de iniciar o Mestrado.

Aos meus amigos **Douglas Krüger da Silva, Pablo Esquiam da Silva, Jonas André Buske, Eduardo Dreher Hermes, Rafael Ferrari, Leandro Ronchi Witschoreck, Claudiomiro da Silva Bartos, Richardson de Oliveira Batalha e Irving Flores da Silva** pela amizade por toda a vida.

Ao amigos e colegas **Eduardo Bender, Tatiana Thier de Borba e Túlio Danoski** pela amizade e parceria no dia a dia de clínica.

Às minhas colegas de Mestrado, **Ângela Longo do Nascimento, Gabriela Bess Ferraz Blattes, Karen Barea de Paula, Natália Gomes e Silva Leonardo e Flávia Emi Razera Baldasso** pela amizade, pela torcida mútua, pelo coleguismo, e por terem compartilhado comigo os mais variados tipos de emoções no nosso querido “LABENDO”, alegrando e dando força para seguir em frente.

Aos demais colegas de laboratório **Ricardo Abreu da Rosa, Manuela Favarin Santini, Daiana Elisabeth Bottcher, Ludmila Coutinho Moraes, Ivana Zaccara, Letícia Boldrin Mestieri, Pauline Lang**, pela amizade e pelos bons momentos vividos no dia a dia na faculdade.

Aos amigos **José Carlos D`Ornellas Pereira Júnior, Marcelo Totti e Rodrigo Monteiro Vieira**, pela amizade, pela parceria e pelos momentos de descontração.

Aos alunos da Iniciação Científica, **Luís Gustavo Souza, Tamires Decavatá e Ana Paula Silva**, que de uma forma ou outra contribuíram para que o presente trabalho pudesse ser concluído.

A **Carolina Bender Hoppe**, pela amizade e por ter tido comigo uma conversa que me encorajou a retornar à Universidade depois de nove anos.

A **Andrea Freire Dill**, secretária da Especialização em Endodontia, por ter sempre disponibilidade para ouvir e pelos momentos de amizade e descontração.

Ao **Frigorífico Do Sul**, situado em Passo do Sobrado- RS, por ter cedido parte do material biológico utilizado nesse trabalho.

Aos **pacientes**, que doaram parte do material biológico utilizado nesse trabalho.

## RESUMO

CARLOTTO, I.B. **Avaliação da dissolução pulpar, tensão superficial e limpeza dos canais radiculares com hipoclorito de cálcio: estudo *in vitro***. 2015. 77f. Dissertação/mestrado- Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

O objetivo do presente estudo foi determinar a capacidade de dissolução tecidual, tensão superficial, e capacidade de limpeza de soluções  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  e compará-las ao  $\text{NaOCl}$ . A dissolução tecidual foi testada em fragmentos de polpas bovinas divididos em 18 grupos, metade deles utilizando as amostras livremente depositadas em poços de cultura de células e a outra metade utilizando as amostras fixadas em bases de dentina bovina. As soluções testadas foram o  $\text{NaOCl}$  a 0,5%, 1%, 2,5% e 5,25% e o  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%. O grupo controle foi o soro fisiológico. Essas soluções foram empregadas sobre as amostras com dez irrigações/aspirações sucessivas de 1 minuto. A capacidade de dissolução foi mensurada pela porcentagem de perda de peso. A tensão superficial do  $\text{NaOCl}$  a 0,5%, 1%, 2,5% e 5,25% e do  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%, além de um grupo controle, água destilada, foi mensurada através da técnica do anel de platina com um tensiômetro de Du Noüy. Foram realizadas nove mensurações de cada solução e o resultado expresso em média e desvio padrão. Para a análise da capacidade de limpeza foram utilizados 50 dentes monorradiculares humanos, divididos em 5 grupos, que foram preparados com limas tipo K e irrigados com  $\text{NaOCl}$  a 2,5%,  $\text{NaOCl}$  5,25%,  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  2,5% ou  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  5,25%. O grupo controle foi irrigado com soro fisiológico. Através da microscopia eletrônica de varredura foram analisados os diferentes terços dos canais quanto à remoção de *debris* e à presença de *smear layer*. Foram atribuídos escores de 1 a 4 e a frequência destes foi verificada para cada grupo. Os resultados mostraram que quanto à dissolução não houve diferença significativa entre  $\text{NaOCl}$  e  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  para iguais concentrações. As soluções mais concentradas foram mais eficazes na dissolução. Os valores de tensão superficial das soluções de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  variaram de 68,48 a 72,88 mJ/m. A remoção de *debris* do grupo do  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 5,25% foi inferior ao grupo controle no terço cervical. Nos demais terços não houve diferença entre os grupos. Quanto à remoção de *smear layer*, não houve diferença entre os grupos. As soluções de hipoclorito de cálcio apresentam capacidade de dissolução tecidual, entretanto suas tensões superficiais foram superiores quando comparadas às soluções de hipoclorito de sódio. Além disso, não foram capazes de remover a *smear layer* e *debris*.

Palavras-chave: endodontia, irrigantes, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, dissolução, tensão superficial, *debris*, lama dentinária.

## ABSTRACT

CARLOTTO, I.B. **Evaluation of dissolving pulp, surface tension and cleaning of the root canal with calcium hypochlorite: in vitro study.** 2015. 77p. Master Thesis- Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

The aim of this study was to determine the tissue dissolution capacity, surface tension, and cleaning ability of  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  solutions and compare to the NaOCl properties. The dissolution was tested on bovine pulps fragments divided into 18 groups, half of them was freely deposited samples in cell culture wells and the remaining samples were fixed on bovine dentin bases. The solutions tested were 0.5% NaOCl, 1.0% NaOCl, 2.5% NaOCl and 5.25% NaOCl, and 0.5%  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , 1.0%  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , 2.5%  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , and 5.25%  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ . The control group was saline. These solutions were used on samples and were successively irrigated/aspirated 10 times, for 1 minute each. The dissolving capacity was measured by the percentual weight loss. The surface tension of all tested solutions and control was measured by the platinum ring technique with a Du Noüy tensiometer. Nine measurements were taken of each solution and the result expressed as mean and standard deviation. For the analysis of cleaning capacity, 50 monoradicular human teeth were divided into five groups. They were prepared with K files and irrigated with 2.5% NaOCl, 5.25% NaOCl, 2.5%  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  or 5.25%  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ . The control group was irrigated with saline. The samples were analyzed by scanning electron microscopy. Each third of the root canals received a score regarding the removal of debris and the presence of smear layer. Scores were assigned from 1 to 4 and their frequency for each group was determined. There was no significant difference between NaOCl and  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  with the same concentrations. The most concentrated solutions were more effectively in dissolution. The surface tension values of solutions for  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  varied from 68.48 to 72.88 mJ/m. Debris removal for 5.25%  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  was lower than the control group in the cervical third. In the other thirds there was no difference among groups. There was no difference for the smear layer removal among groups. Calcium hypochlorite solutions showed tissue dissolution ability, however their surface tensions were higher when compared with sodium hypochlorite solutions. Moreover, were not able to remove debris and smear layer.

Keywords: endodontics, irrigants, sodium hypochlorite, calcium hypochlorite, dissolution, surface tension, debris, smear layer.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Fragmentos pulparez bovinos estandardizados.....	33
Figura 2.	Fragmento pulpar bovino posicionado em poço de cultura de células.....	33
Figura 3.	Base de dentina bovina confeccionada a partir de hemi-metade de incisivo bovino.....	34
Figura 4.	Fragmento pulpar fixado à base de dentina com o auxílio de alfinete de aço inox.....	35
Figura 5.	Irrigação de fragmento pulpar colocado livremente no poço.....	37
Figura 6.	Irrigação do conjunto base de dentina/ fragmento pulpar/ alfinete, fixado no poço com cera utilidade.....	37
Figura 7.	Anel de platina submerso na solução depositada no frasco de vidro do tensiômetro.....	40
Figura 8.	Monitor do tensiômetro.....	41
Figura 9.	Amostra fixada no <i>stub</i> de alumínio com cianoacrilato.....	46
Figura 10.	Imagens em MEV, aumento em 200x, classificando os escores. A= escore 1 (0-25% de presença de <i>debris</i> cobrindo a superfície examinada), B= escore 2 (25-50% de presença de <i>debris</i> cobrindo a superfície examinada), C= escore 3 (50-75% de presença de <i>debris</i> cobrindo a superfície examinada), D= escore 4 (75-100% de presença de <i>debris</i> cobrindo a superfície examinada).....	47
Figura 11.	Imagens em MEV, aumento em 1000x, classificando os escores. A= escore 1 (0-25% de presença de <i>smear layer</i> cobrindo a superfície examinada), B= escore 3 (50-75% de presença de <i>smear layer</i> cobrindo a superfície examinada), C= escore 4 (75-100% de presença de <i>smear layer</i> cobrindo a superfície examinada). Não há figura ilustrativa do escore 2 (25-50% de presença de <i>smear layer</i> cobrindo a superfície examinada), por não ter sido encontrado em nenhuma amostra do presente estudo.....	48

## LISTA DE TABELAS E GRÁFICO

Tabela 1.	Estudos comparativos de dissolução tecidual.....	16
Tabela 2.	Grupos de teste para dissolução pulpar em relação ao método, à solução e à concentração (10 amostras em cada grupo).....	36
Tabela 3.	Esquema de preparo para os grupos experimentais.....	43
Tabela 4.	Percentagens de dissolução tecidual expressas em medianas e percentis.....	50
Tabela 5.	Tensão superficial expressa em média e desvio padrão.....	51
Gráfico 1.	Tensão superficial das soluções testadas- média e desvio padrão.....	51
Tabela 6.	Frequência de escores de <i>debris</i> para cada um dos grupos, em função dos terços estudados.....	53
Tabela 7.	Frequência de escores de <i>smear layer</i> para cada um dos grupos, em função dos terços estudados.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BD	Base de dentina
Ca	Cálcio
Ca(OCl) <sub>2</sub>	Hipoclorito de cálcio
Ca(OH) <sub>2</sub>	Hidróxido de cálcio
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
COMPESQ	Comitê de Pesquisa
CT	Comprimento de trabalho
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
et al.	E colaboradores
FO	Faculdade de Odontologia
g	Gramma
H <sub>2</sub> O	Água
HOCl	Ácido hiocloroso
LABIM	Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Oral
LAMAD	Laboratório de Materiais Dentários
m	Metro
mg	Miligrama
mJ	Milijoule
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mN	MiliNewton
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
n	Número amostral
Na	Sódio
NaOCl	Hipoclorito de sódio
PS	Polpa suspensa
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UPF	Universidade de Passo Fundo
°	Graus

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA</b> .....	13
1.1	DISSOLUÇÃO TECIDUAL .....	13
1.2	TENSÃO SUPERFICIAL .....	20
1.3	REMOÇÃO DE <i>DEBRIS</i> E PRESENÇA DE <i>SMEAR LAYER</i> ....	21
1.4	HIPOCLORITO DE SÓDIO .....	22
1.5	HIPOCLORITO DE CÁLCIO .....	24
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	26
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	27
3.1	TIPO DE ESTUDO .....	27
3.2	LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA .....	27
3.3	SELEÇÃO DA AMOSTRA E CÁLCULO AMOSTRAL .....	28
3.4	PREPARO DAS SOLUÇÕES .....	29
3.5	DISSOLUÇÃO TECIDUAL .....	31
<b>3.5.1</b>	<b>Preparo dos fragmentos de polpa bovina</b> .....	31
<b>3.5.2</b>	<b>Confecção das bases de dentina</b> .....	34
<b>3.5.3</b>	<b>Teste de dissolução pulpar</b> .....	35
3.6	TENSÃO SUPERFICIAL .....	38
3.7	REMOÇÃO DE <i>DEBRIS</i> E PRESENÇA DE <i>SMEAR LAYER</i> ....	41
<b>3.7.1</b>	<b>Preparo dos canais de dentes monorradiculares humanos..</b>	41
<b>3.7.2</b>	<b>Análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV)</b> .....	44
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	49

4.1	DISSOLUÇÃO TECIDUAL .....	49
4.2	TENSÃO SUPERFICIAL .....	50
4.3	REMOÇÃO DE <i>DEBRIS</i> E PRESENÇA DE <i>SMEAR LAYER</i> ....	52
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>55</b>
5.1	DISSOLUÇÃO TECIDUAL .....	55
5.2	TENSÃO SUPERFICIAL .....	58
5.3	REMOÇÃO DE <i>DEBRIS</i> E PRESENÇA DE <i>SMEAR LAYER</i> .....	60
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>65</b>
	<b>ANEXO 1- Carta de doação de dentes bovinos</b> .....	<b>78</b>
	<b>ANEXO 2- Termo de consentimento livre e esclarecido</b> .....	<b>79</b>
	<b>ANEXO 3- Termo de doação de dentes</b> .....	<b>80</b>

## 1 ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

O preparo do canal radicular através da limpeza e modelagem é reconhecido como um passo fundamental na terapia endodôntica (SCHILDER, 1974). Os objetivos principais do preparo químico-mecânico são a limpeza do sistema de canais e a modelagem do canal principal, alcançados simultaneamente durante o tratamento endodôntico. O uso de soluções químicas auxiliares de instrumentação aumenta o debridamento mecânico por enxágue dos *debris* e pela dissolução tecidual e promove desinfecção do sistema de canais radiculares (BAKER *et al.*, 1975). Os procedimentos mecânicos não podem ser separados dos químicos, uma vez que se completam para alcançar o objetivo final (PAIVA; ANTONIAZZI, 1988).

Para Walton e Rivera (1997), os requisitos de uma solução irrigadora ideal são a dissolução de tecidos ou resíduos, baixa toxicidade, baixa tensão superficial, ação lubrificante, desinfecção, remoção da camada superficial, custo moderado, conveniência e facilidade de armazenamento.

### 1.1 Dissolução tecidual

Devido à complexa anatomia do canal radicular, durante a fase de preparo, até 53,5% da superfície das paredes do canal podem permanecer intocáveis pelos instrumentos, resultando em limpeza insuficiente (PETERS *et al.*, 2001). A persistência de tecido pulpar residual, restos de dentina infectada ou bactérias, no sistema de canais radiculares, pode ser um dos fatores que levam ao fracasso do tratamento (MOORER; WESSELINK, 1982). A irrigação pode auxiliar na limpeza de

áreas do sistema de canais não diretamente tocadas pelos instrumentos (QING *et al.*, 2006). Pelo fato de potencializar a limpeza do canal radicular, a dissolução de tecido pulpar é uma propriedade desejável para uma solução de irrigação e que se torna importante na escolha desta (COBANKARA; OZKAN; TERLEMEZ, 2010).

Já em 1941, Grossman e Meiman estudaram a dissolução tecidual, testando o efeito de diversas soluções sobre tecido pulpar humano. Essa importante propriedade das soluções irrigadoras vem sendo estudada em tecido pulpar bovino (KOSKINEN; STENVALL; UITTO, 1980; MORGAN; CARNES; MONTGOMERY, 1991; OKINO, *et al.*, 2004; ROSSI-FEDELE; FIGUEIREDO, 2008; COBANKARA; OZKAN; TERLEMEZ, 2010; ROSSI-FEDELE *et al.*, 2013), tecido pulpar suíno (CLARKSON *et al.*, 2006), tecido pulpar humano (BALLAL; MALA; BHAT, 2011; DE-DEUS *et al.*, 2013; SLUTZKY-GOLDBERG *et al.*, 2013), tecido muscular bovino (TÜRKÜN; CENGİZ, 1997; DUTTA; SAUNDERS, 2012), mucosa palatina de porcos (ZEHNDER *et al.*, 2002; NAENNI; THOMA; ZEHNDER, 2004), e tecido conjuntivo de ratos (ABOU-RASS; OGLESBY, 1981). Algumas das principais substâncias testadas quanto a essa propriedade são o hipoclorito de sódio (NaOCl) em diversas concentrações (DUTTA; SAUNDERS, 2012; DE-DEUS *et al.*, 2013; SLUTZKY-GOLDBERG *et al.*, 2013; ROSSI-FEDELE *et al.*, 2013), e o hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) (MORGAN; CARNES; MONTGOMERY, 1991; TÜRKÜN; CENGİZ, 1997; SLUTZKY-GOLDBERG *et al.*, 2013). Os tempos de exposição às soluções testados variaram entre 1 minuto (SIRTES *et al.*, 2005) e 6 horas (OKINO *et al.* 2004) (Tabela 1).

Diversos fatores podem afetar o poder de dissolução de um irrigante endodôntico, como a concentração da solução (HAND; SMITH; HARRISON, 1978; KOSKINEN; STENVALL; UITTO, 1980; ABOU-RASS; OGLESBY, 1981; OKINO *et*

*al.*, 2004; CLARKSON *et al.*, 2006; SÓ *et al.*, 2011; TANEJA; MISHRA; MALIK, 2014; ERTUGRUL *et al.*, 2014), o tipo de tecido, ou seja fresco, fixado ou necrótico (ABOU-RASS; OGLESBY, 1981; GORDON; DAMATO; CHRISTNER, 1981), o pré-aquecimento da solução (ABOU-RASS; OGLESBY, 1981; SIRTES *et al.*, 2005; ROSSI-FEDELE; FIGUEIREDO, 2008), o uso prévio do Ca(OH)<sub>2</sub> (TÜRKÜN; CENGİZ, 1997) e a estimulação por corrente elétrica (ERTUGRUL *et al.*, 2014). Segundo Slutzky-Goldberg *et al.* (2013), a presença de dentina em contato com a polpa, também pode influenciar a capacidade do irrigante na dissolução do tecido pulpar (Tabela 1). Influência sobre o poder de dissolução tecidual também pode estar relacionado à diferença de estabilidade entre diferentes marcas comerciais (SÓ *et al.*, 1997).

Tabela 1- Estudos comparativos de dissolução tecidual

Estudo	Tecido utilizado	Agitação da solução irrigadora	Renovação da solução irrigadora	Tempo total	Aferição	Soluções testadas	Conclusão
Hand <i>et al.</i> , 1978	Tecido subcutâneo necrótico de ratos	Sim	Não	7 minutos	Percentual de perda de peso	NaOCl (0,5%, 1%, 2,5%, 5,25%), solução fisiológica, água destilada, e H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3%	NaOCl 5,25% dissolve significativamente mais tecido necrótico que NaOCl 2,5%, NaOCl 1%, NaOCl 0,5%, água destilada, soro fisiológico e H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3%. A dissolução do NaOCl 5,25% causa decréscimo de sua propriedade de dissolução.
Koskinen <i>et al.</i> , 1980	Polpa bovina	Sim	Não	10 minutos	Peso residual	NaOCl (0,5%, 2,5%, 5%), solução fisiológica, Decal, Largal Ultra, Salvizol (0,05%, 0,5%), Nelex 0,5%, 5%, 20%) NaOCl (2,6%, 5,25%)	NaOCl 2,5% e 5% foram significativamente mais efetivos que NaOCl 0,5%. As outras soluções testadas tiveram capacidade de dissolução menor.
Abou-Rass & Oglesby, 1981	Tecido conjuntivo de ratos (fresco, fixado e necrótico)	Não relatado	Não relatado	Até a dissolução total	Tempo para total dissolução		Aumento da temperatura e da concentração faz aumentar o poder de dissolução. Tecido fresco foi mais rapidamente dissolvido que necrótico, e ambos mais rapidamente dissolvidos que tecido fixado.
Gordon <i>et al.</i> , 1981	Polpa bovina vital e necrosada	Não relatado	Não	2,5 e 10 minutos	Percentual de perda de peso	NaOCl (1%, 3%, 5%), água destilada	Para polpa vital NaOCl 3% e 5% foram mais eficazes em dissolver que NaOCl 1%. Para polpa necrótica as 3 concentrações parecem igualmente eficazes.
Morgan <i>et al.</i> , 1991	Polpa bovina	Sim	Sim	32 minutos	Percentual de tecido dissolvido	Ca(OH) <sub>2</sub> sozinho, NaOCl 2,6% sozinho, e combinado com Ca(OH) <sub>2</sub> , solução fisiológica	NaOCl sozinho, ou combinado com Ca(OH) <sub>2</sub> foi mais efetivo em dissolver tecido que o Ca(OH) <sub>2</sub> sozinho, e a solução fisiológica.

Tabela 1- Estudos comparativos de dissolução tecidual (continuação).

Estudo	Tecido utilizado	Agitação da solução irrigadora	Renovação da solução irrigadora	Tempo total	Aferição	Soluções testadas	Conclusão
Türkün & Cengiz, 1997	Tecido muscular bovino necrótico	Sim	Não	30 minutos (NaOCl). (Outras substâncias ficaram até 7 dias).	Percentual de perda de peso	Água destilada, NaOCl (0,5%, 5%), Ca(OH) <sub>2</sub> pasta sozinho (diversos períodos de tempo), Ca(OH) <sub>2</sub> solução, Ca(OH) <sub>2</sub> pasta e irrigação com NaOCl, e irrigação alternada com Ca(OH) <sub>2</sub> solução e NaOCl 0,5%	Não houve diferença significativa na dissolução entre NaOCl 5% e o NaOCl 0,5% pré-tratado com Ca(OH) <sub>2</sub> .
Zehnder <i>et al.</i> , 2002	Mucosa palatal de porcos fresca e necrosada	Não relatado	Não	Até 120 minutos	Percentual do peso inicial	NaOCl (0,5% e 2,5% não tamponados), NaOCl 0,5% tamponado (solução de Dakin) NaHCO <sub>3</sub> 1%, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 5%	NaOCl 2,5% foi mais efetivo na dissolução. Tamponamento teve pouco efeito na dissolução tecidual.
Naenni <i>et al.</i> , 2004	Mucosa palatal de porcos	Não	Não	Até 120 minutos	Percentual do peso inicial	NaOCl 1%, água destilada, clorexidina, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3% e 30%, ácido cítrico 10%, ácido peracético 10%	NaOCl causou mais dissolução que água destilada, clorexidina, peróxido de hidrogênio, ácido cítrico, ácido peracético.
Okino <i>et al.</i> , 2004	Polpa bovina	Sim	Não	Até a dissolução total ou até 6 horas	Velocidade de dissolução	NaOCl (0,5%, 1%, 2,5%), água destilada, clorexidina 2% solução, clorexidina 2% gel)	Água destilada e clorexidina foram inábeis em dissolver tecido. A velocidade de dissolução do NaOCl aumenta com o aumento da concentração da solução.

Tabela 1- Estudos comparativos de dissolução tecidual (continuação).

Estudo	Tecido utilizado	Agitação da solução irrigadora	Renovação da solução irrigadora	Tempo total	Aferição	Soluções testadas	Conclusão
Sirtes <i>et al.</i> , 2005	Polpa humana	Não	Não	60 segundos	Percentual do peso inicial	NaOCl (1%, 2,62%, 5,25%), solução fisiológica	O aumento da temperatura da solução aumenta seu poder de dissolução. NaOCl 1% a 45°C dissolveu tecido tão efetivamente quanto NaOCl 5,25% a 20°C.
Clarkson <i>et al.</i> , 2006	Polpa suína	Sim	Não	Até a dissolução total	Tempo para total dissolução	NaOCl (1%, 4%)	NaOCl mais concentrado dissolveu tecido mais rapidamente.
Rossi-Fedele & Figueiredo, 2008	Polpa bovina	Sim	Não	Até a dissolução total	Tempo para a dissolução, velocidade de dissolução	NaOCl 4%	O aquecimento da solução aumenta seu poder de dissolução.
Cobankara <i>et al.</i> , 2010	Polpa bovina	Sim	Sim	20 minutos	Percentual de perda de peso	NaOCl 5,25%, ClO <sub>2</sub> 13,8%, solução fisiológica	Não houve diferença na dissolução tecidual quando comparado ao ClO <sub>2</sub> 13,8%.
Ballal <i>et al.</i> , 2011	Polpa humana	Sim	Não	Até 120 minutos	Percentual de perda de peso	NaOCl 2,5%, ácido maléico 7%, EDTA 17%, solução fisiológica	Em todos os intervalos NaOCl 2,5% dissolveu mais tecido que EDTA e ácido maléico.

Tabela 1- Estudos comparativos de dissolução tecidual (continuação).

Estudo	Tecido utilizado	Agitação da solução irrigadora	Renovação da solução irrigadora	Tempo total	Aferição	Soluções testadas	Conclusão
Só <i>et al.</i> , 2011	Polpa bovina	Não	Não	120 minutos	Peso residual	NaOCl (0,5%, 1%, 2,5%)	O aumento da concentração aumenta o poder de dissolução.
Dutta & Saunders, 2012	Músculo bovino	Não	Sim	60 minutos ou até a dissolução total	Percentual de perda de peso	NaOCl (1,36%, 4,65%), Ca(OCl) <sub>2</sub> 5%, Ca(OCl) <sub>2</sub> 10%	Até 35 minutos, NaOCl 4,65% dissolveu tecido mais rápido que NaOCl 1,36% e Ca(OCl) <sub>2</sub> 5% e Ca(OCl) <sub>2</sub> 10%. Depois desse período não houve diferença significativa.
Slutzky-Goldberg <i>et al.</i> , 2013	Polpa humana	Não	Não	60 minutos	Diferença de peso	NaOCl 2,5%, Ca(OH) <sub>2</sub> pasta, solução fisiológica	A presença de dentina diminui o poder de dissolução.
Taneja <i>et al.</i> , 2014	Polpa humana	Não	Não	30 e 60 minutos	Peso residual	NaOCl (2,5%, 5%), Ca(OCl) <sub>2</sub> (5%, 10%), ClO <sub>2</sub> (5%, 13%), solução fisiológica	NaOCl 5% foi o mais efetivo na dissolução tecidual em ambos os intervalos de tempo. A média de dissolução do Ca(OCl) <sub>2</sub> foi menor que a do NaOCl em todas as concentrações e todos intervalos de tempo.
Ertugrul <i>et al.</i> , 2014	Músculo bovino	Não	Não	3 e 5 minutos	Percentual de perda de peso	NaOCl (1,25%, 2,5%, 5%) e as mesmas soluções ativadas eletroquimicamente	O aumento da concentração aumenta o poder de dissolução. A estimulação elétrica potencializa o poder de dissolução.

## 1.2 Tensão superficial

A tensão superficial é definida como a força entre as moléculas de um líquido, que produz a tendência de diminuir sua área de superfície. Essa força influencia a habilidade de penetração de um líquido em um túbulo capilar (CAMERON; 1986).

Durante a limpeza do sistema de canais radiculares, a solução irrigadora deve estar em íntimo contato com as paredes de dentina e com *debris* (ABOU-RASS; PATONAI, 1982). Esse fator depende da capacidade de molhamento da solução irrigadora sobre a dentina (GLANTZ; HANNSON, 1972), propriedade diretamente relacionada a sua tensão superficial (PÉCORA; GUIMARÃES; SAVIOLI, 1991). Estando o tecido pulpar situado em um complexo sistema de canais radiculares, somente a ação solvente do irrigante poderá proporcionar sua remoção dos locais inacessíveis aos instrumentos endodônticos. A redução da tensão superficial de uma solução irrigadora endodôntica pode aumentar sua eficiência devido a uma maior “molhabilidade” e penetrabilidade no sistema de canais radiculares (ABOU-RASS; PATONAI, 1982).

A tensão superficial de irrigantes endodônticos têm sido estudada por diversos autores, utilizando diferentes metodologias e temperaturas. Giardino *et al.* (2006) encontraram valores de 49,0, 46,8, 29,2, 31,1 e 34,5 mJ/m<sup>2</sup>, respectivamente para o NaOCl 5,25%, EDTA 17%, Tetraclean, Cetrexidin e MTAD, utilizando o método de Wilhelmy plate a 22°C. Tasman *et al.* (2000), utilizando a técnica do anel de platina a 25°C, obtiveram escores de 63 mJ/m<sup>2</sup> para o peróxido de hidrogênio 3%, 46 mJ/m<sup>2</sup> para o EDTA 17%, 32 mJ/m<sup>2</sup> para a Cetrexidine, 41 mJ/m<sup>2</sup> para o NaOCl 2,5% e 43 mJ/m<sup>2</sup> para o NaOCl 5%.

### 1.3 Remoção de *debris* e presença *smear layer*

Frequentemente são utilizados os parâmetros presença de *debris* e *smear layer* como critérios de avaliação da eficácia de limpeza no preparo do canal radicular. Consistem em *debris*: lascas de dentina, tecido pulpar vital ou necrótico residual e/ou partículas quaisquer, aderidas na parede do canal, (HÜLSMANN; RÜMMELIN; SHÄFERS, 1997). Já, a *smear layer* (lama dentinária) é uma película superficial, formada após a instrumentação, composta de partículas dentinárias, remanescentes de tecido pulpar vital ou necrótico, componentes bacterianos e resquícios de irrigantes (AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS, 2012).

Os primeiros pesquisadores a descrever essa camada na superfície dos canais radiculares instrumentados foram McComb e Smith (1975). Eles sugeriram que se tratava não somente da dentina, mas também de restos de processos odontoblásticos, tecido pulpar e bactérias. A *smear layer* deve ser completamente removida da superfície da parede do canal radicular, pois pode conter bactérias e proporcionar uma via para a reinfecção (BYSTROM; SUNDQVIST, 1981; ORSTAVIK; HAAPASALO, 1990; WANG; SHEN; HAAPASALO, 2013). Essa camada pode limitar a ação de desinfecção da medicação intracanal e também agir como uma barreira entre os materiais de preenchimento e a parede do canal e, portanto, comprometer a formação de uma vedação satisfatória (KOKKAS *et al.*, 2004; COBANKARA; ADANR; BELLI, 2004).

Diferentes métodos estão disponíveis para avaliar a superfície da dentina após o preparo, sendo a microscopia eletrônica de varredura (MEV) a metodologia mais frequentemente utilizada (DE-DEUS; REIS; PACIORNIK, 2011; ROBINSON *et al.*, 2013).

## 1.4 Hipoclorito de sódio

Inúmeras substâncias vêm sendo utilizadas, ao longo da história, como soluções irrigadoras dos canais radiculares, sendo o NaOCl o mais utilizado (BJORN DAL; REIT, 2005), em concentrações que variam de 0,5% a 5,25% (PIPKIN; TÜRKÜN, 1995).

O NaOCl foi introduzido na Medicina durante a Primeira Guerra Mundial para limpar feridas abertas (DAKIN, 1915). É a substância mais utilizada no tratamento de canais radiculares, por apresentar várias propriedades reunidas num mesmo produto (HAND; SMITH; HARRISON, 1978).

No tratamento de canais radiculares, o NaOCl é a única solução irrigadora aceitável clinicamente capaz de dissolver tecido orgânico (HAAPASALO *et al.*, 2014). Sua efetividade na dissolução tecidual é dependente da concentração e da temperatura da solução (GUTARTS *et al.*, 2005). Quando entra em contato com tecido orgânico ocorrem várias reações químicas: ácidos graxos reagem com hidróxido de sódio criando sabão e glicerol (reação de saponificação), aminoácidos reagem com hidróxido de sódio formando sal e água (reação de neutralização) e também reagem com ácido hipocloroso, formando cloramina e água. Essas reações ocorrem simultaneamente e sinergicamente, levando à liquefação do tecido orgânico (SPANÓ *et al.*, 2001).

Apesar da sua excelente capacidade de dissolução tecidual e atividade antimicrobiana, o NaOCl 1% possui uma tensão superficial relativamente alta (75 mJ/m<sup>2</sup>) (ESTRELA *et al.*, 2005). Essa característica limita a penetração da solução

profundamente nos túbulos dentinários e nas irregularidades do canal (STOJICIC *et al.*, 2010).

Outra desvantagem do NaOCl, é a diminuição da resistência à flexão e do módulo de elasticidade da dentina após seu emprego (DIMITRIU *et al.*, 2015; GRIGORATOS *et al.*, 2001; MARENDING *et al.*, 2007).

Além disso, uma solução irrigadora pode, durante a terapia endodôntica, entrar em contato e/ou ser extravasada para a região periapical. Canais em bacamarte, perfurações, reabsorções radiculares e dentes com rizogênese incompleta podem propiciar esse contato com os tecidos periodontais. Assim, a citotoxicidade de um irrigante é um importante fator a ser considerado (BARNHART *et al.*, 2005). O NaOCl apresenta alta toxicidade tecidual, podendo causar acidentes sérios quando extravasado para a região periapical ou através do dique de borracha (YESILSOY *et al.*, 1995; ZEHNDER, 2006; MARINS *et al.*, 2012).

Por fim, o NaOCl apresenta considerável instabilidade, tornando críticos cuidados como aquisição dentro do prazo de validade e o mais próximo possível da data de fabricação, consumo rápido, e armazenamento adequado (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR; ELIAS, 2010). Para Leonardo (2005), essa instabilidade do NaOCl também é uma grande desvantagem, apesar das inúmeras vantagens advindas de suas excelentes propriedades. Pécora *et al.* (1987) conclui que a solução de Dakin (NaOCl a 0,5%) perde 49,25% de seu teor de cloro em 52 dias, se exposto à sombra e à temperatura ambiente. Para esse autor, quando conservada em geladeira, essa solução perde apenas 22,39% do teor de cloro em 122 dias.

Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de uma substância que possa ser utilizada na irrigação endodôntica, que tenha características de dissolução

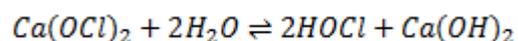
tecidual e atividade antimicrobiana comparáveis ao NaOCl, mas que apresente menor tensão superficial, apresente menor citotoxicidade e não possua instabilidade.

### 1.5 Hipoclorito de cálcio

Historicamente, o hipoclorito de cálcio  $[Ca(OCl)_2]$  foi utilizado para a esterilização química de garrafas de leite (WHITTAKER; MOHLER, 1912), e purificação da água (STOKES; HACHTEL, 1912; TULY, 1914).

O método de tratamento das águas de abastecimento público na década de 1910 consistia na adição da chamada “cal clorada” ou “cloreto de cal” em quantidades suficientes para destruir microrganismos nocivos e tornar a água potável, mas não o suficiente para interferir em sua palatabilidade. O cloro liberado une-se com o hidrogênio da água, formando ácido clorídrico, liberando, assim, o oxigênio, que realiza a destruição das bactérias (SMEETON, 1917).

O  $Ca(OCl)_2$  apresenta-se como um pó granulado, possui maior quantidade de cloro disponível e maior estabilidade que o NaOCl (DUTTA; SAUNDERS, 2012). Sua dissolução em água destilada se dá de acordo com a seguinte reação:



Dutta e Sauders (2012) avaliaram a capacidade de dissolução de soluções de  $Ca(OCl)_2$  utilizando amostras de músculo bovino e demonstraram que NaOCl 5,25% dissolveram tecido mais rapidamente que  $Ca(OCl)_2$  5% e  $Ca(OCl)_2$  10% nos primeiros 35 minutos, porém não houve diferença significativa na dissolução no intervalo entre 35 e 60 minutos. Taneja, Misha e Malik, (2014) estudando a

capacidade de dissolução de soluções de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  5% e 10% em polpas humanas, em 30 e 60 minutos, concluíram que em ambas as concentrações e ambos os tempos a capacidade de dissolução foi menor que a do NaOCl 5%.

De Almeida *et al.*, (2014), estudaram, *in vitro*, a capacidade antimicrobiana do  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  2,5% em canais radiculares infectados com *enterococcus faecalis*, associado ou não à irrigação ultrassônica passiva. Obtiveram redução significativa do conteúdo microbiano com essa solução, porém, não encontraram diferenças significativas quando comparou-se o  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  2,5% com o NaOCl 2,5%, nem com o uso concomitante da irrigação ultrassônica passiva.

Dessa forma, é pertinente investigar as propriedades químicas, físicas e biológicas do  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , comparando-as as do NaOCl, de forma a poder concluir se pode ser utilizado como uma opção no preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo foi determinar e comparar a capacidade de dissolução tecidual, tensão superficial, e capacidade de limpeza de soluções de NaOCl e Ca(OCl)<sub>2</sub>.

Os objetivos específicos deste estudo foram:

- a) Avaliar e comparar a capacidade de dissolução tecidual de soluções de NaOCl (0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%) e Ca(OCl)<sub>2</sub> (0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%) em fragmentos de polpa bovina;
- b) Avaliar e comparar a capacidade de dissolução tecidual de soluções de NaOCl (0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%) e Ca(OCl)<sub>2</sub> (0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%) em fragmentos de polpa bovina fixados em bases de dentina bovina;
- c) Mensurar a tensão superficial de soluções de NaOCl (0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%) e Ca(OCl)<sub>2</sub> (0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%), comparar a tensão de diferentes concentrações de uma mesma solução, e comparar a tensão de cada concentração entre as diferentes soluções;
- d) Avaliar e comparar a presença de *smear layer* após preparo de canais radiculares humanos irrigados com soluções de NaOCl (2,5% e 5,25%) e Ca(OCl)<sub>2</sub> (2,5% e 5,25%); e,
- e) Avaliar e comparar, a remoção de *debris* após preparo de canais radiculares humanos empregando soluções de NaOCl (2,5% e 5,25%) e Ca(OCl)<sub>2</sub> (2,5% e 5,25%).

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo de estudo**

Estudo experimental, *in vitro*, cego e randomizado.

#### **3.2 Local de realização da pesquisa**

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia (COMPESQ-ODO) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEP-UFRGS) (Protocolos números 25971, 27785 e 27789 e CAAE 36800214.0.0000.5347).

A fase experimental foi realizada no Laboratório de Endodontia, no Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Oral (LABIM) e no Laboratório de Materiais Dentários (LAMAD) da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FO-UFRGS), no Laboratório de Fermentações da Universidade de Passo Fundo (UPF) e no Centro de Microscopia Eletrônica (CME) da UFRGS.

### 3.3 Seleção da amostra e cálculo amostral

Para a análise da capacidade de dissolução tecidual foram utilizados 180 fragmentos de polpas de incisivos bovinos, extraídos de carcaças 30 minutos após o abate, o que não influenciou no sacrifício dos animais. A unidade amostral foi fragmento de polpa bovina. Cada grupo utilizou 10 amostras (n=10). Este número amostral foi baseado em estudos da mesma linha de pesquisa já realizados por outros autores (ABOU-RASS; OGLESBY, 1981; MORGAN; CARNES; MONTGOMERY, 1991; COBANKARA; OZKAN; TERLEMEZ, 2010; DUTTA; SAUNDERS, 2012; SLUTZKY-GOLDBERG *et al.*, 2013) com poder de 80% e nível de significância de 95%. O anexo 1 apresenta a carta do frigorífico que cedeu o material para a pesquisa.

Para a análise da tensão superficial, a aferição foi realizada três vezes em triplicata, totalizando 9 leituras. O número amostral utilizado tomou por base estudos feitos por Tasman *et al.* (2000) e Poorni *et al.* (2000), que utilizaram 7 leituras. Porém, como o equipamento utilizado em nosso estudo realizava as análises sempre em triplicata, optou-se por realizar nove leituras. A unidade amostral foi a leitura feita pelo equipamento. Dessa forma, sendo 9 grupos, foram realizadas um total de 81 leituras de tensão superficial.

Para a análise da remoção de *debris* e presença de *smear layer* foram utilizadas raízes de dentes humanos monorradiculares permanentes previamente extraídos e doados por pacientes, que apresentavam dentes com indicação de extração, por motivos independentes ao do presente estudo. Os dentes foram coletados após os pacientes concordarem e assinarem o Termo de Consentimento

Livre e Esclarecido (Anexo 2) e os cirurgiões-dentistas assinarem o Termo de Doação de Dentes (Anexo 3). A unidade amostral foi o canal radicular, e utilizou-se como referência estudos de Andrabi *et al.* (2012), Lotfi *et al.* (2012), e Candeiro *et al.* (2011). Foram, então, utilizadas 10 amostras para cada grupo (n=10), totalizando 50 raízes, divididas em cinco grupos.

### 3.4 Preparo das soluções

As soluções de NaOCl testadas foram preparadas no LABIM, no mesmo dia da sua utilização, a partir de uma solução de NaOCl 12% (Fator 1, Porto Alegre, Brasil), que foi diluída em água destilada esterilizada. Para o preparo de 100 mL de cada solução, foram seguidos os protocolos abaixo descritos:

a) Solução de hipoclorito de sódio 0,5%:

$$\%inicial \times V_{inicial} = \%final \times V_{final}$$

$$12 \% \times V_{inicial} = 0,5\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_{inicial} = 50 / 12$$

$$V_{inicial} = 4,17 \text{ mL de solução de NaOCl } 12\%$$

Para o preparo da solução de NaOCl 0,5%, foram necessários 4,17 mL de solução de NaOCl 12% adicionados em 95,83 mL de água destilada esterilizada.

b) Solução de hipoclorito de sódio 1%:

$$\%inicial \times V_{inicial} = \%final \times V_{final}$$

$$12 \% \times V_{inicial} = 1\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_{\text{inicial}} = 100 / 12$$

$$V_{\text{inicial}} = 8,34 \text{ mL de solução de NaOCl } 12\%$$

Para o preparo da solução de NaOCl 1%, foram necessários 8,34 mL de solução de NaOCl 12% adicionados em 91,66 mL de água destilada esterilizada.

c) Solução de hipoclorito de sódio 2,5%:

$$\%_{\text{inicial}} \times V_{\text{inicial}} = \%_{\text{final}} \times V_{\text{final}}$$

$$12 \% \times V_{\text{inicial}} = 2,5\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_{\text{inicial}} = 250 / 12$$

$$V_{\text{inicial}} = 20,83 \text{ mL de solução de NaOCl } 12\%$$

Para o preparo da solução de NaOCl 2,5%, foram necessários 20,83 mL de solução de NaOCl 12% adicionados em 79,17 mL de água destilada esterilizada.

d) Solução de hipoclorito de sódio 5,25%:

$$\%_{\text{inicial}} \times V_{\text{inicial}} = \%_{\text{final}} \times V_{\text{final}}$$

$$12 \% \times V_{\text{inicial}} = 5,25\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_{\text{inicial}} = 525 / 12$$

$$V_{\text{inicial}} = 43,75 \text{ mL de solução de NaOCl } 12\%$$

Para o preparo da solução de NaOCl 5,25%, foram necessários 43,75 mL de solução de NaOCl 12% adicionados em 56,25 mL de água destilada esterilizada.

As soluções de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  testadas foram preparadas no LABIM, no mesmo dia de sua utilização, pela diluição de porções de pó de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  com 65% de pureza (Farmaquímica S.A. Produtos Químicos, Porto Alegre, RS, Brasil) em 100mL de água destilada, conforme segue:

a) Solução de hipoclorito de cálcio 0,5% - para o preparo da solução de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  0,5%, foram diluídos 0,769g de pó de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  em 100 mL de água

destilada esterilizada, sob agitação constante, em um frasco de vidro tipo Becker, em agitador. Logo após, a solução foi filtrada em filtro de papel absorvente médio.

b) Solução de hipoclorito de cálcio 1% - para o preparo da solução de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  1%, foram diluídos 1,538g de pó de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  em 100 mL de água destilada esterilizada, sob agitação constante, em um frasco de vidro tipo Becker, em agitador. Logo após, a solução foi filtrada em filtro de papel absorvente médio.

c) Solução de hipoclorito de cálcio 2,5% - para o preparo da solução de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  2,5%, foram diluídos 3,846g de pó de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  em 100 mL de água destilada esterilizada, sob agitação constante, em um frasco de vidro tipo Becker, em agitador. Logo após, a solução foi filtrada em filtro de papel absorvente médio.

d) Solução de hipoclorito de cálcio 5,25% - para o preparo da solução de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  5,25%, foram diluídos 8,076g de pó de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  em 100 mL de água destilada esterilizada, sob agitação constante, em um frasco de vidro tipo Becker, em agitador. Logo após, a solução foi filtrada em filtro de papel absorvente médio.

As soluções foram acondicionadas em frascos de plástico branco com tampas rosqueáveis, em temperatura ambiente.

### **3.5 Dissolução tecidual**

#### *3.5.1 Preparo dos fragmentos de polpa bovina*

Porções anteriores de mandíbulas bovinas foram coletadas meia hora após o abate e imediatamente congeladas. Duas horas após, os incisivos foram extraídos com o auxílio de chave de fenda e alicate universal (Tramontina, Carlos Barbosa,

Rio Grande do Sul, Brasil). Depois, foram limpos e armazenados a  $-20^{\circ}\text{C}$  em soro fisiológico. No dia da realização da fase experimental, foram descongelados em temperatura ambiente no Laboratório de Endodontia. A seguir, as coroas foram removidas, na altura da junção amelo-cementária, com auxílio de disco de diamante Isomet 0,3 mm (Isomet; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) montado em máquina de cortes (Isomet Buehler 1000, Lake Bluff, IL, EUA), a 200 rpm e contínua refrigeração com água.

Com o mesmo disco foram confeccionados sulcos nas superfícies proximais das raízes, de modo a facilitar sua posterior clivagem com espátula 3S (SS White, Rio de Janeiro, Brasil) e a remoção das polpas.

As polpas foram, então, cortadas com auxílio de uma lâmina de bisturi número 15 (MedGoldMan, São José, SC, Brasil) e pesadas em balança de precisão milesimal (BEL Engeneering, M1203, Monza, Itália), de forma a resultar em peças de tecido com aproximadamente 5mm de comprimento e massa de 0,0300-0,0400g (Figura 1), totalizando 180 peças. Foram manipuladas sempre com a utilização de pinças estéreis (SS White, Rio de Janeiro, Brasil). A pesagem e standardização das polpas foi realizada no LAMAD.

Cada fragmento pulpar foi individualmente deixado por 60 segundos sobre gaze esterilizada, para remoção do excesso de líquido, e pesado. Posteriormente, cada amostra foi acondicionada em um dos poços de cultura de células para que fosse, posteriormente, irrigada com uma das soluções (Figura 2).



Figura 1- Fragmentos pulparens bovinos estandardizados ( $\mu= 0,0356g$ ).



Figura 2- Fragmento pulpar bovino posicionado em poço de cultura de células.

### 3.5.2 Confeção das bases de dentina

Foram confeccionadas, com o auxílio de discos de diamante (Isomet; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), 90 bases de dentina a partir das hemi-metades radiculares dos incisivos bovinos (Figura 3). O comprimento das bases foi padronizado em 5 mm. O próprio canal radicular foi utilizado como uma loja no centro da hemi-metade, onde foi posicionado o fragmento pulpar.

A fixação dos fragmentos pulpares às bases de dentina foi feita através de alfinetes de aço inox (Lautz, São Carlos, SP, Brasil) (Figura 4). O conjunto base/fragmento pulpar/alfinete foi fixado em um dos poços de cultura de células com o auxílio de cera utilidade (Lysanda Produtos Odontológicos LTDA, São Paulo, SP, Brasil), para que fosse, posteriormente, irrigado com uma das soluções.



Figura 3- Base de dentina bovina confeccionada a partir de hemi-metade de incisivo bovino.

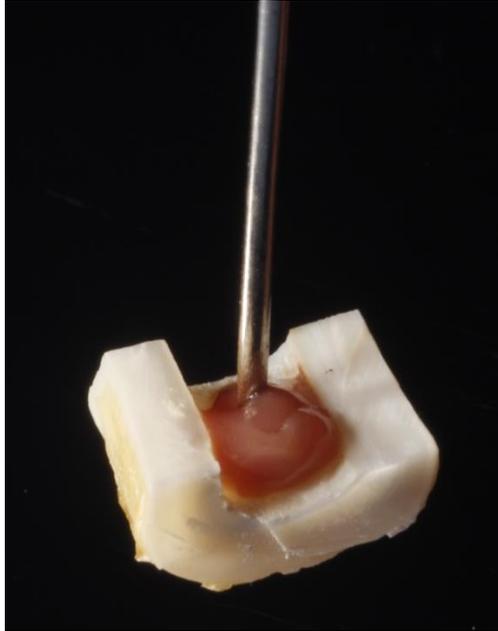


Figura 4- Fragmento pulpar fixado à base de dentina com o auxílio de alfinete de aço inox.

### 3.5.3 *Teste de dissolução pulpar*

Esta etapa do estudo foi realizada no LAMAD.

Após a pesagem, metade das peças pulpares foi colocada livremente em poços de placas de cultura de células, sendo uma peça por poço, e a outra metade foi fixada nas bases de dentina. Foram divididas em 18 grupos, sendo 9 grupos de irrigação do fragmento pulpar simplesmente colocado livre no poço (Figura 5), e 9 grupos de irrigação do conjunto base de dentina/ fragmento pulpar/ alfinete fixados no poço com cera utilidade (Figura 6). Os grupos foram assim distribuídos (Tabela 2):

Tabela 2- Grupos de teste para dissolução pulpar em relação ao método, à solução e à concentração (10 amostras em cada grupo).

Método	Solução	Concentração	Grupo
Polpa suspensa em poço de cultura de células	Solução Fisiológica	0.9%	PS-Fisio
	NaOCl	0.5%	PS-Na-0.5%
		1%	PS-Na-1.0%
		2.5%	PS-Na-2.5%
		5.25%	PS-Na-5.25%
	Ca(OCl) <sub>2</sub>	0.5%	PS-Ca-0.5%
		1%	PS-Ca-1.0%
		2.5%	PS-Ca-2.5%
		5.25%	PS-Ca-5.25%
	Fragmento pulpar em base de dentina fixado no poço	Fisiológica	0.9%
NaOCl		0.5%	BD-Na-0.5%
		1%	BD-Na-1.0%
		2.5%	BD-Na-2.5%
		5.25%	BD-Na-5.25%
Ca(OCl) <sub>2</sub>		0.5%	BD-Ca-0.5%
		1%	BD-Ca-1.0%
		2.5%	BD-Ca-2.5%
		5.25%	BD-Ca-5.25%

O fragmento pulpar colocado suspenso no poço ou fixado em base de dentina dentro do poço foi irrigado com 1 ml da solução teste, ficando submerso até completar 1 minuto, sendo que a contagem do tempo iniciava juntamente com o início da irrigação. Após esse tempo a solução foi aspirada e descartada, e o fragmento foi novamente irrigado com 1 ml de solução. Foram realizadas dez renovações da solução. Assim, o fragmento ficou submerso por um tempo de 10 minutos. Para a irrigação foram utilizadas uma seringa descartável de 10 ml e agulha hipodérmica (Können, São Paulo, Brasil) estéril. Após 1 minuto, esse volume de solução foi aspirado por outro conjunto seringa/ agulha hipodérmica, e a solução usada foi descartada em frasco separado para descarte.

O tempo de irrigação foi controlado por cronômetro digital (Herweg 8906, Timbó, Brasil).

Após os 10 minutos de irrigação-aspiração, as polpas foram retiradas dos respectivos poços e das bases de dentina com o auxílio de pinças estéreis, e depositadas sobre gaze estéril, por 60 segundos para remoção do excesso de solução. Em seguida, foram novamente pesadas. A diferença de peso tecidual antes e após a exposição às soluções foi multiplicada por 100 e dividida pelo peso inicial para obter a porcentagem de perda tecidual. Esses resultados foram expressos em percentuais de perda de peso e registrados em planilha do software Microsoft Office Excel 2013.

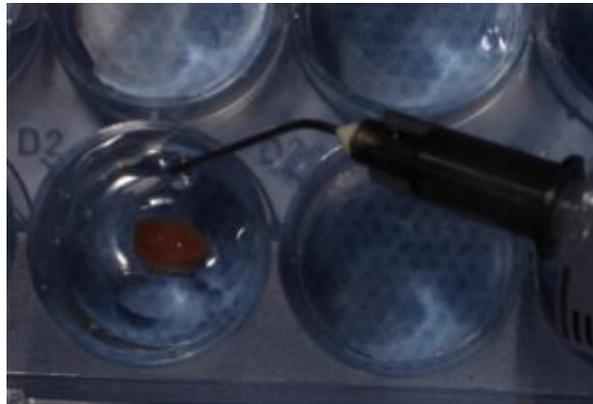


Figura 5- Irrigação de fragmento pulpar colocado livremente no poço.

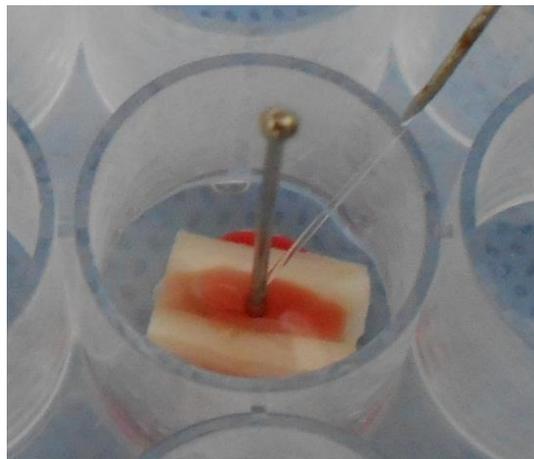


Figura 6- Irrigação do conjunto base de dentina/fragmento pulpar/alfinete, fixado no poço com cera utilidade.

Para o processamento e análise dos dados foi utilizado o *software* estatístico *Statistical Package for Social Sciences 20 for Windows* (SPSS Inc., Chicaco, Illinois, EUA), e o grau de significância foi estabelecido em 5%. Para a verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste não-paramétrico *Shapiro-Wilk*. A diferença para o percentual de perda de peso entre os grupos com polpa suspensa e entre os grupos com polpa em base de dentina foi determinada através do teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Dunn. Já, o teste de Mann-Whitney foi utilizado para determinar se houve diferença significativa no percentual de perda de peso entre os fragmentos de polpa livre e os fragmentos de polpa fixada à dentina, quando expostos à mesma solução.

Uma das hipóteses nulas foi de que não haveria diferença estatisticamente significativa na dissolução tecidual entre os diferentes tipos de hipoclorito, para concentrações iguais, ou entre concentrações diferentes para o mesmo tipo de hipoclorito, em fragmentos de polpa suspensos em poços de cultura de células, ou em fragmentos de polpa fixados em bases de dentina bovina. Outra hipótese nula foi de que o contato com a dentina não influencia na capacidade de dissolução dos hipocloritos.

### **3.6 Tensão superficial**

Esta etapa do estudo foi realizada no Laboratório de Fermentações da Universidade de Passo Fundo (UPF).

Para a análise da tensão superficial foi utilizado o método da anel de platina em um tensiômetro de Du Noüy (Sigma 702, Force Tensiometer, Attension, Espoo,

Finland), em sala com temperatura constante de 25°C. Esse equipamento mede a força necessária para separar um anel de platina de uma determinada solução após o mesmo ter sido submerso.

Foram testados nove grupos:

**Grupo I:** controle, água destilada.

**Grupo II:** NaOCl 0,5%.

**Grupo III:** NaOCl 1%.

**Grupo IV:** NaOCl 2,5%.

**Grupo V:** NaOCl 5,25%.

**Grupo VI:** Ca(OCl)<sub>2</sub> 0,5%.

**Grupo VII:** Ca(OCl)<sub>2</sub> 1%.

**Grupo VIII:** Ca(OCl)<sub>2</sub> 2,5%.

**Grupo IX:** Ca(OCl)<sub>2</sub> 5,25%.

Utilizou-se água destilada para fazer uma calibragem inicial do equipamento. Os frascos de vidro que receberam as soluções foram previamente limpos por imersão em benzeno, e o anel de platina foi limpo utilizando a chama de um bico de Bunsen.

Para cada solução testada, foi colocado 20ml de líquido dentro de um frasco de vidro que foi cuidadosamente levado até a plataforma do aparelho. O anel foi posicionado acima da altura do frasco. Após o acionamento de um comando do equipamento, a plataforma e o frasco com a solução subiam automaticamente até

que o anel entrasse em contato com o líquido e submergisse (Figura 7). Após alguns segundos a plataforma começava a descer até que o anel fosse separado da superfície da solução. Enquanto o equipamento iniciava a remoção do anel de dentro da solução, o monitor do tensiômetro iniciava o registro da aferição (Figura 8). No momento da separação, as leituras da tensão superficial eram registradas no monitor do aparelho em mN/m, com correção de Huh-Mason (Figura 8).

Foram realizadas nove leituras para cada solução, e os resultados apresentados em médias e desvios-padrão pelo próprio equipamento.

Os resultados foram avaliados através do programa *Statistical Package for Social Sciences 20 for Windows* (SPSS Inc., Chicaco, Illinois, EUA), e o grau de significância estabelecido em 5%. Para análise estatística foi utilizada ANOVA com *post hoc* de Tukey.



Figura 7- Anel de platina submerso na solução depositada no frasco de vidro do tensiômetro.

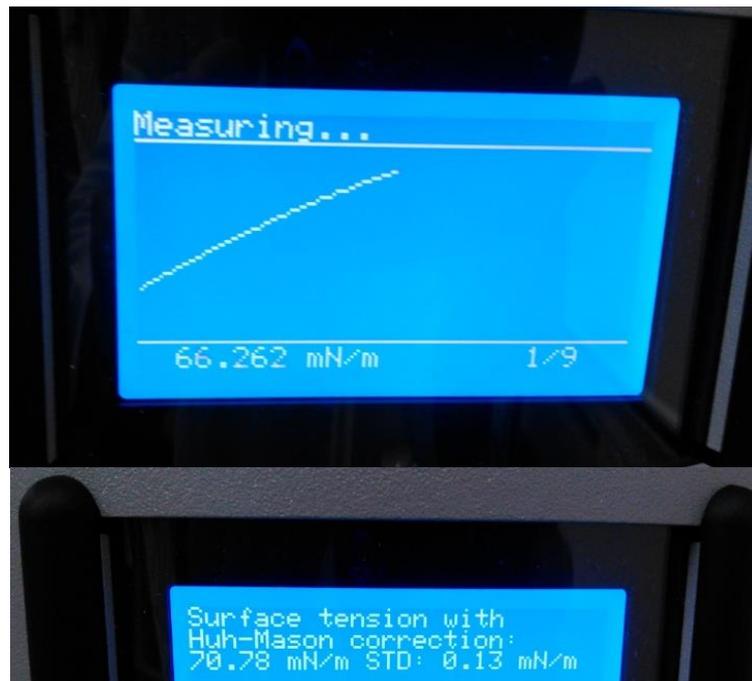


Figura 8- Monitor do tensiômetro.

A hipótese nula foi de que não haveria diferença estatisticamente significativa entre as tensões superficiais de diferentes concentrações de uma mesma solução e entre as tensões superficiais de cada concentração entre as diferentes soluções.

### 3.7 Remoção de *debris* e presença de *smear layer*

#### 3.7.1 *Preparo dos canais de dentes monorradiculares humanos*

Esta etapa da fase experimental foi realizada na Laboratório de Endodontia da FO-UFRGS.

Os canais foram preparados com instrumentação manual e irrigação conforme os grupos:

**Grupo I:** grupo controle, irrigado com soro fisiológico, sendo utilizados 10 canais (n=10).

**Grupo II:** irrigado com NaOCl 2,5%, sendo utilizados 10 canais (n=10).

**Grupo III:** irrigado com NaOCl 5,25%, sendo utilizados 10 canais (n=10).

**Grupo IV:** irrigado com  $\text{Ca(OCl)}_2$  2,5%, sendo utilizados 10 canais (n=10).

**Grupo V:** irrigado com  $\text{Ca(OCl)}_2$  5,25%, sendo utilizados 10 canais (n=10).

Inicialmente, foram realizadas radiografias para certificar que os dentes apresentavam apenas um canal radicular. Os que possuíam mais de um canal foram descartados.

As coroas foram removidas com disco de diamante (Isomet; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), a 200 rpm, sob refrigeração constante, e com o mesmo disco foram confeccionados sulcos longitudinais nas faces mesial e distal das raízes, para facilitar a posterior clivagem.

Após a remoção das coroas e confecção dos sulcos, as raízes foram fixadas em uma mesa clínica para o preparo.

Para a determinação do CT, foi utilizada a medida da lima K #10 introduzida no canal até aparecer no forame apical diminuída de 1mm. Foi realizada uma exploração com as limas de aço-inoxidável manuais tipo K #10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o comprimento de trabalho (CT).

Os canais foram irrigados com a solução a cada troca de instrumento. O volume total de solução irrigadora foi padronizado para todos os canais radiculares instrumentados, independente da solução, em 14mL. A solução foi acondicionada em seringas plásticas descartáveis de 5mL (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) acopladas a agulhas com liberação lateral Ultradent 30G (ref. IJP 349 – Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA). Cânulas de aspiração foram usadas associadas a uma bomba de sucção para aspiração da solução durante a irrigação. Durante a irrigação, a agulha era introduzida tão apicalmente quanto possível até o limite de 2mm aquém do comprimento de trabalho, e eram realizados movimentos para cima e para baixo.

A instrumentação dos canais radiculares foi realizada manualmente, com limas tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) iniciando com o instrumento #15 até que o diâmetro apical atingisse o diâmetro do instrumento #40. Cada instrumento foi utilizado em 5 amostras e descartado. A patência do forame apical foi garantida com uma lima tipo K #10. O esquema de instrumentação e irrigação/aspiração foi o seguinte (Tabela 3):

Tabela 3- Esquema de preparo para os grupos experimentais.

2ml de solução
Instrumento K # 15
2ml de solução
Instrumento K # 20
2ml de solução
Instrumento K # 25
2ml de solução
Instrumento K # 30
2ml de solução
Instrumento K # 35
2ml de solução
Instrumento K # 40
2ml de solução
TOTAL- 14 ml de solução

Após o preparo, os dentes foram clivados, exercendo uma força, com auxílio de uma espátula 3s (SS White, Rio de Janeiro, Brasil), nos sulcos longitudinais previamente preparados, num ponto equidistante das extremidades apical e cervical. A hemissecação que apresentava a melhor visualização de toda extensão do canal a olho nu, era identificada e selecionada como amostra. A outra hemissecação era descartada.

Um único operador cegado e treinado realizou todo o procedimento.

### 3.7.2 Análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Esta etapa do estudo foi realizada no CME da UFRGS. As amostras foram fixadas com cianoacrilato sobre *stubs* de alumínio (Figura 9) e metalizadas com aproximadamente 30 nm de ouro pela metalizadora (Bal-Tec SCD 050, Alemanha) 24 horas antes da análise ao microscópio eletrônico de varredura (JEOL, JSM 5600 LV, Tóquio, Japão). Durante esse período, permaneceram em um dessecador com sílica.

Para a análise da capacidade de remoção de *debris* e presença de *smear layer*, os terços da raiz (apical, médio e cervical) foram demarcados com caneta marcadora permanente de ponta fina. Com o microscópio eletrônico de varredura direcionado para o centro da amostra, numa ampliação de 10x, foi analisada a posição das demarcações e então, a magnificação foi aumentada para 200x e 1000x, para análise de *debris* e *smear layer*, respectivamente.

Para a avaliação da região vista ao microscópio, foram utilizados os escores de Arvaniti e Khabbaz (2011):

- Escore 1: presença de *debris/smear layer* cobrindo 0-25% da superfície examinada;
- Escore 2: presença de *debris/smear layer* cobrindo 25-50% da superfície examinada;
- Escore 3: presença de *debris/smear layer* cobrindo 50-75% da superfície examinada; e,
- Escore 4: presença de *debris/smear layer* cobrindo 75-100% da superfície examinada.

A análise foi realizada, em concordância, por dois examinadores cegados em relação ao grupo ao qual a imagem pertencia. Os escores foram padronizados a partir de imagens adquiridas no próprio estudo para as duas análises (*debris* e *smear layer*- Figuras 10 e 11, respectivamente).

Os dados obtidos foram avaliados através do programa *Statistical Package for Social Sciences 20 for Windows* (SPSS Inc., Chicaco, Illinois, EUA), e o grau de significância estabelecido em 5%. Para a verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste não-paramétrico *Kolmogorov-Smirnov*. Realizou-se a análise das frequências de escores, por terços, em cada grupo a partir do teste qui-quadrado de Pearson. Para análise entre os grupos, por terços, e para a comparação entre os terços de um mesmo grupo foi aplicado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn.

A hipótese nula foi de que não haveria diferença estatisticamente significativa entre as diferentes soluções testadas quanto à remoção de *debris* e

presença de *smear layer* considerando-se um mesmo terço do canal ou entre os terços do canal, considerando-se uma mesma solução.



Figura 9- Amostra fixada no *stub* de alumínio com cianoacrilato.

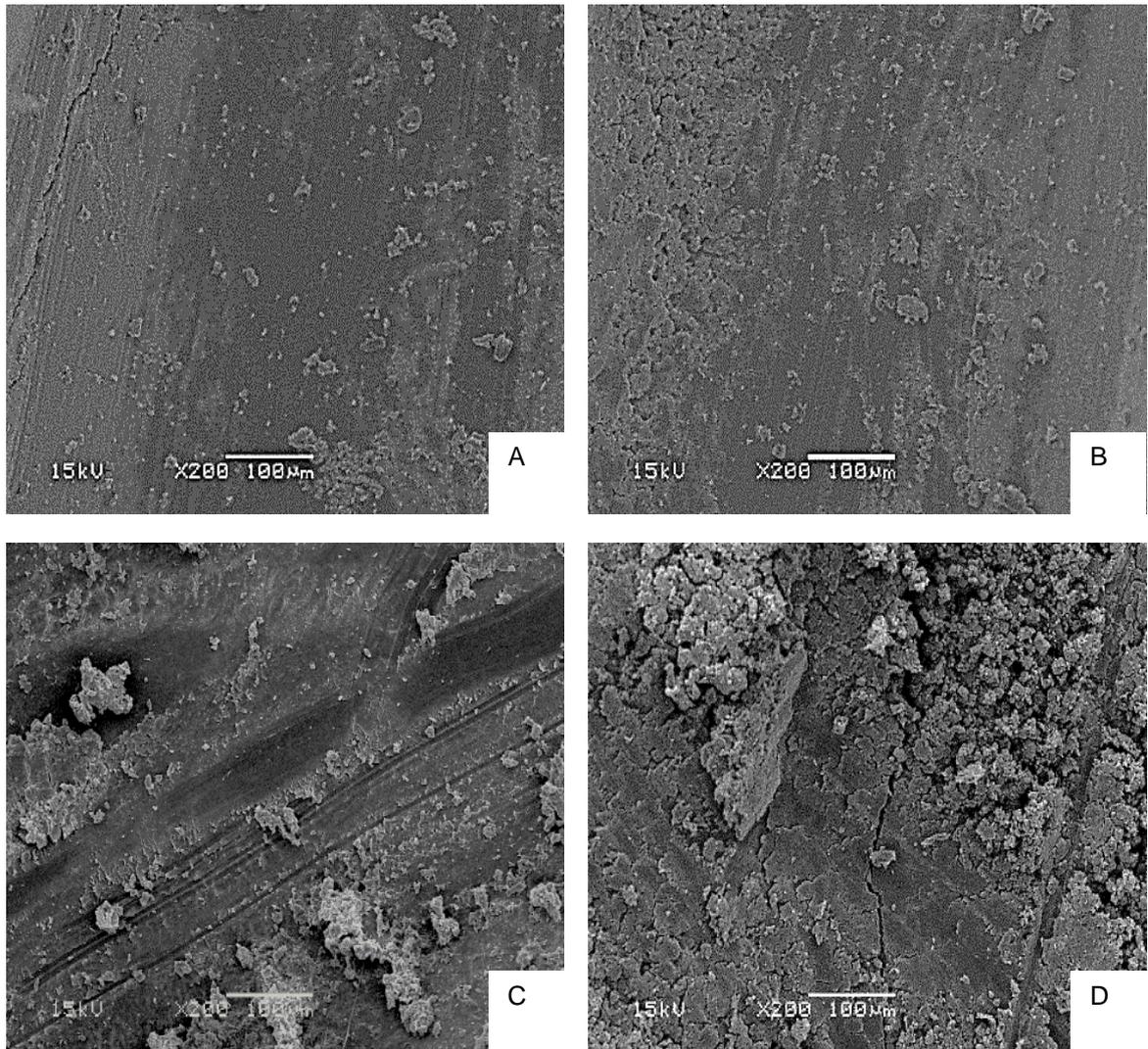


Figura 10- Imagens em MEV, aumento em 200x, classificando os escores. A= escore 1 (0-25% de presença de *debris* cobrindo a superfície examinada), B= escore 2 (25-50% de presença de *debris* cobrindo a superfície examinada), C= escore 3 (50-75% de presença de *debris* cobrindo a superfície examinada), D= escore 4 (75-100% de presença de *debris* cobrindo a superfície examinada).

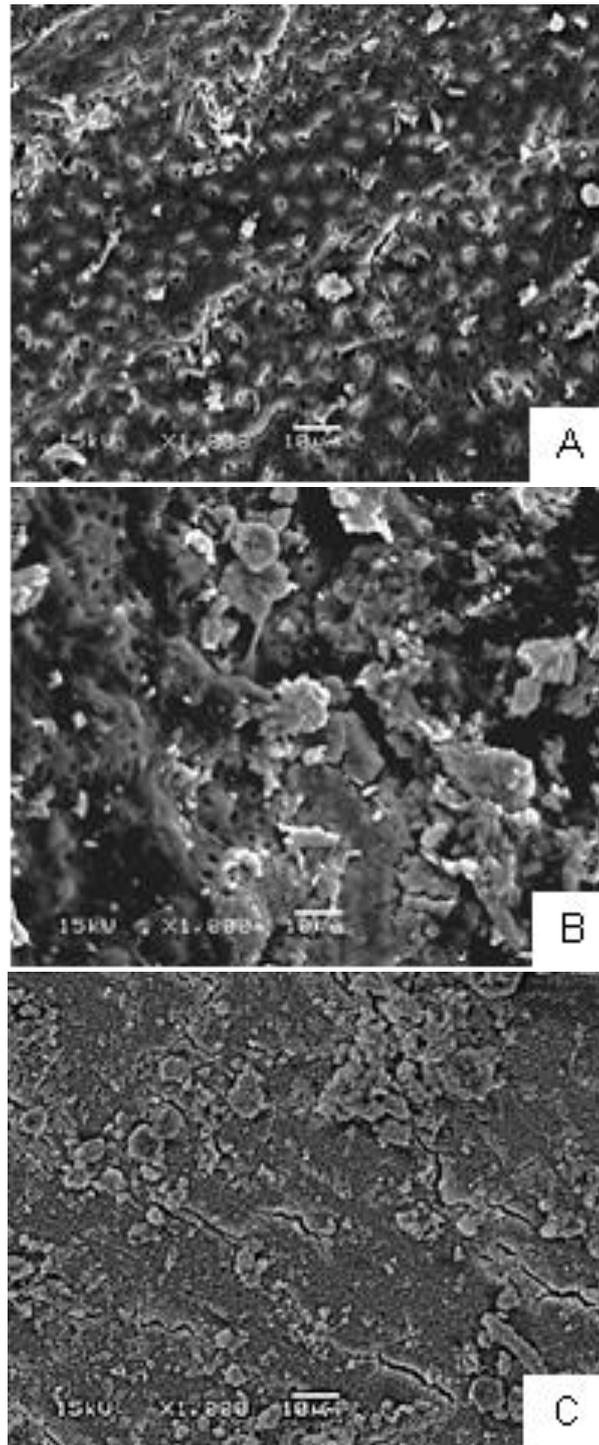


Figura 11- Imagens em MEV, aumento em 1000x, classificando os escores. A= escore 1 (0-25% de presença de *smear layer* cobrindo a superfície examinada), B= escore 3 (50-75% de presença de *smear layer* cobrindo a superfície examinada), C= escore 4 (75-100% de presença de *smear layer* cobrindo a superfície examinada). Não há figura ilustrativa do escore 2 (25-50% de presença de *smear layer* cobrindo a superfície examinada), por não ter sido encontrado em nenhuma amostra do presente estudo.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Dissolução tecidual

A porcentagem de dissolução tecidual após o protocolo de irrigação com cada solução é mostrada na Tabela 4. A análise estatística mostrou diferença significativa entre os grupos (Kruskal-Wallis, *post hoc* Dunn,  $P < 0.05$ ). As análises por grupos mostraram que para fragmentos de polpa suspensa (PS) as duas concentrações mais altas de NaOCl e  $\text{Ca(OCl)}_2$  (2,5% e 5,25%) foram mais efetivas em dissolver tecido que a solução fisiológica, as duas menores concentrações de NaOCl (0,5% e 1%), e a menor concentração de  $\text{Ca(OCl)}_2$  (0,5%). O grupo do  $\text{Ca(OCl)}_2$  1% apresentou resultados estatisticamente semelhantes a todos os outros grupos teste e resultado superior ao do soro fisiológico.

Nos grupos que utilizaram a base de dentina (BD), o NaOCl e o  $\text{Ca(OCl)}_2$  5,25% foram mais efetivos em dissolver tecido que os grupos do  $\text{Ca(OCl)}_2$  e NaOCl 0,5%, NaOCl 1% e o soro fisiológico. O  $\text{Ca(OCl)}_2$  1% apresentou resultado semelhante a outros grupos teste, sendo diferente apenas do NaOCl 5,25%. Os grupos NaOCl 0,5% e 1%,  $\text{Ca(OCl)}_2$  0,5% e 1% e soro fisiológico foram semelhantes entre si.

Fragmentos de polpa suspensa foram mais suscetíveis à dissolução que os fragmentos em bases de dentina, exceto para a solução de  $\text{Ca(OCl)}_2$  0,5% e para a solução fisiológica, nos quais não houve diferença na dissolução em polpa suspensa e em base de dentina.

Tabela 4- Porcentagens de dissolução tecidual expressas em medianas e percentis 25 e 75.

Solução	Concentração	Polpa suspensa			Base de dentina		
		Mediana	25 <sup>o</sup> Percentil	75 <sup>o</sup> Percentil	Letras	Mediana	25 <sup>o</sup> Percentil
Solução Fisiológica	0,9%	4.74	(1.14 / 7.27)	c A	3.24	(2.035 / 8.62)	d A
NaOCl	0.5%	23.06	(16.37 / 26.53)	bc A	13.76	(7.47 / 21.33)	cd B
	1.0%	27.95	(24.19 / 34.11)	bc A	9.66	(7.06 / 20.41)	cd B
	2.5%	84.87	(73.96 / 90.96)	a A	42.38	(37.63 / 48.25)	abc B
	5.25%	97.28	(94.89 / 100.0)	a A	63.66	(58.36 / 72.30)	a B
Ca(OCl) <sub>2</sub>	0.5%	18.29	(13.89 / 24.86)	bc A	13.27	(8.88 / 23.45)	cd A
	1.0%	43.28	(39.44 / 49.54)	ab A	23.45	(18.82 / 30.26)	bcd B
	2.5%	86.09	(70.02 / 91.50)	a A	46.09	(41.29 / 56.37)	abc B
	5.25%	83.33	(72.19 / 95.17)	a A	55.47	(50.78 / 62.37)	ab B

Na coluna (letras minúsculas) - Kruskal-Wallis *post hoc* Dunn ( $\alpha=5\%$ ). Na linha (letras maiúsculas)- Mann-Whitney ( $\alpha=5\%$ ).

## 4.2 Tensão Superficial

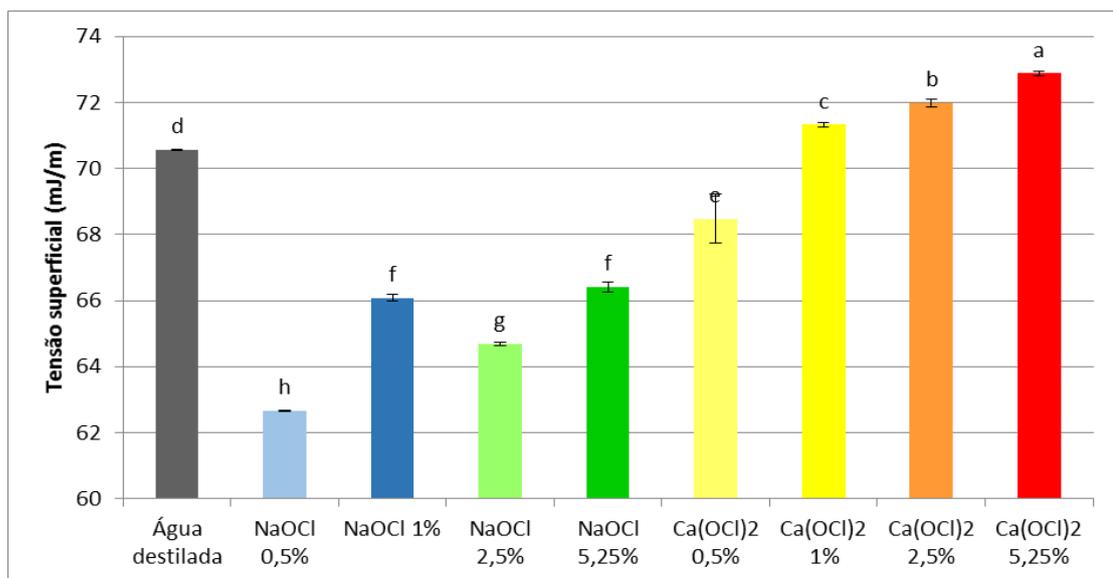
Os valores de tensão superficial para cada solução são apresentados na Tabela 5 e no Gráfico 1. A análise estatística mostrou diferença entre os grupos (ANOVA, *post hoc* Tukey,  $P<0.05$ ). Todas as soluções de NaOCl demonstraram valores mais baixos que a água destilada e as soluções de Ca(OCl)<sub>2</sub>. Com exceção do Ca(OCl)<sub>2</sub> 0,5%, as soluções de Ca(OCl)<sub>2</sub> tiveram valores de tensão mais altos que os da água destilada.

Tabela 5. Tensão superficial expressa em média e desvio padrão.

Solução	Concentração	Tensão superficial		
Água destilada	-	70.56	± 0.03	d
	0.5%	62.66	± 0.02	h
	1.0%	66.08	± 0.09	f
	2.5%	64.68	± 0.04	g
	5.25%	66.41	± 0.14	f
NaOCl	0.5%	68.48	± 0.73	e
	1.0%	71.32	± 0.06	c
	2.5%	71.98	± 0.13	b
	5.25%	72.88	± 0.06	a

ANOVA *post hoc* Tukey ( $\alpha=5\%$ ).

Gráfico 1- Tensão superficial das soluções testadas- média e desvio padrão.



### 4.3 Remoção de *debris* e presença de *smear layer*

Os valores de escores de *debris* para cada solução e para cada terço são apresentados na Tabela 6.

Ao comparar a remoção de *debris* proporcionada por uma mesma solução nos diferentes terços, a análise estatística demonstrou haver diferença significativa apenas no grupo que utilizou o  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 5,25%, no qual o terço cervical apresentou escores superiores aos apresentados no terço apical ( $P=0,006$ ). Nos outros grupos não houve diferenças entre os terços ( $P>0,05$ ).

Na comparação entre as diferentes soluções, dentro de cada terço, houve diferença significativa ( $P= 0,01$ ) apenas no terço cervical, para o qual a solução de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 5,25% promoveu remoção de *debris* inferior à solução fisiológica. Nos outros terços não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as soluções.

Os valores de escores para *smear layer*, para cada solução e para cada terço, são apresentados na Tabela 7.

Quando se avaliou a presença de *smear layer* dentro de cada grupo, nos diferentes terços, não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ).

Na comparação entre as soluções, para cada terço, também não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ).

Para todas as soluções e todos os terços houve predomínio de escore 4, ou seja, mais de 75% da superfície dentinária coberta por *smear layer*.

Tabela 6. Escores de *debris*, para cada um dos grupos, em função dos terços estudados, expressos em medianas e percentis 25 e 75.

	APICAL		MÉDIO		CERVICAL	
Sol. Fisiológica	1 (1/4)	aA	2 (1/3)	aA	1,5 (1/2)	aA
NaOCl 2,5%	1,5 (1/2)	aA	2 (1/3)	aA	2 (1/2)	abA
NaOCl 5,25%	1,5 (1/2)	aA	2 (2/3)	aA	2 (2/4)	abA
Ca(OCl) <sub>2</sub> 2,5%	3 (1/4)	aA	2,5 (2/4)	aA	3 (2/4)	abA
Ca(OCl) <sub>2</sub> 5,25%	2 (1/2)	aA	2 (2/3)	aAB	3,5 (1/4)	bB

Em uma mesma coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. Em uma mesma linha, letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. Para ambas, utilizou-se o Teste de Kruskal-Wallis, com *post hoc* de Dunn ( $\alpha=5\%$ ).

Tabela 7. Escores de *smear layer*, para cada um dos grupos, em função dos terços estudados, expressos em medianas e percentis 25 e 75.

	APICAL		MÉDIO		CERVICAL	
Sol. Fisiológica	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA
NaOCl 2,5%	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA
NaOCl 5,25%	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA
Ca(OCl) <sub>2</sub> 2,5%	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA
Ca(OCl) <sub>2</sub> 5,25%	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA	4 (4/4)	aA

Em uma mesma coluna, letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. Em uma mesma linha, letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa. Para ambas, utilizou-se o Teste de Kruskal-Wallis, com *post hoc* de Dunn ( $\alpha=5\%$ ).

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Dissolução tecidual

Para o presente estudo optou-se por utilizar polpa bovina como tecido orgânico por ser mais semelhante ao tecido pulpar humano (KOSKINEN; STENVALL; UITTO, 1980) que outros tecidos como a pele de ratos (HAND; SMITH; HARRISON, 1978), a mucosa palatal de porcos (NAENNI; THOMA; ZEHNDER, 2004) e o tecido muscular bovino (DUTTA; SAUNDERS, 2012).

A capacidade de dissolução tecidual das soluções mais concentradas de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  foi superior à das menos concentradas. O mesmo comportamento foi observado nos grupos em que se utilizou soluções de  $\text{NaOCl}$ , concordando com achados prévios da literatura (KOSKINEN; STENVALL; UITTO, 1980; OKINO *et al*, 2004; ABOU-RASS; OGLESBY, 1981; HAND; SMITH; HARRISON, 1978; CLARKSON *et al.*, 2006; DUTA; SAUNDERS, 2012). Assim, a hipótese nula de que diferentes concentrações dos hipocloritos tivessem a mesma capacidade de dissolver tecido pulpar bovino foi rejeitada.

Poucos estudos avaliaram a dissolução tecidual promovida pelo  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  (DUTA; SAUNDERS, 2012; TANEJA; MISHRA; MALIK, 2014). No presente estudo, o tempo de dissolução máximo adotado foi de dez minutos, e não houve diferença significativa entre as soluções de  $\text{NaOCl}$  e  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  com iguais concentrações quanto à capacidade de dissolver tecido, aceitando-se a hipótese nula. Porém, Dutta e Saunders (2012) relataram dissolução igual para o  $\text{NaOCl}$  e  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  apenas após 35 minutos de exposição. Entretanto, esses autores empregaram fragmentos de

músculo bovino e observaram uma dissolução mais intensa promovida pelo NaOCl a 4,65% durante os primeiros 35 minutos quando comparado ao  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 5%,  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 10%, e NaOCl a 1,36%. Taneja, Mishra e Malik (2014) demonstraram uma menor capacidade de dissolução do  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 5% e 10%, comparados ao NaOCl a 2,5% e 5%, tanto para 30 minutos quanto para 60 minutos de exposição.

Há uma forte relação entre a área de superfície em contato com a solução e a dissolução tecidual (MOORER; WESSELINK, 1982). Os grupos com fragmentos pulpaes fixados em bases de dentina tiveram baixa dissolução, devido à redução da área de superfície que permaneceu em contato com a solução. Slutzky-Goldberg *et al.* (2013) observaram que a presença de dentina reduz a capacidade de dissolução do NaOCl. Embora saiba-se que a dentina pode reduzir a capacidade antimicrobiana do NaOCl, devido a ação de constituintes dentinários como a albumina e a hidroxiapatita (HAAPSALO *et al.*, 2000), nenhum mecanismo foi descrito para elucidar sua influência sobre a habilidade em dissolver tecido das soluções de hipoclorito.

Os percentuais de dissolução observados nos resultados do presente estudo, para NaOCl a 1%, foram inferiores aos reportados por Gordon, Damato e Christner (1981). Porém, valores inferiores de dissolução foram encontrados para soluções de NaOCl a 5,25% em estudo de Cobankara, Ozkan e Terlemez (2010), sendo que esses autores empregaram 20 minutos de exposição e frequentes renovações da solução. Quando tecido subcutâneo de ratos foi empregado, Hand, Smith e Harrison (1978) observaram menores porcentagens de dissolução para todas as concentrações de NaOCl (0,5%, 1%, 2,5% e 5,25%).

As duas mais altas concentrações de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  em polpa suspensa (5,25% e 2,5%) mostraram dissolução tecidual significativamente mais alta quando

comparadas à concentração mais baixa de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  e às duas concentrações mais baixas de NaOCl (0,5% e 1%). Muito similar ao que aconteceu com o NaOCl, em que soluções mais concentradas (5,25% e 2,5%) também mostraram maior dissolução que as concentrações menos concentradas de NaOCl (0,5% e 1%) e de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  (0,5%).

Nos grupos em base de dentina, soluções mais concentradas também dissolveram mais que as soluções menos concentradas. Nesses grupos, a dissolução foi significativamente inferior à dos grupos com polpa suspensa, comparando iguais concentrações de solução, com exceção dos grupos que utilizaram solução de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 0,5%, em polpa suspensa e em base de dentina, que foram iguais entre si, assim como o grupo controle.

Protocolos para avaliar a dissolução tecidual são diversos na literatura e dependem da origem do tecido, do tempo de exposição, da renovação e da agitação da substância. Dessa forma, os valores para a percentagem de dissolução não são constantes. O aumento da concentração da solução favorece um acréscimo da dissolução (KOSKINEN; STENVALL; UITTO, 1980; OKINO *et al.*, 2004; ZEHNDER *et al.*, 2002), o que também ocorre quando há agitação da solução (STOJICIC *et al.*, 2010). Aumento da temperatura, ativação ultrassônica e prolongamento do tempo de trabalho também influenciam positivamente na dissolução (SIRTES *et al.*; 2005, AL-JADAA *et al.*, 2009).

No que diz respeito à capacidade de dissolução tecidual, os resultados de nosso estudo mostraram que o  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  apresentou comportamento semelhante ao já consagrado NaOCl (HAND; SMITH; HARRISON, 1978; KOSKINEN; STENVALL; UITTO, 1980; HAAPASALO, 2014).

## 5.2 Tensão superficial

Tensão superficial é uma propriedade física, causada por forças coesivas entre moléculas similares, e responsável pelos fenômenos da capilaridade e da formação de gotas. Em endodontia, uma alta tensão superficial limitaria a penetração da solução nas irregularidades do canal e também em profundidade nos túbulos dentinários (STOJICIC *et al.* 2010), reduzindo a qualidade de debridamento produzida pela solução irrigadora.

Há diferentes métodos para determinar a tensão superficial, como o método do anel, utilizando o tensiômetro de Du Noüy (Du NÖUY, 1925; TASMAN *et al.*, 2000;), a técnica da placa de Wilhelmy (GIARDINO *et al.*, 2006; PALAZZI *et al.*, 2012), o método da gota pendente (YILMAZ *et al.*, 2011), e do ângulo de contato (De-DEUS *et al.*, 2013). No presente estudo, o método do anel foi empregado por ser um método fácil e rápido para obter valores de tensão superficial em laboratório (Du NOÛY, 1925). Além disso, segundo Milano, Kolling e Facchin (1983) apresenta grande sensibilidade e exatidão.

Todas as soluções de NaOCl tiveram valores mais baixos de tensão superficial quando comparadas à água destilada e às soluções de  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ . Quanto ao  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ , a única solução com tensão superficial menor que a água destilada foi a de 0,5%. Desse modo, a hipótese nula foi rejeitada. Na literatura, os valores reportados de tensão superficial da água variaram de 70,00 mN/m (TASMAN *et al.*, 2000) a 72,13 mN/m (PALAZZI *et al.*, 2012) concordando com o valor encontrado no presente estudo (70,56 mN/m). Entretanto, na literatura, a tensão do NaOCl a 2,5% variou de valores menores a maiores que o da água. Para essa concentração,

Tasman *et al.* (2000), utilizando a mesma técnica e temperatura utilizada em nosso estudo, obtiveram valores de 41 mN/m. Yilmaz *et al.* (2011), utilizando a técnica do ângulo de contato, a 22°C, obtiveram média de 72,62 mN/m, enquanto nosso resultado foi de 64,68 mN/m. Para o NaOCl a 5,25% foram encontrados, na literatura, valores de 49 mN/m, em estudos que utilizaram a técnica da placa de Wilhelmy, a 22°C (GIARDINO *et al.*, 2006; PALAZZI *et al.*, 2012). Estrela *et al.* (2005) obtiveram valores de 75 mN/m para o NaOCl a 1%, com a técnica do anel de platina, a 25°C. No presente estudo foram encontrados valores de 66,41 mN/m e 66,08 mN/m para o NaOCl a 5,25% e 1%, respectivamente.

Não foram encontrados, na literatura, achados relativos a valores da tensão superficial do  $\text{Ca}(\text{OCI})_2$ . Segundo Hsin *et al.* (2004), o aumento da concentração de sais inorgânicos no solvente pode elevar a tensão superficial corroborando com nossos achados.

A partir dos achados obtidos no presente estudo, poderia levantar-se a questão a respeito da significância clínica dos resultados, já que houve diferença significativa entre os hipocloritos, mas os resultados são muito próximos. Para essa avaliação buscou-se na literatura uma determinação de quanto deveria ser menor a tensão superficial para que isso influenciasse significativamente o desfecho final sucesso terapêutico. Em busca realizada no Medline com as palavras-chave *surface tension AND success AND endodontics*, não foram encontradas publicações que elucidassem essa questão.

### 5.3 Remoção de *debris* e presença de *smear layer*

A microscopia eletrônica de varredura tem sido um valioso método para avaliar a capacidade de remoção de *debris* das paredes dos canais radiculares, por diferentes instrumentos e técnicas endodônticas (BECHELLI; ZECCHI ORLANDINI; COLAFRANCESCHI, 1999), assim como a presença de *smear layer* (CANDEIRO *et al.*, 2011, ANDRABI *et al.*, 2012, REDDY *et al.*, 2013). Esse método tem sido utilizado na avaliação do efeito de diferentes soluções irrigadoras e protocolos de irrigação sobre as paredes dos canais radiculares (CANDEIRO *et al.*, 2011, LOFTI *et al.*, 2012, ANDRABI *et al.*, 2012). No presente estudo, a magnificação empregada foi definida em 200x e 1000x, para *debris* e *smear layer*, respectivamente, assim como empregado nos estudos de Hülsmann, Rummelin e Schäfers, (1997), Bürklein *et al.* (2012) e Hema, Chandu e Shiraguppi (2014).

Não foram encontrados na literatura, trabalhos avaliando a capacidade de remoção de *debris* e a presença de *smear layer* para o  $\text{Ca(OCl)}_2$ .

Quanto à remoção de *debris*, na comparação das diferentes soluções, considerando um mesmo terço do canal, nossos resultados mostraram que não houve diferença estatística, exceto para o terço cervical em que no grupo do  $\text{Ca(OCl)}_2$  a 5,25% os escores de sujidade foram superiores ao grupo da solução fisiológica, rejeitando a hipótese nula. Vasconcelos *et al.* (2007), avaliando capacidade de limpeza de algumas soluções irrigadoras no terço apical, também não encontraram diferença na remoção de *debris* entre os grupos do NaOCl a 2,5% e da solução fisiológica. Svec e Harrison (1977), em comparação entre solução fisiológica e associação de NaOCl a 5,25% e  $\text{H}_2\text{O}_2$  a 3%, não encontram diferenças na

remoção de *debris* a 5mm do ápice, embora a 1mm e 3mm do ápice, o grupo da associação tenha sido mais efetivo. Esses autores concluíram, ainda, que tanto a irrigação com solução fisiológica quanto a irrigação com a associação foram ineficazes no debridamento do canal. Nadalin *et al.* (2009) não encontraram diferença significativa na remoção de *debris* no terço apical quando compararam NaOCl a 1%, NaOCl a 2,5% e água destilada, concluindo que nenhum dos protocolos de irrigação foi eficiente em remover *debris* naquele terço.

Quando comparou-se uma mesma solução com relação aos diferentes terços, novamente apenas o grupo do  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  a 5,25% mostrou haver diferença, sendo a remoção de *debris* no terço cervical inferior à do terço apical.

A instrumentação mecânica de todas as amostras foi feita com a técnica clássica, com limas tipo Kerr, até o número 40. Segundo Fornari *et al.* (2010), quando diâmetros apicais de #40 ou #45 são utilizados em raízes de molares, menores são as quantidades de *debris* remanescentes no terço apical e maiores são as áreas de paredes dentinárias tocadas pelos instrumentos, quando comparados com diâmetros apicais menores, de #30 e #35.

A *smear layer* é formada apenas quando há ação efetiva de corte dos instrumentos endodônticos sobre as paredes de dentina do canal radicular (DEUS; REIS; PACIORNIK, 2011). Os resultados encontrados em nosso estudo para *smear layer* não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre as diferentes soluções testadas considerando-se um mesmo terço do canal radicular. Também não foram encontradas diferenças entre os diferentes terços utilizando-se uma mesma solução, aceitando a hipótese nula. De modo geral, as amostras exibiram elevados escores de *smear layer* para todas as soluções e para todos os terços.

A ação quelante do ácido etilenodiamino tertracético (EDTA) tem sido relatada na literatura, fazendo com que uma irrigação final com essa solução seja considerada necessária após a instrumentação manual (McCOMB; SMITH, 1975, YAMADA *et al.*, 1983, SEM; WESSELINK; TÜRKUN, 1995) ou rotatória (BERTRAND *et al.*, 1999, YAMASHITA *et al.*, 2005), pois proporciona melhor limpeza da superfície dentinária (YAMASHITA *et al.*, 2005). O NaOCl sozinho não fornece superfícies adequadamente livres de *smear layer* (YAMASHITA *et al.*, 2005). Embora muitos estudos demonstrem os efeitos benéficos da remoção dessa camada (KOSKINEN *et al.*, 1980; HOLLAND *et al.*, 1991, MALLMANN; FELIPPE; SOARES, 1996) e que o uso do EDTA como irrigante final do preparo químico-mecânico pode ser um importante cofator para o sucesso da terapia endodôntica (YAMADA *et al.*, 1983, BYSTRÖN; SUDQVIST, 1985, SEM; WESSELINK; TÜRKUN, 1995), no presente estudo não se utilizou o agente quelante como irrigante final para que o efeito dos hipocloritos utilizados sobre o conteúdo dos canais não fosse mascarado pelo ácido. Além disso, como não há, na literatura, trabalhos que mostrem o efeito do  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  sobre os componentes orgânicos e inorgânicos da camada de esfregação, considerou-se importante avaliar o efeito dessa solução sem o uso posterior do EDTA. É importante salientar que em nosso estudo nem o NaOCl nem o  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  tiveram efeito sobre a parte inorgânica da *smear layer*.

Em estudo de Teixeira, Felipe e Felipe (2005), que avaliava o efeito do tempo da aplicação do EDTA sobre a *smear layer*, o grupo controle, que fora preparado com instrumentação manual e irrigado apenas com solução de NaOCl a 1% também apresentou elevadas quantidades de *smear layer* nos três terços do canal, não havendo diferença entre eles. Vasconcelos *et al.* (2007) não encontraram diferença entre os grupos do NaOCl a 2,5% e da solução fisiológica na remoção de

*smear layer* no terço apical. Um estudo que avaliou o efeito da utilização de instrumentos rotatórios nas paredes dos canais, nos terços apical e cervical, constatou que os grupos irrigados com NaOCl a 2,5%, sem irrigação final com EDTA apresentaram elevados escores de *smear layer* (YAMASHITA *et al.*, 2005). Grandini, Balleri e Ferrari (2002) obtiveram altos escores em canais tratados com NaOCl a 2,5%, nos três terços do canal, porém esses escores foram inferiores aos obtidos no grupo em que as amostras foram irrigadas apenas com solução fisiológica, em todos os terços.

Estrela *et al.* (2002) salientaram a necessidade das soluções irrigadoras e de irrigação copiosa para melhorar a capacidade de limpeza do canal. No presente estudo, a quantidade de solução irrigadora utilizada durante o preparo das amostras foi padronizada para todos os grupos.

A despeito das limitações do presente estudo, o  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  2,5% apresentou resultados de dissolução tecidual e capacidade de limpeza semelhantes ao NaOCl 2,5%, podendo ser empregado como alternativa no preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares.

## 6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados neste estudo, pode-se concluir que:

- Quanto à dissolução tecidual em fragmentos de polpa suspensos e fixados em bases de dentina bovina, não houve diferença entre o NaOCl e o  $\text{Ca(OCl)}_2$  em concentrações iguais, sendo que concentrações maiores foram mais eficazes que concentrações menores. A presença da base de dentina reduziu significativamente a dissolução dos hipocloritos;
- Em relação à tensão superficial, as soluções de  $\text{Ca(OCl)}_2$  demonstraram valores mais elevados comparados ao NaOCl;
- Quanto à remoção de *debris*, para um mesmo terço do canal, o terço cervical tratado com  $\text{Ca(OCl)}_2$  5,25% apresentou maiores escores em relação ao grupo controle negativo. Nos diferentes terços, considerando-se uma mesma solução, o grupo do  $\text{Ca(OCl)}_2$  5,25%, no terço cervical mostrou-se com mais *debris* que no terço apical;
- Não houve diferença entre os grupos quanto à presença de *smear layer* após o emprego das diferentes soluções irrigadoras, nem entre os diferentes terços.

## REFERÊNCIAS

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

ABOU-RASS, M.; PATONAI JR, F. J. The effects of decreasing surface tension on the flow of irrigating solutions in narrow root canals. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**, St Louis, v. 53, n. 5, p. 524-6, May. 1982.

AL-JADAA, A.; PAQUÉ, F.; ATTIN, T.; ZEHNDER, M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. **Int Endod J.**, Oxford, v. 42, n. 1, p. 59-65, Jan. 2009.

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTICS. Glossary of Endodontics Terms. **American Association of Endodontics**, 8<sup>a</sup> ed. Chicago, USA, 2012.

ANDRABI, S.M.; KUMAR, A.; TEWARI, R.K.; MISHRA, S.K.; IFTEKHAR, H. An in vitro SEM study on the effectiveness of smear layer removal of four different irrigations. **Iran Endod J.**, Tehran, v. 7, n.4, p. 171-6, Fall. 2012.

ARVANITI, I. S.; KHABBAZ, M. G. Influence of root canal taper on its cleanliness: a scanning electron microscopic study. **J Endod.**, New York, v. 37, n. 6, p. 871-4, Jun. 2011.

BAKER, N.A.; ELEAZER, P.D.; AVERBACH, R.E.; SELTZER, S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigation solutions. **J Endod.**, New York, v. 1, n. 4, p. 127-35, Apr. 1975.

BALLAL, N. V.; MALA, K.; BHAT, K. S. Effect of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on the dissolution of human pulp tissue--an in vitro study. **Int Endod J.**, Oxford, v. 44, n. 4, p. 353-356, Apr. 2011.

BARNHART, B. D.; CHUANG, A.; LUCCA, J. J. D.; ROBERTS, S.; LIEWEHR, F.; JOYCE, A. P. An *in vitro* Evaluation of the Cytotoxicity of Various Endodontic Irrigants On Human Gingival Fibroblasts. **J Endod.**, New York, v. 31, n. 8, p. 613-15, 2005.

BEHELLI, C.; ZECCHI ORLANDINI, S.; COLAFRANCESCHI, M. Scanning electron microscope study on the efficacy of root canal wall debridement of hand versus Lightspeed instrumentation. **Int Endod J.**, Oxford, v. 32, n. 6, p. 484-93, Nov. 1999.

BERTRAND, M.F.; PIZZARDINI, P.; MULLER, M.; MEDIONI, E.; ROCCA, J.P. The removal of smear layer using the Quantec system. A study using the scanning electron microscope. **Int Endod J.**, Oxford, v. 32, n. 3, p. 217-24, May. 1999.

BJORNDAL, L.; REIT, C. The adoption of new endodontic technology amongst Danish general dental practitioners. **Int Endod J.**, Oxford, v. 38, n. 1, p. 52-8, Jan. 2005.

BYSTRÖN, A.; SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scan J Dent Res.**, Copenhagen, v. 89, n. 4, p. 321-8, Aug. 1981.

BYSTRÖN, A.; SUNDQVIST, G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. **Int Endod J.**, Oxford, v. 18, n. 1, p. 35-40, Jan. 1985.

BÜRKLEIN, S.; HINSCHITZA, K.; DAMMASCHKE, T.; SHÄFER, E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. **Int Endod J.**, Oxford, v. 45, n. 5, p. 449-61, May. 2012.

CAMERON, J. A. The effect of a fluorocarbon surfactant on the surface tension of the endodontic irrigant, sodium hypochlorite. A preliminary report. **Aust Dent J.**, Sydney, v. 31, n. 5, p. 364-8, Oct. 1986.

CANDEIRO, G. T.; MATOS, I. B.; COSTA, C. F.; FONTELES, C. S.; VALE, M. S. A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with apple vinegar and sodium hypochlorite associated with EDTA. **J Appl Oral Sci.**, Bauru, v. 19, n. 6, p. 639-43, Nov-Dec. 2011.

CLARKSON, R. M.; MOULE, A. J.; PODLICH, H.; MACFARLANE, R.; LEWIS, D.; ROWEL, J. Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solution of varying compositions and concentrations. **Aust Dent J.**, Sydney, v. 51, n. 3, p. 245-251, Sep. 2006.

COBANKARA, F. K.; ADANR, N.; BELLI, S. Evaluation of the influence of smear layer on the apical and coronal sealing ability of two sealers. **J Endod.**, New York, v. 30, n. 6, p. 406-9, Jun. 2004.

COBANKARA, F. K.; OZKAN, H. B.; TERLEMEZ, A. Comparison of organic tissue dissolution capacities of sodium hypochlorite and chlorine dioxide. **J Endod.**, New York, v. 36, n. 2, p. 272-4, Feb. 2010.

DAKIN, H. D. In the use of certain antiseptic substance in the treatment of infectes wounds. **Brit Med J.**, London, v. 28, n. 2, p. 318-20, Aug. 1915.

DE ALMEIDA, A. P.; SOUZA, M. A.; MIYAGAKI, D. C.; DAL BELLO, Y.; CECCHIN, D.; FARINA, A. P. Comparative evaluation of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite associated with passive ultrasonic irrigation on antimicrobial activity of a root canal system infected with *Enterococcus faecalis*: na in vitro study. **J Endod.**, New York, v. 40, n. 12, p. 1953-7, Dec. 2014.

DE-DEUS, G.; REIS, C.; PACIORNIK, S. Critical appraisal of published smear layerremoval studies: methodological issues. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, St. Louis, v. 112, n. 4, p. 531-43, Oct. 2011.

DE-DEUS, G.; Pinho, M. A. B.; REIS, C.; FIDEL, S.; SOUZA, E.; ZEHNDER, M. Sodium hypochlorite with reduced surface tension does not improve in situ pulp tissue dissolution. **J Endod.**, New York, v. 39, n. 8, p. 1039-43, Aug. 2013.

DIMITRIU D.; DOBRE T. Effects of Temperature and Hypochlorite Concentration on the Rate of Collagen Dissolution. **J Endod.**, New York, v. 41, n.6, p. 903-6, 2015.

DU NOÛY, P. L. An interfacial tensiometer for universal use. **J Gen Physiol.**, New York, v. 7, n. 5, p. 625-32, May. 1925.

DUTTA, A.; SAUNDERS, W. P. Comparative evaluation of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite on soft-tissue dissolution. **J Endod.**, New York, v. 38, n. 10, p. 1395-8, Oct. 2012.

ERTUGRUL, I. F.; MADEN, M.; ORHAN, E. O.; OZKORUCUKLU, S. P.; AGLARCA, A. V. Rapid tissue dissolution efficiency of electrically-activated sodium hypochlorite on bovine muscle. **Eur J Dent.**, Ankara, v. 8, n. 4, p. 464-8, Oct. 2014.

ESTRELA, C; ESTRELA C. R.; BARBIN, E. L.; SPANÓ, J. C.; MARCHESAN, M.A.; PÉCORÁ, J.D. Mechanism of action of sodium hypochlorite. **Braz Dent J.**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 2, p. 113-7, 2002.

ESTRELA, C.; ESTRELA, C. R. A.; GUIMARÃES, L.F.; SILVA, R.S.; PÉCORÁ. J. D. Surface tension of calcium hydroxide associated with diferente substances. **J Appl Oral Sci.**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 152-6, Jun. 2005.

FORNARI, V. J.; SILVA-SOUSA, Y. T.; VANNI, J. R.; PÉCORÁ, J. D.; VERSIANI, M. A.; SOUSA-NETO, M. D. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. **Int Endod J.**, Oxford, v. 43, n. 11, p. 988-94, Nov. 2010.

GIARDINO, L.; AMBU, E.; BECCE, C.; RIMONDINI, L.; MORRA, M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. **J Endod.**, New York, v. 32, n. 11, p.1091-3, Nov. 2006.

GLANTZ, P. O.; HANSSON, L. Wetting of dentine by some root canal medicaments. **Odontol Revy.**, Lund, v. 23, n. 2, p. 205-10, 1972.

GORDON, T. M.; DAMATO, D.; CHRISTNER, P. Solvent effect of various dilution of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. **J Endod.**, New York, v. 7, n. 10, p. 466-9, Oct. 1981.

GRANDINI, S.; BALLERI, P.; FERRARI, M. Evaluation of Glyde File Prep in combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant. **J Endod.**, New York, v. 28, n. 4, p. 300-3, Apr. 2002.

GRIGORATOS, D.; KNOWLES, J. C.; NG, Y. L.; GUABIVALA, K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. **Int Endod J.**, New York, v. 34, p. 113-19, 2001.

GROSSMAN, L. I.; MEIMAN, B.W. Solution of pulp tissue by chemical agents. **J Am Dent Assoc.**, Chicago, v. 28, p. 223-5, Feb. 1941.

GUTARTS, R.; NUSSTEIN, J.; READER, A.; BECK, M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. **J Endod.**, New York, v. 31, n. 3, p. 166-70, Mar. 2005.

HAAPASALO, H. K.; SIRÉN, E. K.; WALTIMO, T. M.; ORSTAVIK, D.; HAAPASALO, M.P. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. **Int Endod J.**, Oxford, v. 33, n. 2, p. 126-31, Mar. 2000.

HAAPASALO, M.; WANG, Z.; SHEN, Y.; CURTIS, A.; PATEL, P.; KHAKPOUR, M. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. **J Endod.**, New York, v. 40, n. 8, p. 1178-81, Aug. 2014.

HAND, R. E.; SMITH, M. L.; HARRISON, J. W. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. **J Endod.**, New York, v. 4, n. 2, p. 60-4, Feb. 1978.

HEMA, B. S.; CHANDU, G. S.; SHIRAGUPPI, V. L. Scanning electron microscopic evaluation of root canal surfaces prepared with lightspeed & endowave rotary system. **J Clin Diagn Res.**, v. 8, n. 12, p. 35-8, Dec. 2014.

HOLLAND, R.; SOUZA, V.; OTOBONI FILHO, J. A.; NERY, M. J.; BERNABÉ, P. F. E.; MELLO, W. Técnicas mistas de preparo do canal radicular. **Rev Paul Odont.**, São Paulo, v. 13, p.17-23, 1991.

HSIN, W. L.; SHENG, Y.; LIN, S.; TSAO, H. Surface tension increment due to solute addition. **Phys Rev E Stat Nonlin Soft Mater Phys.** Melville, v. 69, n. 3, p. 1-8, 2004.

HÜLSMANN, M.; RÜMMELIN, C.; SCHÄFERS, F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. **J Endod.**, New York, v. 23, n. 5, p. 301-6, May. 1997.

KOKKAS, A. B.; BOUTSIUKIS, A. C.; VASSILIADIS, L. P.; STAVRIANOS, C. K. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three diferente root canal sealers: na in vitro study. **J Endod.**, New York , v. 30, n. 2, p. 100-2, Feb. 2004.

KOSKINEN, K. P.; MEURMAN, J. H.; STENVALL, H. Appearance of chemically treated root canal walls in the scanning electron microscope. **Scan J Dent Res**, Copenhagen, v. 88, n. 5, p. 397-405, Oct. 1980.

KOSKINEN, K. P.; STENVALL, H.; UITTO, V. J. Dissolution of bovine pulp tissue by endodontic solutions. **Scand J Dent Res**, Copenhagen, v. 88, n. 5, p. 406-11, Dec. 1980.

LEONARDO, M. L. Preparo biomecânico dos canais radiculares. Definição e conceituação, finalidades, importância. Recursos convencionais para sua aplicação: meios químicos (soluções irrigadoras) e meios físicos (irrigação, aspiração e inundação). In: \_\_\_\_\_. **Endodontia, Tratamento de canais radiculares. Princípios técnicos e biológicos.** São Paulo: Artes Médicas, 2005. Cap 13, p. 487-540.

LOTFI, M.; MOGHADDAM, N.; VOSOUGHOSSEINI, S.; ZAND, V.; SAGHIRI, M. A. Effect of duration of irrigation with sodium hypochlorite in clinical protocol of mtad on removal of smear layer and creating dentinal erosion. **J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.**, Tabriz, v. 6, n. 3, p. 79-84. Summer. 2012.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F.; ELIAS, C. N. Substâncias químicas empregadas no preparo dos canais radiculares. In: LOPES, H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. **Endodontia. Biologia e técnica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. Cap 13, p. 531-72.

MALLMANN, J.; FELIPPE, W. T.; SOARES, I. J. Smear layer - é necessário removê-lo? **Rev Bras Odont.**, v. 53, p. 35-8, 1996.

MARENDING, M.; PAQUÉ, F.; FISCHER, J.; ZEHNDER, M. Impact of Irrigant Sequence on Mechanical Properties of Human Root Dentin. **J Endod.**, New York, v. 33, n. 11, p. 1325-8, 2007.

MARINS, J. S. R.; SASSONE, L. M.; FIDEL, S. R.; RIBEIRO, D. A. *In vitro* Genotoxicity and Cytotoxicity in Murine Fibroblasts Exposed to EDTA, NaOCl, MTAD and Citric Acid. **Braz Dent J.**, Ribeirão Preto, v. 23, n. 5, p. 527-33, 2012.

McCOMB, D.; SMITH, D. C. A preliminar scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **J Endod.**, New York, v. 1, n. 7, p. 238-42, Jul. 1975.

MILANO, N. F.; KOLLING, L. G.; FACCHIN, E. F. Surface tension of various auxiliary drugs used in endodontics. **RGO.**, Porto Alegre, v. 31, n. 1, p. 37-8, 1983.

MORGAN, R. W.; CARNES Jr, D. L.; MONTGOMERY, S. The solvent effects of calcium hydroxide irrigating solution on bovine pulp tissue. **J Endod.**, New York, v. 17, n. 4, p. 165-168, Apr. 1991.

MOORER, W. R.; WESSELINK, P. R. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. **Int Endod J.**, Oxford, v. 15, n. 4, p. 187-96, Oct. 1982.

NADALIN, M. R.; PEREZ, D. E.; VANSAN, L. P.; PASCHOALA, C.; SOUZA-NETO, M. D.; SAQUY, P. C. Effectiveness of different final irrigation protocols in removing debris in flattened root canals. **Braz Dent J.**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 3, p. 211-4, 2009.

NAENNI, N.; THOMA, K.; ZEHNDER, M. Soft-tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. **J Endod.**, New York, v. 30, n. 11, p. 785-7, Nov. 2004.

OKINO, L. A.; SIQUEIRA, E. L.; SANTOS, M.; BOMBANA, A. C.; FIGUEIREDO, J. A. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. **Int Endod J.**, Oxford, v. 37, n. 1, p. 38-41, Jan. 2004.

ORSTAVIK, D.; HAAPASALO, M. Desinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. **Endod Dent Traumatol.**, Copenhagen, v. 6, n. 4, p. 142-9, Aug. 1990.

PAIVA, J. G.; ANTONIAZZI, J. H. Preparo químico-mecânico. In: \_\_\_\_\_. **Endodontia. Bases para a prática clínica**. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1988. Cap. 25, p. 535.

PALAZZI, F.; MORRA, M.; MOHAMMADI, Z.; GRANDINI, S.; GIARDINO, L. Comparison of the surface tension of 5.25% sodium hypochlorite solution with three new sodium hypochlorite-based endodontic irrigants. **Int Endod J.**, Oxford, v. 45, n. 2, p. 129-35, Feb. 2012.

PÉCORA, J. D.; MURGEL, C. A. F.; SAVIOLI, R. N.; COSTA, W. F.; VANSAN, L. P. Estudo sobre o "shelf-life" da solução de Dakin. **Rev Odont USP.**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 3-7, 1987.

PÉCORA, J. D.; GUIMARÃES, L. F.; SAVIOLI, R. N. Surface tension of several drugs used in endodontics. **Braz Dent J.**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 2, p. 123-7, 1992.

PETERS, O. A.; LAIB, A.; GÖHRING, T. N.; BARBAKOW, F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. **J Endod.**, New York, v. 27, n. 1, p. 1-6, Jan. 2001.

PIPKIN, B.; TURKUN, M. Stability of various sodium hypochlorite solutions. **J Endod.**, New York, v. 21, n. 5, p. 253-5, May. 1995.

POORNI, S.; MIGLANI, R.; SRINIVASAN M. R.; INDIRA, R. Comparative evaluation of the surface tension and the pH of calcium hydroxide mixed with five different vehicles: an in vitro study. **Indian J Dent Res.** Ahmedabad, v. 20, n. 1, p. 17-20, 2009.

QING, Y.; AKITA, Y.; KAWANO, S.; KAWASU, S.; YOSHIDA, T.; SEKINE, I. Cleaning efficacy and dentin micro-hardness after root canal irrigation with a Strong acid electrolytic water. **J Endod.**, New York, v. 32, n. 11, p. 1102- 6, Nov. 2006.

REDDY, K. B.; DASH, S.; KALLEPALLI, S.; VALLIKANTHAN, S.; CHAKRAPANI, N.; KALEPU, V. A comparative evaluation of cleaning efficacy (debris and smear layer removal) of hand and two NiTi rotary instrumentation systems (K3 and ProTaper): a SEM study. **J Contemp Dent Pract.**, New Delhi, v. 14, n. 6 p.1028-35, Nov. 2013.

ROBINSON, J. P.; LUMLEY, P. J.; COOPER, P.R.; GROVER, L. M.; WALMSLEY, A. D. Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. **J Endod.**, New York, v. 39, n. 8, p. 1067-70, Aug. 2013.

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

ROSSI-FEDELE, G.; STEINER, L.; DOGRAMACI, E. J.; CANULLO, L.; STEIER, G.; DE FIGUEIREDO, J. A. Bovine pulp tissue dissolution ability of HealOzone®,

Aquatine Alpha Electrolyte® and sodium hypochlorite. **Aust Endod J.**, Sydney, v. 39, n. 2, p. 57-61, Aug. 2013.

SCHILDER, H. Cleaning and shaping the root canal. **Dental Clin North Am.**, Philadelphia, v. 18, n. 2, p. 269-296, Apr. 1974.

SEM, B.H.; WESSELINK, P.R.; TURKUN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **Int Endod J.**, Oxford, v. 28, n. 3, p. 141-8, May. 1995.

SIRTES, G.; WALTIMO, T.; SCHAETZLE, M.; ZEHNDER, M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. **J Endod.**, New York, v. 31, n. 9, p. 669-671, Sep. 2005.

SLUTZKY-GOLDBERG, I.; HANUT, A.; MATALON, S.; BAEV, V.; SLUTZKY, H. The effect of dentin on the pulp tissue dissolution capacity of sodium hypochlorite and calcium hydroxide. **J Endod.**, New York, v. 39, n. 8, p. 980-3, Aug. 2013.

SMEETON, M. A. Observations on the types of organism isolated from water after treatment with calcium hypochlorite. **J Bacteriol.**, Washington, v. 2, n. 4, p. 355-9, Jul. 1917.

SÓ, M. V. R.; CEMIM, A.; PEREIRA, E. P.; IRALA, L. E. D. Tissue dissolution ability of sodium hypochlorite from different manufactures. **Braz Endod J.** Goiânia, v. 2, n. 2, p. 33-5, 1997.

SÓ, M. V. R.; VIER-PELISSER, F. V.; DARCIE, M. S.; SMANIOTTO, D. G. R.; MONTAGNER, F.; KUGA, M. C. Pulp tissue dissolution when the use of sodium hypochlorite and EDTA alone or associated. **Rev Odonto Ciênc**, v. 26, n. 2, p. 156-160, 2011.

SPANÓ, J. C.; BARBIN, E. L.; SANTOS, T. C.; GUIMARÃES, L. F.; PÉCORRA, J. D. Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physico-chemical properties of resulting liquid. **Braz Dent J.**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, p. 154-157, 2001.

STOJICIC, S.; ZIVKOVIC, S.; QIAN, W.; ZHANG, H.; HAAPASALO, M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactante. **J Endod.**, New York, v. 36, n. 9, p. 1558-62, Sep. 2010.

STOKES, W. R.; HACHTEL, F. W. The treatment of the Baltimore drinking water by means of calcium hypochlorite. **Am J Public Health.**, New York, v. 2, n. 4, p. 288-95, Apr. 1912.

SVEC, T. A.; HARRISON, J. W. Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. **J Endod.**, New York, v. 3, n. 2, p. 49-53, Feb. 1977.

TAŞMAN, F.; ÇEHRELI, Z. C.; OĞAN, C.; ETIKAN, I. Surface tension of root canals irrigants. **J Endod.**, New York, v. 26, n. 10, p. 586-7, Oct. 2000.

TANEJA, S.; MISHRA, N.; MALIK, S. Comparative evaluation of human pulp tissue dissolution by diferente concentrations of chlorine dioxide, calcium hypochlorite and sodium hypochlorite: an in vitro study. **J Conserv Dent.**, Mumbai Medknow, v. 17, n. 6, p. 541-5, Nov. 2014.

TEIXEIRA, C. S.; FELIPPE, M. C.; FELIPPE, W. T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. **Int Endod J.**, Oxford, v. 38, n. 5, p. 285-90, May. 2005.

TULLY, E. J. A study of calcium hypochlorite as a disinfectant of water. **Am J Public Health.**, New York, v. 4, n. 5, p. 423-35, May. 1914.

TURKUN, M.; CENGIZ, T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxideon tissue dissolution and root canal cleanliness. **Int Endod J.**, Oxford, v. 30, n. 5, p. 335-42, Sep. 1997.

VASCONCELOS, B. C.; LUNA-CRUZ, S. M.; DE-DEUS, G.; DE MORAES, I. G.; MANIGLIA-FERREIRA, C.; GURGEL-FILHO, E. D. Cleaning ability of chlorhexidine gel and sodium hypochlorite associated or not with EDTA as root canal irrigants: a

scanning electron microscopy study. **J Appl Oral Sci.**, Bauru, v. 15, n. 5, p. 387-91, Oct. 2007.

WALTON, R. E.; RIVERA, E. M. Esvaziamento e Instrumentação. In: WALTON, R. E.; TORABINEJAD, M. **Princípios e Prática em Endodontia**. Livraria Santos Editora, 1997. Cap 13, p. 201-33.

WANG, Z.; SHEN, Y.; HAAPASALO, M. Effect of smear layer against disinfection protocols on Enterococcus faecalis-infected dentin. **J Endod.**, New York, n. 39, n. 11, p. 1395-400, Nov. 2013.

WHITTAKER, H. A, MOHLER, B. M. The sterilization of milk bottles with calcium hypochlorite. **Am J Public Health.**, New York, v. 2, n. 4, p. 282-7, Apr. 1912.

YAMADA, R. S.; ARMAS, A.; GOLDMAN, M.; LIN, P. S. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. Part 3. **J Endod.**, New York, v. 9, n. 4, p. 137-42, Apr. 1983.

YAMASHITA, J. C.; DUARTE, M. A.; VALIM, F. A.; ALMEIDA, J. M.; KUGA, M. C.; FRAGA, S. C. Evaluation of the surface of root canal walls after utilization of endodontic rotary systems: SEM study. **J Appl Oral Sci.**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 78-82, Mar. 2005.

YESILSOY, C.; WHITAKER, E.; CLEVELAND, D.; PHILIPS, E.; TROPE, M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigant. **J Endod.**, New York, v. 21, p. 513-5, 1995.

YILMAZ, Z.; BASBAG, B.; BUZOGLU, H. D.; GÜMÜSDERELIOGLU, M. Effect of low-surface-tension edta solutions on the wettability of root canal dentin. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, St Louis, v. 111, n. 1, p. 109-14, Jan. 2011.

ZEHNDER, M.; KOSICKI, D.; LUDER, H.; SENER, B.; WALTIMO, T. Tissue dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, St Louis, v. 94, n. 6, p. 756-62, Dec. 2002.

ZEHNDER M. Root Canal Irrigants. **J Endod.**, New York, v. 32, n. 5, p. 389-98, 2006.

**Anexo 1**

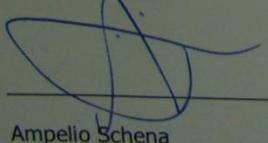
Frigorífico do Sul Ltda  
CNPJ 05.311.362/0001-17  
Santa Cruz do Sul

Santa Cruz do Sul, 21 de novembro de 2013.

À Comissão de Pesquisa (COMPESQ – UFRGS),

O Frigorífico do Sul está doando 200 dentes incisivos bovinos ao Prof Dr Francisco Montagner, do Departamento de Odontologia Conservadora, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para utilização dos dentes no projeto de pesquisa intitulado “**Análise comparativa do hipoclorito de sódio na dissolução de polpas bovinas**”. Afirmamos que as mandíbulas são provenientes de animais de corte abatidos exclusivamente para consumo da carne e que seriam descartadas. O número do serviço de inspeção que controla o Frigorífico do Sul Ltda é 274.

Atenciosamente,



Ampelio Schena

## Anexo 2

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Sr(a),

Eu, \_\_\_\_\_, residente à \_\_\_\_\_, no \_\_\_\_\_, aceito doar o(s) dente(s) \_\_\_\_\_ para o pesquisador Francisco Montagner da Faculdade de Odontologia da UFRGS, ciente de que o(s) mesmo(s) será(ão) utilizado(s) para a realização da pesquisa "**Avaliação da dissolução pulpar, tensão superficial e limpeza dos canais radiculares com hipoclorito de cálcio: estudo *in vitro***". Fui informado que esta pesquisa tem a finalidade de investigar qual substância química auxiliar tem melhor característica física para atuar no interior do dente. Com esse trabalho espera-se auxiliar os cirurgiões-dentistas a escolher e aplicar as substâncias durante o tratamento de canal de maneira mais adequada, visando promover terapias eficientes para cuidar da saúde das pessoas. Estou ciente de que o(s) dente(s) foi (foram) extraído(s) por indicação terapêutica para a melhoria da minha saúde, como documentado em meu prontuário. Estou ciente que esta pesquisa foi aprovada na Comissão de Pesquisa em Odontologia e no Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, sendo preservada a minha identidade na divulgação dos resultados.

Estou ciente de que, caso eu tenha novas perguntas sobre este estudo e/ou sobre o órgão doado, poderei solicitar informações ao professor Francisco Montagner (pesquisador responsável) através do telefone (51) 3308 5430. Estou ciente que caso não concorde em doar o(s) dente(s) para a pesquisa, não haverá qualquer interferência em meu atendimento odontológico.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do doador

\_\_\_\_\_  
Testemunha

\_\_\_\_\_  
Testemunha

#### ATENÇÃO:

- Esse termo de consentimento será impresso em duas cópias, sendo uma de propriedade do participante da pesquisa, e outra de propriedade dos pesquisadores.
- A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa UFRGS, endereçado a Av. Paulo Gama, 110 - 7º andar - Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 - Fone: (51) 3308.4085. E-mail: proreitoria@propesq.ufrgs.br

**Anexo 3**

## TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES HUMANOS POR CIRURGIÕES-DENTISTAS

Eu, \_\_\_\_\_, cirurgião-dentista inscrito no CRO sob o número \_\_\_\_\_, com consultório na \_\_\_\_\_, cidade de \_\_\_\_\_, estado \_\_\_\_\_, CEP \_\_\_\_\_, telefone \_\_\_\_\_, doo \_\_\_\_\_ dentes para o pesquisador Francisco Montagner responsável pelo projeto **“Avaliação da dissolução pulpar, tensão superficial e limpeza dos canais radiculares com hipoclorito de cálcio: estudo *in vitro*”**, declarando que este dente foi extraído por indicação terapêutica, cujo histórico faz parte dos prontuários de quem se originam, arquivados sob a minha responsabilidade. O dente foi extraído por razões diversas, independentes deste estudo. O dente selecionado independe das características gerais da população.

Estou ciente de que este dente será utilizado pelos alunos e pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para realização desta pesquisa.

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do Cirurgião-Dentista

Nome:

CRO: