

## RESSALVA

Atendendo solicitação do (a) autor  
(a), o texto completo desta tese será  
disponibilizado a partir de

17/12/2019



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

**LAÍS CAROLINA LANDIM GOMES**

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE LIMPEZA E BIOCOMPATIBILIDADE  
DE DIFERENTES SOLUÇÕES IRRIGADORAS UTILIZADAS EM  
ENDODONTIA**

2018

**LAÍS CAROLINA LANDIM GOMES**

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE LIMPEZA E  
BIOCOMPATIBILIDADE DE DIFERENTES SOLUÇÕES  
IRRIGADORAS UTILIZADAS EM ENDODONTIA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA.

Área: Endodontia. Linha de pesquisa: Estudos Clínicos e Laboratoriais de Materiais e Técnicas Endodônticas.

Orientadora: Profa. Dra. Marcia Carneiro Valera

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Ribeiro Camargo

São José dos Campos

2018

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2019]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Gomes, Laís Carolina Landim

Avaliação da capacidade de limpeza e biocompatibilidade de diferentes soluções irrigadoras utilizadas em Endodontia / Laís Carolina Landim Gomes. - São José dos Campos : [s.n.], 2018.

52 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2018.

Orientadora: Marcia Carneiro Valera

Coorientadora: Carlos Henrique Ribeiro Camargo

1. Hipoclorito de Sódio. 2. Extrusão apical. 3. Citotoxicidade. 4. Dissolução. I. Valera, Marcia Carneiro, orient. II. Camargo, Carlos Henrique Ribeiro, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Tit. Marcia Carneiro Valera** (Orientadora)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof. Adj. Cláudio Antonio Talge Carvalho**

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof. Tit. Marco Antônio Húngaro Duarte**

Universidade de São Paulo (USP)

Faculdade de Odontologia

Campus de Bauru

São José dos Campos, 17 de dezembro de 2018.

## DEDICATÓRIA

A **Deus** por me conceder persistência e determinação para realizar o Mestrado, pois sem fé, nada disso seria possível.

Aos meus pais, **Regina e Adalto**, os quais foram essenciais para que eu conseguisse concluir mais essa etapa em minha vida. Acreditaram em mim, e estiveram ao meu lado em todos os momentos da minha vida, sempre me apoiando em minhas decisões, sem vocês eu não teria chegado até aqui. Essa conquista é nossa!

À minha querida irmã **Lívia**, quem sempre me incentivou a ir atrás dos meus sonhos, e para quem eu tento ser uma pessoa melhor a cada dia.

## AGRADECIMENTOS

A conclusão do Mestrado, apenas tornou-se possível com a presença de pessoas essenciais em minha vida, pois sozinha não conseguiria alcançar essa conquista.

A **Deus** por me conceder saúde e determinação durante esses dois anos do curso.

À **minha família**, que esteve presente a meu lado em todos os momentos.

À querida **Jéssica** que permanece ao meu lado nesses 14 anos de amizade. Seu companheirismo por todos esses anos foi muito importante para mim, e fundamental para me dar forças em continuar indo em busca dos meus sonhos.

Ao querido **Jafar**, quem eu tive a imensa felicidade em conhecer, e me permitiu ver a vida de uma forma bem mais otimista e feliz, isso foi essencial para eu continuar acreditando em mim e no meu potencial, além de me incentivar a encarar novos desafios.

À **Thaís**, minha grande amiga e companheira de Mestrado e especialização. Sua parceria e amizade durante o curso foi muito importante para mim, além de saber que sempre pude contar com você. Tenho certeza que nossa amizade permanecerá.

À minha orientadora, **Prof<sup>a</sup> Márcia Carneiro Valera Garakis**, agradeço pela oportunidade em cursar o Mestrado, por todo carinho, ajuda e acolhimento que recebi durante esses dois anos. Obrigada por todo o ensinamento, orientação e paciência que teve comigo por todos esses anos, desde a minha graduação.

Ao meu coorientador **Prof<sup>o</sup> Carlos Henrique Ribeiro Camargo**, pela confiança depositada em mim para elaboração desse projeto, pela oportunidade em realizar o Mestrado e por todos os ensinamentos transmitidos durante a minha formação.

Ao Prof<sup>o</sup> **Cláudio Antonio Talge Carvalho**, por aceitar fazer parte da minha banca de defesa, por todo o conhecimento transmitido para mim desde a minha graduação. Agradeço por todo carinho, acolhimento, e pelos os momentos divertidos e de descontração nas clínicas. Obrigada por sempre ser muito gentil e solícito comigo durante o curso.

Ao **Profº Marco Antonio Hungaro Duarte**, agradeço por ter aceito fazer parte da minha banca de defesa, além de todo o ensinamento que me passou durante o curso de Especialização, o qual fez toda a diferença na minha formação. Obrigada pela paciência e atenção, durante todo o curso. Aprendi muito com o senhor.

Aos demais professores da disciplina de Endodontia, **Profª Ana Paula Martins Gomes**, e **Profª Flávia Goulart da Rosa Cardoso** pela convivência e ensinamentos compartilhados durante as clínicas e salas de aulas.

Aos **professores do curso de Especialização em Endodontia da USP- FOB**, agradeço por todo conhecimento transmitido, por todo aprendizado durante às clínicas. Ensinos que se estenderam além da Endodontia, e sim, para a minha vida como um todo.

Aos meus amigos da Pós-Graduação, **Thaís, Esteban, Alessandra, Ricardo, Rayana, Cassia, Bruna, Christian, Amjad, Felipe, Felipe Matos, Giovanna, Daniel e Diego**, pela amizade, convivência e companheirismo durante todo o curso. Em especial à **Monique**, quem me ensinou tudo sobre biologia celular, ao **Esteban** quem me ajudou durante os testes, e à **Rayana** por toda ajuda e gentileza que teve comigo durante esses dois anos. Muito obrigada por tudo!

A todos do departamento de Odontologia Restauradora, os **professores, alunos**, as técnicas **Fernanda, Josiane**, e a secretária **Liliane**. Muito obrigada por toda atenção.

Ao **Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP)** e ao **Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora**, o qual permitiu que eu realizasse o Mestrado, além de toda a minha formação acadêmica.

À **Faculdade de Odontologia de Bauru**, onde realizei a Especialização, a qual me proporcionou imenso conhecimento, além de experiências incríveis, com certeza uma ótima escolha que fiz.

À **CAPES** pela concessão da bolsa de estudos que tornou possível a realização deste trabalho.

**Muito obrigada!**



" Tu te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas. "

Antoine de Saint-Exupéry.

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	8
RESUMO .....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO .....	13
2 ARTIGO(S).....	16
2.1 Artigo – Gomes LCL, Camargo CHR, Valera MC. Extrusão apical de diferentes soluções de hipoclorito, debris e citotoxicidade: Determinação através da espectrofotometria / <i>Apical extrusion of different hypochlorite solutions, debris and cytotoxicity: A spectrophotometry determination*</i> .....	16
2.2 Artigo Gomes LCL, Camargo CHR, Valera MC. Capacidade de limpeza e dissolução tecidual de diferentes soluções de hipoclorito. / <i>Cleaning efficiency and tissue dissolution of different hypochlorite solutions.*</i> .....	28
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	39
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXO.....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CUI	Irrigação ultrassônica contínua
DMEM	Dulbecco modificado por Eagle
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
NaOCl	Hipoclorito de sódio
PBS	Solução salina de tampão de fosfato
PDLF	Fibroblastos do ligamento periodontal
PUI	Irrigação ultrassônica passiva
XTT	2,3-bis (2-methoxy-4-nitro-5 sulphophenyl)-2H-tetrazolium-5-carboxanilide

Gomes LCL. Avaliação da capacidade de limpeza e biocompatibilidade de diferentes soluções irrigadoras utilizadas em endodontia.[dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2018.

## RESUMO

Os objetivos deste estudo foram: **Artigo 1** – Analisar a extrusão apical de hipoclorito de sódio (NaOCl), debris e sua citotoxicidade após o preparo dos canais radiculares utilizando NaOCl líquido ou gel. **Artigo 2**- avaliar a dissolução de matéria orgânica do NaOCl líquido e gel, e a limpeza das paredes dentinárias após a instrumentação; Métodos: **Artigo 1** - A avaliação da extrusão apical de NaOCl e debris foi feita pela espectrofotometria do conteúdo extruído após o preparo biomecânico. A citotoxicidade foi avaliada pela resposta de culturas celulares de fibroblastos de ligamento periodontal (PDFL) frente as soluções irrigadoras extruídas, pelo teste XTT para análise da viabilidade celular. Para isso, oitenta dentes foram instrumentados com limas Reciproc #25 e #40 (VDW Munique, Alemanha) e utilizado NaOCl gel e líquido ativados por ultrassom. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste de ANOVA e as diferenças estatísticas pelo teste de Tukey e Dunn ( $p < 0,05$ ). **Artigo 2** - A dissolução de matéria orgânica foi realizada usando cubos de carne com tamanho e peso determinado, os quais foram deixados em contato com 1 mL das amostras dos seguintes grupos: NaOCl gel 3% (ChlorCid V); NaOCl gel 3%(VIM); NaOCl líquido 2,5%; NaOCl líquido 5,25%; Solução fisiológica estéril (SF) (controle) por um período de 3 min, os fragmentos foram removidos e pesados novamente para quantificar a matéria orgânica não dissolvida. A comprovação da limpeza das paredes dos canais foi avaliada através do MEV e da estereomicroscopia para isso, oitenta dentes foram instrumentados com limas Reciproc #25 e #40 (VDW Munique, Alemanha) e utilizado NaOCl líquido e gel ativados por ultrassom. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste de ANOVA e as diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); Resultados: **Artigo 1** – A extrusão apical de hipoclorito ocorreu em todos os grupos, sendo estatisticamente significativa ao controle de SF. O grupo NaOCl 5,25 % foi o que teve a maior quantidade de hipoclorito nas amostras (4,76  $\mu$ L) e o NaOCl gel 3% VIM a menor extrusão (2,32  $\mu$ L) sendo estatisticamente significativa. Quando comparado os grupos de NaOCl gel 3%, o VIM teve menor quantidade de hipoclorito nas amostras, comparado ao CV, com relevância estatística. A extrusão apical de debris esteve presente em todos os grupos, sendo maior no grupo da SF, porém não houve diferença estatística entre os grupos. Quanto a citotoxicidade, todos os grupos foram citotóxicos estatisticamente quando comparado ao controle (SF); O NaOCl 5,25% foi o mais citotóxico perante todos os grupos. O NaOCl 2,5% foi o menos citotóxico comparado ao NaOCl 5,25% e o NaOCl gel 3%VIM, sendo estatisticamente significativa; **Artigo 2**- O NaOCl Liq 5,25 % foi o que mais dissolveu matéria orgânica comparado aos demais grupos, sendo estatisticamente significativa. Todos os grupos contendo NaOCl foram estatisticamente eficientes em dissolução tecidual comparado ao grupo controle (SF). A avaliação da limpeza das paredes radiculares feita por MEV mostrou melhor eficiência no grupo do NaOCl 5,25% e pior resultado no grupo do NaOCl gel 3% VIM, com menor porcentagem de

túbulos dentinários abertos. Conclusão: **Artigo 1**- Houve a extrusão apical de debris e hipoclorito em todos os grupos experimentais após a instrumentação. Sendo o NaOCl 5,25% o grupo com a maior extrusão de hipoclorito e o grupo do NaOCl gel 3% VIM o com menor extrusão apical comparado aos demais grupos. O NaOCl 5,25% foi o mais citotóxico para os fibroblastos, e o NaOCl 2,5% foi o menos citototóxico, sendo recomendado o seu uso no tratamento endodôntico; **Artigo 2** – O NaOCl 5,25% foi o grupo com maior capacidade de dissolução tecidual e limpeza das paredes dentinarias, seguido pelo grupo NaOCl gel 3% CV.

Palavras-chave: Hipoclorito de Sódio. Extrusão apical. Citotoxicidade. Dissolução.

Gomes LCL. Evaluation of the cleaning capacity and biocompatibility of different irrigation solutions used in endodontics [dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2017.

## **ABSTRACT**

The objectives of this study were: **Article 1** - Analyze the apical sodium hypochlorite (NaOCl) extrusion, debris and its cytotoxicity after the root canals preparation using liquid or gel NaOCl. **Article 2** - Evaluate the tissue dissolution of NaOCl liquid and gel, and its cleaning efficiency of dentin walls after instrumentation; Methods: **Article 1** - The evaluation of the apical extrusion of NaOCl and debris was done by the spectrophotometry of the extruded contents after the biomechanical preparation. Cytotoxicity was evaluated by the cell cultures response of periodontal ligament fibroblasts (PDFL) against extruded irrigation solutions by the XTT test for cell viability analysis. For this, eight teeth were instrumented with Reciproc # 25 and # 40 files (VDW Munich, Germany) and used NaOCl gel and liquid activated by ultrasound. Data were analyzed statistically by the ANOVA test and the statistical differences by the Tukey and Dunn test ( $p < 0.05$ ). **Article 2** - The dissolution of organic matter was carried out using meat cubes of determined size and weight, which were left in contact with 1 mL of samples from the following groups: NaOCl gel 3% (ChlorCid V); NaOCl gel 3% (VIM); NaOCl liquid 2.5%; NaOCl liquid 5.25%; Sterile physiological solution (SP) (control) for a period of 3 min, the fragments were removed and weighed again to quantify the undissolved organic matter. The verification of the cleansing of the canal walls was evaluated through the SEM and the stereomicroscopy for this, eight teeth were instrumented with Reciproc # 25 and # 40 files (VDW Munich, Germany) and used NaOCl gel and liquid activated by ultrasound. Data were analyzed statistically by the ANOVA test and statistical differences by the Tukey test ( $p < 0.05$ ); Results: **Article 1** – Hypochlorite apical extrusion occurred in all groups, and was statistically significant at SP control. The NaOCl 5.25% group had the highest amount of hypochlorite in the samples (4.76  $\mu$ L) and the NaOCl gel 3% VIM the lowest extrusion (2.32  $\mu$ L) was statistically significant. When compared to the 3% NaOCl gel groups, the VIM had lower amount of hypochlorite in the samples, compared to the CV, with statistical relevance. Apical extrusion of debris was present in all groups, being higher in the SP group, but there was no statistical difference between the groups. As for cytotoxicity, all groups were statistically cytotoxic when compared to control (SP); NaOCl 5.25% was the most cytotoxic in all groups. 2.5% NaOCl was the least cytotoxic compared to NaOCl 5.25% and NaOCl 3% VIM gel, being statistically significant; **Article 2** -The NaOCl Liq 5.25% was the one that dissolved organic matter more compared to the other groups, being statistically significant. All groups containing NaOCl were statistically efficient in tissue dissolution compared to the control group (SP). The SEM evaluation showed a better efficiency in the NaOCl 5.25% group and a worse result in the NaOCl gel group 3% VIM, with a lower percentage of open dentinal tubules. Conclusion: **Article 1** - There was the apical extrusion of debris and hypochlorite in all experimental groups after instrumentation. The NaOCl 5.25% group had the highest hypochlorite extrusion and the NaOCl 3% VIM group had the lowest apical extrusion compared to the other groups. NaOCl 5.25% was the most cytotoxic for

fibroblasts, and 2.5% NaOCl was the least cytotoxic, being recommended for endodontic treatment; **Article 2** - NaOCl 5.25% was the group with the greatest capacity for tissue dissolution and cleaning of the dentin walls, followed by the NaOCl group 2.5%

*Keywords: Sodium Hypochlorite. Apical extrusion. Cytotoxicity. Dissolution.*

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico está vinculado à redução da infecção do sistema de canais radiculares (SCR), uma vez que os micro-organismos e seus produtos metabólicos são considerados responsáveis pelas patologias pulpares e periapicais, bem como pelo seu desenvolvimento. Vale ressaltar, que restos de tecido pulpar deixados no interior dos canais radiculares podem servir como fonte de nutrientes para micro-organismos remanescentes, impedindo o efeito antimicrobiano de algumas substâncias químicas auxiliares e medicações intracanal (Mohammadi, Abbot, 2009).

As substâncias químicas auxiliares utilizadas como soluções irrigadoras durante o preparo biomecânico (PBM), além da ação antimicrobiana e solvente tecidual, devem possuir capacidade de lubrificação e limpeza das paredes do canal radicular, permitindo melhor ação da medicação intracanal e adequada união do material obturador às paredes dentinárias (Ari et al., 2004).

Além disto, estas soluções também devem ser biocompatíveis, e possuir características físicas e químicas devido ao contato direto destas substâncias com os tecidos perirradiculares (Scelza et al., 2011).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é uma solução que vem sendo fortemente recomendada na endodontia pelo seu amplo espectro antimicrobiano e por sua capacidade de solubilizar tecido orgânico. As concentrações utilizadas durante a terapia endodôntica variam de 0,25 a 6 % (Basrani, Haapasalo., 2012). O potencial antimicrobiano é proporcional ao baixo pH empregado, e as soluções mais concentradas apresentam maior citotoxicidade aos tecidos periapicais (Spangberg et al., 1973).

A atividade antimicrobiana do NaOCl é devida ao seu baixo pH, interferindo na integridade da membrana citoplasmática com inibição enzimática irreversível, alteração no metabolismo celular e degradação de fosfolípidios através da peroxidase lipídica (Estrela et al., 2002). Por sua vez, a dissolução dos tecidos orgânicos ocorre pela reação de saponificação, quando o hipoclorito de sódio se decompõe em ácidos graxos, proteico e lipídios (Estrela et al., 2002).



Em 1978, Hand et al. avaliaram, in vitro, a ação da dissolução do hipoclorito de sódio sobre tecidos necróticos. Esses autores concluíram que a solução de hipoclorito de sódio 5,25% foi significativamente mais efetiva como solvente tecidual do que as soluções diluídas de hipoclorito de sódio a 0,5, 1 e 2,5%, resultados confirmados por Moorer e Wessenlink (1982).

Entretanto, ao ser extravasado, o hipoclorito de sódio pode causar algumas complicações. Uma vez que possui um pH de aproximadamente 11-12 e, quando em contato com os tecidos vivos apicais e periapicais, promove injúria pela oxidação das proteínas teciduais (Leonardo, Leonardo, 2012).

Durante o a neutralização do sistema de canais radiculares pelas soluções irrigadoras, não só é importante a concentração, mas também o volume utilizado da solução durante o processo. O ato de irrigar, aspirar e inundar, que consiste na circulação do líquido irrigador no interior do canal radicular e no volume da solução irrigadora usado no preparo biomecânico, e de grande importância na limpeza (Leonardo, Leonardo, 2012). Sendo assim, o uso de ultrassom promove maior volume de solução irrigadora, melhorando a capacidade de limpeza e desinfecção dos canais radiculares.

Com a circulação do líquido irrigador em torno do ponta de ultrassom no interior do canal radicular, além de aumentar o volume da solução irrigadora, esta atinge áreas de difícil alcance como istmos e ramificações do sistema de canais, favorecendo a limpeza mais eficiente (Leonardo, Leonardo, 2012).

O ultrassom pode ser utilizado passivamente (irrigação ultrassônica passiva – PUI) e continuamente (irrigação ultrassônica contínua - CUI). Na PUI a solução irrigadora é inserida no canal radicular por uma seringa e após, é ativado pelo ultrassom, seguido de irrigação com uma seringa hipodérmica. Na CUI, durante a ativação ultrassônica a solução irrigadora é renovada constantemente por uma cânula acoplada à peça de mão do aparelho de ultrassom (Gu et al., 2009; Park, 2013).

A limpeza e a desinfecção das paredes dos canais radiculares podem ser mais eficazes com a ativação das soluções irrigadoras pelo ultrassom. Justo (2013) comprovou que ao usar o hipoclorito de sódio 2,5% e clorexidina 2% ativado por ultrassom, leva a maior efetividade na limpeza apical.

As substâncias químicas na forma de solução têm sido associadas a acidentes operatórios como o extravasamento na região apical durante o tratamento endodôntico. Assim estas substâncias tem sido propostas para serem utilizadas na forma gel.

As propriedades mecânicas do gel parecem ser o principal fator para sua escolha como auxiliar químico do preparo do canal radicular. A formulação em gel também pode manter por maior tempo o princípio ativo dos irrigantes em contato com os microrganismos, inibindo o seu crescimento e contribuindo para ação lubrificante durante a instrumentação (Gomes et al., 2001).

Zand et al. (2010) comparou as formas de gel e solução de hipoclorito de sódio usado como irrigante para remoção de smear layer das paredes do canal radicular, e observaram que não houve diferença significativa entre as duas formas, quando associados ao EDTA.

A biocompatibilidade das soluções irrigadoras é um fator fundamental a ser considerado quanto ao seu uso no tratamento endodôntico. Pashley et al. (1985) avaliando o NaOCl em varias diluições, concluíram que a concentração de 1: 1000 causou hemólise completa de células in vitro. Os autores ressaltam ainda que apesar do NaOCl 5% ser comumente utilizado para preparo biomecânico de canais radiculares, sendo altamente eficaz, ele deve ser utilizado com cautela para evitar atingir o periápice e desencadear reações inflamatórias severas.

Os grandes avanços tecnológicos, tem melhorado e facilita o tratamento dos canais radiculares, simultaneamente torna-se relevante a busca de soluções irrigadoras com maior biocompatibilidade e capazes de promover uma limpeza adequada dos sistemas de canais radiculares, já que esta etapa está diretamente relacionada ao sucesso do tratamento endodôntico. Esse trabalho propõe avaliar a biocompatibilidade, capacidade de limpeza das paredes dentinárias e a remoção da *smear layer* promovida pelas soluções irrigadoras ao preparo biomecânico, associadas ao EDTA e a irrigação ultrassônica.

### 3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O sucesso do tratamento endodôntico está vinculado à redução da infecção do sistema de canais radiculares, uma vez que os microrganismos e seus produtos metabólicos são considerados responsáveis pelas patologias pulpare e periapicais, bem como pelo seu desenvolvimento.

As substâncias químicas auxiliares utilizadas como soluções irrigadoras durante o preparo biomecânico, além da ação antimicrobiana e solvente tecidual, devem possuir capacidade de lubrificação e limpeza das paredes do canal radicular, permitindo melhor ação da medicação intracanal e adequada união do material obturador às paredes dentinárias (Ari et al., 2004).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é uma solução que vem sendo amplamente recomendada na endodontia pelo seu amplo espectro antimicrobiano e por sua capacidade de solubilizar tecido orgânico. As concentrações utilizadas durante a terapia endodôntica variam de 0,25 a 6 % (Basrani, Haapasalo., 2012). Embora o potencial antimicrobiano seja proporcional à concentração empregada, soluções mais concentradas apresentam maior dissolução matéria orgânica e maior citotoxicidade aos tecidos periapicais (Spangberg et al., 1973).

A extrusão apical de hipoclorito de sódio (NaOCl) está relacionado diretamente com o sucesso do tratamento endodôntico, pois em contato com os tecidos periapicais, promove injúria pela oxidação de proteínas devido ao pH extremamente alcalino de aproximadamente 11-12 (Hülsmann et al., 2007; Mehdipour et al., 2007; Singh., 2010), além disso, o mesmo é altamente citotóxico as células, sendo que em mínima concentração já ocorre a morte celular (Spangberg et al., 1973; Chang et al., 2001).

Além do extravasamento de soluções irrigadoras para região apical, a extrusão de debris também é uma ocorrência comum durante o tratamento do canal, e nenhum instrumento ou técnica é capaz de resolver completamente esse problema. Os danos aos tecidos periapicais podem surgir com qualquer irritação direcionada a região apical, portanto uma técnica de modelagem ou irrigação deve minimizar o risco de extrusão apical, preservando os tecidos periapicais para que

ocorra o reparo biológico dos mesmos após o tratamento endodôntico (Tanalp, Güngör, 2014).

Dessa forma, ocorreu o surgimento e desenvolvimento de irrigantes com novas formulações como o hipoclorito em gel, na tentativa de evitar e reduzir o extravasamento apical, pois as propriedades mecânicas do gel parecem ser o principal fator para sua escolha como auxiliar químico do preparo do canal radicular. A formulação em gel também pode manter o princípio ativo dos irrigantes em contato com os microrganismos, por mais tempo que a solução, inibindo o seu crescimento e contribuindo para ação lubrificante durante a instrumentação (Gomes et al., 2001).

Zand et al. (2010) comparou as formas de gel e solução de NaOCl usado como irrigante para remoção de smear layer das paredes do canal radicular, e observou que não houve diferença significativa entre as duas formas. Podendo ser utilizado o NaOCl em forma de gel em casos de ápices incompletos e reabsorções, evitando então seu extravasamento para região periapical.

A extrusão apical de NaOCl e debris tem sido estudada por muitos autores na literatura, Chapman et al. (1968) foram os primeiros a verificar a extrusão do material infeccioso do sistema de canais radiculares durante a instrumentação. Em 1975, Van de Visse e Brilliant compararam a extrusão apical de debris em canais radiculares com ou sem irrigação. Os resultados mostraram que a irrigação foi um procedimento que facilitou a extrusão de debris intracanal para região periapical e que a instrumentação sem o uso de irrigantes resultou em nenhuma extrusão. Os autores também afirmaram que a quantidade de debris foi correlacionada com o comprimento do canal radicular.

Tinaz et al. (2005), em seu estudo avaliaram a extrusão apical de debris e NaOCl, comparando a instrumentação manual e a rotatória, variando o diâmetro de patência em 0,2 mm e 0.4 mm, o conteúdo extruído foi coletado e mensurado. Ambas as técnicas de instrumentação extruíram apicalmente os materiais sendo que a quantidade do mesmo foi maior com o aumento do diâmetro de patência.

Em 2009, Camões et al., avaliaram a quantidade de NaOCl extruído apicalmente antes e após o desbridamento foraminal. Os autores concluíram que não houve extrusão de irrigante previamente ao desbridamento, porém após o mesmo, ocorreu extrusão de hipoclorito de sódio em todos os dentes, comprovando a facilidade de extrusão do irrigante mesmo em forames de menor diâmetro.

Mitchell et al. (2010) avaliaram a extrusão apical de NaOCl através do indicador de púrpura de m-creosol em dentes irrigados utilizando com agulhas de 27 diâmetro e o sistema EndoVac. Com a presença da irrigante o indicador de pH alterava sua coloração e fotos foram tiradas para mensurar a quantidade de irrigante extruído. Os resultados comprovaram que houve menos extrusão de NaOCl quando usado o sistema EndoVac.

Rodriguez - Figueroa et al. (2014) em seu estudo também analisaram a quantidade de hipoclorito de sódio extruído apicalmente após a irrigação usando três sistemas distintos. Irrigação ultrassônica passiva (PUI), EndoVac (EV) e irrigação com seringa. Eles concluíram que a o método de quantificação por espectrofotometria é bem sensível e confiável, e que a extrusão de irrigante foi mínima, sendo que o uso de uso de PUI e EV é mais seguro para evitar o extravasamento de hipoclorito de sódio apicalmente.

Quanto a extrusão apical, a quantificação do NaOCl (líquido e gel) extravazado, foi possível pelo uso de um indicador de pH, a púrpura de m-cresol, capaz de detectar mínimas quantidades de NaOCl, causando alteração da cor das amostras, sendo mais sensível em um intervalo de pH de 7,4 a 9,6, e que quanto maior a quantidade presente, mais violeta torna-se a amostra, intensificando a cor, e conseqüentemente a absorbância ao ser levado para leitura em espectrofotômetro.

Os resultados obtidos neste estudo, comprovaram que ocorreu maior extrusão de NaOCl líquido do que gel, sendo que a maior extrusão foi verificada no grupo do NaOCl liq 5,25% e a menor extrusão foi o NaOCl gel 3% VIM, no entanto, a quantidade de debris foi semelhante em todos os grupos. Foi possível avaliar a influência da viscosidade do NaOCl na extrusão apical do mesmo, de forma que os grupos sob a forma gel, tiveram menor quantidade de hipoclorito extruído, mesmo sendo ativados por ultrassom. Resultados semelhantes ao encontrado no trabalho de Rodriguez - Figueroa et al., (2014), entretanto eles não avaliaram o NaOCl gel, nem a extrusão de debris e sua citotoxicidade, da forma realizada por nós nesse trabalho.

Há muitos estudos utilizando distintas metodologias para quantificação de debris apicalmente, neste presente estudo trazemos um modelo para quantificação através da espectrofotometria, sendo mais sensível a mensuração de debris. O

aumento da absorvência da amostra está relacionado ao aumento de debris presente.

Além da quantificação e análise do conteúdo extruído, a biocompatibilidade das soluções irrigadoras é um fator determinante e fundamental para utilização das mesmas, a fim de que não ocorra nenhum dano as células do tecido periapical, durante o tratamento endodôntico.

Existem diversos relatos na literatura de complicações devido à injeção inadvertida de hipoclorito de sódio além do forame apical (Behrents et al.,2012; Crincoli et al., 2008).

Os primeiros estudos sobre a toxicidade das soluções irrigadoras começaram por volta da década de 70. Spangberg et al. (1973) concluíram que a concentração de 0,5 % de hipoclorito de sódio possui a menor toxicidade celular, e reduzidas propriedades antimicrobianas quando comparado com a concentração elevada de 5% a qual possui alta citotoxicidade e maior propriedade antimicrobiana.

Pashley et al., (1985) avaliaram através de três modelos biológicos diferentes a toxicidade do hipoclorito de sódio sob várias diluições. Eles concluíram que a concentração de 1: 1000 causaram hemólise completa de células in vitro. Apesar do uso de NaOCl 5% para preparo biomecânico de canais radiculares seja um procedimento clinicamente aceitável e altamente eficaz, ele deve ser utilizado com cautela para evitar que ele atinja o periápice onde possa desencadear reações inflamatórias severas.

Barnhart et al. (2005) em seu estudo avaliaram in vitro a citotoxicidade de várias soluções irrigadoras em fibroblastos da gengiva humana. As células foram cultivadas em meio DMEM suplementadas com soro fetal bovino e expostas aos diferentes irrigantes. Concluíram que as soluções de iodado de potássio e hidróxido de cálcio foram menos tóxicas que o hipoclorito aos fibroblastos da gengiva humana.

Em 2009 Fidalgo et al., estudaram a citotoxicidade do hipoclorito de sódio em concentrações crescentes de 0,5; 1,0; 2,5 e 5,25% sobre uma cultura de células de osteoblastos humanos (linhagem HOB). Os autores observaram que células viáveis não foram encontradas, e a cinética de citotoxicidade seguiu tendência dependente da concentração.

O trabalho realizado por Marins et al. (2012) comprovou que o contato do hipoclorito de sódio 2,5 % e 5 % resultou em efeitos citotóxicos significativos em células de fibroblastos murinos.

O NaOCl possui alta citotoxicidade para os tecidos periapicais, mesmo em mínima concentração, já é capaz de causar morte celular. Nossos resultados mostram que o NaOCl 5,25 % é o mais citotóxico e que a toxicidade é diretamente proporcional a concentração, independente da quantidade extruída, resultados também encontrados por outros autores (Spangberg et al., 1973; Pashley et al., 1985; Heling et al., 2001).

Este presente trabalho comprovou que o NaOCl sob a forma gel, apesar de extrair menor quantidade de irrigante, foi altamente tóxico, devido sua concentração de 3%. Já o NaOCl líq 2,5% foi o que mais se aproximou do controle, com maior viabilidade celular, mesmo tendo maior conteúdo extruído apicalmente, logo, a viscosidade do NaOCl não influenciou na redução da citotoxicidade do mesmo, pois é provável que o veículo presente nestas formulações possam impedir a solubilização do NaOCl, e segundo Gomes et al. (2001) a formulação em gel mantém os irrigantes em contato com as paredes dos canais por mais tempo, isso pode potencializar o efeito tóxico do mesmo quando presente na região apical.

A capacidade de limpeza e dissolução tecidual do NaOCl sobre tecidos orgânicos demonstram a sua efetividade de limpeza no tratamento dos sistemas de canais radiculares. Sendo que, o mesmo tem por função promover a eliminação dos tecidos pulparem ou necróticos, principalmente de locais de difícil acesso aos instrumentos endodônticos.

Em 1978, Hand et al. avaliaram in vitro o efeito da concentração do hipoclorito de sódio sobre a dissolução dos tecidos necróticos. Esses autores concluíram que a solução de NaOCl 5,25% foi significativamente mais efetiva como solvente tecidual do que as soluções diluídas a 0,5%, 1% e 2,5 %, resultados confirmados por Moorer e Wessenlink em 1982.

Nakamura et al. (1985), observaram maior velocidade de dissolução de matéria orgânica na concentração de 10% de hipoclorito de sódio. E, Siqueira et al., (2005) avaliaram a dissolução de polpas bovinas em NaOCl em diferentes concentrações e valores de pH - sob duas temperaturas, comprovando que as soluções de hipoclorito de sódio sofrem influência de pH, temperatura e

concentração, quanto maior esses valores, maior será a capacidade de dissolução de matéria orgânica.

Em 2010, Cobankara et al., analisaram por meio da quantificação da diferença dos pesos das amostras de tecido pulpar bovino, a efetividade de dissolução tecidual do hipoclorito de sódio e dióxido de cloro. As amostras foram pesadas previamente, e em seguida imersas em cada solução por 20 minutos, depois, deixadas para secagem e novamente pesadas. Ambas as soluções foram capazes de dissolver o tecido pulpar bovino, porém não houve diferença estatística entre elas.

O trabalho feito por Valença. et al. (2011) concluiu que houve diferença significativa entre as concentrações de 1% e 2,5% de NaOCl na dissolução do tecido conjuntivo e muscular de ratos, utilizando a titulometria do teor de cloro ativo presente nas amostras.

Taneja et al. (2014) em seu estudo in vitro avaliaram diferentes soluções irrigadoras contendo hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio e dióxido de cloro em diferentes concentrações, quanto a sua efetividade na dissolução tecidual. O hipoclorito de sódio em ambas concentrações (5% e 2,5%) foi o que obteve melhor efetividade na dissolução tecidual em menor tempo.

Em 2015, Pitome et al. também analisaram a capacidade de dissolução do hipoclorito de sódio em distintas concentrações (1%, 2,5% e 5%) sob polpas bovinas. Os autores mostraram que há diferenças significantes na velocidade de dissolução do hipoclorito de sódio, nas concentrações testadas, sendo que a mesma torna-se mais rápida com o aumento da concentração.

Em relação a capacidade de limpeza e dissolução tecidual do NaOCl, os resultados obtidos por nosso estudo, mostram que o NaOCl liq 5,25% foi o que obteve maior capacidade de dissolução tecidual e limpeza das paredes do canal radicular, com maior porcentagem de tubúlos dentinários abertos por mm<sup>2</sup>.

Ao ser comparado o NaOCl gel 3% CV e o NaOCl gel 3% VIM, ambos obtiveram boa dissolução tecidual, porém ao ser analisado em MEV, o grupo CV possibilitou melhor limpeza, com maior porcentagem de túbulos abertos, diferentemente do VIM o qual devido a sua alta viscosidade, ficou aderido as paredes do canal radicular, cobrindo os túbulos, tendo o menor percentual de limpeza entre os grupos experimentais.



Não existe na literatura um trabalho analisando a dissolução tecidual e a limpeza do NaOCl gel 3% CV e do VIM, o qual foi realizado por nós neste estudo. O NaOCl gel 3% VIM, apesar de obter boa dissolução tecidual, é extremamente viscoso, sendo difícil a sua remoção de dentro do canal radicular. Entretanto o NaOCl gel 3% CV pode ser uma opção nos casos de dentes com reabsorções e forames amplos, devido sua boa capacidade de limpeza e pouca extrusão apical.

Com este estudo podemos avaliar a importância de se evitar ou reduzir a extrusão apical do NaOCl durante a irrigação, já que o mesmo, em pequenas quantidades é altamente tóxico, e o uso do NaOCl gel reduz a extrusão apical, porém a toxicidade permanece inalterada, sendo diretamente proporcional a concentração. Logo deve-se utilizar um irrigante que proporcione uma boa desinfecção do sistema de canais radiculares, complementando com a ativação ultrassônica afim de proporcionar melhor limpeza, porém em baixa concentração, já que a presença de NaOCl nos tecidos periapicais pode ocasionar dor e inflamação pós-operatória, interferindo no sucesso do tratamento endodôntico.

## REFERÊNCIAS\*

Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod.* 2004 Nov; 30(11):792-9

Barnhart BD, Chuang A, Lucca JJ, Roberts S, Liewehr F, Joyce AP. An in vitro evaluation of the cytotoxicity of various endodontic irrigants on human gingival fibroblasts. *J Endod.* 2005 Aug;31(8):613-5.

Basrani Bettina, Haapasalo Markus. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Top* 2012;27(1):74–102. Doi: 10.1111/etp.12031.

Behrents KT, Speer ML, Noujeim M. Sodium hypochlorite accident with evaluation by cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2012;45(5):492-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.02009.x>

Camões ICG, Salles MR, Fernando MVM, Freitas LF, Gomes CC. Relationship between the size of patency file and apical extrusion of sodium hypochlorite. *Indian J Dent Res.* 2009 Oct-Dec; 20(4):426-30. doi: 10.4103/0970-9290.59443.

Chang Yu-Chao, Huang Fu-Mei, Tai Kuo-Wei, Chou Ming-Yung. The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine on cultured human periodontal ligament cells. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* 2001;92(4):446–50. Doi: 10.1067/moe.2001.116812.

Chapman CE, Collee JG, Beagrie GS A preliminary report on the relation between apical infection and instrumentation in endodontics. *J British Endod* 1968; 12(7):7-11

Crincoli V, Scivetti M, Di Bisceglie MB, Pilolli GP, Favia G. Unusual case of adverse reaction in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment: a case report. *Quintessence Int.* 2008;39(2):e70-3.

Cobankara FK, Ozkan HB, Terlemez A. Comparison of organic tissue dissolution capacities of sodium hypochlorite and chlorine dioxide. *J Endod.* 2010 Feb;36(2):272-4. doi: 10.1016/j.joen.2009.10.027.

Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J.* 2002;13(2):113-7.

Fidalgo TKS, Barcelos R, Petrópolis DB, Azevedo BR, Primo LG, Silva Filho FC. Citotoxicity of different amounts of sodium hypochlorite on human cultured osteoblastos. *RGO*, 2009; 57(3):317-21.

\* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 04 nov 2015; acesso em 25 jan 2017]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

Gomes B P, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*. 2001 Sep;34(6):424-8.

Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*. 2009 Jun;35(6):791-804. doi: 10.1016/j.joen.2009.03.010.

Hand RE, Smith ME, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod*. 1978;4(2):60-4.

Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*. 2010;54(2):291-312. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cden.2009.12.001>

Heling I, Rotstein, CD, Szwec-L, Steinberg D. Bactericidal and Cytotoxic Effects of Sodium Hypochlorite and Sodium Dichloroisocyanurate Solutions In Vitro. *J Endod*. 2001 April 27;(4):278–80

Justo AM. Estudo in vitro da efetividade de diferentes protocolos de irrigação final para remoção de detritos e lama dentinária do terço apical dos canais radiculares. [Dissertação]. Porto Alegre : Universidade federal do Rio Grande do Sul; 2013.

Marins JS, Sassone LM, Fidel SR, Ribeiro DA. In vitro genotoxicity and cytotoxicity in murine fibroblasts exposed to EDTA, NaOCl, MTAD and citric acid. *Braz Dent J*. 2012;23(5):527-33. doi : <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402012000500010>

Leonardo MR, Leonardo RT. Tratamento de canais radiculares: avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora. São Paulo : Artes Médicas; 2012.

Mitchell RP, Yang S, Baumgartner JC. Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod*. 2010 Feb;36(2):338-41. doi: 10.1016/j.joen.2009.10.003.

Mohammadi Z, Abbot PV. On the local applications of antibiotic based agents in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*. 2009;42(7):555-67. doi: 10.1111/j.1365-2591.2009.01564.x. Epub 2009 May 8.

Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J*. 1982; 15:187-96.

Nakamura H, Asai K, Fujita H, Nakazato H, Nishimura Y, Furuse Y, et al. The solvent action of sodium hypochlorite on bovine tendon collagen, bovine pulp, and bovine gingiva. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1985 Sep;60(3):322-6. [http://dx.doi.org/10.1016/0030-4220\(85\)90317-2](http://dx.doi.org/10.1016/0030-4220(85)90317-2). PMID:3862046

Nör J, Peters MC, Christensen JB, Sutorik MM, Linn S, Khan MK, et al. Engineering and characterization of functional human microvessels in immunodeficient mice. *Lab Invest.* 2001;81(4):453-63.

Park E. Ultrasonics in endodontics. *Endodontic Topics* 2013; 2(9):125-159.

Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J. Endod* 1985 Dec;11(12):525–8. doi: [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(85\)80197-7](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(85)80197-7)

Pitome A W, Cruz ATG, Heck AR, et al. Avaliação da capacidade de dissolução de tecido pulpar bovino pelo hipoclorito de sódio em diferentes concentrações. *Rev Odontol Da UNESP* 2015;44(6):351–4. Doi: 10.1590/1807-2577.0063.

Rodríguez-Figueroa C, McClanahan SB, Bowles WR. Spectrophotometric determination of irrigant extrusion using passive ultrasonic irrigation, EndoActivator, or syringe irrigation. *J Endod.* 2014 Oct;40(10):1622-6. doi: 10.1016/j.joen.2014.03.017

Scelza MZ, Linhares AB, da Silva LE, Granjeiro JM, Alves GG. A multiparametric assay to compare the cytotoxicity of endodontic sealers with primary human osteoblasts. *Int Endod J.* 2011 Jan;45(1):12-8. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01941.x

Singh PK. Root canal complications: “the hypochlorite accident”. *SADJ* 2010;65(9):416–9.

Siqueira EL, Santos M, Bombana AC. Dissolução de tecido pulpar bovino por duas substâncias químicas do preparo do canal radicular. *RPG Rev Pós Grad.* 2005 Jul-Set;12(3):316-22.

Spangberg L, Engstrom B, Langeland K. Biological effects of dental materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973 Dec;36(6):856-71.

Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J.* 2014 Mar;47(3):211-21. doi: 10.1111/iej.12137.

Taneja S, Mishra N, Malik S. Comparative evaluation of human pulp tissue dissolution by different concentrations of chlorine dioxide, calcium hypochlorite and sodium hypochlorite: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2014 Nov;17(6):541-5. doi: 10.4103/0972-0707.144590.

Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoglu G (2005) The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.* 2005 Jul;31(7):533-5.

Ulusoy Öl, Savur IG, Alaçam T, Çelik B. The effectiveness of various irrigation protocols on organic tissue removal from simulated internal resorption defects. *Int Endod J.* 2018 Mar;51(3):259-385 doi: 10.1111/iej.12919

Valença CP, Silva MB, Anele AJ, Haragushiku GA, Tomazinho FSF, Leonardi DP, Baratto Filho F. Evaluation of capacity of tissue dissolution of various solutions of sodium hypochlorite in connective and muscle tissue of rats. *Odonto*. 2011;19(37):55-62

Van de Visse J, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod*. 1975;1:243–6.

Zand V, Lotfi M, Rahimi S, Mokhtari H, Kazemi A, Sakhamanesh V. A comparative scanning electron microscopic investigation of the smear layer after the use of sodium hypochlorite gel and solution form as root canal irrigants. *J Endod*. 2010July;36(7):1234-7.