



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE  
ARARAQUARA**

**GISSELLE MORAIMA CHÁVEZ ANDRADE**

**EFICÁCIA DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA NA LIMPEZA E  
ELIMINAÇÃO DE *ENTEROCOCCUS FAECALIS* DOS CANAIS RADICULARES**



**ARARAQUARA**

**2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA**

**GISSELLE MORAIMA CHÁVEZ ANDRADE**

**EFICÁCIA DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA NA LIMPEZA  
E ELIMINAÇÃO DE *ENTEROCOCCUS FAECALIS* DOS CANAIS  
RADICULARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, Área de Endodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

**Orientadora:** Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

ARARAQUARA

2012

Chávez-Andrade, Gisselle Moraima

Eficácia da irrigação ultrassônica passiva na limpeza e eliminação de *Enterococcus faecalis* dos canais radiculares / Gisselle Moraima Chávez Andrade.-- Araraquara: [s.n.], 2012.  
87f . ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Odontologia

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

1. Endodontia 2. Enterococcus faecalis 3. Hipoclorito de sódio  
4. Técnicas microbiológicas 5. Tecnologia radiológica 6. Ultrassom  
I. Título

**GISSELLE MORAIMA CHÁVEZ ANDRADE**

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

2º Examinador: Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

3º Examinador: Prof. Dr. Celso Luiz Caldeira

Araraquara, 21 de março de 2012

## DEDICATÓRIA E AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A *Deus*, pela minha vida e pela sua infinita misericórdia.

À *Maria, Nossa Senhora e Mãe*, por interceder por mim junto a Deus, pela sua benção e por me proteger de todos os males.

À minha adorada filha, minha *Nicolle*, meu motor, minha vida, por estar comigo nesta jornada, pela sua especial companhia, pela força que me deu para não desistir. Muita obrigada pela sua paciência e por aguentar firme minha ausência em alguns momentos nestes últimos anos.

Aos meus amados pais, *Alberto e Moraima*, pelo seu amor, carinho, apoio e alento em todos meus anos de estudo, por não deixar que eu desista dos meus sonhos.

À minha querida irmã, *Rocio*, por me apoiar incondicionalmente nestes últimos anos, por ser mais que uma tia para minha Nicolle, por cuidar de nós com devoção, sem você não teria como realizar este sonho.

Ao meu cunhado, **Marcelo**, por me receber em sua casa, pelo carinho de irmão, pelo seu apoio, por cuidar da minha Nicolle e dar-nos tudo desde que chegamos ao Brasil, sem sua ajuda não estaria aqui agora.

À minha sobrinha e afilhada **Graziella**, pelo seu carinho e companhia, por compartilhar sua vida com nós de forma tão especial.

À minha avó, **Analia**, muito obrigada pela sua dedicação e amor, sempre me apoiando, durante toda a minha vida, sei que no céu continua a me abençoar e rogando a Deus por mim. Gracias abuelita, te amo.

À minha prima **Ângela**, pela sua sabedoria e conselhos, pelo seu carinho para com todos nós, sempre torcendo por mim, você nunca duvidou que eu estaria aqui agora, muito obrigada, sei que mesmo no céu continua torcendo por mim e intercedendo junto a Deus por todos nós.

Ao meu primo **José**, pelo apoio constante, sempre preocupado com o nosso futuro, por nos oferecer tua casa em Guaratinguetá desde minha chegada ao Brasil. Muito obrigada.

À família do meu cunhado, **Sr. Silvio, Dona Conceição, Silvinho e Michelle**, muito obrigada pelo carinho e acolhida.

À minha madrinha, *Siria*, por ser mais que uma tia, sempre comigo, me apoiando em todos os momentos da minha vida e em meus estudos, obrigada por acreditar, junto comigo, em meus sonhos.

Aos meus afilhados, *Victor Hugo e Ivonne*, por serem meus anjinhos, lembrar de vocês com carinho, me dava muita força e alegria.

À minha prima, *Cinthy*, por ter deixado sua agitada vida em Lima para estar aqui comigo neste dia tão especial para nós, amo muito você e agradeço pelo carinho de irmã.

*A toda minha família*, que sempre me apoiou, e apesar da distância, senti que estavam comigo, nos meus momentos bons e nos difíceis, dando-me forças para continuar e não desistir, sempre presentes e agora estou aqui graças a vocês.

À *Dona Hilda e Sr. Natalino*, por serem meus pais adotivos aqui em Araraquara e avós para a minha filha, muito obrigada por tudo o que fizeram por mim, eu os amo muito e nunca me esquecerei de vocês.

*A todos os meus vizinhos de Santa Angelina*, que foram como minha família aqui, muito obrigada a todos, estarão sempre presentes no meu coração.

À *Dona Adelaide e Sr. Mário*, obrigada por tudo.

À *Dona Fátima, Dona Zanilda e Dona Vera*, por serem como anjos nas nossas vidas, obrigada por cuidar da Nicolle nestes anos do mestrado, que Deus continue abençoando vocês.

À *Renata, Gil, Socorro, Patrícia, Sagrario, Dona Titi, Dona Cristina, Dona Célia, Karina, Maria Inês, Rosana, Rita, Regina, Dona Nice, Roberto e Gláucia*, pessoas de bom coração que em algum momento cuidaram da minha Nicolle durante o mestrado.

À *Dona Iara e Dona Leliana*, diretoras das escolas da Nicolle que me ajudaram muito, assim como a todas as professoras, sem a ajuda de vocês não estaria aqui, Deus as abençoe nesta sublime tarefa.

À *Renata Crespi*, muito obrigada por todo o que você fez pela minha Nicolle.

Ao *Padre Emílio Carlos Mancini*, pelas mensagens de amor, paz e esperança, que me deram forças e vontade de continuar na luta, assim como meu agradecimento as ministras da eucaristia e catequistas da Paróquia *Santa Ângela de Mérici*.



## AGRADECIMENTOS

À *Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)*, na pessoa de seu Magnífico Reitor Prof. Dr. Herman Jacobus Cornelis Voorwald e vice-reitor Prof. Dr. Julio Cezar Durigan.

À *Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP*, na pessoa do seu Diretor Prof. Dr. José Cláudio Martins Segalla e vice-diretora Profa. Dra. Andréia Affonso Barreto Montandon.

Ao *Departamento de Odontologia Restauradora* da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, representado pelo Chefe de Departamento Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Júnior e vice-chefe Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Vilella Berbert.

Ao *Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Área de Endodontia*, coordenado pelo Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho, pelo apoio constante desde minha chegada. Muito obrigada pelo carinho, compreensão e confiança depositada em mim.

À *Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru*, pela orientação e apoio constante durante o desenvolvimento do curso. Foi uma

experiência muito boa ser sua orientada e só tenho que lhe agradecer. Para você minha admiração e respeito.

Aos *docentes do Departamento de Odontologia Restauradora* da Faculdade de Odontologia de Araraquara, em especial aos professores da disciplina de Endodontia, *Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Vilella Berbert, Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho, Profa. Dra. Gisele Faria, Prof. Dr. Renato de Toledo Leonardo e Prof. Dr. Milton Carlos Kuga*, pela linda convivência e pelo carinho. Obrigada pelo apoio e pelos conhecimentos dados durante o curso que com certeza serão valiosos para minha formação profissional.

Aos *funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora* desta Faculdade, Creusa, Diva, Conceição, Cida, Marinho, Denise, Nelly, Vanderlei, Rosângela e Priscila. Muito obrigada pela amizade, permanecerão para sempre no meu coração.

Aos *funcionários da Seção de Pós-Graduação*, Mara, Alexandre e Sergio, pela ajuda, paciência e simpatia. Obrigada por ficarem sempre a disposição.

Aos *docentes do Departamento de Diagnóstico e Cirurgia*, em especial às professoras da disciplina de Diagnóstico Bucal da Faculdade de Odontologia de Araraquara, *Profa. Dra. Cláudia Maria Navarro, Profa. Dra.*

*Elaine M. Sgavioli Massucato, Profa. Dra. Maria Regina Sposto e Profa. Dra. Miriam Aparecida Onofre*, pelo carinho com que me trataram desde minha chegada à faculdade e pelo treinamento recebido para poder enfrentar a pós-graduação com sucesso. Muito obrigada pela amizade, foram minha família.

Aos *estagiários, bolsistas FUNDAP e funcionários do Departamento de Diagnóstico e Cirurgia* da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Nilva, Evelyn, Karla, Viviane, Daniela, Cliciane, Odete, Isabela, Antônio, Dona Maria, Edineide e Maria José “Zezé”, pela agradável convivência. À *Rosimeire Cincerre Pipoli*, que é para mim uma pessoa muito especial, muito obrigada por todo o apoio que recebi de você e da sua família.

Ao *Prof. Dr. Cleverton Roberto de Andrade*, pela amizade e carinho, por sempre torcer por mim e me incentivar para continuar nos projetos nos quais participamos juntos. Muito obrigada.

Aos *docentes do Departamento de Reabilitação Oral* da Faculdade de Odontologia de Araraquara, *Profa. Dra. Regina H. B. Tavares da Silva, Prof. Dr. João Arioli e Prof. Dr. José Mauricio N. S. Reis*.

Aos *funcionários da Biblioteca*, Ceres, Marley, Adriano, Inês, Silvia, Eliane e Disleide, pelo auxílio nas pesquisas bibliográficas.

Aos *funcionários da Seção de Esterilização*, sempre amáveis e prestes a me ajudar.

À *Malu Scaglia*, funcionária da Clínica de Prótese, pela sua amizade e carinho durante estes anos de agradável convivência.

Aos *colegas de Pós-Graduação (Nível Mestrado)*, Camila “*minha Camis*”, Rosymere, Flávia, Rafael, Natália, Matheus, Ana Carolina, Geraldine, Naiana, Renata, Roberta Farac, e Santiago, pela maravilhosa convivência e aprendizado. Minha eterna gratidão por tudo o que representam para mim, nunca me esquecerei de vocês.

Aos *colegas de Pós-Graduação (Nível Doutorado)*, Raqueli “*a Raqualis*”, Paula, Adriana, Arnaldo, Alana, Loise, Ana Livia, Carolina, Regina, Érica, Guilherme “*Xis*”, Rodrigo e Sérgio, pela convivência, amizade e companheirismo. Para *Norberto Batista de Faria Jr*, obrigada pela colaboração no desenvolvimento da parte experimental do capítulo I desta dissertação e pela disponibilidade para me ajudar sempre. Ao meu grande amigo *Arturo Aranda*, obrigada pelo apoio, por estar comigo “*en las buenas y en las malas*” e por me permitir trabalhar com você, foi um ótimo aprendizado.

Um especial agradecimento para *Roberta Bosso* “*Robertinha*” e *Ariele Patricia Rabello*, eu não tenho palavras para agradecer vocês por todo o

que representam para mim, mais que minhas amigas, foram irmãs, e tias para Nicolle, com o amor e apoio de vocês, tudo ficou muito mais fácil. Muito obrigada por ser mais que colegas, foram para nós o mais próximo de *uma família*. Eu amo muito vocês, permanecerão no meu coração para sempre. Minha eterna gratidão, amigas queridas.

Aos *colegas de Pós-Graduação de outras áreas*, Kely, Aliny, Matheus Bandéca e Mateus Tonetto (Dentística), Fabiano e Margareth (Odontopediatria), Daniela (Ortodontia), Bruna, Tatiana, Ana Paula, Antonio Almeida e Felipe Abi Rached (Reabilitação Oral), Telma, Fabiana, Felipe e Sabrina (Periodontia), pelo carinho, amizade e ajuda. Adorei conhecer vocês.

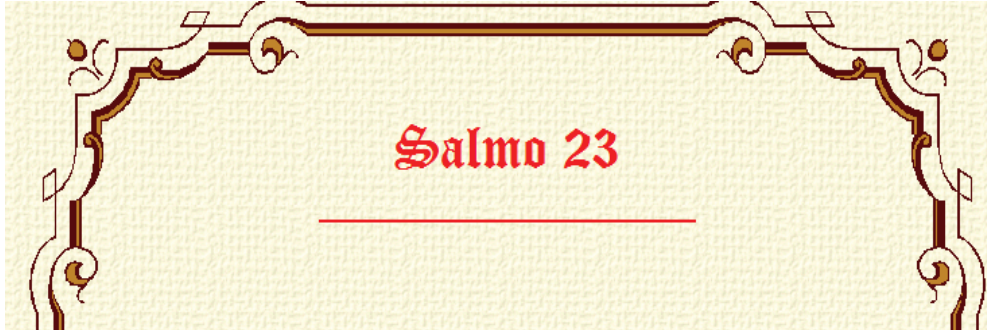
A *CAPES* pela concessão da bolsa de estudos.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, os mais sinceros agradecimentos.

## **DADOS CURRICULARES**

### ***GISSELLE MORAIMA CHÁVEZ ANDRADE***

NASCIMENTO	25.01.1972 – Jesus Maria, Lima - Peru
FILIAÇÃO	Máximo Pío Alberto Chávez Pérez Moraima Alicia Andrade Elcorrobarrutia de Chávez
1990 – 1996	Graduação em Odontologia na Universidad Particular de San Martín de Porres (USMP), Lima - Peru.
1997	Bachiller em Odontologia (USMP), Lima – Peru.
1998	Título de Cirurgiã-Dentista (USMP), Lima – Peru.
2007 – 2008	Aperfeiçoamento em Endodontia na Fundação Araraquarense de Ensino e Pesquisa em Odontologia (FAEPO), Araraquara, SP - Brasil.
2008 – 2009	Pós-graduação em Odontologia – Área de Endodontia, nível de Mestrado (aluna especial), na Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista – UNESP.
2010 – 2012	Pós-graduação em Odontologia – Área de Endodontia, nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista – UNESP.
ASSOCIAÇÕES	SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisa em Odontologia. IADR – International Association for Dental Research.



O Senhor é o meu Pastor, nada me faltará.

Deitar-me faz em verdes pastos,  
guia-me mansamente às águas tranquilas,

Refrigera a minha alma,  
guia-me pelas veredas da justiça por amor do seu nome,

Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte  
não temeria mal algum, porque tu estás comigo,  
a tua vara e o teu cajado me consolam,

Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus  
inimigos,  
unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda,

Certamente que a bondade e a misericórdia  
me seguirão todos os dias de minha vida,  
e habitarei na casa do Senhor por longos dias.

**Amém**

Salmo de Davi

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	17
<b>ABSTRACT</b>	20
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	23
<b>2 PROPOSIÇÃO</b>	27
<b>3 CAPÍTULO I</b>	28
3.1 Resumo	28
3.2 Introdução	29
3.3 Material e Método	31
3.4 Resultados	36
3.5 Discussão	38
3.6 Referências	41
<b>4 CAPÍTULO II</b>	46
4.1 Resumo	46
4.2 Introdução	47
4.3 Material e Método	49
4.4 Resultados	53
4.5 Discussão	54
4.6 Conclusão	57
4.7 Referências	58



<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	64
<b>REFERÊNCIAS</b>	68
<b>APÊNDICE</b>	80
<b>ANEXO</b>	87

Chávez Andrade GM. Eficácia da irrigação ultrassônica passiva na limpeza e eliminação de *Enterococcus faecalis* dos canais radiculares. [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2012.

## **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da Irrigação Ultrassônica Passiva (IUP) na limpeza e eliminação *Enterococcus faecalis* de canais radiculares, em comparação à Irrigação Manual Convencional (IMC). O estudo foi dividido em dois capítulos. No capítulo I, foram utilizadas raízes de 75 dentes unirradiculados humanos extraídos. Após o preparo biomecânico, os espécimes foram divididos em cinco microplacas de cultura e esterilizados em óxido de etileno. Os canais radiculares foram contaminados com *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) e incubados a 37°C durante 21 dias. As microplacas com os espécimes foram divididas em cinco grupos de acordo com o protocolo de irrigação utilizado (n=15): G1- IUP com solução salina; G2- IUP com NaOCl 1%; G3- IMC com solução salina; G4- IMC com NaOCl 1%; G5- controle (sem irrigação). Foram realizadas três coletas microbiológicas: inicial (após 21 dias de contaminação do canal), imediatamente após irrigação e final (após 7 dias dos tratamentos realizados). Após diluições decimais seriadas e semeadura, foi determinado o número de unidades formadoras de colônia por mililitro de solução (UFC/mL). No capítulo II, foram utilizadas raízes de dentes artificiais unirradiculados. Após o

preparo dos canais radiculares, foram realizados quatro canais laterais nos terços apical e médio da raiz, nas superfícies vestibular e lingual. Posteriormente, os canais foram preenchidos com uma solução de contraste radiológico. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em três grupos de acordo com o protocolo de irrigação (n=08): GI- IMC com agulha 30G, GII- IUP1 com fluxo intermitente, GIII- IUP2 com fluxo contínuo. Antes e após irrigação, os dentes foram radiografados no sentido proximal utilizando um sistema radiográfico digital. As áreas do canal radicular e canais laterais simulados antes (preenchido pelo contraste) e após irrigação (remanescente do contraste) foram mensuradas por meio do programa Image Tool 3.0. Os dados obtidos nos dois experimentos foram analisados por meio dos testes ANOVA e Tukey, com nível de significância de 5%. Na avaliação antimicrobiana, a coleta pós-irrigação não mostrou diferença estatisticamente significativa entre G1 e G3 nem entre G2 e G4 ( $p>0,05$ ), mas G2 e G4 mostraram uma contagem inferior de UFC/mL comparado aos demais grupos ( $p<0,05$ ). Houve diferença estatisticamente significativa entre a coleta inicial e pós-preparo e entre pós-preparo e a final ( $p<0,05$ ) em todos os grupos, exceto no grupo controle. Na coleta final, todos os grupos apresentaram valores similares aos da coleta final. No teste avaliando a capacidade de limpeza, não houve diferença significativa entre os grupos na remoção da solução de contraste do canal radicular principal mostrando porcentagem de limpeza similar ( $p>0,05$ ). Nos canais laterais simulados, os resultados não mostraram diferenças significativas entre os grupos no terço médio ( $p>0,05$ ). No terço apical, o grupo IUP1 mostrou-se superior, obtendo maior porcentagem de limpeza quando

comparado ao grupo de IMC com diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Conforme as metodologias empregadas, pode-se concluir que a IUP e IMC associada à NaOCl a 1% contribui para diminuição da contaminação sem eliminar completamente de *E. faecalis* do sistema de canais radiculares. Quanto à remoção da solução de contraste dos canais radiculares e canais laterais simulados, a IUP com fluxo intermitente promoveu maior limpeza de canais laterais simulados no terço apical comparada à IMC.

**Palavras-chave\*:** Endodontia. *Enterococcus faecalis*. Hipoclorito de Sódio. Técnicas Microbiológicas. Tecnologia Radiológica. Ultrassom.

\* Conforme Descritores em Ciências da Saúde - DeCS (Bireme).

Chávez Andrade GM. Efficacy of passive ultrasonic irrigation in cleaning and elimination of *Enterococcus faecalis* from root canals. [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2012.

## ***ABSTRACT***

The aim of this study was to evaluate the cleaning efficacy and elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal provided by passive ultrasonic irrigation (PUI) compared with conventional needle irrigation (CNI). The study was divided into two chapters. In chapter I, seventy-five extracted human single-rooted teeth were used. After root canal instrumentation, specimens were randomly divided into cell culture microplates. The microplates containing the specimens were wrapped and sterilized by ethylene oxide. Root canals were inoculated with *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) and incubated at 37°C for 21 days. The microplates containing the roots were randomly divided in five groups, according to the irrigation method: G1- PUI with saline solution, G2- PUI with 1% NaOCl, G3- CNI with saline solution, G4- CNI with 1% NaOCl, G5- control (no irrigation). Microbiological samples were collected at three time points: initial (21 days after inoculation), post-irrigation (immediately after irrigation), and final (7 days after irrigation). After serial decimal dilutions, the inocula were seeded and was determined the number of CFU/mL. In chapter II, single-rooted artificial teeth were used. After root canal instrumentation, four lateral canals were

performed in the middle and apical thirds. After, the root canals were filled with a contrast solution. The roots were randomly divided into three groups, according to the irrigation technique (n=8): GI- IMC with 30-gauge needle, GII- IUP1 with intermittent flow and GIII- IUP2 with continuous flow. Before and after irrigation, the roots were radiographed using a digital radiographic system. The areas of the root canal and lateral canals simulated before (filled by contrast) and after irrigation (remainder of contrast) were measured using Image Tool 3.0 software. Data obtained from the two experiments were subjected to ANOVA and Tukey tests (5%). In antimicrobial test, the post-irrigation samples did not demonstrate statistically significant difference between G1 and G3 nor between G2 and G4 ( $p>0,05$ ), but G2 and G4 showed a lower CFU/mL than the other groups ( $p<0,05$ ). Statistically significant difference was observed between the initial and post-irrigation samples and between the post-irrigation and final samples ( $p<0,05$ ) in all groups, except in the control. The final samples of all groups presented bacterial counts similar to the initial samples. In the ability cleaning test, there was no statistically significant difference between all groups in the removal of contrast solution of the root canal. In lateral canal simulated, the results showed no significant differences between all groups in the middle third. In the apical third, PUI1 (intermittent flow) was better, resulting greater percentage of cleaning when compared to group I (CNI) with significant differences. According with the methodologies employed, it can be concluded that PUI or CNI with 1% NaOCl contribute to the reduction of contamination without complete removal of *E. faecalis* from the RCS. Concerning the removal of the

contrast solution of root canals and lateral canals simulated, PUI with intermittent flow was significantly effective in cleaning the lateral canals in the apical third in comparison with NCI.

**Keywords\*:** Endodontics. *Enterococcus faecalis*. Microbiological Techniques. Sodium Hypochlorite. Technology, Radiologic. Ultrasonics.

\* Conforme Descritores em Ciências da Saúde - DeCS (Bireme).

# 1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo do tratamento endodôntico é a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR), eliminando micro-organismos e sub-produtos, principais fatores etiológicos das patologias pulpar e perirradicular e do insucesso da terapia endodôntica<sup>13,16,17,30</sup>.

O preparo biomecânico não é capaz de descontaminar o SCR por sua complexa anatomia, sendo necessário o auxílio de agentes químicos e medicações<sup>29,38,45</sup>. A irrigação do canal radicular apresenta grande importância na limpeza e desinfecção, e sua eficácia depende dos mecanismos utilizados para o contato da solução irrigadora e eliminação dos micro-organismos<sup>43,54,59</sup>. A solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) é o irrigante mais utilizado na Endodontia por suas propriedades antimicrobianas, além da capacidade de dissolver tecido orgânico, e apresentar baixa tensão superficial<sup>18,19,59,65</sup>.

O ultrassom na Endodontia vem sendo usado como técnica de limpeza passiva dos canais radiculares complementando o preparo biomecânico. Esta técnica é denominada de Irrigação Ultrassônica Passiva (IUP) e foi descrita pela primeira vez por Weller et al.<sup>62</sup> (1980). Ao final do preparo biomecânico, independente da técnica de instrumentação, uma lima ou ponta lisa (*smooth wire*) fina (número 15 ou 20) é introduzida no interior do canal preenchido com a solução irrigadora, o mais próximo da região apical e é ativada por meio do ultrassom, ocorrendo a chamada microcorrente acústica (*acoustic microstreaming*). Como o canal radicular foi alargado previamente, o instrumento



pode oscilar livremente sem contatar as paredes do canal, assim a solução irrigadora pode penetrar mais facilmente nas irregularidades do canal radicular, proporcionando maior limpeza<sup>29,38,51,54,59</sup>.

A aplicação da solução irrigadora durante a IUP pode ser realizada por meio de dois métodos, fluxo intermitente ou fluxo contínuo<sup>9,24,59</sup>. O fluxo contínuo da solução irrigadora é mantido pela peça de mão do ultrassom e o fluxo intermitente é realizado por meio de uma seringa e agulha de irrigação, onde a solução irrigadora é injetada várias vezes durante a ativação ultrassônica. Ambos os métodos são efetivos na remoção de debris dentinário do canal radicular quando o período de irrigação é de 3 minutos<sup>57</sup>, mas no fluxo intermitente ocorre maior controle da quantidade de solução irrigadora na região apical porque o volume e a profundidade de penetração da agulha são controlados<sup>59</sup>.

Van der Sluis et al.<sup>56</sup> (2009) determinaram a influencia do período de irrigação na remoção de debris dentinário do terço apical do canal radicular durante a IUP e compararam os dois métodos (fluxo contínuo e intermitente). Os autores concluíram que 1 minuto de IUP associado ao fluxo intermitente é mais efetivo na remoção de debris dentinário do terço apical que 3 minutos de IUP com fluxo contínuo.

Vários estudos têm demonstrado que a solução de NaOCl associada à IUP, na etapa final da irrigação, remove mais detritos, bactérias e tecidos pulpaes quando comparada à irrigação manual convencional (IMC) com seringa e agulha<sup>3,28,39,54,58</sup>.

Novos dispositivos e técnicas de irrigação que vêm sendo desenvolvidos são avaliados para substituir a IMC com seringa e agulha. Destacam-se atualmente os sistemas *EndoVac*, *RinsEndo*, *EndoActivator* e a IUP. Porém, ainda não existem evidências concretas da eficácia destes sistemas<sup>24</sup>.

A comparação da IMC e IUP quanto à capacidade de remoção de debris dentinário de irregularidades simuladas em canais radiculares demonstrou que a IUP removeu significativamente mais debris que a IMC<sup>44</sup>. A IUP foi comparada também com outros sistemas de irrigação como a irrigação sônica (*EndoActivator*) na dissolução de tecido pulpar necrótico, sendo utilizados 50 modelos de resina epóxica com um canal principal e quatro canais acessórios simulados de 0,20mm de diâmetro. Os canais acessórios foram preenchidos com tecido pulpar bovino por meio de uma agulha 22G que encaixava perfeitamente no modelo de resina até chegar à extremidade exterior do canal acessório. Os autores concluíram que a IUP promoveu superior efeito de dissolução de tecido mantendo a anatomia dos canais<sup>3</sup>.

*E. faecalis* é o micro-organismo mais comumente associado às infecções secundárias e/ou persistentes<sup>30,52,63</sup>. Estudos mostraram a capacidade desta bactéria de penetrar nos túbulos dentinários, habilidade esta não demonstrada por todas as espécies bacterianas<sup>15</sup>. É considerado o organismo ideal para testes antimicrobianos de diferentes soluções irrigadoras, curativos de demora e soluções antissépticas usados em Endodontia, in vitro e ex vivo, em função de sua capacidade de resistência<sup>7,14,16,25,47,49,50</sup>. Apresenta poucas exigências para o seu crescimento, sendo capaz de crescer em temperatura de 10 a

45°C, pH de 9,6 em 6,5% de solução salina, e de sobreviver a 60°C por 30 minutos<sup>33</sup>.

Bhuva et al.<sup>7</sup> (2010) compararam a eficácia da IUP e a IMC com NaOCl a 1% sobre biofilme *E. faecalis* por meio de MEV (sistema de escores). Foram utilizadas 48 raízes de dentes humanos unirradiculados padronizadas em 15mm, que foram instrumentados com o sistema rotatório ProTaper até a lima F3 seguido do alargamento até uma LK #50. Os espécimes foram inoculados com cultura de *E. faecalis* incubados por 72 horas, posteriormente foram divididos em 4 grupos: *a*- IMC com NaOCl 1%, *b*- IUP com NaOCl 1%, *c*- IMC com solução salina estéril, *d*- sem irrigação. A IUP foi padronizada por meio de dois ciclos de 20 segundos de ativação durante 2 minutos. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos *a* (IMC/NaOCl) e *b* (IUP/NaOCl) nos 3 terços do canal radicular, concluindo que ambos, a IUP e IMC com NaOCl a 1% foram efetivos na remoção de biofilme de *E. faecalis*.

Considerando-se o uso da irrigação ultrassônica passiva visando desinfecção e limpeza do sistema de canais radiculares, torna-se oportuna a avaliação da eficácia deste sistema de irrigação comparado à irrigação manual convencional com seringa e agulha.

## 2 PROPOSIÇÃO

Os objetivos deste trabalho foram:

1. Avaliar a eficácia da irrigação ultrassônica passiva, comparativamente à irrigação manual convencional, em canais radiculares contaminados com *E. faecalis*, empregando solução de NaOCl a 1% ou solução salina.
2. Avaliar, *in vitro*, a eficácia da irrigação ultrassônica passiva com fluxo intermitente ou contínuo, comparativamente à irrigação manual convencional, na limpeza de canais radiculares e canais laterais simulados nos terços médio e apical.

### 3 CAPITULO I

#### EFICÁCIA DA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA NA REMOÇÃO DE *Enterococcus faecalis* DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES\*

\*Artigo será submetido para publicação no periódico *Journal of Endodontics*

##### 3.1 RESUMO

**Introdução:** A irrigação endodôntica visa limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR). O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da Irrigação Ultrassônica Passiva (IUP) em canais radiculares contaminados com *Enterococcus faecalis*. **Métodos:** Foram utilizadas 75 raízes de dentes unirradiculados humanos extraídos. Após instrumentação dos canais radiculares, os espécimes foram contaminados com cepa padrão de *E. faecalis* e incubados a 37°C durante 21 dias. Os espécimes foram divididos em cinco grupos de acordo com o método de irrigação: G1- IUP + solução salina (SS), G2- IUP + 1% NaOCl, G3- Irrigação manual convencional (IMC) + SS, G4- IMC + 1% NaOCl, G5- controle (sem irrigação). Foram realizadas três coletas microbiológicas: inicial, após 21 dias de contaminação do canal; imediatamente após irrigação e final, após 7 dias. Os dados transformados em Log<sub>10</sub> foram submetidos aos Testes de ANOVA e Tukey (5%). **Resultados:** A coleta pós- irrigação não mostrou diferença significativa entre G1 e G3 nem entre G2 e G4 ( $p > 0,05$ ), mas G2 e G4

foram diferentes de G1 e G3, apresentando valores menores de UFC comparado aos demais grupos ( $p < 0,05$ ). Houve diferença significativa entre a coleta inicial e pós-irrigação e entre pós-irrigação e a final ( $p < 0,05$ ) em todos os grupos, exceto no grupo controle. Na coleta final, todos os grupos apresentaram contagem bacteriana similar à inicial. **Conclusão:** A IUP ou IMC associada à NaOCl a 1% contribuem para a desinfecção, mas não eliminam *E. faecalis* do SCR.

### **Palavras-chave**

*Enterococcus faecalis*, irrigação do canal radicular, irrigação ultrassônica passiva.

## **3.2 INTRODUÇÃO**

Os micro-organismos e seus produtos são os principais responsáveis pelo desenvolvimento da patologia pulpar e perirradicular, assim como pelo insucesso do tratamento endodôntico (1-5). O preparo biomecânico contribui com a eliminação da infecção no sistema de canais radiculares (SCR), com auxílio de soluções irrigadoras (2, 6, 7). A solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) é o agente químico mais utilizado na Endodontia devido a suas propriedades antimicrobianas (8, 9), assim como por sua propriedade de dissolução dos tecidos orgânicos (4, 8, 10-12).

*E. faecalis* é o micro-organismo mais comumente associado às infecções secundárias e/ou persistentes (3, 13), sendo capaz de penetrar nos túbulos dentinários (14). Este micro-organismo tem sido utilizado em pesquisas que avaliam a efetividade de soluções irrigadoras e medicações intracanáis por apresentar grande resistência e capacidade de organização em biofilme (1, 4, 5, 15-17).

A irrigação do canal radicular visa limpeza e desinfecção do SCR. Sua eficácia depende dos métodos utilizados e solução irrigadora (11). O ultrassom tem sido utilizado em Endodontia como técnica de limpeza passiva, complementando a ação dos irrigantes. A Irrigação Ultrassônica Passiva (IUP) foi descrita pela primeira vez em 1980 por Weller et al (18). Durante a IUP, o instrumento é introduzido no interior do canal radicular preenchido com solução irrigadora e ativado pelo ultrassom, proporcionando uma microcorrente acústica (*acoustic microstreaming*) ao redor do instrumento (11, 19, 20).

Vários estudos têm demonstrado que a solução de NaOCl usada com a IUP, na etapa final da irrigação, remove mais detritos, bactérias e tecidos pulpares quando comparada à irrigação manual convencional (IMC) com seringa e agulha (7, 11, 21, 22).

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da IUP, comparativamente à IMC, em canais radiculares contaminados com *E. faecalis* empregando solução de NaOCl a 1% ou solução salina.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (Anexo A). Foram utilizados 75 dentes humanos unirradiculados, com canal único e reto, os quais foram armazenados em água destilada sob refrigeração até seu uso. As coroas foram removidas em máquina de corte Isomet 1000 (Buelher Ltda., Lake Bluff, IL, EUA), e as raízes foram padronizadas em 15mm. Broca Gates Glidden #3 (Dentsply-Maillefer, Ballaingues, Suíça) foi usada nos 3mm cervicais do canal radicular. Lima tipo K #20 (Dentsply-Maillefer, Ballaingues, Suíça) foi utilizada para padronizar o diâmetro foraminal. O comprimento real de trabalho (CRT) foi determinado a 1mm aquém do forame apical e o batente apical foi preparado até uma lima tipo K #50 (Dentsply-Maillefer, B., Suíça). A irrigação manual convencional (IMC) foi realizada com 2mL de soro fisiológico a cada troca de instrumento. Em seguida, foi realizado o preparo escalonado progressivo programado até lima tipo K #70 (Dentsply-Maillefer, B., Suíça). Os canais radiculares foram preenchidos com solução de EDTA trissódico a 17% (Biodinâmica, Ibitiporã, PR, Brasil) por 3 minutos, seguido de irrigação com 5mL de soro fisiológico.

Posteriormente, foi realizado o vedamento da região apical de cada raiz com resina composta fotopolimerizável Z100 - Restaurador Universal (3M ESPE, EUA) e a superfície radicular externa foi impermeabilizada com duas camadas de adesivo epóxi (Araldite, Brascola Ltda, Taboão da Serra, SP, Brasil), exceto na região cervical radicular.



Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em cinco microplacas de cultura celular de 24 poços (Corning Incorporated, Corning, NY, EUA), cada microplaca recebeu 15 dentes, fixados nos poços com resina acrílica quimicamente ativada (Clássico Artigos Odontológicos, SP, Brasil). As microplacas com os espécimes foram embaladas e submetidas à esterilização em óxido de etileno (ACECIL, Campinas, SP, Brasil).

### **Contaminação dos canais radiculares**

Os procedimentos foram realizados em câmara de fluxo laminar (VecoFlow Ltda., Campinas, SP, Brasil). Cepas padrão congeladas de *E. faecalis* (ATCC 29212) foram cultivadas em caldo *Tryptic Soy broth* – TSb (Difco Detroit, MI, EUA) por 24 horas. As bactérias foram semeadas em placas com *Tryptic Soy Agar* – TSa (Difco Detroit, MI, EUA) e incubadas a 37°C por 24 horas. Foi preparada uma suspensão bacteriana em solução salina esterilizada, com concentração equivalente a escala 0,5 de Mac Farland. O ajuste da densidade óptica da suspensão foi feito em espectrofotômetro (Modelo 600 Plus, Femto, SP, Brasil) a uma concentração equivalente a  $1,6 \times 10^7$  UFC/mL.

O meio de cultura (TSb) estéril foi misturado com a suspensão bacteriana na proporção 1:1 e os canais radiculares foram contaminados com 20µL desta mistura. Na entrada dos canais foi colocada uma mecha de algodão esterilizada e umedecida em TSb e as microplacas foram fechadas e mantidas em microaerofilia a 37°C. O período de contaminação foi de 21 dias, realizando a cada dois dias o acréscimo de TSb estéril no interior dos canais radiculares por

meio de uma seringa de insulina de 0,5mL (Bectron Dickinson, Curitiba, PR, Brasil), conforme Dornelles-Morgental et al (23). Após este período foi realizada a coleta inicial de todos os canais radiculares para confirmar a contaminação por *E. faecalis*. Para tal procedimento foram utilizados em sequência dois cones de papel absorvente esterilizados #50 (Tanari Industrial Ltda., SP, Brasil) por espécime, os quais permaneceram no canal durante 1 minuto (Apêndice A – Fig. A1) e foram transferidos para tubos testes (Eppendorf) contendo 1mL de solução salina esterilizada. Os tubos foram agitados por 1 minuto em vortex (AP56, Phoenix, Araraquara, SP, Brasil). Posteriormente foram realizadas diluições decimais seriadas e alíquotas de 20µL foram semeadas em triplicata em placas de Petri contendo meio TSA (Apêndice A – Fig. A2). As placas foram incubadas em microaerofilia a 37°C por 48 horas. O crescimento bacteriano foi determinado pela contagem de UFC/mL de *E. faecalis* (Apêndice A – Fig. A3).

As microplacas contendo as raízes foram aleatoriamente divididas em cinco grupos (n=15) de acordo com o protocolo de irrigação realizado: G1- IUP + SS, G2- IUP + NaOCl a 1%, G3- IMC + SS, G4- IMC + NaOCl a 1%, G5- Controle (sem irrigação) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Grupos experimentais e controle.

<i>Grupos</i>	<i>Protocolo de irrigação final</i>	<i>Tempo total de irrigação</i>	<i>Volume total</i>	<i>n</i>
<b>G1</b>	IUP + SS	2 minutos	5mL	15
<b>G2</b>	IUP + NaOCl 1%	2 minutos	5mL	15
<b>G3</b>	IMC + SS	2 minutos	5mL	15
<b>G4</b>	IMC + NaOCl 1%	2 minutos	5mL	15
<b>G5</b>	Controle (sem irrigação)	-	-	15

G, grupo; IUP, irrigação ultrassônica passiva; IMC, irrigação manual convencional; SS, solução salina.

## Protocolos de irrigação

Para os grupos 1 a 4, os canais radiculares foram irrigados com o auxílio de uma agulha 27G (Endo-Eze Irrigator Tips, Ultradent Products, USA) e seringa de 5mL (Ultradent Products, EUA). Um tope de borracha foi colocado a 14mm do comprimento da ponta. O período de irrigação em todos os grupos foi de 2 minutos.

Para os grupos 1 e 3 foi utilizado 5mL de solução salina estéril como solução irrigadora e para os grupos 2 e 4 foi utilizada 5mL de solução de NaOCl a 1% (Ciclo Farma Indústria Química Ltda. EPP Serrana, SP, Brasil).

Nos grupos 1 e 2, a solução irrigadora foi ativada com ponta ultrassônica (*smooth wire*) *IRRI S #25* (VDW, Endo Ultrasonic Tip, Endodontic Synergy, Alemanha), 1mm aquém do CRT (Apêndice A – Fig. A4). Este procedimento foi realizado com um aparelho piezoelétrico com frequência de 30kHz (CVDent 1000, CVD Vale, São José dos Campos, SP, Brasil) de acordo com Al-Jadaa et al (10) e Van der Sluis et al (24), no nível de potencia 4. O período de irrigação foi dividido em: 2mL de irrigante nos primeiros 30 segundos com IMC, 20 segundos IUP, 1mL com IMC por 20 segundos, 20 segundos IUP, seguidos de 2mL com IMC de 30 segundos, de acordo com Bhuva et al (1).

Nos grupos 3 e 4, a irrigação final foi realizada com IMC utilizando a seringa e agulhas já descritas, por meio de pressão digital, sendo metade do volume da solução irrigadora usada em 1 minuto. A solução foi agitada

com a lima memória (LK #50) por 20 segundos, seguidos de 40 segundos de irrigação final, completando 2 minutos de irrigação como nos grupos de IUP.

### **Análise microbiológica**

Imediatamente após a realização dos procedimentos de irrigação, os canais radiculares nos grupos 2 e 4 foram preenchidos com tiosulfato de sódio a 1%, durante dois minutos para neutralização do NaOCl. Os outros grupos foram preenchidos pelo mesmo período com solução salina. A seguir foi realizada a segunda coleta microbiológica. Foram utilizados dois cones de papel absorventes esterilizados #50 como na coleta inicial. Os canais foram preenchidos com solução salina esterilizada e foram colocadas mechas de algodão estéreis na entrada do canal. As microplacas contendo os espécimes foram fechadas e novamente incubadas em condições de microaerofilia a 37°C. Após sete dias foi realizada a coleta final, para recuperação de micro-organismos existentes nos túbulos dentinários, seguindo os mesmos procedimentos realizados nas coletas anteriores.

### **Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à transformação logarítmica na base 10 e analisados por meio do programa GraphPad Prism 3.0 (San Diego, CA, EUA). Para a comparação entre os grupos foram aplicados os testes estatísticos de ANOVA e de Tukey com nível de significância de 5%. Para a comparação entre

as coletas microbiológicas dentro de cada grupo foram utilizados os testes de ANOVA de medidas repetidas (5%).

### 3.4 RESULTADOS

A confirmação da contaminação dos espécimes com cepa padrão de *E. faecalis* foi realizada na coleta inicial, após 21 dias de incubação, que mostrou valores de  $\log_{10}$  similares para todos os grupos, como mostra a [Tabela 2](#).

**Tabela 2.** Comparação entre grupos na coleta inicial, pós-irrigação e final e entre coletas em cada grupo (média e desvio padrão de UFC/mL log)

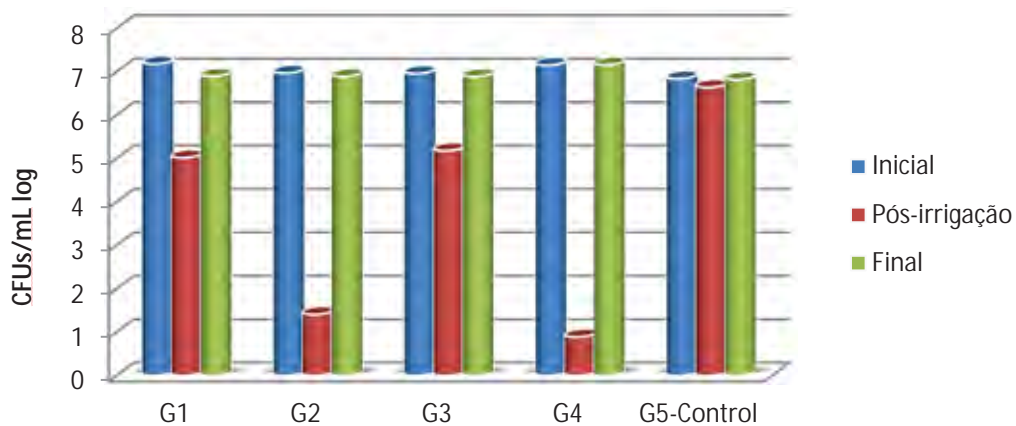
<i>Grupos</i>	<b>Inicial</b>	<b>Pós-irrigação</b>	<b>Final</b>
<b>G1</b> – IUP + SS	7,18 ( $\pm$ 0,34) <sup>A,a</sup>	5,02 ( $\pm$ 0,38) <sup>C,b</sup>	6,90 ( $\pm$ 0,46) <sup>A,a</sup>
<b>G2</b> – IUP + NaOCl 1%	6,97 ( $\pm$ 0,29) <sup>A,a</sup>	1,41 ( $\pm$ 1,07) <sup>D,b</sup>	6,89 ( $\pm$ 0,46) <sup>A,a</sup>
<b>G3</b> – IMC + SS	6,96 ( $\pm$ 0,64) <sup>A,a</sup>	5,18 ( $\pm$ 0,41) <sup>CB,b</sup>	6,89 ( $\pm$ 0,58) <sup>A,a</sup>
<b>G4</b> – IMC + NaOCl 1%	7,15 ( $\pm$ 0,36) <sup>A,a</sup>	0,89 ( $\pm$ 1,14) <sup>D,b</sup>	7,16 ( $\pm$ 0,11) <sup>A,a</sup>
<b>G5</b> – Controle (sem irrigação)	6,84 ( $\pm$ 0,41) <sup>A,a</sup>	6,64 ( $\pm$ 0,54) <sup>AB,a</sup>	6,82 ( $\pm$ 0,13) <sup>A,a</sup>

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas para comparação entre os grupos e minúsculas para comparação entre as coletas.

IUP, irrigação ultrassônica passiva; IMC, irrigação manual convencional; NaOCl, hipoclorito de sódio; G: grupo; SS, solução salina.

Na comparação entre os grupos, a coleta pós-irrigação não mostrou diferença estatisticamente significativa entre G1 e G3 nem entre G2 e G4 apresentando similares resultados ( $p > 0,05$ ), mas G2 e G4 mostraram contagem inferior de UFC/mL comparado aos demais grupos ( $p < 0,05$ ). Houve diferença

significante entre o grupo controle e os demais grupos, exceto com o G3. Na coleta final, todos os grupos apresentaram resultados similares, sem diferença estatística (Fig. 1). De acordo com a Tabela 2, na comparação entre as coletas em cada grupo houve diferença estatisticamente significativa entre a inicial e pós-irrigação e entre pós-irrigação e a final ( $p < 0,05$ ) exceto no grupo controle (Fig. 1).



**Figura 1.** Comparação entre as coletas inicial, pós-irrigação e final em cada grupo (média de UFC/mL log)

Em todos os espécimes do grupo controle, que não receberam nenhum protocolo de irrigação após a contaminação, a viabilidade do *E.faecalis* foi confirmada durante todas as etapas do experimento.

### 3.5 DISCUSSÃO

Diversos modelos experimentais e métodos de análise têm sido usados para avaliação da efetividade antimicrobiana de medicações, irrigantes e protocolos de tratamento utilizando o micro-organismo *E. faecalis* (1, 4, 25-29). A metodologia utilizada neste estudo simula a condição clínica de infecção endodôntica no sistema de canais radiculares (SCR), após período de contaminação de 21 dias, concordando com outros estudos (23, 28, 29). A coleta com cones de papel absorvente esterilizadas permite recuperar somente as bactérias presentes na luz do canal radicular, desta maneira, foi realizada a coleta final, sete dias após irrigação, verificando a permanência de bactérias viáveis no SCR. De forma similar, Dametto et al (4) detectaram *E. faecalis* 7 dias após preparo dos canais radiculares. A reposição do meio de cultura a cada dois dias manteve condições para a preservação e manutenção bacteriana durante o período de contaminação e a aplicação de um neutralizante específico após irrigação final, impediu a transferência da solução de NaOCl para o meio de cultura.

A alta resistência do *E. faecalis* a substâncias antibacterianas tem sido demonstrada (4, 17, 26, 30). *E. faecalis* penetra nos túbulos dentinários e pode permanecer no SCR (3, 15, 28, 31), permitindo sua avaliação por método de cultura convencional, após coleta e cultivo (23, 27, 32).

A metodologia empregada no presente estudo possibilita padronização das amostras, observada na coleta inicial, após 21 dias de contaminação. Após a realização dos protocolos de irrigação final, a solução de

NaOCl a 1% foi a mais efetiva na diminuição do *E. faecalis* pelos métodos IMC ou IUP. No entanto, houve um aumento da quantidade de bactérias sete dias após em todos os grupos, o que demonstra a permanência do *E. faecalis* no SCR (4, 27, 28). Estes resultados concordam com os de Siqueira et al (16), Bhuva et al (1), Tardivo et al (27) e Gründling et al (25), que não acharam diferença entre IMC e IUP empregando NaOCl.

A IUP tem sido sugerida como um meio auxiliar na irrigação e alternativa à IMC, melhorando a limpeza e desinfecção do SCR (7, 19, 33). Os resultados encontrados neste estudo não mostraram diferença significativa após irrigação com aplicação da IUP, mas mostraram um crescimento bacteriano inferior comparado aos outros grupos. Porém, não foram encontradas diferenças na coleta final, incluindo os grupos com NaOCl com e sem ativação ultrassônica. Gründling et al (25) também avaliaram a IUP e IMC com NaOCl a 2% associado à EDTA a 17% e água destilada, e não observaram diferença entre os grupos.

Resultados diferentes dos obtidos neste estudo em relação à eficácia antimicrobiana da IUP podem estar relacionados à utilização de cepas bacterianas mais susceptíveis a procedimentos de desinfecção (7, 34), assim como ao período inferior de contaminação dos espécimes e análise realizada somente imediata ao tratamento (1). Outras metodologias como a de Harrison et al (26), examinando os espécimes em MEV concluíram que a IUP com NaOCl a 1% durante 1 minuto após o preparo biomecânico é efetiva na redução de *E. faecalis* de canais radiculares. Bhuva et al (1) também avaliaram a efetividade da IUP com NaOCl a 1% na remoção de biofilme de *E. faecalis* por meio de MEV e



concluíram que foi efetivo removendo completamente o biofilme intrarradicular, mas sem diferença quando comparado com à IMC, concordando com os resultados obtidos neste estudo.

Em conclusão, nossos achados mostraram que a IUP ou IMC associadas à NaOCl a 1% contribuem com a desinfecção, mas não eliminam *E. faecalis* do sistema de canais radiculares, sugerindo que a solução irrigadora desempenha papel importante na desinfecção.

### 3.6 REFERÊNCIAS

1. Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth. *Int Endod J* 2010;43:241-250.
2. Sakamoto M, Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Benno Y. Bacterial reduction and persistence after endodontic treatment procedures. *Oral Microbiol Immunol* 2007;22:19-23.
3. Johnson EM, Flannagan SE, Sedgley CM. Coaggregation interactions between oral and endodontic *Enterococcus faecalis* and bacterial species isolated from persistent apical periodontitis. *J Endod* 2006;32:946-950.
4. Dametto FR, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99:768-772.
5. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Santos SR, Lima KC, Magalhaes FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod* 2002;28:181-184.
6. Lea SC, Walmsley AD, Lumley PJ. Analyzing endosonic root canal file oscillations: an in vitro evaluation. *J Endod* 2010;36:880-883.

7. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1998;31:242-250.
8. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spano JC, Marchesan MA, Pecora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J* 2002;13:113-117.
9. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-398.
10. Al-Jadaa A, Paque F, Attin T, Zehnder M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int Endod J* 2009;42:59-65.
11. Tasdemir T, Er K, Celik D, Yildirim T. Effect of passive ultrasonic irrigation on apical extrusion of irrigating solution. *Eur J Dent* 2008;2:198-203.
12. Spratt DA, Pratten J, Wilson M, Gulabivala K. An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates. *Int Endod J* 2001;34:300-307.
13. Williams JM, Trope M, Caplan DJ, Shugars DC. Detection and quantitation of *E. faecalis* by real-time PCR (qPCR), reverse transcription-PCR (RT-PCR), and cultivation during endodontic treatment. *J Endod* 2006;32:715-721.
14. Chivatxaranukul P, Dashper SG, Messer HH. Dentinal tubule invasion and adherence by *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2008;41:873-882.
15. Sedgley CM, Lennan SL, Appelbe OK. Survival of *Enterococcus faecalis* in root canals ex vivo. *Int Endod J* 2005;38:735-742.
16. Siqueira JF, Jr., Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three

- irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. *Int Endod J* 1997;30:279-282.
17. Kayaoglu G, Orstavik D. Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: relationship to endodontic disease. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004;15:308-320.
  18. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod* 1980;6:740-743.
  19. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007;40:415-426.
  20. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Langedijk J, Wesselink P, van der Sluis LW. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod* 2011;37:688-692.
  21. Al-Jadaa A, Paque F, Attin T, Zehnder M. Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *J Endod* 2009;35:1408-1411.
  22. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J* 2004;37:672-678.
  23. Dornelles-Morgental R, Guerreiro-Tanomaru JM, de Faria-Junior NB, Hungaro-Duarte MA, Kuga MC, Tanomaru-Filho M. Antibacterial efficacy of endodontic irrigating solutions and their combinations in root canals contaminated with *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:396-400.
  24. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed

- dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2006;39:472-476.
25. Grundling GL, Zechin JG, Jardim WM, de Oliveira SD, de Figueiredo JA. Effect of ultrasonics on *Enterococcus faecalis* biofilm in a bovine tooth model. *J Endod* 2011;37:1128-1133.
  26. Harrison AJ, Chivatxaranukul P, Parashos P, Messer HH. The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of *Enterococcus faecalis* in experimentally infected root canals. *Int Endod J* 2010;43:968-977.
  27. Tardivo D, Pommel L, La Scola B, About I, Camps J. Antibacterial efficiency of passive ultrasonic versus sonic irrigation. *Ultrasonic root canal irrigation. Odontostomatol Trop* 2010;33:29-35.
  28. Delgado RJ, Gasparoto TH, Sipert CR, Pinheiro CR, Moraes IG, Garcia RB, et al. Antimicrobial effects of calcium hydroxide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2010;36:1389-1393.
  29. Soares JA, Roque de Carvalho MA, Cunha Santos SM, Mendonca RM, Ribeiro-Sobrinho AP, Brito-Junior M, et al. Effectiveness of chemomechanical preparation with alternating use of sodium hypochlorite and EDTA in eliminating intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod* 2010;36:894-898.
  30. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod* 2006;32:93-98.
  31. Moller AJ, Fabricius L, Dahlen G, Sundqvist G, Happonen RP. Apical periodontitis development and bacterial response to endodontic treatment.

- Experimental root canal infections in monkeys with selected bacterial strains. *Eur J Oral Sci* 2004;112:207-215.
32. Lana PE, Scelza MF, Silva LE, Mattos-Guaraldi AL, Hirata Junior R. Antimicrobial activity of calcium hydroxide pastes on *Enterococcus faecalis* cultivated in root canal systems. *Braz Dent J* 2009;20:32-36.
  33. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *J Endod* 2009;35:891-895.
  34. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod* 2003;29:562-564.

## 4 CAPÍTULO II

### CAPACIDADE DE LIMPEZA DO CANAL RADICULAR E CANAIS LATERAIS SIMULADOS PROPORCIONADA PELA IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA\*

\*Artigo escrito segundo as normas do periódico *International Endodontic Journal*

#### 4.1 RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a eficácia da irrigação ultrassônica passiva (IUP), comparativamente à irrigação manual convencional (IMC), na limpeza do canal radicular principal e canais laterais simulados.

**Metodologia:** Canais radiculares de dentes artificiais foram instrumentados. Em seguida, foram confeccionados canais laterais simulados no terço médio e apical radicular. Os espécimes foram divididos em três grupos experimentais (n=08): GI- IMC, GII- IUP1 (fluxo intermitente) e GIII- IUP2 (fluxo contínuo). Os procedimentos de irrigação foram realizados após preenchimento dos canais radiculares com uma solução de contraste espessada e as raízes foram radiografadas pré- e pós-irrigação. As imagens digitais foram transferidas para o programa Image Tool 3.0 e as áreas do canal radicular (totalmente preenchido pelo contraste) e após irrigação (remanescente do contraste) foram mensuradas em mm<sup>2</sup>. Foram obtidas as porcentagens de limpeza do canal principal e canais

laterais para cada grupo. A comparação entre os grupos foi realizada por meio dos testes de ANOVA e Tukey com um nível de significância de 5%.

**Resultados:** Não houve diferença estatística significativa entre os grupos na remoção da solução de contraste do canal radicular principal. Nos canais laterais simulados, não foi observada diferença significativa entre os grupos no terço médio. No terço apical, o grupo IUP1 mostrou maior porcentagem de limpeza quando comparado ao grupo de IMC ( $p < 0,05$ ).

**Conclusões:** IUP (fluxo intermitente) promoveu maior limpeza de canais laterais simulados em comparação com IMC no terço apical.

## 4.2 INTRODUÇÃO

O fator etiológico principal da patologia pulpar e perirradicular é a presença de micro-organismos e seus produtos (Dametto *et al.* 2005, Johnson *et al.* 2006, Bhuva *et al.* 2010). A irrigação do canal radicular visa promover limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR) (Lin *et al.* 1992, Camoes *et al.* 2009). Independente da solução empregada, a microbiota endodôntica é reduzida pelo efeito físico da irrigação (Berber *et al.* 2006). Portanto, a eficácia da irrigação de canais radiculares depende dos métodos utilizados promovendo contato da solução irrigadora com as estruturas anatômicas dos canais radiculares (Tasdemir *et al.* 2008, Mitchell *et al.* 2010), removendo debris dentinário e proporcionando limpeza efetiva do canal principal assim como de canais laterais e istmos (de Gregorio *et al.* 2010).



Diferentes metodologias têm sido empregadas para avaliação da eficácia da irrigação. Abou-Rass & Piccinino (1982) utilizaram contraste radiopaco misturado com raspas de dentina em canais radiculares de molares extraídos. Por sua vez, de Gregorio *et al.* (2010) avaliaram *in vitro* os efeitos da IUP, comparado a outros sistemas de irrigação, na penetração de uma solução de contraste contendo NaOCl a 2,5% no canal radicular e canais laterais simulados em dentes humanos unirradiculados diafanizados.

A Irrigação Ultrassônica Passiva (IUP), na etapa final da irrigação, tem demonstrado efetividade na remoção de detritos, bactérias e tecidos pulpaes quando comparada à irrigação manual convencional (IMC) com seringa e agulha (Lee *et al.* 2004, Carver *et al.* 2007, van der Sluis *et al.* 2007, Tasdemir *et al.* 2008, Al-Jadaa *et al.* 2009b, Jiang *et al.* 2011).

Rodrig *et al.* (2010) compararam a eficácia da IMC e IUP na remoção de debris dentinário de irregularidades simuladas em canais radiculares. Em todos os grupos foi utilizado NaOCl a 1% e a quantidade de debris foi avaliada em microscópio (30x) por meio de escores. Os resultados mostraram que a IUP removeu significativamente mais debris que a IMC. De Gregorio *et al.* (2010), avaliaram o efeito de diferentes sistemas de irrigação e ativação das soluções irrigadoras, na penetração de NaOCl em canais laterais simulados, entre eles a IUP com fluxo intermitente, comparando-o com a IMC com agulha 30G. Os canais radiculares de todos os espécimes foram preenchidos com uma solução de contraste e examinados sob microscópio operatório. Os resultados mostraram que a IUP foi

mais efetiva em penetrar nos canais laterais simulados confeccionados a 2mm, 4,5mm e 6mm do ápice radicular.

O objetivo deste estudo foi avaliar, in vitro, a eficácia da IUP com dois modelos de fluxo da solução irrigadora, comparativamente à IMC, na limpeza de canais radiculares e canais laterais simulados nos terços médio e apical.

### **4.3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### *Preparação dos espécimes*

Neste estudo foram usados 24 dentes artificiais transparentes unirradiculados (Fábrica de sorrisos, Dental Rossetto Ltda., Arujá, SP). As coroas foram removidas em máquina de corte de precisão Isomet 1000 (Buelher Ltda., Lake Bluff, IL, EUA), e as raízes foram padronizadas em 14mm.

Os canais radiculares foram instrumentados utilizando o sistema rotatório MTwo (VDW, Endodontic Synergy, Alemanha). Foi usada a sequência básica (10/.04, 15/.05, 20/.06, 25/.06), seguido da lima 25/.07 e finalmente foi ampliado o batente apical com as limas 30/.05, 35/.04 e 40/.04 (Apêndice B – Fig. B1). O comprimento de trabalho foi determinado a 1mm aquém do forame apical. A irrigação foi realizada com 2mL de água destilada a cada troca de instrumento

usando uma seringa de 5mL (Ultradent Products, USA) e com auxílio de uma agulha 30G (NaviTip Tips, Ultradent Products, USA).

Após o preparo mecânico, foram realizados quatro canais laterais em cada raiz, dois em cada lado (vestibular e lingual) localizados 2mm e 7mm aquém do ápice, conforme Almeida *et al.* (2007), com o auxílio de uma broca cilíndrica de 0,20mm de diâmetro (Brocas série Undercut, Union Tool Co., Pluritec – Ind. E Com. de máquinas Ltda., SP, Brasil) (Apêndice B – Fig. B2).

Posteriormente, os canais foram preenchidos com uma solução de contraste radiológico (Diatrizoato sódico de meglumina – Pielograf 76%, BerliMed SA, Madri, Espanha) espessada com propilenoglicol e óxido de bismuto, na seguinte proporção: 1g de óxido de bismuto, 1mL de solução de contraste e 1mL de propilenoglicol. Foram realizadas radiografias periapicais digitais (Kodak RVG 6100 Digital Radiography System, França) de todos os espécimes, no sentido proximal, padronizadas por um dispositivo (Sant’Anna-Júnior 2011), para confirmação da uniformidade do preenchimento dos canais com a solução de contraste preparada. Os espécimes foram colocados em um frasco de vidro pequeno com material de impressão à base de silicone (Zetaplus, Zhermack, Italy) e incluídos até 1mm da superfície cervical e armazenados até a realização do experimento (Apêndice B – Fig. B4).

### ***Divisão dos grupos***

Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos experimentais de acordo com o protocolo de irrigação a ser realizado (Tabela 1).

**Tabela 1.** Divisão dos grupos experimentais.

<i>Grupos</i>	<i>Protocolo de irrigação final</i>	<i>Tempo total de irrigação</i>	<i>Volume total</i>	<i>n</i>
<b>GI - IMC</b>	Seringa e agulha 30G	2 minutos	5mL	8
<b>GII - IUP1</b>	IUP fluxo intermitente	2 minutos	5mL	8
<b>GIII - IUP2</b>	IUP fluxo contínuo	2 minutos	5mL	8

G, grupo; IMC, irrigação manual convencional; IUP, irrigação ultrassônica passiva.

### *Protocolos de irrigação*

Após 24 horas foram realizados os protocolos de irrigação a ser avaliados em cada grupo. Foi utilizada 5mL de solução de NaOCl a 1% em todos os grupos e o período de irrigação total foi de 2 minutos para cada canal radicular.

No grupo I, a irrigação manual convencional (IMC) foi realizada com seringa e agulha 30G (NaviTip Tips, Ultradent Products, USA) a 1mm aquém do CRT, realizando a aspiração simultânea.

No grupo II, a irrigação ultrassônica passiva (IUP), foi realizada com a solução irrigadora ativada com uma ponta ultrassônica IRRI S (*smooth wire*) nº25/.00 (VDW, Endo Ultrasonic Files, Endodontic Synergy, Alemanha), 1mm aquém do CRT. A IUP foi realizada com um aparelho piezoelétrico com frequência de 30 kHz (CVDent 1000, CVD Vale, São José dos Campos, SP, Brasil) de acordo com Al-Jadaa *et al.* (2009a) e van der Sluis *et al.* (2009). O período de irrigação foi dividido como segue: 2mL de irrigante nos primeiros 30 segundos com IMC, 20 segundos IUP, 1mL com IMC por 20 segundos, 20 segundos IUP, seguidos de 2mL na etapa final da IMC de 30 segundos, de acordo

com Bhuva *et al.* (2010). Os canais radiculares foram preenchidos com a solução irrigadora com o auxílio de uma agulha 31G (NaviTip – Double Sideport Irrigator Tip, Ultradent Products, USA) (Apêndice B – Fig. B3).

No grupo III, a IUP foi realizada em forma similar ao grupo II, sendo que foi usada a irrigação simultânea durante a ativação ultrassônica (fluxo contínuo). O fluxo contínuo foi realizado com auxílio de uma seringa irrigadora e agulha 31G (NaviTip – Double Sideport Irrigator Tip, Ultradent Products, USA) 2mm aquém do CT e aspiração simultânea, segundo método modificado de Cameron (1988).

Em seguida foram realizadas novas radiografias digitais que foram transferidas para o programa Image Tool 3.0. As áreas do canal radicular (totalmente preenchido pelo contraste) e após irrigação (remanescente do contraste) foram delimitadas por um só operador treinado (Apêndice B – Fig. B5). As medidas foram obtidas em  $\text{mm}^2$  para o canal principal e para os canais laterais (Apêndice B – Fig. B6), a razão entre as medidas foi calculada como porcentagens de limpeza para cada grupo. Os dados obtidos foram submetidos a um teste de normalidade, sendo esta comprovada, foi realizada a comparação entre os grupos por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey com um nível de significância de 5%.

#### 4.4 RESULTADOS

Os resultados obtidos neste estudo estão representados na Tabela 2.

Não houve diferença estatística significativa entre os grupos no que se refere à eficácia de remoção da solução de contraste do canal radicular principal ( $P > 0,05$ ).

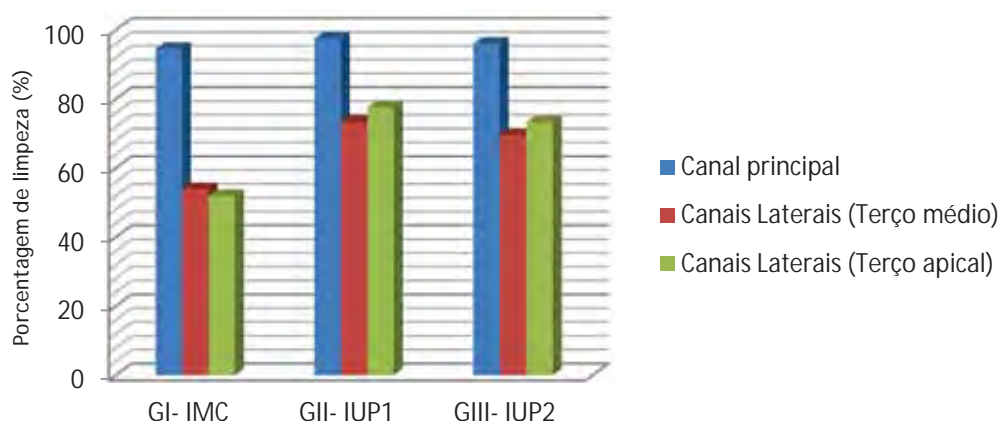
**Tabela 2.** Comparação entre grupos no canal radicular principal e nos canais laterais (média e desvio padrão de porcentagem de limpeza)

<i>Grupos</i>	<b>Canal principal</b>	<b>Canais laterais (terço médio)</b>	<b>Canais laterais (terço apical)</b>
<b>GI- IMC</b>	94,54 ( $\pm 1,92$ ) <sup>A</sup>	53,87 ( $\pm 13,28$ ) <sup>a</sup>	51,95 ( $\pm 24,23$ ) <sup>B</sup>
<b>GII- IUP 1</b>	97,52 ( $\pm 1,67$ ) <sup>A</sup>	73,47 ( $\pm 18,32$ ) <sup>a</sup>	77,56 ( $\pm 18,68$ ) <sup>A</sup>
<b>GIII- IUP 2</b>	96,08 ( $\pm 2,95$ ) <sup>A</sup>	69,50 ( $\pm 24,91$ ) <sup>a</sup>	73,29 ( $\pm 13,15$ ) <sup>A,B</sup>

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ).

IUP, irrigação ultrassônica passiva; IMC, irrigação manual convencional; G, grupo.

Nos canais laterais simulados, os resultados não mostraram diferenças significativas entre os grupos no terço médio ( $P > 0,05$ ). No entanto, no terço apical, o grupo IUP1 apresentou maior porcentagem de limpeza quando comparada ao grupo de IMC com diferença significativa ( $P < 0,05$ ) (Fig. 1).



**Figura 1.** Comparação entre os grupos no canal radicular principal e nos canais laterais (média de porcentagem de limpeza)

#### 4.5 DISCUSSÃO

A análise radiográfica tem sido empregada para avaliação da eficácia da irrigação em canais radiculares de dentes extraídos (Ram 1977, Abou-Rass & Piccinino 1982). No presente estudo foi usado um sistema radiográfico digital e avaliação por meio de um software de análise de imagens. A radiologia digital permite uma imagem de boa qualidade, comparável à radiografia convencional (Kullendorff *et al.* 1996, Kositbowornchai *et al.* 2006), tendo como vantagens a redução na dose de radiação, a economia de tempo e a padronização e manipulação de imagens por meio de diversas ferramentas (Pace & Habitante 2005, Bronnec *et al.* 2010). O uso de programas como o Image Tool permite a avaliação de alterações como evolução ou regressão de lesões periapicais (Carvalho *et al.* 2009), grau de limpeza e a capacidade de penetração do irrigante

no sistema de canais radiculares (Cameron 1988, de Gregorio *et al.* 2009, 2010).

Canais laterais simulados podem ser confeccionados e avaliados em blocos de resina e em dentes artificiais (Silver *et al.* 1999, Gurgel-Filho *et al.* 2006, Karabucak *et al.* 2008) ou em dentes naturais (Almeida *et al.* 2007, Carvalho *et al.* 2009) com posterior análise radiográfica (Goldberg *et al.* 2001). No presente estudo, foram confeccionados canais laterais simulados em dentes artificiais transparentes, conforme já descrito (Karabucak *et al.* 2008), sendo utilizadas brocas de diâmetro 0,20mm de forma semelhante ao realizado por Al-Jadaa *et al.* (2009b) em blocos de resina e Almeida *et al.* (2007) em dentes naturais. A solução de contraste radiológico foi espessada com propilenoglicol, além de óxido de bismuto, proporcionando adequada consistência e radiopacidade.

Bronnec *et al.* (2010) avaliaram radiograficamente a penetração do irrigante nos canais radiculares curvos de molares inferiores durante o preparo biomecânico, utilizando uma solução de contraste radiológico à base de diatrizoato de sódio, NaOCl a 3%, seringa e agulha 27G. Posteriormente, os espécimes foram radiografados usando um sensor CCD e um dispositivo para padronizar as imagens, que foram analisadas no programa Image J.

Estudos *in vitro* ou *ex vivo* avaliam a capacidade de penetração destas soluções de contrastes ou corantes em canais laterais simulados em dentes humanos ou em blocos de resina (Kahn *et al.* 1995, Bronnec *et al.* 2010, de Gregorio *et al.* 2010), com variação do método de avaliação. Kahn *et al.* (1995)



usaram uma câmera filmadora para avaliar a eficácia da irrigação pela presença ou ausência do corante no canal radicular. Por outro lado, de Gregório *et al.* (2009 e 2010) empregaram espécimes diafanizados para observação direta da penetração da solução de contraste corada nos canais laterais.

Em recente estudo, Saber & Hashem (2011) compararam a IUP e IMC, entre outros sistemas de irrigação, na remoção de *smear layer* nos terços cervical, médio e apical de canais radiculares, por meio de MEV e sistema de escores. Os resultados não mostraram diferença entre IUP e IMC, concordando com outros estudos (Cameron 1995, Ciucchi *et al.* 1989) que demonstraram que a IUP não remove completamente a *smear layer* das paredes do terço apical do canal radicular.

A IUP (fluxo intermitente) foi também avaliada quanto a seu efeito de dissolução de tecido pulpar bovino de canais laterais simulados (0,20mm de diâmetro) no terço apical do canal radicular em modelos de resina epóxica (Al-Jadaa *et al.* 2009b). Os resultados obtidos mostraram um superior efeito de dissolução do tecido pulpar da IUP com diferença significativa em comparação aos outros sistemas de irrigação incluindo a não ativação da solução irrigadora, o que sugere que esta técnica promove a penetração do irrigante em canais acessórios e, por conseguinte uma superior limpeza no terço apical dos canais radiculares, em concordância com o presente estudo.

Existem poucos estudos comparando os dois métodos de aplicação da IUP: com fluxo intermitente e fluxo contínuo. Van der Sluis *et al.* (2009)

determinaram a influencia do período de irrigação na remoção de debris dentinário em irregularidades simuladas do terço apical do canal durante a IUP e compararam os dois métodos. Os autores concluíram que 1 minuto de IUP associado ao fluxo intermitente é mais efetivo na remoção de debris dentinário do terço apical que 3 minutos de IUP com fluxo contínuo. Com similar metodologia, van der Sluis *et al.* (2006) compararam os dois métodos de aplicação da IUP, mostrando que não houve diferença significativa entre IUP (fluxo contínuo) com 50mL de NaOCl e IUP (fluxo intermitente) com 12mL do irrigante, na remoção de debris dentinário do terço apical. No presente estudo os dois métodos de IUP promoveram limpeza do canal radicular, mas o fluxo intermitente foi mais efetivo na limpeza do canal lateral apical. Este resultado sugere a importância de seu uso uma vez que a porção apical apresenta maior quantidade de canais acessórios e ramificações, proporcionando maior dificuldade na limpeza e desinfecção.

#### **4.6 CONCLUSÃO**

Segundo a metodologia empregada, a irrigação ultrassônica passiva (IUP) e manual (IMC) promovem semelhante limpeza do canal radicular principal e canais laterais no terço médio. Porém, IUP com fluxo intermitente foi mais efetiva na limpeza de canais laterais simulados no terço apical quando comparada à IMC.

#### 4.7 REFERÊNCIAS

- Abou-Rass M, Piccinino MV (1982) The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* **54**, 323-28.
- Al-Jadaa A, Paque F, Attin T, Zehnder M (2009a) Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *Journal of Endodontics* **35**, 1408-11.
- Al-Jadaa A, Paque F, Attin T, Zehnder M (2009b) Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *International Endodontic Journal* **42**, 59-65.
- Almeida JF, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, Zaia AA (2007) Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *International Endodontic Journal* **40**, 692-99.
- Berber VB, Gomes BP, Sena NT *et al.* (2006) Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *International Endodontic Journal* **39**, 10-7.
- Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F (2010) The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth. *International Endodontic Journal* **43**, 241-50.
- Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P (2010) Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the cleaning and shaping of root canals: a digital subtraction radiographic study. *International Endodontic Journal* **43**, 275-82.
- Cameron JA (1988) The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *Journal of Endodontics* **14**, 554-59.
- Cameron JA (1995) Factors affecting the clinical efficiency of ultrasonic endodontics: a scanning electron microscopy study. *International Endodontic Journal* **28**, 74-53.

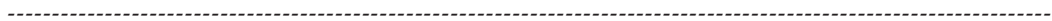
- Camoes IC, Salles MR, Fernando MV, Freitas LF, Gomes CC (2009) Relationship between the size of patency file and apical extrusion of sodium hypochlorite. *Indian Journal of Dental Research* **20**, 426-30.
- Carvalho FB, Goncalves M, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M (2009) Evaluation of periapical changes following endodontic therapy: digital subtraction technique compared with computerized morphometric analysis. *Dentomaxillofacial Radiology* **38**, 438-44.
- Carver K, Nusstein J, Reader A, Beck M (2007) In vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *Journal of Endodontics* **33**, 1038-43.
- Ciucchi B, Khettabi M, Holz J (1989) The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal* **22**, 21-8.
- Dametto FR, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ (2005) In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontology* **99**, 768-72.
- de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N (2009) Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *Journal of Endodontics* **35**, 891-95.
- de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N (2010) Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *Journal of Endodontics* **36**, 1216-21.
- Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A (2001) Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. *Journal of Endodontics* **27**, 362-64.

- Gurgel-Filho ED, Feitosa JP, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, Teixeira FB (2006) Assessment of different gutta-percha brands during the filling of simulated lateral canals. *International Endodontic Journal* **39**, 113-18.
- Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Langedijk J, Wesselink P, van der Sluis LW (2011) The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *Journal of Endodontics* **37**, 688-92.
- Johnson EM, Flanagan SE, Sedgley CM (2006) Coaggregation interactions between oral and endodontic *Enterococcus faecalis* and bacterial species isolated from persistent apical periodontitis. *Journal of Endodontics* **32**, 946-50.
- Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J (1995) An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *Journal of Endodontics* **21**, 277-80.
- Karabucak B, Kim A, Chen V, Iqbal MK (2008) The comparison of gutta-percha and Resilon penetration into lateral canals with different thermoplastic delivery systems. *Journal of Endodontics* **34**, 847-49.
- Kositbowornchai S, Hanwachirapong D, Somsopon R, Pirmsinthavee S, Sooksuntisakoonchai N (2006) Ex vivo comparison of digital images with conventional radiographs for detection of simulated voids in root canal filling material. *International Endodontic Journal* **39**, 287-92.
- Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M (1996) Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions: overall comparison between conventional and direct digital radiography. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology Endodontology* **82**, 344-350.
- Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR (2004) The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *International Endodontic Journal* **37**, 672-78.
- Lin LM, Skribner JE, Gaengler P (1992) Factors associated with endodontic treatment failures. *Journal of Endodontics* **18**, 625-27.

- Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC (2010) Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *Journal of Endodontics* **36**, 338-41.
- Pace SR, Habitate SM (2005) Comparative analysis of the visualization of small files using digital and conventional radiography. *Journal Applied of Oral Science* **13**, 20-3.
- Ram Z (1977) Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* **44**, 306-12.
- Rodig T, Sedghi M, Konietschke F, Lange K, Ziebolz D, Hulsmann M (2010) Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. *International Endodontic Journal* **43**, 581-89.
- Saber SE, Hashem AAR (2011) Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *Journal of Endodontics* **37**, 1272-75.
- Sant'Anna-Júnior A (2011) Avaliação do preenchimento de canais laterais simulados proporcionados pela guta-percha e Resilon empregando diferentes técnicas de obturação. *Odontologia Restauradora*, pp. 90. Araraquara: UNESP – Univ Estadual Paulista.
- Silver GK, Love RM, Purton DG (1999) Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch 'n Heat modified and System B. *International Endodontic Journal* **32**, 287-95.
- Tasdemir T, Er K, Celik D, Yildirim T (2008) Effect of passive ultrasonic irrigation on apical extrusion of irrigating solution. *European Journal Dentistry* **2**, 198-203.
- van der Sluis L, Wu MK, Wesselink P (2009) Comparison of 2 flushing methods used during passive ultrasonic irrigation of the root canal. *Quintessence International* **40**, 875-79.
- van der Sluis LWN, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR (2006) The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal* **39**, 472-76.

van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR (2007) Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal* **40**, 415-26.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento endodôntico tem como principal objetivo a limpeza, desinfecção, conformação e obturação do sistema de canais radiculares (SCR), eliminando restos pulpares e debris dentinário, assim como micro-organismos e sub-produtos que são os principais fatores etiológicos das patologias pulpar e perirradicular e por conseguinte do insucesso da terapia endodôntica<sup>27,30,50,55</sup>.

A irrigação do canal radicular visa promover limpeza e desinfecção do SCR<sup>10,40</sup>. Independente da solução empregada, a microbiota endodôntica é significativamente reduzida pelo efeito físico da irrigação<sup>6</sup>. Portanto, a eficácia da irrigação depende das técnicas utilizadas promovendo contato do irrigante com as estruturas anatômicas dos canais radiculares<sup>41,54</sup>, proporcionando limpeza efetiva do canal principal assim como de canais laterais e istmos<sup>22</sup>.

A solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) é a substância mais recomendada e usada pela maioria dos dentistas, clínicos gerais e endodontistas, por suas importantes propriedades, tais como, ação antimicrobiana, capacidade de dissolução de tecidos e aceitável biocompatibilidade em baixa concentração<sup>3,19,65</sup>.

A Irrigação Ultrassônica Passiva (IUP) foi descrita pela primeira vez em 1980 por Weller et al.<sup>62</sup>, sendo introduzida para melhorar a limpeza e desinfecção do SCR após o preparo biomecânico. Durante a realização desta técnica, um instrumento de pequeno diâmetro é introduzido no interior do canal radicular preenchido com solução irrigadora e ativado pelo ultrassom,

proporcionando uma microcorrente acústica (*acoustic microstreaming*) ao redor do instrumento<sup>29,54,59</sup>. A aplicação da solução irrigadora durante a IUP pode ser realizada por meio de dois métodos, fluxo intermitente ou fluxo contínuo<sup>9,24,59</sup>. Ambos os métodos são efetivos na remoção de debris dentinário do canal radicular, porém os resultados são controversos<sup>56,57</sup>.

Vários estudos têm demonstrado que a solução de NaOCl associada à IUP, na etapa final da irrigação, remove mais detritos, bactérias e tecidos pulparem quando comparada à irrigação manual convencional (IMC) com seringa e agulha<sup>3,13,28,58</sup>.

Diversas metodologias têm sido usadas para avaliação da efetividade antimicrobiana de medicações, irrigantes e protocolos de tratamento utilizando o micro-organismo *Enterococcus faecalis*<sup>7,16,18,25</sup>, o qual é a espécie bacteriana mais comumente associada às infecções secundárias e/ou persistentes<sup>30,52,63</sup>. Estudos mostraram a capacidade desta bactéria de penetrar nos túbulos dentinários<sup>15</sup>, apresentando poucas exigências para o seu crescimento<sup>33</sup>, por isso tem sido escolhido para realizar estudos in vitro e ex vivo permitindo sua avaliação por método de cultura convencional, após coleta e cultivo<sup>37,53</sup>.

No capítulo I, a metodologia utilizada simula a condição clínica de infecção endodôntica no sistema de canais radiculares (SCR) pelo *E. faecalis*, após período de contaminação de 21 dias, concordando com outros estudos<sup>17,18</sup>. A coleta microbiológica com cones de papel absorvente esterilizados permite recuperar somente as bactérias presentes na luz do canal radicular, desta maneira,

foi realizada a coleta final, sete dias após irrigação, verificando a permanência de bactérias viáveis no SCR. Após a realização dos protocolos de irrigação final, a solução de NaOCl a 1% foi a mais efetiva na diminuição do *E. faecalis* pelos métodos de IMC ou IUP. No entanto, houve um aumento da quantidade de bactérias sete dias após em todos os grupos, o que demonstra a permanência do *E. faecalis* no SCR. Resultados diferentes dos obtidos neste estudo em relação à eficácia antibacteriana da IUP, podem estar relacionados à utilização de cepas bacterianas mais susceptíveis a procedimentos de desinfecção<sup>28,61</sup>, assim como ao período inferior de contaminação dos espécimes e análise realizada somente imediata ao tratamento<sup>7</sup>

No capítulo II, foram confeccionados canais laterais simulados em dentes artificiais transparentes para avaliar a capacidade de limpeza da IUP (fluxo intermitente ou contínuo), comparado à IMC, na remoção de uma solução de contraste radiológica espessada com propilenoglicol e óxido de bismuto. A análise realizada foi por meio de radiografias digitais conforme estudos anteriormente descritos<sup>8,11</sup>. A radiologia digital permite uma imagem de boa qualidade, comparável à radiografia convencional<sup>34,35</sup>, tendo como vantagens a economia de tempo por eliminar o processo de revelação/fixação, além da padronização e manipulação de imagens por meio de diversas ferramentas<sup>8,42</sup>. Na análise de imagens radiográficas, foi utilizado o programa Image Tool 3.0, onde foram realizadas as mensurações em mm<sup>2</sup>, nas imagens pré- e pós-irrigação, desta maneira se obteve as porcentagens de limpeza.

Os resultados deste estudo mostram no capítulo I, que a IUP ou IMC associadas à NaOCl a 1% contribuem com a desinfecção, mas não eliminam *E. faecalis* do sistema de canais radiculares, sugerindo que a solução irrigadora durante e após o preparo biomecânico desempenha papel importante na desinfecção. No entanto, podem ser necessários meios complementares para a eliminação dos micro-organismos, sugerindo a utilização da medicação intracanal. Ainda, no capítulo II, a IUP com fluxo intermitente foi mais efetiva na limpeza de canais laterais simulados no terço apical do canal radicular em dentes artificiais, quando comparada à IMC. Modificações no modo de aplicação da técnica podem ser sugeridas visando sua maior efetividade.

## REFERÊNCIAS\*

1. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982; 54: 323-8.
2. Al-Jadaa A, Paque F, Attin T, Zehnder M. Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *J Endod.* 2009; 35: 1408-11.
3. Al-Jadaa A, Paque F, Attin T, Zehnder M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int Endod J.* 2009; 42: 59-65.
4. Almeida JFA, Gomes BPFA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ, Zaia AA. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int Endod J.* 2007; 40: 692-9.
5. Balvedi RP, Versiani MA, Manna FF, Biffi JC. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. *Int Endod J.* 2010; 43: 763-8.

\* De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

6. Berber VB, Gomes BP, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CC, Zaia AA, et al. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *Int Endod J.* 2006; 39: 10-7.
7. Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth. *Int Endod J.* 2010; 43: 241-50.
8. Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the cleaning and shaping of root canals: a digital subtraction radiographic study. *Int Endod J.* 2010; 43: 275-82.
9. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endod.* 1988; 14: 554-9.
10. Camoes IC, Salles MR, Fernando MV, Freitas LF, Gomes CC. Relationship between the size of patency file and apical extrusion of sodium hypochlorite. *Indian J Dent Res.* 2009; 20: 426-30.

11. Carvalho FB, Goncalves M, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Evaluation of periapical changes following endodontic therapy: digital subtraction technique compared with computerized morphometric analysis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009; 38: 438-44.
12. Carvalho-Sousa B, Almeida-Gomes F, Carvalho PR, Maniglia-Ferreira C, Gurgel-Filho ED, Albuquerque DS. Filling lateral canals: evaluation of different filling techniques. *Eur J Dent.* 2010; 4: 251-6.
13. Carver K, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod.* 2007; 33: 1038-43.
14. Chavez de Paz LE, Bergenholtz G, Svensater G. The effects of antimicrobials on endodontic biofilm bacteria. *J Endod.* 2010; 36: 70-7.
15. Chivatxaranukul P, Dashper SG, Messer HH. Dentinal tubule invasion and adherence by *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2008; 41: 873-82.
16. Dametto FR, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, de Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 99: 768-72.

17. Delgado RJ, Gasparoto TH, Sipert CR, Pinheiro CR, Moraes IG, Garcia RB, et al. Antimicrobial effects of calcium hydroxide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *J Endod*. 2010; 36: 1389-93.
18. Dornelles-Morgental R, Guerreiro-Tanomaru JM, de Faria-Junior NB, Hungaro-Duarte MA, Kuga MC, Tanomaru-Filho M. Antibacterial efficacy of endodontic irrigating solutions and their combinations in root canals contaminated with *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011; 112: 396-400.
19. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spano JC, Marchesan MA, Pecora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J*. 2002; 13: 113-7.
20. Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A. Effectiveness of different obturation techniques in the filling of simulated lateral canals. *J Endod*. 2001; 27: 362-4.
21. Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *J Endod*. 2009; 35: 891-5.
22. Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod*. 2010; 36: 1216-21.



23. Grundling GL, Zechin JG, Jardim WM, de Oliveira SD, de Figueiredo JA. Effect of ultrasonics on *Enterococcus faecalis* biofilm in a bovine tooth model. *J Endod* 2011;37:1128-33.
24. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*. 2009; 35: 791-804.
25. Guerreiro-Tanomaru JM, Morgental RD, Flumignan DL, Gasparini F, Oliveira JE, Tanomaru-Filho M. Evaluation of pH, available chlorine content, and antibacterial activity of endodontic irrigants and their combinations against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011; 112: 132-5.
26. Gurgel-Filho ED, Feitosa JP, Gomes BP, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, Teixeira FB. Assessment of different gutta-percha brands during the filling of simulated lateral canals. *Int Endod J*. 2006; 39: 113-8.
27. 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* 2005; 31: 166-70.

28. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E. Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J*. 1998; 31: 242-50.
29. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Langedijk J, Wesselink P, van der Sluis LW. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod*. 2011; 37: 688-92.
30. Johnson EM, Flannagan SE, Sedgley CM. Coaggregation interactions between oral and endodontic *Enterococcus faecalis* and bacterial species isolated from persistent apical periodontitis. *J Endod*. 2006; 32: 946-50.
31. Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J. An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic handpieces and irrigating needles and probes. *J Endod*. 1995; 21: 277-80.
32. Karabucak B, Kim A, Chen V, Iqbal MK. The comparison of gutta-percha and Resilon penetration into lateral canals with different thermoplastic delivery systems. *J Endod*. 2008; 34: 847-9.
33. Kayaoglu G, Orstavik D. Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: relationship to endodontic disease. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2004; 15: 308-20.

34. Kositbowornchai S, Hanwachirapong D, Somsopon R, Pirmsinthavee S, Sooksuntisakoonchai N. Ex vivo comparison of digital images with conventional radiographs for detection of simulated voids in root canal filling material. *Int Endod J*. 2006; 39: 287-92.
35. Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions: overall comparison between conventional and direct digital radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996; 82: 344-50.
36. Kustarci A, Sumer Z, Altunbas D, Kosum S. Bactericidal effect of KTP laser irradiation against *Enterococcus faecalis* compared with gaseous ozone: an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009; 107: e73-9.
37. Lana PE, Scelza MF, Silva LE, Mattos-Guaraldi AL, Hirata Junior R. Antimicrobial activity of calcium hydroxide pastes on *Enterococcus faecalis* cultivated in root canal systems. *Braz Dent J* 2009;20:32-6.
38. Lea SC, Walmsley AD, Lumley PJ. Analyzing endosonic root canal file oscillations: an in vitro evaluation. *J Endod*. 2010; 36: 880-3.

39. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J.* 2004; 37: 672-8.
40. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod.* 1992; 18: 625-7.
41. Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC. Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2010; 36: 338-41.
42. Pace SR, Habitate SM. Comparative analysis of the visualization of small files using digital and conventional radiography. *J Appl Oral Sci.* 2005; 13: 20-3.
43. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1977; 44: 306-12.
44. Rodig T, Sedghi M, Konietschke F, Lange K, Ziebolz D, Hulsmann M. Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. *Int Endod J.* 2010; 43: 581-9.

45. Sakamoto M, Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Benno Y. Bacterial reduction and persistence after endodontic treatment procedures. *Oral Microbiol Immunol.* 2007; 22: 19-23.
46. Sant'Anna-Júnior A. Avaliação do preenchimento de canais laterais simulados proporcionados pela guta-percha e Resilon empregando diferentes técnicas de obturação [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2011.
47. Sedgley CM, Lennan SL, Appelbe OK. Survival of *Enterococcus faecalis* in root canals ex vivo. *Int Endod J.* 2005; 38: 735-42.
48. Silver GK, Love RM, Purton DG. Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch 'n Heat modified and System B. *Int Endod J.* 1999; 32: 287-95.
49. Siqueira JF Jr., Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. *Int Endod J.* 1997; 30: 279-82.
50. Siqueira JF Jr., Rocas IN, Santos SR, Lima KC, Magalhaes FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 2002; 28: 181-4.

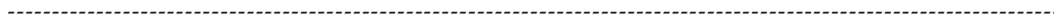
51. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ. Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *J Endod.* 2003; 29: 12-4.
52. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod.* 2006; 32: 93-8.
53. Tardivo D, Pommel L, La Scola B, About I, Camps J. Antibacterial efficiency of passive ultrasonic versus sonic irrigation. *Ultrasonic root canal irrigation. Odontostomatol Trop* 2010;33:29-35.
54. Tasdemir T, Er K, Celik D, Yildirim T. Effect of passive ultrasonic irrigation on apical extrusion of irrigating solution. *Eur J Dent.* 2008; 2: 198-203.
55. Townsed C, Maki J. An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *J Endod* 2009; 35: 1040-3.
56. van der Sluis L, Wu MK, Wesselink P. Comparison of 2 flushing methods used during passive ultrasonic irrigation of the root canal. *Quintessence Int.* 2009; 40: 875-9.

57. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* 2006; 39: 472-6.
58. van der Sluis LW, Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR. An evaluation of the influence of passive ultrasonic irrigation on the seal of root canal fillings. *Int Endod J.* 2007; 40: 356-61.
59. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007; 40: 415-26.
60. Vertucci FJ, Anthony RL. A scanning electron microscopic investigation of accessory foramina in the furcation and pulp chamber floor of molar teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1986; 62:319-26.
61. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod* 2003;29:562-4.
62. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod.* 1980; 6: 740-3.

63. Williams JM, Trope M, Caplan DJ, Shugars DC. Detection and quantitation of *E. faecalis* by real-time PCR (qPCR), reverse transcription-PCR (RT-PCR), and cultivation during endodontic treatment. *J Endod.* 2006; 32: 715-21.
64. Wiseman A, Timothy CC, Paranjpe A, Flake, NM, Cohenca N, Johnson JJ. Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. *J Endod.* 2011; 37: 235-8.
65. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006; 32: 389-98.



# APÊNDICE



APÊNDICE A – Figuras do Capítulo 1



FIGURA A1 – Espécimes incluídos em placa de cultura celular (coletas)

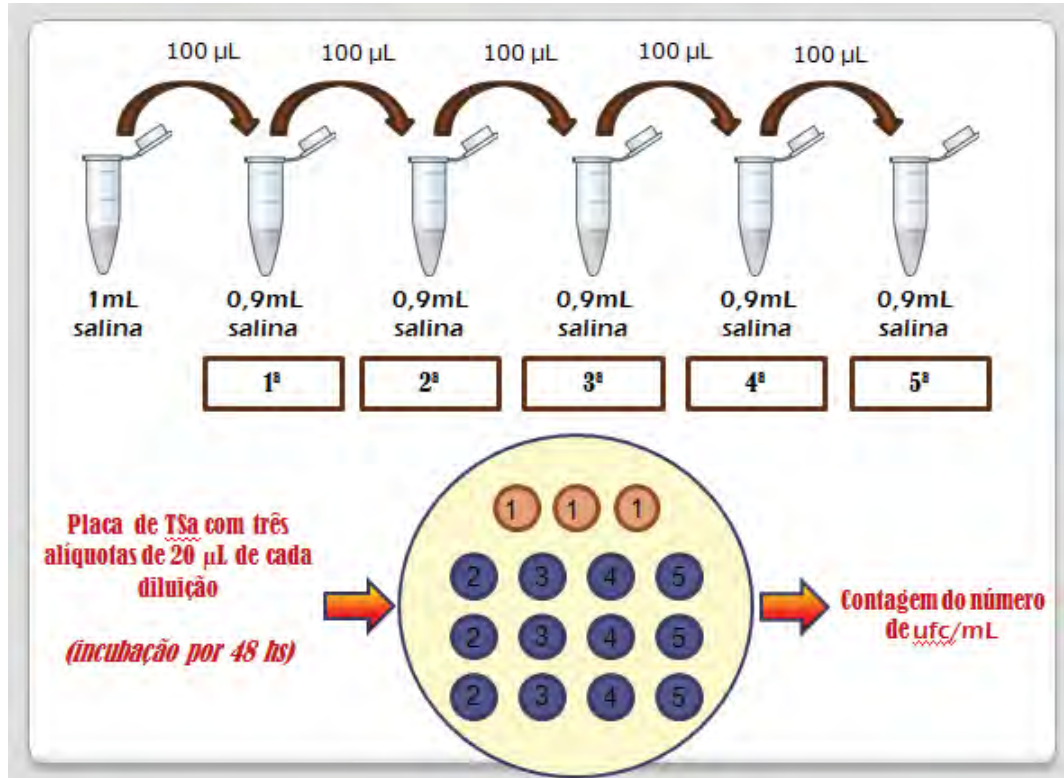


FIGURA A2 – Esquema das diluições seriadas e plaqueamento

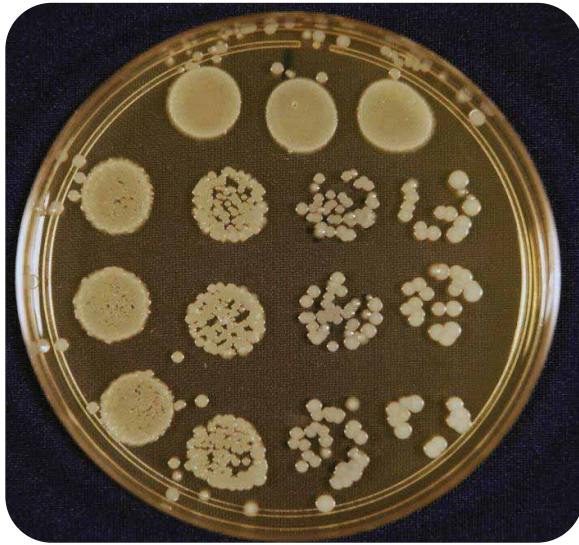


FIGURA A3 – Placa de Petri com crescimento bacteriano em meio TSA

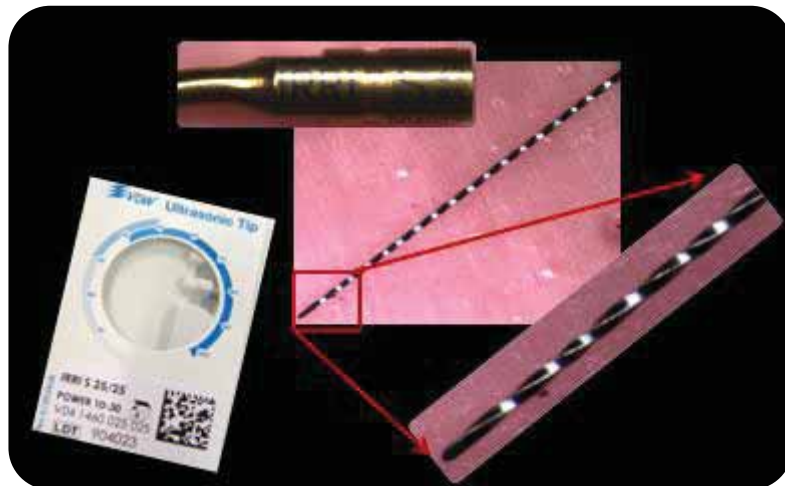


FIGURA A4 – Ponta ultrassônica (*smooth wire*) IRRIS 25/.00 (VDW, Endo Ultrasonic Tips, Endodontic Synergy, Alemanha)

## APÊNDICE B – Figuras do Capítulo 2

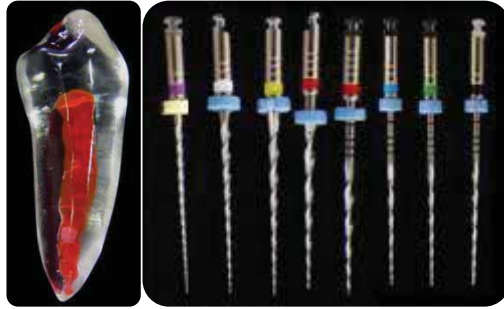


FIGURA B1 – Dente artificial transparente (Dental Rossetto Ltda., Arujá, SP) e Sistema rotatório Mtwo (VDW, Endodontic Synergy, Alemanha)

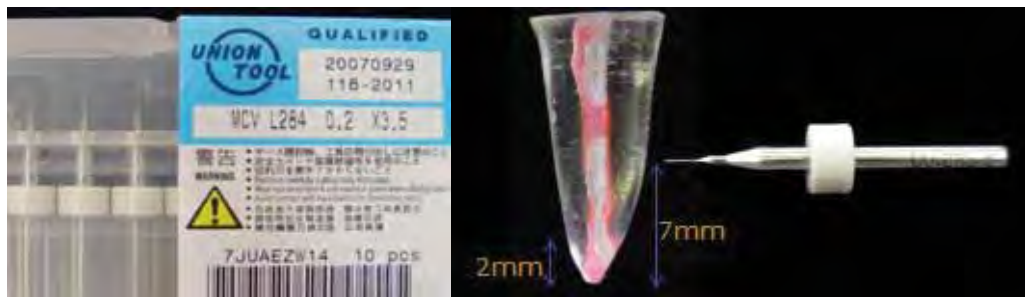


FIGURA B2 – Brocas cilíndricas de 0,20mm de diâmetro para confecção dos canais laterais simulados (Union Tool Co. - Pluritec, SP, Brasil)

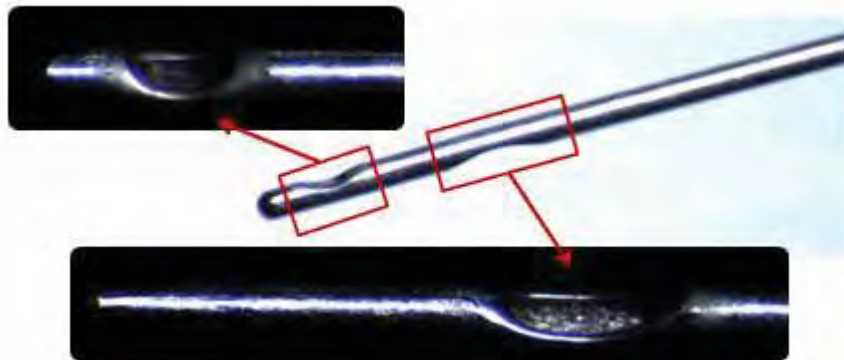


FIGURA B3 – Ponta da agulha irrigadora NaviTips 31G (Ultradent, USA)



FIGURA B4 – Dispositivos utilizados para padronizar a tomada radiográfica e para realizar os procedimentos experimentais

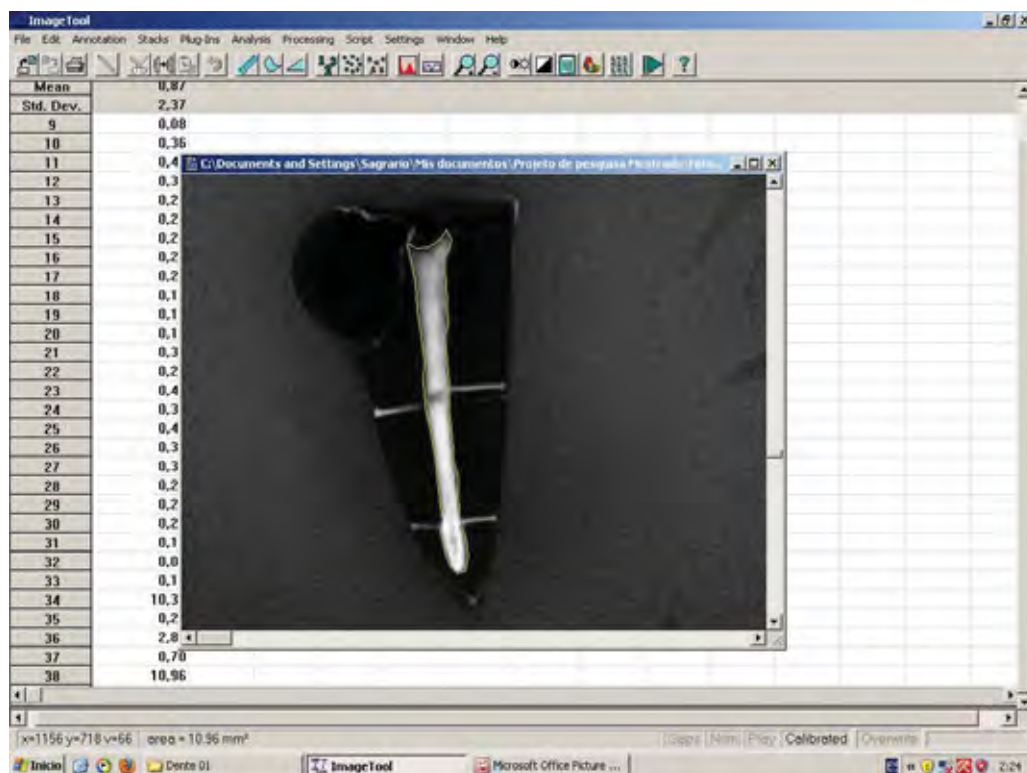


FIGURA B5 – Imagem representativa das medições realizadas no canal principal (em  $\text{mm}^2$ ) no Programa Image Tool 3.0

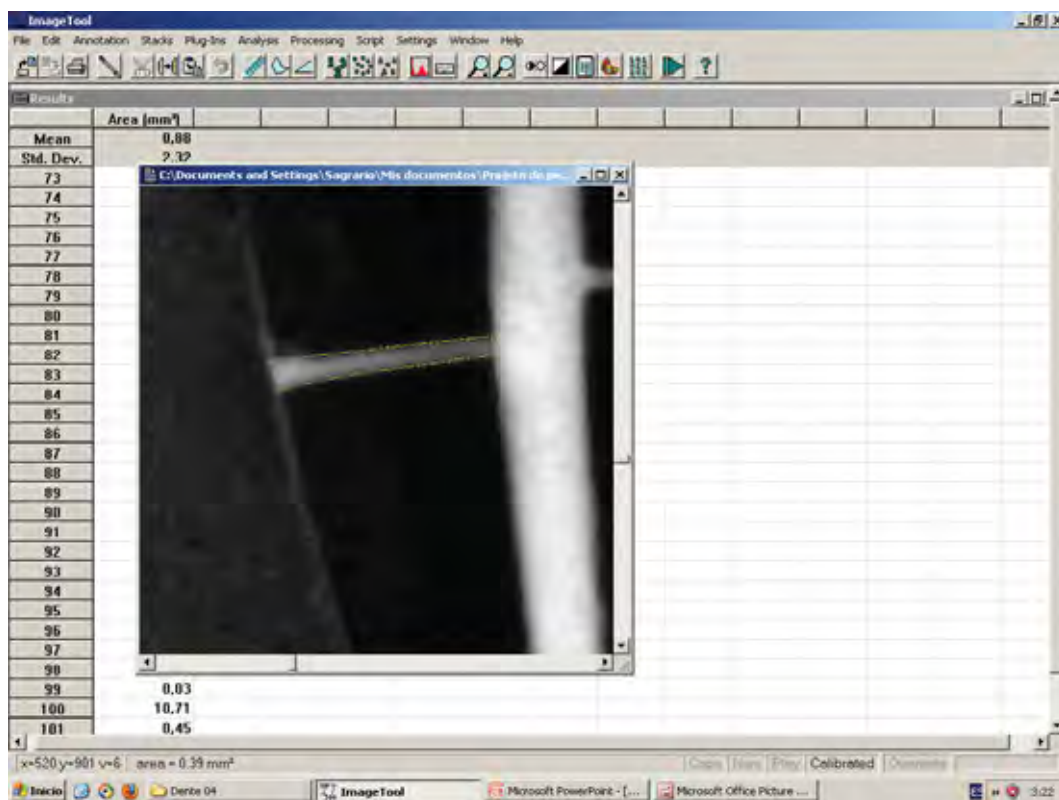
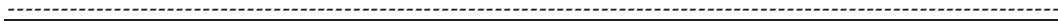


FIGURA B6 – Imagem representativa das medições realizadas nos canais laterais simulados (em  $\text{mm}^2$ ) no Programa Image Tool 3.0

# ANEXO



## ANEXO A

Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa (Protocolo nº 48/10)







Autorizo a reprodução deste trabalho.

(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 21 de março de 2012. (data da defesa)

GISSELLE MORAIMA CHÁVEZ ANDRADE