



COPPE/UFRJ

**AÇÃO DE SOLUÇÕES IRRIGADORAS NA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA E DE
MATERIAIS OBTURADORES**

Maíra do Prado

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

Orientador(es): Renata Antoun Simão

Heloisa Carla Dell Santo Gusman

Rio de Janeiro

Março de 2009

AÇÃO DE SOLUÇÕES IRRIGADORAS NA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA E DE
MATERIAIS OBTURADORES

Maíra do Prado

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS.

Aprovada por:

Prof. Renata Antoun Simão, D. Sc.

Prof. Luiz Carlos Pereira, D. Sc.

Prof. Marcos Cesar Pimenta de Araújo, D. Sc.

Prof. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2009

Prado, Maíra do

Ação das soluções irrigadoras na superfície dentinária e de materiais obturadores/ Maíra do Prado- Rio de Janeiro: UFRJ/ COPPE, 2009

XI. 207 p.: il.; 29,7 cm

Orientadores: Renata Antoun Simão

Heloisa Carla Dell Santo Gusman

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, 2009.

Referências Bibliográficas: p. 138-154.

1. Smear Layer 2. Materiais obturadores 3. Soluções irrigadoras
4. Microscopia de força atômica. I. Simão, Renata Antoun *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. III. Título

Dedico este trabalho a meus pais, Márcio e Mara, por acreditarem em mim em todos os momentos, pelo apoio, pelo incentivo e pelas palavras de amor e carinho nos momentos em que se fizeram necessárias.

Ao meu avô Antônio e minha avó Irene (in memoriam) pela ajuda e pelos ensinamentos ao longo desses 26 anos. Não poderia esquecer aquele que sempre me ensinou que “só existe obstáculos, quando você perde o foco dos seus objetivos”, é por não perder o foco que hoje estou aqui dedicando esse trabalho a você, agradeço a amizade e os ensinamentos.

Agradeço a Deus e aos espíritos de luz pelas oportunidades que vem me dando nessa vida. Pelos pais maravilhosos que tenho, pelo amor que sempre me deram, pelo apoio, compreensão e pela presença constante em todas as etapas da minha vida.

Ao Leonardo Athias, meu namorado, pelo apoio e pela ajuda nesses 2 anos e principalmente por seu empenho nessa etapa final, nas Análises estatísticas e por ler e revisar todo o meu trabalho.

A minha orientadora, Renata Antoun Simão, que nesses dois anos me orientou não só nos trabalhos acadêmicos, mas na vida, se tornando uma grande amiga. Agradeço os ensinamentos, a compreensão, a paciência e a dedicação.

Agradeço ao Luis Lima, pela ajuda com coisas que até certo ponto me pareciam impossível, pela compreensão e pelos ensinamentos.

Àqueles que me ensinaram o que é Endodontia e o que é ser endodontista, ao professor, mestre e amigo Dilson Coimbra agradeço os ensinamentos, o incentivo e o apoio. A professora e amiga Heloisa Gusman pelos ensinamentos e iniciação na área acadêmica e pesquisas científicas. Ao professor Marcos Araujo, um exemplo profissional, agradeço os ensinamentos e a ajuda quando precisei. E aquela que considero de forma muito especial, que me ajudou a dar os primeiros passos, a professora Adília Bruno, que me acompanha desde a graduação.

A Danielle Borges que com seu jeito afoito sempre esteve pronta a me ajudar, pela sua preocupação, disposição e dedicação. Nesse ano que passou saiba que aprendi muito com você.

Aos meus amigos, Adriana Bordalo, Erica de Paula, Fernanda Rodrigues, Gustavo Paiva e Sabrina Melo por estarem sempre ao meu lado, pelo apoio e incentivo para que

essa conquista fosse possível. À Elise Telles, agradeço pelo apoio, por entender a minha ausência e pela ajuda na resolução dos nossos problemas. A Bianca (Bic) por nos ajudar nessas resoluções.

Agradeço a Silvia Carelli, pois sem ela meu trabalho não teria fim, obrigada pelo empenho e pela ajuda.

Aos novos amigos que fiz no Mestrado, agradeço a Michelle Davi pela amizade e pelas palavras de conforto e incentivo, a Elizandra Martins por sua animação, sua companhia e bom humor, sempre!

A Fernanda pela companhia e incentivo, ao Rodrigo pela ajuda nos estudos e apoio quando muito precisei, ao Renê, a Tatiana, Ana Paula, Anastácia pela companhia durante esses dois anos. A Claudia, que tentou me ajudar em polímeros, mas como sou enrolada não consegui me dar conta da ajuda!!! A todos vocês meus agradecimentos!!!

Aos técnicos, Heleno, Jacson e Emanuel, agradeço a ajuda, a paciência e compreensão, principalmente no início, quando tudo parecia muito estranho!

Aos professores do PEMM que muito me ensinaram.

Ao CNPQ e a FAPERJ pelo auxílio.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

AÇÃO DE SOLUÇÕES IRRIGADORAS NA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA E DE MATERIAIS OBTURADORES

Maíra do Prado

Março/2009

Orientadores: Renata Antoun Simão

Heloisa Carla Dell Santo Gusman

Programa: Engenharia Metalúrgica e de Materiais

Esse trabalho investigou por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) a influência dos diferentes regimes de irrigação para remoção de “smear layer” (SL), comparou a remoção de SL por duas diferentes técnicas: Microscopia de Força Atômica (AFM) e MEV, avaliou os efeitos do hipoclorito de sódio (NaOCl) 5,25%, clorexidina 2% e MTAD na desinfecção de cones de guta percha (GP) e *resilon* e a ação dessas soluções na topografia dos cones por MEV e AFM. Avaliou ainda a energia de superfície da guta percha e *resilon* após submetido ao ataque pelo NaOCl e clorexidina. De acordo com os resultados se concluiu que a solução de ácido fosfórico se mostrou eficaz em todos os tempos avaliados na remoção da SL. Avaliando a descontaminação dos cones, verificou-se que as soluções testadas foram eficazes em 1 minuto. Tanto os cones de GP quando os de *resilon* em contato com o NaOCl sem lavagem final apresentaram cristais de cloreto de sódio na sua superfície, que desapareceram após lavagem. Em contato com a clorexidina não houve alterações. Em contato com o MTAD os cones de GP sofreram alterações que desapareceram após a lavagem. Na análise por AFM, quando uma mesma área foi utilizada, alterações foram causadas pelo NaOCl nos cones de GP. Quando a clorexidina foi utilizada não foi verificada alteração. Quando MTAD foi empregado no cone Odous observou-se alterações. Por fim observou-se que nos cones em contato com a clorexidina houve um aumento da energia de superfície.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

IRRIGANT SOLUTIONS ACTION ON DENTINAL SURFACE AND ROOT
CANAL FILLING MATERIALS

Maíra do Prado

March/2009

Advisors: Renata Antoun Simão

Heloisa Carla Dell Santo Gusman

Department: Metallurgical and Materials Engineering

This work investigated by scanning electron microscopy (SEM) the influence of different irrigation systems for removal of smear layer (SL), compared the removal of SL by two different techniques: Atomic Force Microscopy (AFM) and SEM, assessed the effects of 5.25% sodium hypochlorite (NaOCl), 2% chlorhexidine and MTAD in the disinfection of gutta percha (GP) and resilon cones and the action of these solutions in the topography of the cones by SEM and AFM. Also, the surface energy of the gutta percha and resilon were evaluated after subjected to attack by NaOCl and chlorhexidine. According to the results it appears that the solution of phosphoric acid was effective at all times evaluated in the removal of the SL. Assessing the decontamination of cones, it was found that the solutions tested were effective in 1 minute. Both, GP and resilon cones, in contact with NaOCl without the final wash showed crystals of sodium chloride on its surface, which disappeared after washing. In contact with chlorhexidine no changes were observed. In contact with MTAD changes were observed in GP cones. All surface changes disappeared after washing. By the other side, in the AFM analysis, where the same area was used, changes in the GP cones were caused by NaOCl. When chlorhexidine was used no changes were detected. When MTAD was used in the Odous cone was observed changes. Finally it was observed that there was an increase of surface energy of cones when left in contact with chlorhexidine.

Sumário

Capítulo 1- Introdução	01
Capítulo 2- Revisão de Literatura	08
2.1 Hipoclorito de sódio	09
2.2 Clorexidina	11
2.3 MTAD	16
2.4 Ação das soluções irrigadoras na remoção da smear layer	19
2.4.1 EDTA	19
2.4.1 Ácido cítrico e ácido fosfórico	26
2.5 Materiais obturadores	30
2.5.1 Materiais obturadores sólidos	31
2.5.1.1 Cones de prata	31
2.5.1.2 Guta percha	32
2.5.1.3 <i>Resilon</i>	35
2.5.2 Pastas e cimentos	36
2.6 Ação antimicrobiana do hipoclorito de sódio 5,25%, clorexidina 2% e MTAD nos cones de guta percha e <i>resilon</i>	36
2.7 Técnicas de análise	38
2.7.1 Microscopia eletrônica de varredura (MEV) e Microscopia de força atômica (AFM)	38

2.7.2 Tensão superficial, energia de superfície e ângulo de contato	46
Capítulo 3- Objetivos	50
Capítulo 4- Metodologia	51
4.1 Ação do EDTA 17%, ácido cítrico 10% e ácido fosfórico 37% na remoção da smear layer	51
4.1.1 Análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV)- clivagem sem formação de smear layer	51
4.1.2 Análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV)- clivagem com formação de smear layer	55
4.2 Análise por microscopia de força atômica e eletrônica de varredura da remoção da smear layer por EDTA 17%, ácido cítrico 10% e ácido fosfórico 37%	55
4.3 Ação do hipoclorito de sódio a 5,25%, clorexidina 2% e MTAD nos cones de guta-percha e de <i>resilon</i>	57
4.3.1 Análise da desinfecção dos cones	57
4.3.2 Análise das soluções de hipoclorito de sódio, clorexidina e MTAD na desinfecção dos cones de guta percha e <i>resilon</i>	59
4.3.3 Análise por microscopia de força atômica	59
4.3.3.1 Análise para reconhecimento da amostra	59
4.3.3.2 Análise da ação das soluções na amostra	60
4.4 Análise de ângulo de contato entre material obturador sólido submetido à ação do hipoclorito de sódio 5,25% e clorexidina 2%	61
Capítulo 5- Resultados e Discussão	63
5.1 Ação do EDTA 17%, ácido cítrico 10% e ácido fosfórico 37% na remoção da smear layer	63

5.1.1 Análise por MEV_____	63
5.1.2 Análise a partir de duas diferentes técnicas: AFM e MEV_____	69
5.2 Ação do hipoclorito de sódio a 5,25%, clorexidina 2% e MTAD nos cones de guta-percha e de <i>resilon</i> _____	74
5.2.1 Ação na desinfecção dos cones e análise por MEV e EDS_____	74
5.2.2 Análise por microscopia de força atômica_____	81
5.2.3 Análise de ângulo de contato entre material obturador sólido submetido a ação do hipoclorito de sódio 5,25% e clorexidina 2%_____	132
Capítulo 6- Conclusão_____	135
Capítulo 7- Referências bibliográficas_____	138
Apêndice 1_____	155
Apêndice 2_____	175
Apêndice 3_____	181
Apêndice 4_____	189
Apêndice 5_____	207

Capítulo 1

Introdução

O tratamento endodôntico consiste em três etapas fundamentais: acesso a cavidade pulpar ou abertura coronária, preparo químico-mecânico e a obturação do sistema de canais radiculares.

A abertura coronária tem como objetivo nos fornecer um acesso direto, amplo e sem obstáculos à região apical e não meramente ao orifício de entrada dos canais radiculares (Figura 1) (CLEMENTES & GILBOE, 1991).



Figura 1: Acesso a cavidade pulpar

O preparo químico-mecânico promove a modelagem e a limpeza do canal radicular (Figura 2).

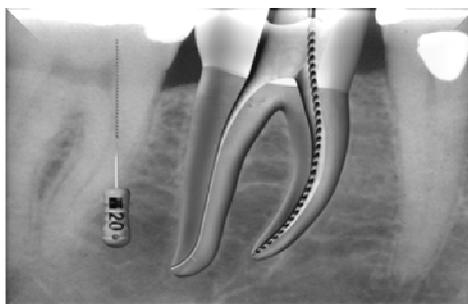


Figura 2: Preparo químico-mecânico

A modelagem é obtida pela ação mecânica dos instrumentos, manuais e/ou rotatórios, através do desgaste das paredes de dentina. Para alcançar a formatação final

alguns princípios são seguidos. Esses princípios são conhecidos como objetivos mecânicos de Schilder e consistem em: 1. Desenvolver uma forma cônica progressiva no preparo do canal; 2. Fazer o canal mais estreito apicalmente, com o menor diâmetro seccional no seu término; 3. Obter um preparo cônico em múltiplos planos; 4. Nunca transportar o forame; 5. Manter o forame apical tão pequeno quanto prático (SCHILDER, 1967).

Concomitante à ação dos instrumentos, a ação de substâncias químicas auxiliares, as soluções irrigadoras, são de extrema importância, visto que a anatomia dos canais radiculares é extremamente complexa, sendo composta não apenas de canais individuais distintos, mas também por inúmeras ramificações associadas. Tal conjunto é denominado Sistema de Canais Radiculares (SCR) (Figura 3). Essas ramificações localizam-se preferencialmente no terço apical, seguido dos terços médio e cervical (DE DEUS, 1975).



Figura 3: Sistema de canais radiculares

Durante o preparo químico-mecânico, essas ramificações não são atingidas pelos instrumentos, enfatizando desta forma a importância da utilização das soluções irrigadoras para que tais áreas sejam alcançadas.

Algumas características são requeridas a essas substâncias para que as qualifiquem como auxiliares à instrumentação. Essas características são (LOPES & SIQUEIRA JR, 2004):

Tensão superficial- quanto menor a tensão superficial dessas substâncias, maior será sua capacidade de penetração e molhamento. Essa propriedade é característica de cada líquido e varia com a temperatura e tipo de superfície contatada.

Viscosidade- Quanto maior a viscosidade, menor o escoamento. O aumento da viscosidade das soluções químicas reduz sua capacidade de penetração.

Atividade solvente de tecido- durante o preparo químico-mecânico é necessário o uso de substâncias que tenham a capacidade de remover tecido pulpar vital ou necrosado, principalmente das áreas inacessíveis, onde não há a ação mecânica dos instrumentos. A capacidade de dissolução de tecido está relacionada a diversos fatores como: massa de tecido e volume de solução, concentração das soluções, renovação, temperatura, tempo de ação, entre outras.

Atividade antimicrobiana- As patologias pulpares e perirradiculares são usualmente relacionadas à presença de microorganismos e seus subprodutos que exercem um papel significativo na indução e perpetuação dessas doenças (SUNDQVIST, 1992). Para redução e tentativa de eliminação desses microorganismos é necessário que essas soluções apresentem atividade antimicrobiana.

Atividade lubrificante- os instrumentos endodônticos, assim como as paredes dentinárias, apresentam rugosidades específicas. Durante a instrumentação ocorre o contato entre os picos de rugosidade superficial do instrumento com a dentina, surgindo forças que se opõem ao deslocamento do instrumento, as forças de atrito. As soluções irrigadoras, utilizadas durante o preparo químico-mecânico, desempenham atividade lubrificante, reduzindo a força de atrito entre as superfícies e formando uma película que diminui o contato físico entre elas.

Suspensão de detritos- durante o preparo, a ação concomitante da irrigação e a aspiração dessas substâncias vão manter os detritos orgânicos e inorgânicos em suspensão com o objetivo de impedir sua sedimentação e conseqüente obstrução do canal.

Biocompatibilidade- idealmente, todo biomaterial utilizado deveria ser biocompatível. Porém, no caso das soluções irrigadoras, onde uma das principais exigências é que possua atividade solvente de tecido, a biocompatibilidade nem sempre é possível. Por isso, encontra-se disponível no mercado um arsenal de substâncias, cada uma com determinadas características, onde o profissional irá escolher a que melhor se adequar a cada caso.

Diversas soluções irrigadoras são encontradas no mercado odontológico para auxiliar na instrumentação. Dentre as soluções utilizadas, podemos destacar o hipoclorito de sódio em concentrações variando entre 0,5% e 6%, a clorexidina (0,2 ou 2%) e o MTAD, uma mistura composta por doxiciclina, ácido cítrico e um detergente, o Tween 80.

Além de auxiliares à instrumentação, algumas soluções são utilizadas após o preparo químico-mecânico com o intuito de remover a “smear layer”, uma massa que se adere à superfície dentinária e que é formada durante o preparo químico-mecânico. As características dessa camada vão depender de diversos fatores, como: a anatomia do canal, os instrumentos utilizados durante a modelagem, o estado da polpa, a presença de contaminação microbiana e os produtos químicos utilizados para facilitar o debridamento (COHEN & BURNS, 2000). Essencialmente, a “smear layer” é uma camada de material “lamacento”, de estrutura não homogênea, composto de partículas orgânicas e inorgânicas, proteínas coaguladas, tecido pulpar, células sanguíneas e em canais infectados, por bactérias e fungos (LOPES & SIQUEIRA JR, 2004).

Pelo fato de ser uma camada muito fina e solúvel em ácido, a “smear layer” é solubilizada durante o processamento histológico, não permitindo estudos à luz da microscopia ótica. Essa é uma das razões pelas quais recebeu pouca atenção ao longo do tempo e somente pode ser revelada e analisada por microscopia eletrônica. O primeiro estudo a utilizar tal técnica e observar essa camada nas paredes de canais radiculares instrumentados foi realizado por MC COMB & SMITH em 1975.

Essa camada apresenta aproximadamente de 1 a 5 μm de espessura e pode penetrar até 40 μm para o interior dos túbulos dentinários (MADER *et al.*, 1984). Outro aspecto a ser considerado é que ela pode ser observada no plano frontal ao túbulo dentinário, denominada “smear layer” propriamente dita, apresentando-se como uma camada fina, irregular, granulosa, frágil e pouco aderida à superfície do canal, e no plano lateral, denominada “smear plug”, apresentando-se comprimida no interior do túbulo dentinário (Figura 4). Essa compressão de material para o interior dos túbulos dentinários se deve principalmente à ação dos instrumentos endodônticos (MADER *et al.*, 1984).

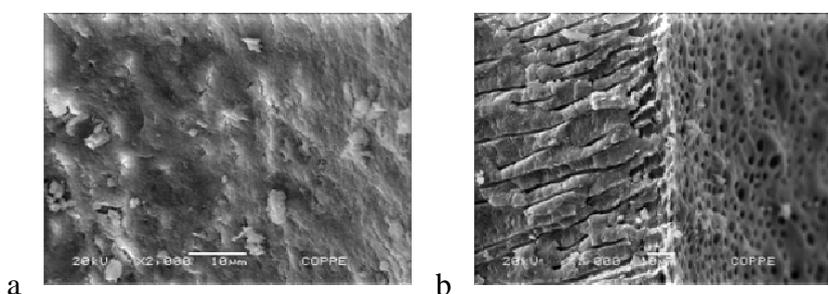


Figura 4: “smear layer”, vista frontal (a) e vista lateral (b)

Existem na literatura opiniões bastante controversas sobre a influência da “smear layer” na terapia endodôntica. Há duas correntes sobre o assunto: Uma defende a permanência da “smear layer” recobrando as paredes dentinárias, afirmando que essa camada atua como barreira física para bactérias e seus subprodutos, dificultando a penetração desses agentes infecciosos na dentina (MICHELICH *et al.*, 1980). A outra corrente defende que a “smear layer” atua como uma barreira, reduzindo a permeabilidade dentinária em 25 a 49% (LOPES & SIQUEIRA JR, 2004).

Estudos têm demonstrado que a permeabilidade dentinária aumenta após a remoção da “smear layer”, o que leva a um alargamento dos túbulos dentinários. Além disso, a permanência da “smear layer” pode atuar como uma barreira física e assim reduzir a penetração de cimentos endodônticos nos túbulos dentinários, como também dificultar a adesão do cimento à superfície dentinária (KOKKAS *et al.*, 2004). Observa-se ainda que, além de aumentar a permeabilidade dentinária, ocorre uma diminuição da microinfiltração (SEN *et al.*, 1995).

Tem sido relatado que bactérias não somente permanecem, mas também sobrevivem e se multiplicam na “smear layer” e podem penetrar nos túbulos dentinários. A permanência dessa camada retarda ou mesmo impede a ação antimicrobiana dos medicamentos e a penetração de cimento durante a obturação nos túbulos dentinários (CALAS *et al.*, 1994; LOVE *et al.*, 1996; BUCK *et al.*, 2001).

Diversos métodos são propostos para remoção da “smear layer”, como o ataque químico, com a utilização de soluções irrigadoras, além de técnicas ultra-sônicas, associada a soluções químicas (GORMAN *et al.*, 1995) e laser (GOYA *et al.*, 2000). As soluções utilizadas para esse fim são: o EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético), ácido cítrico, ácido fosfórico, entre outras.

A etapa final do tratamento endodôntico consiste na obturação do sistema de canais radiculares, que representa o desfecho de um conjunto de procedimentos, visando à devolução da função ao elemento dentário.

A obturação do sistema de canais radiculares objetiva o selamento tridimensional de toda a extensão da cavidade endodôntica. O material obturador deveria idealmente preencher todo o espaço anteriormente ocupado pelo tecido pulpar, incluindo não só os canais principais, como também as ramificações.

Vários materiais são propostos para a obturação do SRC, é consenso, no entanto, que se deve utilizar um material sólido, por exemplo, cones de guta-percha, associados a cimentos endodônticos. Com o objetivo de reduzir os níveis de microinfiltração

coronária e apical foi desenvolvido recentemente um novo sistema, cujo conceito está relacionado com os procedimentos adesivos da dentina (LOPES & SIQUEIRA JR, 2004). Este sistema é conhecido como *resilon/epiphany*, comercializado com o nome de Real Seal.

Os materiais sólidos, como os cones de guta percha e *resilon*, são em volume, o principal constituinte da massa obturadora. Os cimentos endodônticos são empregados para reduzir a interface entre o material sólido e as paredes do canal, preenchendo irregularidades, além de ocupar o espaço anteriormente ocupado por tecido pulpar nas ramificações, como os canais acessórios e deltas apicais, áreas não atingidas pelo material sólido.

Todos os materiais utilizados durante o tratamento endodôntico, incluindo os materiais obturadores sólidos, devem estar livres de contaminação, visto que um dos principais objetivos da terapia endodôntica é prevenir e eliminar a infecção presente no sistema de canais radiculares. Os materiais obturadores não podem ser esterilizados a quente, como por exemplo, em autoclave ou com o uso do esterilizador de bolinha (PANG *et al.*, 2007). Por isso, procedimentos preventivos incluindo a rápida desinfecção dos cones com soluções como o hipoclorito de sódio, clorexidina e MTAD devem ser realizados.

A solução de hipoclorito de sódio a 5,25% apresenta uma alta efetividade na desinfecção de cones devido a sua atividade antimicrobiana (VIANNA *et al.*, 2004). Entretanto, tem sido demonstrado que esta solução é um agente altamente oxidativo e corrosivo, que pode causar alterações na superfície dos materiais (VALOIS *et al.*, 2005). A clorexidina e o MTAD apresentam elevada atividade antimicrobiana, também sendo utilizados para esse fim. Alguns estudos relatam alterações na superfície de cones de guta percha e *resilon* quando em contato com o hipoclorito de sódio. Quando em contato com a clorexidina, alterações são observadas apenas nos cones de *resilon* (VALOIS *et al.*, 2005; ÍSCI *et al.*, 2006). Embora tenha sido descrito na literatura o uso do MTAD na desinfecção de cones (ROYAL *et al.*, 2007), nenhum estudo sobre alterações topográficas de superfície está disponível até a presente data.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de diferentes regimes de irrigação na remoção da “smear layer”, em diferentes terços do canal, por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Comparou ainda, a remoção da “smear layer” a partir de duas diferentes técnicas de análise: a MEV e a Microscopia de Força Atômica (AFM). Avaliou também, os efeitos do hipoclorito de sódio (NaOCl) 5,25%, clorexidina

2% e MTAD na desinfecção de cones de guta percha e *resilon* em diferentes tempos, e a ação dessas soluções na topografia dos cones por MEV e AFM. Por fim, avaliou a energia de superfície da guta percha e do *resilon* após a lavagem e secagem e após imersão em NaOCl 5,25% e clorexidina 2%, novamente seguida de lavagem e secagem.

Capítulo 2

Revisão de literatura

Como descrito anteriormente, diferentes soluções têm sido propostas para irrigação durante e após o preparo químico-mecânico, com diferentes finalidades. Durante o preparo químico-mecânico, é necessário uma solução que contenha entre outras propriedades ação antimicrobiana. O hipoclorito de sódio (NaOCl), em diferentes concentrações, é a solução irrigadora mais antiga utilizada para este fim.

A escolha de uma solução deve ser baseada em muitos fatores além de sua atividade germicida. Fatores importantes são: toxicidade, capacidade de penetrar nos tecidos e ser absorvida e, ainda, suas reações químicas com proteínas e outros constituintes do tecido. O hipoclorito de sódio tem sido vastamente utilizado por aliar uma forte ação antimicrobiana a outras propriedades desejáveis, especialmente dissolução de tecidos orgânicos, característica essa que faz dessa solução a de escolha no arsenal das substâncias irrigadoras utilizadas durante a instrumentação do SCR.

O gluconato de clorexidina, um excelente agente antimicrobiano, vem sendo utilizado na odontologia desde 1950 em diferentes concentrações, em gel e solução. Seu grande espectro contra bactérias gram-positivas e gram-negativas, sua substantividade, assim como sua biocompatibilidade, são algumas propriedades que justificam o seu uso.

Outras formulações, como o MTAD, que contém em sua composição doxiciclina, um antibiótico da família das tetraciclina, além de ácido cítrico e um detergente, têm sido testadas para promover, além da ação antimicrobiana, a remoção da “smear layer”.

Para a remoção da “smear layer”, é necessário que a solução irrigadora, utilizada para esse fim, possua atividade quelante. Soluções como ácidos fracos e o EDTA são capazes de desmineralizar o tecido dentinário pela captura dos íons metálicos e são utilizadas com esse fim.

A seguir, descreveremos as principais características das soluções citadas.

2.1 Hipoclorito de sódio

O hipoclorito de sódio é a solução mais utilizada mundialmente, pois associa capacidade antimicrobiana e solvente de tecido orgânico.

O uso do hipoclorito de sódio para fins terapêuticos se deu pela primeira vez em 1820, quando LABARRAQUE utilizou a solução de hipoclorito de sódio a 2,5% para descontaminar feridas.

DAKIN (1915) propôs uma nova solução que ficou conhecida como líquido de Dakin, cuja fórmula é 0,5% de hipoclorito de sódio neutralizado com ácido bórico. Dakin observou que ao tratar feridas de guerra com hipoclorito de sódio a 2,5% obtinha-se anti-sepsia, porém a cicatrização da ferida era demorada. Para verificar o que ocorria, ele diluiu a solução até a concentração de 0,5% de cloro ativo e utilizou-a com a mesma finalidade. Suas observações puderam constatar que nesta concentração obtinha-se o mesmo resultado, ou seja, anti-sepsia da ferida. No entanto, a cicatrização era lenta. Observou que a demora na cicatrização devia-se ao grande teor de hidróxido de sódio presente nas soluções de hipoclorito, independente de sua concentração. Com base nos achados, Dakin neutralizou a solução de hipoclorito de sódio a 0,5% cujo pH era 11 com ácido bórico (0,4%). Isto resultou numa solução de hipoclorito de sódio com pH próximo do neutro. Desse modo, com o uso de uma solução de hipoclorito de sódio com pH próximo do neutro conseguiu-se desinfecção das feridas sem o efeito indesejável da ação das hidroxilas sobre os tecidos vivos (PÉCORA, 2004).

WALKER (1936) propôs o emprego do hipoclorito de sódio a 5%, em endodontia, como solução auxiliar na instrumentação de canais radiculares.

GROSSMAN e MEINAM (1941) avaliaram a capacidade de solvência de tecidos orgânicos em polpas dentais por dióxido de sódio, ácido sulfúrico, papaína e hipoclorito de sódio. Após os experimentos, os autores concluíram que o hipoclorito de sódio a 5% (soda clorada) foi capaz de dissolver tecido pulpar mais rapidamente que qualquer outra solução testada.

AUERBACH (1953) comparou, por meio de testes bacteriológicos, a eficácia da técnica de irrigação proposta por GROSSMAN, que consiste no uso alternado do hipoclorito de sódio a 5% com água oxigenada, e observou alta porcentagem de testes negativos imediatamente após a instrumentação.

CUNNINGHAM & JOSEPH (1980) estudaram o efeito da temperatura na atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio, concluindo que em temperatura mais elevada a atividade antimicrobiana foi obtida em um menor tempo.

RINGEL *et al.* (1982) compararam, *in vivo*, o efeito do gluconato de clorexidina a 0,2% e do hipoclorito de sódio a 2,5% como irrigantes endodônticos. O efeito dos dois irrigantes foi monitorado no início e no término de cada sessão, com amostras microbiológicas de bactérias aeróbicas e anaeróbicas. Concluíram que o hipoclorito de sódio a 2,5% foi mais eficaz que o gluconato de clorexidina a 0,2% como agente antibacteriano.

BAUMGARTNER & CUENIN (1992) avaliaram a capacidade de várias concentrações de hipoclorito de sódio como irrigante. As concentrações utilizadas foram de 5,25%, 2,5%, 1,0%, e 0,5%. Os autores concluíram que, usando hipoclorito de sódio em baixas concentrações (abaixo de 2,5%), é possível eliminar a infecção, mas não consistentemente dissolver todo o tecido pulpar em um tempo razoável. O hipoclorito de sódio entre 2,5% e 5% é extremamente efetivo na remoção do tecido pulpar mesmo naquelas paredes não tocadas pelo instrumento.

JEANSONNE & WHITE (1994) compararam, *in vitro*, o efeito antimicrobiano do hipoclorito de sódio a 5,25% e do gluconato de clorexidina a 2,0% como irrigantes endodônticos. Foram utilizados dentes humanos com polpas necrosadas, instrumentados com clorexidina, hipoclorito de sódio e solução salina. A irrigação com clorexidina ou hipoclorito de sódio reduziu o número de colônias em comparação com os dentes irrigados com solução salina. A diferença entre a clorexidina e o hipoclorito não foi estatisticamente significativa.

KURUVILLA & KAMATH (1998) avaliaram a atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio a 2,5% e do gluconato de clorexidina a 0,2% como irrigantes endodônticos usados separadamente e combinados. Os autores concluíram que o uso do hipoclorito de sódio e da clorexidina combinados resultou na maior redução de culturas positivas.

SEN *et al.* (1999) estudaram os efeitos antifúngicos do hipoclorito de sódio e da clorexidina nos canais radiculares. Todos os dentes foram colonizados com *Cândida albicans*. Dez dias depois, os dentes foram tratados com as soluções irrigadoras de hipoclorito de sódio 1%, hipoclorito de sódio 5,0% e clorexidina a 0,2%. Dentes sem “smear layer” foram tratados da mesma forma. Os tempos avaliados foram de um, cinco, trinta minutos e uma hora. Na presença da “smear layer”, a atividade antifúngica

de todos os irrigantes só se iniciou após uma hora. Nos dentes sem “smear layer”, a atividade antifúngica foi superior. Em trinta minutos, o hipoclorito de sódio 5,0% mostrou atividade antifúngica de 70,0%. Todas as soluções avaliadas mostraram eficácia total em uma hora.

GOMES *et al.* (2001) testaram, *in vitro*, a atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,5%, 1%, 2,5%, 4% e 5,25% e da clorexidina 0,2%, 1% e 2%, gel e líquida, na eliminação de *Enterococcus faecalis* em tempos de 10, 30 e 45 s; 1, 3, 5, 10, 20 e 30 minutos e 1 e 2 horas. Os autores concluíram que todas as soluções foram efetivas na eliminação de *Enterococcus faecalis*, em tempos diferentes e que a clorexidina líquida em todas as concentrações testadas e o hipoclorito de sódio a 5,25% foram as soluções mais eficazes.

ERCAN *et al.* (2004) avaliaram a atividade antimicrobiana do gluconato de clorexidina 2% e do hipoclorito de sódio a 5,25%, usados como irrigante, e compararam sua efetividade em dentes com necrose pulpar e patologia periapical. Os autores concluíram que tanto o gluconato de clorexidina quanto o hipoclorito de sódio foram significativamente efetivos na redução de microorganismos em dentes com necrose pulpar e patologia periapical e ambos poderiam ser utilizados com sucesso como soluções irrigadoras.

SIQUEIRA JR *et al.* (2007) compararam a eficácia do hipoclorito de sódio a 2,5% e do digluconato de clorexidina 0,12% como substância irrigadora na redução das populações bacterianas cultiváveis em canais radiculares infectados de dentes com periodontite apical. Foram colhidas amostras de bactérias no grupo controle (S1) e após o preparo químico utilizando hipoclorito de sódio (n= 16) ou clorexidina (n= 16) como substância irrigadora (S2). Com base nos resultados, os autores concluíram que no grupo S1, controle positivo, todas as culturas foram positivas, e que não houve diferença significativa quando se compara o efeito antibacteriano do hipoclorito de sódio 2,5% e da clorexidina 0,12%, usadas como substâncias irrigadoras durante o tratamento de canais infectados.

2.2 Clorexidina

A clorexidina é um importante anti-séptico utilizado vastamente para o controle de placa na cavidade oral (CHRISTIE *et al.*, 1998; FRANCO NETO *et al.*, 2008). O gluconato de clorexidina vem sendo bastante estudado em endodontia principalmente

por suas propriedades antimicrobianas. Além de possuir atividade antibacteriana de grande espectro, a clorexidina apresenta substantividade, isto é, ela se liga a hidroxiapatita do esmalte ou da dentina e a grupos aniônicos ácidos de glicoproteínas, sendo liberada lentamente, à medida que a sua concentração no meio diminua, permitindo desse modo um tempo de atuação prolongado. Com isso essa substância pode manter seus efeitos por longos períodos de tempo. As concentrações utilizadas para fins endodônticos são de 0,2 e 2% (SIQUEIRA *et al.*, 1998; AYHAN *et al.*, 1999; TONUMARU FILHO *et al.*, 2002).

Embora seu uso como irrigante principal seja limitado, por não apresentar a capacidade de dissolução de tecido (OKINO *et al.*, 2004) e ser menos efetiva em bactérias gram negativas, a clorexidina é uma alternativa ao uso do hipoclorito de sódio por aliar efeito antimicrobiano, substantividade e biocompatibilidade (ZEHNDER, 2006).

DENALY *et al.* (1982) avaliaram o efeito do gluconato de clorexidina como irrigante radicular em dentes recém-extraídos com polpa necrosada. Amostras bacteriológicas foram obtidas antes, durante, imediatamente depois e vinte e quatro horas após instrumentação, irrigação e medicação intracanal, com clorexidina 0,2% em um grupo e solução salina estéril em outro. Houve alta redução de microrganismos nos dentes tratados com clorexidina depois da irrigação e instrumentação. Significante redução foi notada no interior do canal depois de vinte e quatro horas de ação da clorexidina. Os dentes tratados com solução salina demonstraram apenas uma pequena redução da flora, após os procedimentos biomecânicos. Concluíram que o gluconato de clorexidina 0,2% pode ser um eficaz agente antimicrobiano quando usado como irrigante endodôntico ou como medicação intracanal entre sessões para reduzir bactérias restantes no interior do canal radicular.

OHARA *et al.* (1993) avaliaram o efeito antibacteriano de vários irrigantes endodônticos em determinadas bactérias anaeróbicas. Foram testados: hipoclorito de sódio 5,25%; peróxido de hidrogênio 3%; solução salina estéril; EDTA 17%; clorexidina 0,2%, e solução saturada de hidróxido de cálcio. A clorexidina foi a que se mostrou com melhor efeito antibacteriano. Peróxido de hidrogênio, hipoclorito de sódio e EDTA foram menos eficazes. O hidróxido de cálcio e a solução salina se mostraram ineficazes.

WHITE *et al.* (1997) avaliaram, *in vitro*, a atividade antimicrobiana residual depois da irrigação do canal com clorexidina. Dentes humanos foram instrumentados

com clorexidina 2% e 0,2%. Depois da instrumentação, os canais foram lavados com água estéril e amostras foram retiradas com cones de papel em 6, 12, 24, 48 e 72 horas após o tratamento. A atividade antimicrobiana esteve presente em todas as amostras tratadas com clorexidina a 2% depois de setenta e duas horas. Com clorexidina a 0,2 %, houve uma ação relativamente menor. Com base nos resultados, concluiu-se que a clorexidina possui efeito residual na ação antimicrobiana quando usada como irrigante endodôntico.

KURUVILLA & KANATH (1998) compararam a eficácia antimicrobiana do hipoclorito de sódio a 2,5% com o gluconato de clorexidina a 0,2%, separados e em combinação, como irrigantes endodônticos *in vivo*. O estudo mostrou que o uso do hipoclorito e clorexidina combinados resultaram em uma grande redução do número de culturas positivas. Provavelmente por formar a “clorexidina clorito” que é uma substância bactericida. Essa redução foi significativa comparada ao uso isolado do hipoclorito de sódio, mas não significativa quando comparada ao uso isolado da clorexidina.

SIQUEIRA JR *et al.* (1998) estudaram o efeito antibacteriano de irrigantes endodônticos em bactérias gram negativas anaeróbicas e bactérias facultativas. As soluções utilizadas foram: hipoclorito de sódio 0,5%, 2,5%, 4%; clorexidina 0,2% e 2%; ácido cítrico 10,0% e EDTA 17%. Todas as soluções inibiram as bactérias testadas. O hipoclorito de sódio a 4% mostrou ser o agente antibacteriano mais eficaz. Ambas as soluções de clorexidina a 0,2% e 2% inibiram todas as bactérias, porém foram menos eficazes que o hipoclorito a 2,5% e 4%.

SPRATT *et al.* (2001) avaliaram, *in vitro*, a eficácia antimicrobiana de irrigantes endodônticos no biofilme de canais radiculares. Foi utilizado hipoclorito de sódio 2,5%, clorexidina 0,2% e iodo 10% (Iodine). Os resultados mostraram que o iodo e o hipoclorito foram mais eficazes que a clorexidina, com exceção dos microorganismos *P. micros* e *P. intermedium*, onde a clorexidina foi 100% efetiva. Depois de uma hora, o iodo e o hipoclorito foram eficazes em todas as espécies. A eficácia da clorexidina foi de 100% após uma hora, porém em quinze minutos reduziu muito pouco o número de bactérias. Concluíram que a eficácia dos irrigantes depende da natureza do microorganismo e do tempo de contato.

FERRAZ *et al.* (2001) avaliaram a ação antimicrobiana e a propriedade mecânica do gel de clorexidina a 2% como irrigante endodôntico *in vitro*. Microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para comparar as propriedades com outros

irrigantes mais usados, como o hipoclorito de sódio 5,25% e a clorexidina líquida 2%. O resultado indicou que o gel de clorexidina produziu uma superfície radicular limpa e uma atividade antimicrobiana comparável a outras soluções testadas. Concluíram que o gel de clorexidina possui alto potencial como irrigante endodôntico.

LIMA *et al.* (2001) avaliaram a eficácia da clorexidina e medicações baseadas em antibióticos para eliminar o biofilme do *Enterococcus faecalis in vitro*. Houve grande diferença entre as formulações testadas. A associação da clindamicina com metronidazol reduziu significativamente o número de células em um dia de biofilme. No entanto, entre todos os medicamentos testados, somente a clorexidina a 2% foi capaz de eliminar a maioria de bactérias do biofilme do *E. faecalis*.

VIANNA *et al.* (2004) avaliaram, *in vitro*, a atividade antimicrobiana do gluconato de clorexidina nas concentrações de 0,2%, 1% e 2%, gel e líquido, e do hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,5%, 1%, 2,5%, 4 e 5,25%. Os resultados mostraram que em 15 segundos a clorexidina líquida 1% e 2% e o hipoclorito de sódio 5,25% foram capazes de eliminar todos os microorganismos e que a atividade antimicrobiana está relacionada ao tipo, concentração e forma de apresentação dos irrigantes, assim como da susceptibilidade dos microorganismos.

DAMETTO *et al.* (2005) avaliaram, *in vitro*, a atividade antimicrobiana da clorexidina 2% gel contra *Enterococcus faecalis*, comparando-o com outras substâncias irrigadoras (clorexidina líquida a 2% e hipoclorito de sódio a 5,25%). Oitenta pré-molares inferiores foram preparados pela técnica de instrumentação seriada, autoclavados e contaminados por cinco dias com *Enterococcus faecalis*. Os dentes foram divididos em grupos de acordo com a substância irrigadora utilizada. Para avaliar a ação antimicrobiana das soluções, três diferentes momentos foram avaliados: inicial, antes do preparo químico-mecânico, logo após o preparo químico-mecânico e sete dias após o preparo químico-mecânico. As amostras foram avaliadas pela contagem de unidades formadoras de colônias (UFC). O gel de clorexidina a 2% e a clorexidina líquida 2% reduziram significativamente o UFC de *Enterococcus faecalis* logo após o preparo químico-mecânico e sete dias após o preparo químico-mecânico. O hipoclorito de sódio 5,25% reduziu o UFC de *Enterococcus faecalis* logo após o preparo químico-mecânico, mas não foi capaz de manter essa redução nos sete dias após o preparo químico-mecânico. Os autores concluíram que a clorexidina 2% foi mais eficaz que o hipoclorito de sódio 5,25% após sete dias do preparo químico-mecânico.

FERRAZ *et al.* (2007) avaliaram a capacidade antimicrobiana da clorexidina gel nas concentrações de 0,2%, 1% e 2%, solução de clorexidina nas concentrações de 0,2%, 1% e 2% e hipoclorito de sódio nas concentrações de 0,5%, 1%, 2,5%, 4% e 5,25% como irrigante endodôntico. Os resultados demonstraram que as maiores zonas de inibição foram produzidas quando as bactérias testadas ficaram em contato com a clorexidina a 2% em gel (11,79 mm), apresentando diferença estatisticamente significativa quando comparados às zonas de inibição de crescimento bacteriano produzidas por todas as concentrações avaliadas de hipoclorito de sódio, incluindo 5,25% (9,54 mm). No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa comparando as zonas produzidas por concentrações equivalentes de clorexidina líquida ou gel. Os resultados indicaram que a clorexidina em gel tem grande potencial para ser utilizada como substância química auxiliar quanto às suas propriedades antimicrobianas.

WANG *et al.* (2007) avaliaram a eficiência clínica da clorexidina 2% gel na redução de bactéria intracanal. Quarenta e três pacientes com periodontite apical foram utilizados no estudo. Os dentes foram instrumentados pela técnica rotatória e a clorexidina 2% gel foi utilizada como irrigante. Amostras bacteriológicas foram feitas logo após o acesso (grupo 1), após a instrumentação (grupo 2) e duas semanas após a medicação de clorexidina com hidróxido de cálcio (grupo 3). Os resultados indicaram que houve uma diferença significativa entre os grupos 1 e 2, mas não houve entre os grupos 2 e 3. A partir dos resultados os autores concluíram que a clorexidina gel foi efetiva na desinfecção dos canais radiculares e que o uso da medicação não levou a um aumento significativo na redução do número de bactérias nas amostras avaliadas.

KRITHIKADATTA *et al.* (2007) avaliaram a desinfecção de túbulos dentinários com a utilização de clorexidina 2% gel, metronidazol 2% gel e vidro bioativo quando comparados ao hidróxido de cálcio como medicação intra-canal. O efeito antimicrobiano dos quatro agentes sobre *E. faecalis* foi medido, *in vitro*, utilizando-se pré molares extraídos. A inibição total do crescimento bacteriano foi vista em 100% dos casos quando a clorexidina 2% gel foi utilizada. A inibição do crescimento foi moderada com o metronidazol 2% gel (86,5%), seguido pelo vidro bioativo (62,8%) e o hidróxido de cálcio (58,5%). A partir do presente estudo concluiu-se que a clorexidina

2% gel foi mais efetiva contra *E. faecalis*, quando comparada com outros medicamentos testados.

2.3 MTAD

Há vários anos, ácidos, ultrassom, laser e tetraciclina têm sido propostos como agentes quelante durante o tratamento periodontal. A doxiciclina tem sido recomendada durante a terapia devido a sua atividade antimicrobiana, atividade quelante e substantividade, entretanto o efeito antimicrobiano da tetraciclina, usado como irrigante endodôntico, nunca havia sido investigado.

Uma busca na literatura endodôntica, até 2003, demonstrou a ausência de trabalhos que apontassem um irrigante capaz de remover “smear layer” e ao mesmo tempo ter a capacidade de desinfetar o sistema de canais radiculares. Nesse contexto, TORABINEJAD *et al.* 2003a, propuseram o uso de uma nova solução, o MTAD. Esse novo irrigante é uma associação de um isômero da tetraciclina (doxiciclina), um ácido (ácido cítrico 10%) e um detergente (Tween 80), numa mistura contendo 3% de doxiciclina, 4,25% de ácido cítrico e 0,5% de Tween-80, um detergente polisorbato 80 (GATEWOOD, 2007).

TORABINEJAD *et al.* (2003b) avaliaram a capacidade de remoção da “smear layer” do MTAD. Após o preparo químico mecânico os dentes foram irrigados com água destilada, hipoclorito de sódio a 5,25%, EDTA 17% e MTAD. A presença e ausência da “smear layer”, assim como o nível de erosão na superfície do canal radicular nos terços cervical, médio e apical foram examinadas por microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que o MTAD foi efetivo na remoção da “smear layer” e não causou modificações estruturais significativas nos túbulos dentinários, quando os dentes foram irrigados com o hipoclorito de sódio e a seguir a irrigação final foi feita com MTAD.

TORABINEJAD *et al.* (2003c) avaliaram o efeito de várias concentrações de hipoclorito de sódio antes do uso do MTAD na habilidade de remover “smear layer”. Os grupos avaliados foram: grupo 1- solução irrigadora durante o preparo: água destilada, solução final: água destilada; grupo 2- solução irrigadora durante o preparo: hipoclorito de sódio a 5,25%, solução final: EDTA a 17%; grupo 3- solução irrigadora durante o preparo: hipoclorito de sódio a 5,25%, solução final: hipoclorito de sódio a 5,25%; grupo 4- solução irrigadora durante o preparo: água destilada, solução final: MTAD; grupo 5- solução irrigadora durante o preparo: MTAD, solução final: MTAD; grupo 6-

solução irrigadora durante o preparo: hipoclorito de sódio a 0,65%, solução final: MTAD; grupo 7- solução irrigadora durante o preparo: hipoclorito de sódio a 1,3%, solução final: MTAD; grupo 8- solução irrigadora durante o preparo: hipoclorito de sódio a 2,6%, solução final: MTAD e por fim grupo 9- solução irrigadora durante o preparo: hipoclorito de sódio a 5,25%, solução final: MTAD. Com base nos resultados, os autores concluíram que, quando utilizado durante o preparo químico mecânico, o MTAD promoveu maior capacidade de remoção da “smear layer”, mas alguns remanescentes de tecido orgânico permaneceram no canal. A maior efetividade dessa substância é obtida quando concentrações baixas de hipoclorito de sódio são utilizadas como irrigantes durante o preparo e antes de sua utilização como irrigante final e que os regimes de irrigação não mostraram diferenças significativas quanto a estrutura dos túbulos dentinários.

TORABINEJAD *et al.* (2003d) avaliaram a efetividade antimicrobiana dessa solução, comparada ao hipoclorito de sódio a 5,25% e ao EDTA 17% contra *Enterococcus faecalis*. Os resultados mostraram que o MTAD foi mais efetivo que o hipoclorito de sódio na eliminação de *Enterococcus faecalis* e que o EDTA não exibiu atividade antibacteriana. Com isso, os autores concluíram que o MTAD é uma solução efetiva na eliminação de *Enterococcus faecalis*.

SHABAHANG *et al.* (2003) avaliaram a atividade antimicrobiana, *in vitro*, do MTAD e do hipoclorito de sódio 5,25%. Os resultados mostraram que, dos 60 dentes avaliados no grupo do hipoclorito de sódio, 23 permaneceram infectados. Dos 60 dentes do grupo do MTAD, apenas um permaneceu infectado. A análise estatística dos dados mostrou diferenças significativas, com isso os autores concluíram que o MTAD foi mais efetivo que o hipoclorito de sódio.

PORTENIER *et al.* (2006) avaliaram a atividade antimicrobiana de diferentes soluções em diferentes concentrações de MTAD (100%, 10% e 1%), clorexidina (0,2% e 2%) e associações de 0,1% de clorexidina + 0,1% de cetramide e 0,01% de clorexidina + 0,01% de cetramide, sobre o *Enterococcus faecalis*. Concluíram que em 10 segundos a associação clorexidina + cetramide foi eficaz. Após 5 minutos o MTAD e a clorexidina 0,2% foram eficazes e que concentrações mais baixas apresentaram piores resultados.

KHO & BAUMGARTNER (2006) compararam a atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio 5,25%/ MTAD e hipoclorito de sódio 5,25%/ 15% EDTA sobre o

Enterococcus faecalis. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os dois regimes de irrigação, nenhum crescimento bacteriano foi observado.

JOHAL *et al.* (2007) compararam a eficácia na eliminação de *Enterococcus faecalis* do hipoclorito de sódio 1,3%/ MTAD e hipoclorito de sódio 5,25%/ 15% EDTA. Os resultados mostraram que a associação do hipoclorito de sódio 5,25%/ 15% EDTA foi mais eficaz que do hipoclorito de sódio 1,3%/ MTAD.

GIARDINO *et al.* (2007) compararam a atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio a 5,25%, MTAD e Tetraclan contra biofilme de *Enterococcus faecalis*, durante 5, 30 e 60 minutos. Os autores concluíram que apenas o hipoclorito de sódio a 5,25% removeu o biofilme em todos os períodos de tempo avaliados.

KRAUSE *et al.* (2007) avaliaram o efeito antimicrobiano do MTAD, hipoclorito de sódio a 5,25%, doxiciclina e ácido cítrico 10% sobre *Enterococcus faecalis*. Com base nos resultados, os autores concluíram que no modelo de difusão de ágar, a doxiciclina apresentou maiores halos de inibição, seguida do MTAD, hipoclorito de sódio e ácido cítrico.

NEWBERRY *et al.* (2007) avaliaram o efeito antimicrobiano do MTAD como irrigante final em 8 cepas de *Enterococcus faecalis*. As raízes de 240 dentes humanos extraídos foram instrumentadas utilizando hipoclorito de sódio 1,3% e 17% EDTA. As raízes foram divididas em oito grupos e contaminadas com uma das oito cepas de *E. faecalis*. Após irrigar com hipoclorito de sódio 1,3%, o canal radicular e as superfícies externas foram expostas ao MTAD por 5 minutos. As raízes foram colocadas em meio de cultura para determinar o crescimento de *E. faecalis*. Os resultados mostraram que este regime terapêutico foi eficaz em eliminar completamente o crescimento de sete das oito cepas de *E. faecalis*.

SHABAHANG *et al.* (2008) avaliaram os efeitos do MTAD modificado, adicionando clorexidina na sua formulação ou substituindo a doxiciclina pela clorexidina. Assim, foram comparadas três formulações em sua capacidade antimicrobiana contra *Enterococcus faecalis*. Dez dentes foram utilizados em cada grupo, juntamente com controles positivos e negativos. Os resultados demonstraram que nenhuma das amostras tratadas com MTAD ou MTAD/clorexidina demonstrou crescimento bacteriano. Em contrapartida, sete de dez amostras tratadas com MCAD (clorexidina substituído por doxiciclina) apresentaram culturas positivas de *E. faecalis*. Os resultados mostraram claramente que, embora a adição de clorexidina não tivesse

impactado negativamente a eficácia do MTAD, a substituição da doxiciclina por clorexidina (0,2%) reduziu significativamente a eficácia da solução.

2.4 Ação de soluções irrigadoras (EDTA, ácido cítrico e ácido fosfórico) na remoção de “smear layer”

2.4.1 EDTA

O primeiro relato do uso do ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) em odontologia é datado de 1953, quando NIKIFORUK & SREEBNY avaliaram a ação de agentes quelantes em pH neutro sobre a desmineralização de tecidos duros. Desde esta data o EDTA tem sido vastamente utilizado em odontologia já que é um composto orgânico polidentado tetraprótico com grande capacidade de complexação a íons metálicos. O EDTA na sua fórmula ácida apresenta um pequeno poder de descalcificação porque sua solubilidade em água é pequena (0,001mol/litro). Conseqüentemente, seu poder quelante é reduzido pela impossibilidade de uma efetiva dissociação iônica (CALVO *et al.*, 1989).

A solubilidade do EDTA está diretamente relacionada com o número de átomos de hidrogênio dos radicais carboxila substituídos por sódio. Como apresenta quatro radicais carboxila, pode-se obter quatro tipos de sais: mono, di, tri e tetrassódico (SEIDBERG & SCHILDER, 1974; HOLLAND, 1979). Sua fórmula estrutural está apresentada na Figura 5.

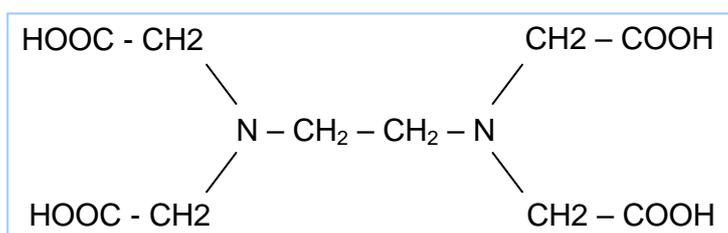


Figura 5: Fórmula estrutural do EDTA

Associando a capacidade de descalcificação e a compatibilidade biológica em relação aos tecidos pulpares e perirradiculares, emprega-se o EDTA trissódico (Figura 6).

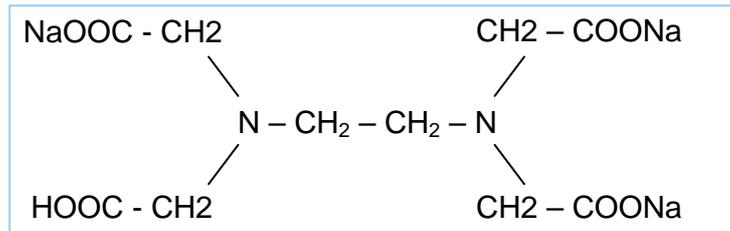
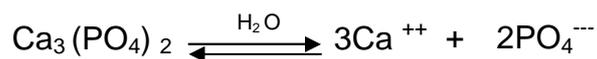
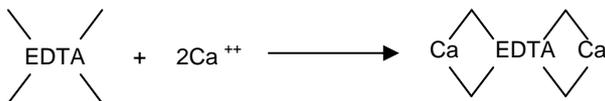


Figura 6: Fórmula estrutural do EDTA trissódico

A reação inicial da solução de EDTA no interior do canal radicular ocorre através de uma pequena solubilização de fosfato de cálcio, componente mineral da dentina, até que seja estabelecido o equilíbrio, representado pela reação:



O EDTA incorpora o cálcio por meio das ligações bivalentes do oxigênio existentes em sua estrutura, fechando-o numa cadeia heterocíclica. Esta reação é uma reação do tipo quelação, sendo o quelato de cálcio o produto resultante.



Assim, ocorre uma quebra da constante de solubilidade dentinária, que volta a se solubilizar na tentativa de suprir a falta de íons cálcio. Esses íons são incorporados às moléculas de EDTA e a reação química continua até a saturação da solução quelante, que interrompe o mecanismo de descalcificação (LOPES & SIQUEIRA JR, 2004). Dessa forma se explica a ação autolimitante das soluções de EDTA.

HUNTER & NIKIFORUK (1954) observaram os efeitos da utilização de um agente quelante, o sal EDTA, como descalcificante, e compararam com os efeitos das soluções ácidas convencionais em tecidos dental e ósseo seguidos de reações de coloração por hematoxilina e eosina. Com esse estudo os autores concluíram que a concentração, a temperatura e o pH da solução de EDTA não tiveram efeito sobre as reações de coloração e que os resultados obtidos com o uso do EDTA foram iguais, e

em alguns momentos melhores que àqueles obtidos pelas soluções ácidas convencionais, sugerindo que o EDTA é um descalcificante satisfatório para utilização em rotinas histológicas.

Até 1957, os endodontistas utilizavam durante a instrumentação de canais radiculares atrésicos ácidos fortes corrosivos e altamente concentrados (CALLAHAN 1984; GROSSMAN, 1946). Neste ano, NYGAARD OSTBY, embasado nos estudos de NIKIFORUK e HUNTER, propôs o uso da solução salina do EDTA como uma solução auxiliar para a instrumentação dos canais radiculares atrésicos. Este sal, derivado de um ácido fraco é capaz de promover, em pH alcalino, a quelação de íons cálcio da dentina.

A solução proposta por OSTBY, comumente utilizada na clínica, é composta de EDTA, água destilada e hidróxido de sódio, cuja composição está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Solução proposta por OSTBY

EDTA	17g
Água destilada	100 mL
Hidróxido de sódio	9,8 mL

PATTERSON (1963) estudou o efeito do EDTA, *in vitro* e *in vivo*, na dentina e suas implicações endodônticas, concluindo que a dureza da dentina humana varia de 25 a 80 na escala de Knoop, de acordo com sua localização. Ao nível da junção cementodentinária e nas proximidades da superfície do canal radicular é mais amolecida; quando submetida à ação do EDTA, a dureza máxima determinada foi 1,6 na escala de Knoop; o EDTA ofereceu aproximadamente o mesmo efeito do ácido fenolsulfônico sobre a dentina; em diluições de 10, 3, 0,3, 0,1 e 0,03% o EDTA mostrou-se ativo, embora seu maior efeito tenha sido observado na mais alta concentração testada; quando o EDTA foi deixado no canal radicular por 24 h, a dentina superficial sofreu descalcificação. Esse efeito, porém não foi autolimitante, mas contínuo por 5 dias. A profundidade máxima de ação no 5º dia foi de 0,28 mm; A porção de dentina não atingida pela solução manteve sua dureza e a solução de EDTA a 10% produziu uma zona de inibição bacteriana, comparada com a produzida pelo cresoto de Faia.

WEINREB & MÉIER (1965) testaram a eficiência do EDTA, ácido sulfúrico e instrumentos mecânicos, em várias combinações, no alargamento de canais radiculares.

Quando usado isoladamente, o método mecânico se mostrou mais eficiente, seguido pelo EDTA, que foi de quatro a cinco vezes mais eficiente que o ácido sulfúrico. Quando combinado, o trabalho mecânico e as soluções químicas, o EDTA mostrou-se novamente mais eficiente. Com esses achados, os autores recomendaram o uso de EDTA na prática clínica.

Até 1975 os estudos sobre a utilização de EDTA eram relacionados à sua ação como auxiliar de instrumentação, principalmente para canais atresiaados. Nesse ano, MC COMB e SMITH em seu estudo da análise de canais radiculares após os procedimentos endodônticos, por microscopia eletrônica de varredura, constataram a existência de uma camada recobrando a superfície dentinária, que ficou conhecida como “smear layer”. Vários estudos, desde então, foram desenvolvidos relacionando a permanência ou não dessa camada, e o EDTA, por sua ação quelante de cálcio, foi sugerido para remoção dessa camada.

GOLDMAN *et al.* (1981) avaliaram a eficácia de algumas soluções irrigantes em endodontia por microscopia eletrônica de varredura. As soluções utilizadas nesse estudo foram: 1% TEGO (dodecildiaminoetil glicina), hipoclorito de sódio a 5,25% e RTDA (EDTA com 5N de hidróxido de sódio). Os resultados do estudo demonstraram que a “smear layer” é causada pela instrumentação e que o RTDA foi eficaz na sua remoção, entretanto, o TEGO e o hipoclorito de sódio não foram eficientes.

CURY *et al.* (1981) avaliaram a eficiência das soluções de EDTA 0,3M nos seguintes pHs: 4,6, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0 e 9,0. Os resultados mostraram que a eficiência na desmineralização da dentina do EDTA é influenciada pelo pH e que a maior capacidade desmineralizadora dessa substância se deu em um pH entre 5,0 e 6,0.

BAUMGARTENER & MADER (1987) avaliaram por microscopia eletrônica de varredura a capacidade de debridamento de quatro protocolos de irrigação e concluíram que o uso de hipoclorito de sódio associado ao EDTA foi capaz de remover completamente a “smear layer” aderida às paredes dentinárias instrumentadas.

CALVO-PÉREZ *et al.* (1989) avaliaram as modificações do pH do EDTA durante sua ação desmineralizadora por 3 horas em 12 dentes e observaram uma redução nos valores de pH da solução. Segundo o autor a ação auto limitada do EDTA seria devido à acidificação da solução.

GUIGNES *et al.* (1996) avaliaram a relação entre o preparo endodôntico, com e sem o uso de EDTA, e a permeabilidade dentinária. Três grupos foram utilizados: o método de instrumentação convencional com o uso de hipoclorito de sódio a 2,5%

como irrigante; a irrigação ultra sônica com hipoclorito de sódio a 2,5% e por fim a técnica manual, associando hipoclorito de sódio a 2,5% + EDTA 17%. Com os resultados, concluiu-se que o uso do EDTA induziu um aumento considerável na permeabilidade dentinária.

HOTTEL *et al.* (1999) compararam o efeito do EDTA com outras duas substâncias, o HCl trientino e o succimer, durante 5 minutos e concluíram que houve a completa remoção da “smear layer” e um aumento do número de túbulos dentinários visíveis.

SERPER & CALT (2002) compararam os efeitos do EDTA 10% e 17%, em pH de 7,5 e 9,0 e mensurou a liberação de fósforo depois de 1, 3, 5, 10 e 15 minutos de exposição. Os resultados mostraram maior liberação de fósforo na maior concentração de EDTA e no maior tempo (EDTA 17%, 15 minutos) e que em pH neutro a solução foi mais efetiva que em pH 9,0.

NIU *et al.* (2002) propuseram um estudo, *in vitro*, para examinar a erosão dentinária causada pela irrigação final de EDTA com hipoclorito de sódio. Cinco grupos foram utilizados: grupo A: irrigação com hipoclorito de sódio a 6% por 2 minutos; grupo B: irrigação com EDTA 15% por 1 minuto; grupo C: irrigação com EDTA 15% por 1 minuto seguida de hipoclorito de sódio a 6% por 2 minutos; grupo D: irrigação com EDTA 15% por 3 minutos; grupo E: irrigação com EDTA 15% por 3 minutos seguida de hipoclorito de sódio a 6% por 2 minutos. Os resultados demonstraram que, quando irrigado apenas com EDTA, a dentina apresentou um aspecto liso com aparência plana, todos os túbulos dentinários estavam regulares. Quando o canal foi irrigado por EDTA seguido de hipoclorito de sódio, houve erosão dentária e os túbulos estavam irregulares e rugosos. Concluiu-se que, após o tratamento com EDTA 15%, a irrigação final com hipoclorito de sódio a 6% acelera a erosão dentinária.

CALT & SERPER (2002) avaliaram, *in vitro*, a evolução dos efeitos do EDTA 17% na remoção da “smear layer” na estrutura dentinária por 1 e 10 minutos. Apenas o terço médio foi avaliado nesse estudo. Os resultados mostraram que a irrigação durante 1 minuto foi eficaz na remoção da “smear layer”, entretanto a aplicação de EDTA durante 10 minutos causou uma excessiva erosão dentinária peri e intertubular. Os autores sugeriram que esse tratamento não deve ultrapassar um tempo superior a 1 minuto.

GESTEIRA *et al.* (2003) avaliaram, *in vitro*, a ação do EDTA sobre a “smear layer” nos terços cervical, médio e apical do canal radicular, por microscopia eletrônica

de varredura. As concentrações de EDTA utilizadas foram de 3%, 5%, 10 e 17% por 1 e 3 minutos. Com o presente trabalho concluíram: a respeito da remoção da “smear layer” e da desobstrução dos túbulos dentinários do canal radicular nos terços cervical, médio e apical, que os terços médio e cervical apresentaram superfícies mais limpas que o terço apical independente das concentrações e tempo de aplicação utilizados.

GRAWEHR *et al.* (2003) avaliaram a interação entre o EDTA e o hipoclorito de sódio. Foram utilizadas duas soluções, a primeira consistia de EDTA 8,5% e hipoclorito de sódio 0,5% e a segunda de uma mistura (1:1) de EDTA 17% e hipoclorito de sódio 1%. Os resultados mostraram que a presença do hipoclorito teve pouco efeito na habilidade quelante de cálcio do EDTA e que a solução hipoclorito de sódio – EDTA não dissolveu mais tecido comparada a solução de EDTA pura. Com isso concluiu-se que o EDTA mantém sua habilidade quelante de cálcio na presença do hipoclorito de sódio, porém o EDTA leva a uma perda da capacidade solvente de tecido orgânico do hipoclorito de sódio. Clinicamente é sugerido que o EDTA e o hipoclorito de sódio sejam usados separadamente.

TEIXEIRA *et al.* (2005) avaliaram o efeito do EDTA na remoção da “smear layer” por microscopia eletrônica de varredura. A solução utilizada foi 15% de EDTA por tempos de 1, 3 e 5 minutos. Os resultados mostraram que a “smear layer” foi completamente removida dos terços médio e cervical, porém no terço apical a superfície dentinária estava parcialmente recoberta por essa camada. Os autores avaliaram também o tempo de irrigação do EDTA com hipoclorito de sódio para remoção da “smear layer” por microscopia eletrônica de varredura. As soluções utilizadas foram EDTA 15% e hipoclorito de sódio 1% nos tempos de 1, 3 e 5 minutos. Com base nos resultados, concluíram que a efetividade na remoção da “smear layer” foi igual nos três tempos avaliados nos diferentes grupos.

SAYIN *et al.* (2007) determinaram a extensão do cálcio removido da dentina após o emprego de EDTA 17%, EGTA 17%, EDTAC 15% e 1% Tetraciclina HCl com e sem o uso de irrigação subsequente de hipoclorito de sódio 2,5% por 1 e 5 minutos. Os resultados mostraram que o EDTA 17% e o EDTA 17% + hipoclorito de sódio 2,5% obtiveram os melhores resultados de remoção de cálcio na dentina, quando comparados na ausência e presença de hipoclorito de sódio respectivamente. Os tratamentos realizados em 5 minutos obtiveram melhores resultados comparados a 1 minuto.

DOTTO *et al.* (2007) avaliaram e compararam a ação do EDTA 17% em solução com EDTA 24% em gel e concluíram que não houve diferença significativa quanto à utilização da solução de EDTA ou seu uso em gel.

DE DEUS *et al.* (2008a) avaliaram quantitativa e longitudinalmente por microscopia ótica digital Co-site o processo de desmineralização dentinária pelo HEBP 18% (etidronato), HEBP 9% e EDTA 17%. Com base nos resultados, os autores concluíram que a cinética de desmineralização do HEBP 18% e HEBP 9% foi mais lenta quando comparada ao EDTA 17%.

DE DEUS *et al.* (2008b) avaliaram por microscopia ótica digital Co-site o processo de desmineralização dentinária do EDTA a 17%, do EDTAC 17%, EDTAT 17% e SmearClear nos tempos de 15, 30, 60, 180 e 300 segundos. Os resultados indicaram que o EDTA 17% apresentou maior eficácia em todos os tempos avaliados e que as soluções associadas apresentaram um menor efeito quelante. Os autores concluíram que a solução de EDTA 17% apresentou os melhores resultados em todos os tempos avaliados; que a associação do EDTA com outros agentes não promoveu um aumento do poder de quelação dessas soluções e que a microscopia ótica digital co-site representa uma poderosa arma para comparar diretamente, longitudinalmente e quantitativamente a habilidade das soluções quelantes.

MELLO *et al.* (2008) analisaram a influencia de diferentes volumes de EDTA 17% como irrigante final na remoção de “smear layer” de diversas áreas do canal. Quarenta dentes foram instrumentados pela técnica rotatória e irrigados com hipoclorito de sódio 1% durante o preparo químico mecânico. Após, os dentes foram divididos em quatro grupos: sem irrigação final com EDTA (controle) e irrigação final com 5ml, 10ml ou 15ml de EDTA. Os dentes foram clivados. Como técnica de análise utilizou-se microscopia eletrônica de varredura. Os dados foram analisados por Kruskal-Wallis e Dunn test. Os resultados demonstraram que os 3 grupos experimentais não mostraram nenhuma diferença estatística. No entanto, quando os grupos testados foram comparados ao grupo controle foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. As superfícies das paredes do canal radicular nos dentes do grupo controle mostraram a presença da “smear layer” densa ao longo de todo o comprimento do canal radicular. Quando foram comparados os terços coronário, médio e apical, não houve diferença estatisticamente significativa. Com base nos resultados, verifica-se que uma irrigação final com 5 ml de EDTA oferece boa remoção

de “smear layer”, com paredes livres e principalmente túbulos dentinários abertos em todas as áreas.

2.4.2 Ácido cítrico e Ácido fosfórico

Ácidos fracos, como o ácido cítrico e o ácido fosfórico, vêm sendo empregados como soluções auxiliares na instrumentação dos canais radiculares. Vários pesquisadores têm se dedicado a estudar essas soluções, principalmente o ácido cítrico. O ácido fosfórico é muito utilizado e estudado no tratamento de superfícies de esmalte e dentina coronária, mas poucos trabalhos avaliam sua efetividade na dentina radicular.

LEE *et al.* (1973) avaliaram, *in vitro*, se os ácidos cítrico e fosfórico, ambos na concentração de 50%, aplicados diretamente na superfície dentária, poderiam facilmente penetrar nos túbulos dentinários. As técnicas de análise utilizadas no estudo foram a microscopia eletrônica de varredura e o exame colorimétrico. Os autores concluíram que nenhuma das duas substâncias foi capaz de penetrar no tecido dentinário. Com isso descartou-se a hipótese de que a inflamação da polpa seria resultado da penetração desses ácidos quando utilizados na limpeza da superfície dentária.

O primeiro estudo relacionado ao uso dessas substâncias em endodontia data de 1975, quando LOEL propôs o uso do ácido cítrico a 50% como solução irrigante, alternando seu uso ao do hipoclorito de sódio durante a instrumentação dos canais radiculares. A análise foi realizada por microscopia eletrônica de varredura. O autor concluiu que o ácido cítrico 50 % é um eficaz agente na remoção de tecido vital e que seu uso ainda condiciona a dentina para receber o material obturador.

TIDMARSH (1978) avaliou através de microscopia eletrônica de varredura a capacidade quelante do ácido cítrico a 50% e concluiu que o uso dessa substância promovia paredes isentas da “smear layer”.

BAUMGARTNER *et al.* (1984) avaliaram, através de microscopia eletrônica de varredura, a limpeza da superfície radicular, utilizando solução salina, ácido cítrico e hipoclorito de sódio. Com base nos resultados, os autores concluíram que a associação do ácido cítrico a 50% com o hipoclorito de sódio foi efetivo na limpeza das paredes dentinárias e capaz de promover paredes isentas de “smear layer”.

SCELZA *et al.* (1986) avaliaram, *in vitro*, a utilização de ácido cítrico a 10% em condutos radiculares por microscopia eletrônica de varredura, concluindo que este ácido foi eficaz na desobstrução dos túbulos dentinários quando utilizado como irrigante final.

SMITH & WAYMAN (1986) avaliaram a efetividade antimicrobiana do ácido cítrico como irrigante e demonstraram que tecido pulpar residual, debris dentinários e bactérias podem persistir nas irregularidades do canal após preparo mecânico. Os autores compararam a eficácia germicida do ácido cítrico a 25%, ácido cítrico a 50%, hipoclorito de sódio e solução salina estéril, em intervalos de 5 e 15 minutos. Os resultados mostraram que o ácido cítrico possui propriedades antimicrobianas, mas não é tão eficaz quanto o hipoclorito de sódio a 5,25%. Concluíram que a irrigação ideal deveria ser inicialmente pelo uso de hipoclorito de sódio e como irrigante final utilizar o ácido cítrico.

SAVIOLI *et al.* (1993) estudaram o efeito do hipoclorito de sódio e do ácido cítrico na capacidade de limpeza do canal radicular. Utilizaram líquido de Dakin e ácido cítrico nas concentrações de 3%, 6% e 10% como soluções irrigantes. Concluíram que nenhuma das soluções testadas possibilitou a remoção total de detritos do interior dos canais radiculares; que os terços apicais apresentavam maior quantidade de detritos quando comparado aos terços médios para todas as soluções testadas e que não houve diferença estatisticamente significativa quanto à capacidade de limpeza entre o líquido de Dakin e o ácido cítrico, sugerindo a utilização desse último numa concentração de 10%.

HENNEQUIN *et al.* (1994) avaliaram o efeito de diferentes valores de pH do ácido cítrico na remoção de cálcio e fósforo da dentina radicular. Os valores de pH avaliados foram de 0,8, 1,1, 1,3, 1,5 e 1,7. Concluíram que a solução com pH 1,1 foi a que apresentou maior efetividade na desmineralização da dentina radicular.

GARBEROGLIO & BECCE (1994) compararam o efeito de diferentes irrigantes na remoção da “smear layer” por microscopia eletrônica de varredura. As soluções avaliadas foram hipoclorito de sódio 1% e 5%; uma combinação de ácido fosfórico 24% e ácido cítrico 10%; EDTA 0,2%, 3% e 17%. Os autores concluíram que a combinação de ácido fosfórico e cítrico foram tão eficazes quanto o EDTA 3% e 17% na remoção da “smear layer”. No entanto o EDTA não mostrou o grau de desmineralização nos túbulos dentinários observado na solução ácido fosfórico e cítrico.

YAMAGUCHI *et al.* (1996) investigaram várias propriedades das soluções de ácido cítrico (0,5 M, 1 M e 2 M) e EDTA (0,5 M) como agente descalcificante, de

limpeza e o efeito antibacteriano dessas soluções. Concluíram que as soluções de ácido cítrico foram mais eficazes quando se avaliou o efeito antibacteriano e na remoção de cálcio da dentina.

TAKEDA *et al.* (1999) avaliaram o efeito do ácido cítrico 6%, ácido fosfórico 6% e EDTA 17% na remoção da “smear layer” nos terços médio e apical. Concluíram que os ácidos, fosfórico e cítrico, promoveram maior limpeza quando comparados ao EDTA no terço médio. No terço apical todas as soluções avaliadas foram ineficazes na remoção da “smear layer”.

DI LENARDA *et al.* (2000) avaliaram a efetividade do ácido cítrico 1mol L^{-1} e EDTA 15% na remoção da “smear layer”, utilizando para o preparo dos dentes instrumentação manual e rotatória (Profile 0.4). A partir dos resultados encontrados, os autores concluíram que o ácido cítrico 1mol L^{-1} foi tão efetivo quanto o 15% EDTA na remoção da “smear layer”. Avaliando apenas a instrumentação rotatória a ação do ácido cítrico foi superior.

SCELZA *et al.* (2000) determinaram, *in vitro*, o grau de remoção de restos dentinários e “smear layer” de canais radiculares após a irrigação final de 4 minutos com: hipoclorito de sódio a 1% + 10% de ácido cítrico + água destilada (grupo 1); com hipoclorito de sódio a 0,5% + EDTA-T (grupo 2) e com hipoclorito de sódio a 5% + 3% de H_2O_2 + hipoclorito de sódio a 5% (grupo 3). A análise foi feita por microscopia eletrônica de varredura e a avaliação de acordo com o número de túbulos dentinários abertos. O mais elevado número de túbulos visíveis nos três grupos ocorreu no terço cervical, seguido pelos terços médio e apical. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos 1 e 2 quando os terços foram comparados entre si. Os grupos 1 e 2 tiveram túbulos dentinários significativamente mais visíveis do que o grupo 3.

SALEH *et al.* (2002) avaliaram o efeito do pré-tratamento da dentina pelos ácidos fosfórico 37% por 30s, ácido cítrico 25% por 30s e EDTA 17% por 5 minutos na remoção da “smear layer” e sua influência na adesão de cimentos endodônticos. Os resultados mostraram que, comparados ao grupo controle (água destilada), o EDTA não mostrou efeito superior sobre a adesão dos cimentos, enquanto o que o ácido cítrico e o ácido fosfórico aumentaram a adesão dos cimentos.

SALEH *et al.* (2003) avaliaram por microscopia eletrônica de varredura falhas na adesão entre cimento endodôntico e dentina. O condicionamento dentinário foi feito com ácido fosfórico 37% por 30s, ácido cítrico 25% por 30s e EDTA 17% por 5

minutos e água destilada como controle. Os autores concluíram que a penetração dos cimentos endodônticos nos túbulos dentinários quando a “smear layer” é removida não está associada à maior força de adesão.

HAZNEDAROĞLU *et al.* (2003) avaliaram a eficácia de diferentes concentrações de ácido cítrico, em diferentes pHs na remoção de “smear layer” por microscopia eletrônica de varredura. Os irrigantes finais utilizados foram: 5% ácido cítrico (pH 1.9), 5% ácido cítrico (pH 6.0), 10% ácido cítrico (pH 1.8), 10% ácido cítrico (pH 6.0), 25% ácido cítrico (pH 1.5), 25% ácido cítrico (pH 6.0), 50% ácido cítrico (pH 1.1), 50% ácido cítrico (pH 6.0). Concentrações menores com menores valores do pH removeram “smear layer” de forma mais efetiva do que aquelas com os maiores valores de pH; mais destruição de dentina peritubular foi observada em concentrações mais elevadas com baixos valores de pH. Os autores concluíram que dentro dos limites deste estudo, menores concentrações de ácido cítrico foram consideradas mais eficazes que concentrações maiores na remoção de “smear layer”.

SCELZA *et al.* (2004) avaliaram a capacidade de remoção de “smear layer” do ácido cítrico 10%, EDTA 17% e EDTA-T nos intervalos de tempo de 3, 10 e 15 minutos por microscopia eletrônica de varredura. Os resultados foram avaliados a partir do número de túbulos abertos. Os autores concluíram que as três soluções, nos três tempos testados, foram eficazes na remoção de “smear layer”.

MACHADO-SILVEIRO *et al.* (2004) estudaram a capacidade de desmineralização de 1% e 10% de ácido cítrico, 10% de citrato de sódio e EDTA 17% por 5, 10 e 15 minutos. Com base nos resultados, os autores concluíram que o ácido cítrico 10% foi o mais efetivo agente descalcificante, seguido do ácido cítrico 1%, do EDTA 17% e por fim o citrato de sódio 10%.

ZEHNDER *et al.* (2005) avaliaram a redução da tensão superficial de soluções quelantes de cálcio, entre elas o EDTA 15,5% e 10% de ácido cítrico e concluíram que a redução da tensão superficial não afetou a habilidade dessas soluções em remover cálcio.

ELDENIZ *et al.* (2005) avaliaram o efeito do EDTA 17% e ácido cítrico 19% na microdureza e rugosidade da dentina radicular. Os resultados mostraram que ocorreu uma maior redução da dureza e aumento da rugosidade após o tratamento com ácido cítrico quando comparado ao EDTA.

GONZÁLEZ-LÓPEZ *et al.* (2006) avaliaram a capacidade desmineralizadora do ácido cítrico a 10% e 20% e do EDTA 17%, após 3, 10 e 15 minutos e a modificação

pela adição de 1% de clorexidina. Os resultados mostraram que o efeito desmineralizador de todas as soluções foi dependente do tempo, sem diferenças significativas entre eles, e que a adição de clorexidina não modificou a capacidade desmineralizadora das soluções.

PÉREZ-HEREDIA *et al.* (2006) avaliaram a habilidade de limpeza do ácido cítrico 15%, EDTA 15% e ácido orto-fosfórico 5%, associados a 2,5% de hipoclorito de sódio e apenas essa última solução, na remoção da “smear layer” e debris em instrumentação manual e rotatória e concluíram que as soluções ácidas associadas ao hipoclorito de sódio foram efetivas na remoção de “smear layer” e debris, independente da técnica. Entretanto, quando utilizado hipoclorito de sódio 2,5% isolado, essa solução não foi capaz de remover “smear layer” e debris, e não foi observada diferença significativa entre as técnicas de instrumentação.

DE DEUS *et al.* (2007) avaliaram longitudinalmente e quantitativamente a capacidade de desmineralização do MTAD, do EDTA 17% e do ácido cítrico 5% nos tempos de 0, 15, 30, 60, 180 e 300 segundos por microscopia ótica *co-site*. As imagens realizadas foram processadas e foi realizada a contagem de túbulos dentinários abertos. O teste estatístico utilizado foi Kruskal-Wallis. Através dos resultados os autores concluíram que a cinética de desmineralização produzida pelo MTAD e pelo ácido cítrico 5% foi significativamente mais rápida do que aquela produzida pelo EDTA 17%.

DE DEUS *et al.* (2008) avaliaram quantitativamente o poder quelante do EDTA 17%, EDTAC 17% e ácido cítrico 1% na dentina radicular. Imagens seqüenciadas de uma mesma região foram realizadas durante o processo de desmineralização nos tempos de 0, 15, 30, 60, 180 e 300 segundos e analisadas por processamento de imagem. Os resultados indicaram que a cinética de desmineralização produzida pelo ácido cítrico 1% foi mais rápida que pelo EDTA e EDTAC, entretanto em 300 segundos não há diferenças estatisticamente significativas. Os autores concluíram que o EDTA apresenta uma eficácia intermediária entre o ácido cítrico e o EDTAC.

2.5 Materiais obturadores

O material obturador deve possuir requisitos e propriedades biológicas para poder atingir os objetivos de uma obturação tridimensional do SCR. Segundo Grossman, os materiais obturadores devem possuir os seguintes requisitos: (GROSSMAN, 1976)

- 1- Ser facilmente introduzido no interior do canal;
- 2- Selar lateral e apicalmente o canal;
- 3- Não sofrer retração após a inserção;
- 4- Ser impermeável a umidade e insolúvel, quando situado no interior da cavidade pulpar, entre os seus limites próprios de obturação;
- 5- Ser bacteriostático ou ao menos desencorajar o crescimento bacteriano;
- 6- Ser radiopaco;
- 7- Não manchar os tecidos dentários;
- 8- Não irritar os tecidos periapicais;
- 9- Ser estéril ou fácil e rapidamente esterilizado antes da sua inserção;
- 10- Ser facilmente removido do interior do canal quando necessário.

Em busca da substância ideal que preencha os requisitos mencionados aproximadamente 250 materiais já foram utilizados, não só em forma pura, como também em associações. Sabe-se que já se usaram substâncias simples desde o algodão, bambu, pixe, amianto, fio de ouro, cera, chumbo em folha, passando pela prata, guta percha, resinas do tipo polietileno, náilon, chegando à sofisticação do teflon, resinas vinílicas e epóxicas, nos dando uma variedade imensa de produtos (LEONARDO & LEAL, 1991).

Esses materiais são classificados em dois grandes grupos: materiais no estado sólido, compreendido pelos cones de prata, cones de guta percha e cones de *resilon* e pastas ou cimentos. (DE DEUS, 1992).

2.5.1 Materiais sólidos

2.5.1.1 Cones de prata

Os cones de prata foram introduzidos na endodontia por Trebitsch em 1929. Segundo HEUER, contém uma porcentagem de prata de 99,8 a 99,9%, entrando em diminutas proporções o níquel e o cobre (LEONARDO & LEAL, 1991). Embora os cones de prata tenham sido utilizados no passado com relativo sucesso, estudos demonstram que eles podem sofrer alterações em contato com o fluido tecidual, produzindo corrosão, sendo os subprodutos dessa corrosão citotóxicos. Somando-se ainda o fato de que esse material por suas características de rigidez não amolece e não se adapta as irregularidades nas paredes do canal e, principalmente, nos casos de canais

elípticos, há uma certeza errônea de uma boa obturação, vista radiograficamente; e, por fim, nos casos que necessitam de retratamento, a remoção desses cones é bastante complexa (DE DEUS, 1992). Por esses motivos, houve o declínio da utilização de cones de prata e a ascensão do uso de cones de guta percha para a obturação dos canais radiculares.

2.5.1.2 Guta percha

A guta percha foi introduzida na endodontia por Bowman, em 1867. Ela é um polímero do metilbutadieno ou isopreno (1,4 poliisopreno), sendo assim um isômero da borracha, porém mais dura, quebradiça e menos elástica do que esta.

A guta percha pode ser encontrada em duas formas cristalinas, alfa e beta. A forma alfa é a naturalmente extraída da árvore. A maior parte da guta percha disponível para comercialização se encontra na forma beta. A guta percha na forma alfa-cristalina é quebradiça a temperatura ambiente, tornando-se, quando aquecida, pegajosa, aderente e com maior escoamento. Sua temperatura de fusão é de 65°C. A forma beta-cristalina é estável e flexível a temperatura ambiente, quando aquecida não apresenta adesividade e tem menor escoamento que a forma alfa. Sua temperatura de fusão é de 56°C.

A guta percha é o material sólido mais utilizado na obturação do sistema de canais radiculares, sendo encontrada comercialmente na forma de cones.

Há dois tipos de cones, os padronizados, calibrados, e os acessórios ou auxiliares.

Os cones de guta percha apresentam diâmetros e conicidades determinados, sendo seu diâmetro D_0 correspondente ao diâmetro das limas no sistema ISO, isto é, uma lima 30 apresenta um diâmetro D_0 de 0,30mm e um cone 30, apresenta o mesmo diâmetro, 0,30mm. As conicidades podem ser de 0,02; 0,04 e 0,06 mm/mm. O comprimento é de 30 ± 2 mm.

Os cones acessórios possuem conicidade variada e pontas mais afiladas quando comparados aos padronizados. São disponíveis nos tamanhos XF, FF, MF, F, FM, M, ML, L, XL. Seu diâmetro D_0 varia de 0,10 a 0,45 dependendo do tamanho e seu comprimento de 28 mm, nos cones convencionais, e 35 mm, nos cones extra longo. Outras marcas, como a DENTSPLY™, fabricam cones acessórios com design, conicidade e ponta semelhante ao preparo realizado pelas limas durante a instrumentação.

Os cones de guta percha apresentam uma composição básica de guta percha (19 a 20%), óxido de zinco (60 a 75%), radiopacificadores como o sulfato de bário (1,5 a 17%) e outras substâncias como resina, cera e corantes (1 a 4%).

GURGEL-FILHO *et al.* (2003), avaliaram a composição química de 5 marcas comerciais de cones de guta percha. As marcas analisadas foram KONNE™, DENTSPLY™, TANARI™, OBTURA™, ANALYTIC™. Os resultados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Análise da composição química de guta percha

Marca	Guta percha (média% ± DP)	Resinas e ceras (média% ± DP)	Sulfatos (média% ± DP)	Óxido de Zinco (média% ± DP)
ANALYTIC™	20.4 ± 0.55	2.0 ± 0.30	22.4 ± 0.22	55.2 ± 4.28
KONNE™	18.9 ± 0.32	3.1 ± 0.25	19.2 ± 4.21	58.8 ± 3.16
OBTURA™	17.7 ± 0.40	1.4 ± 0.20	23.5 ± 0.10	57.4 ± 0.42
TANARI™	15.6 ± 0.64	2.4 ± 0.20	34.9 ± 2.12	47.0 ± 2.00
DENTSPLY™	14.5 ± 0.70	1.2 ± 0.26	28.0 ± 3.21	56.3 ± 2.18

Na microanálise dos constituintes por energia dispersiva de raio X, os elementos encontrados estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Microanálise dos constituintes da guta percha por energia dispersiva de raio X.

Marca	Cl	Si	S	Ba	Fe	Ti	Ca	Zn	O
ANALYTIC™		X	X	X		X	X	X	X
KONNE™					X			X	X
OBTURA™		X	X	X		X		X	X
TANARI™		X						X	X
DENTSPLY™	X	X						X	X

MANIGLIA- FERREIRA *et al.* (2005), avaliaram a composição química e analisaram por difração de raio x, diferentes marcas nacionais de cones de guta percha. As marcas avaliadas foram: KONNE™, DENTSPLY™, TANARI™, ENDOPOINTS™ e ODOUS™. Os resultados estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Composição química de diferentes marcas de cones de guta percha.

Marca	Guta percha (média% ± DP)	Resina/ cera (média% ± DP)	Sulfato de bário (média% ± DP)	Óxido de Zinco (média% ± DP)
KONNE™	17.6 ± 0.30	2.5 ± 0.40	0	79.9 ± 0.10
TANARI™	15.2 ± 0.30	2.9 ± 0.13	0	81.9 ± 0.07
ENDOPOINT™	16.7 ± 0.23	2.0 ± 0.37	0	81.3 ± 0.40
ODOUS™	18.8 ± 0.20	1.5 ± 0.13	0	79.7 ± 0.26
DENTSPLY™ 0.04	15.7 ± 0.17	3.1 ± 0.20	3.3 ± 0.2	77.9 ± 0.03
DENTSPLY™ 0.06	16.6 ± 0.17	2.4 ± 0.10	2.8 ± 0.6	78.2 ± 0.07
DENTSPLY™ TP	21.6 ± 0.15	4.0 ± 0.36	4.6 ± 0.3	69.8 ± 0.19
DENTSPLY™ FM	16.3 ± 0.23	10.4 ± 0.11	1.4 ± 0.0	72.6 ± 0.70

Baseado nas análises, os autores concluíram que nas marcas KONNE, TANARI, ENDOPOINTS E ODOUS não foi encontrado sulfato de bário, substância utilizada como opacificador.

Das vantagens e desvantagens quanto ao uso da guta percha como material obturador podemos citar:

Vantagens:

- 1- Boa adaptação às paredes dos canais radiculares.
- 2- Possibilidade de amolecimento e plastificação por meio de calor ou solventes químicos.
- 3- Boa tolerância tecidual.
- 4- Radiopacidade adequada.
- 5- Estabilidade físico-química.
- 6- Facilidade de remoção, se necessário.

As desvantagens seriam:

- 1- Falta de rigidez para ser utilizados em condutos estreitos.
- 2- Falta de adesividade, por esse motivo deve ser acompanhado de cimento ou com pasta.

2.5.1.3 *Resilon*

Embora a guta percha seja mundialmente utilizada e apresentar ótimos resultados, esses estão atrelados muitas vezes a outros fatores que podem interferir no sucesso a longo prazo como é o caso do selamento coronário, da restauração definitiva.

Sabe-se que, embora a guta percha apresente ótimas propriedades, o conjunto utilizado na obturação guta percha/ cimento obturador não é eficaz quanto à prevenção de microinfiltração coronária, isto é, um canal obturado com guta percha e cimento que não seja selado definitivamente ou que perca seu curativo provisório poderá em pouco tempo estar novamente contaminado, pois o conjunto guta percha/cimento obturador e dente não apresentam características adesivas.

Os sistemas adesivos são os materiais responsáveis por produzir à união do material restaurador as estruturas dentárias (esmalte, dentina e cimento). Esses sistemas criam uma união micromecânica entre o colágeno da dentina e a resina pela formação de uma camada híbrida, além da retenção proporcionada pela penetração do adesivo no interior dos túbulos dentinários, formando os chamados “tags” ou prolongamentos (BARATIERI *et al.*, 2003).

A aplicação do conceito de sistemas adesivos à dentina no tratamento endodôntico foi previamente estudado e demonstrou que materiais resinosos adesivos têm o potencial de reduzir os níveis de microinfiltração tanto coronária, quanto apical (ZIDAN & ELDEEB, 1985; LEONARD *et al.*, 1996; MANNOCCI & FERRARI, 1998; GOGOS *et al.*, 2003).

Com este conceito de procedimentos adesivos a dentina, em 2004 surgiu no mercado um novo sistema denominado *resilon/* epiphany tendo por objetivo produzir um “monobloco”, unindo um cone resinoso, *resilon*, o cimento resinoso, epiphany e a dentina.

Resilon é um polímero sintético (policaprolactano) termoplastificável, que contém vidro bioativo, oxiclórido de bismuto e sulfato de bário (65% de carga) (PAWINSKA *et al.*, 2006).

ELZUBAIR *et al.* (2008) caracterizaram física, térmica e estruturalmente os cones de *resilon*, utilizando diferentes técnicas, espectroscopia por infravermelho (FTIR), ressonância magnética nuclear (NMR), fluorescência por raio X (XRF), difração de raio X (XRD), análise termo gravimétrica (TGA) e varredura calorimétrica diferencial (DSC). Para avaliar a morfologia utilizou-se microscopia eletrônica de

varredura (SEM). De acordo com os resultados, os autores concluíram que os cones de *resilon* são compostos basicamente por um polímero termoplástico, policaprolactano, com vidro bioativo e partículas radiopacas; apresentam as mesmas propriedades em relação a manuseio que a guta percha e nos casos de retratamento deve ser utilizado calor ou clorofórmio.

Assim como a guta percha, os cones de *resilon* são encontrados como cones principais e cones acessórios, em diferentes tamanhos, com conicidade variadas de 0,02; 0,04 e 0,06. São também encontrados em blocos para serem utilizados nas técnicas de termoplastificação. Nos casos em que haja necessidade de retratamento, esse material pode ser removido com auxílio de clorofórmio ou com o calor.

2.5.2 Pastas e cimentos

Embora os materiais sólidos devam ser, em volume, o principal constituinte da massa obturadora, os cimentos endodônticos são empregados para reduzir a interface entre o material sólido e a parede do canal. Além disso, os cimentos são responsáveis pela obturação hermética do sistema de canais radiculares visto que eles preenchem as ramificações presentes nesse sistema, outrora ocupada por tecido pulpar.

Os cimentos são classificados em 5 grandes grupos: cimentos a base de óxido de zinco- eugenol, cimento contendo hidróxido de cálcio, cimentos resinosos, cimentos de ionômero de vidro e cimentos a base de silicone.

2.6 Ação descontaminante do hipoclorito de sódio a 5,25%, clorexidina 2% e MTAD nos cones de guta-percha e de *resilon*

Os materiais obturadores sólidos, como todos os materiais utilizados no tratamento endodôntico, devem estar livres de contaminação. Tais materiais não podem ser esterilizados a quente, em autoclave ou qualquer outro dispositivo que libere calor, por isso soluções com ação antimicrobiana como o hipoclorito de sódio, a clorexidina e o MTAD são utilizadas para esse fim. Esta revisão enfocará o efeito dessas soluções nesses materiais obturadores.

LINKE e CHOYAYEB (1983) avaliaram pela primeira vez a ação antimicrobiana do hipoclorito de sódio em cones de guta percha. Os autores utilizaram diversas soluções irrigadoras com poder germicida, hipoclorito de sódio e peróxido de

hidrogênio nas concentrações de 0,53%, 3,0% e 4,5% durante 5 minutos nos cones de guta percha e concluíram que o hipoclorito de sódio foi o mais efetivo para esse fim.

MISIRLIGIL e ERDOĞAN (1987) avaliaram a esterilização química dos cones de guta percha pelas soluções de hipoclorito de sódio 2,5%, esporocidin (2% de glutaraldeído) e PVP-I (10% iodeto de polivinilpilorideno) nos tempos de 10, 20 e 30 segundos. Concluíram que em 10 segundos o hipoclorito de sódio 2,5% foi o mais efetivo na desinfecção dos cones de guta percha.

CARDOSO *et al.* (1999) avaliaram a rápida desinfecção de cones de guta percha com hipoclorito de sódio em concentrações de 0,25% a 4% após 1 minuto de imersão. Com base nos resultados, os autores concluíram que o tratamento dos cones por 1 minuto com hipoclorito de sódio a 1% ou por 5 minutos com hipoclorito de sódio a 0,5% é recomendado.

SHORT *et al.* (2003) identificaram a presença, cristalização e subsequente remoção de cristais de hipoclorito de sódio nos cones de guta percha, por microscopia eletrônica de varredura, após a desinfecção dos mesmos. Os resultados mostraram que não existia nenhum cristal presente nos cones tirados diretamente da caixa; após a desinfecção com hipoclorito de sódio 2,5% e 5% todos os cones apresentavam cristais de cloreto de sódio em sua superfície. Concluíram que tanto o álcool 96%, o álcool 70% e a água destilada foram eficazes na remoção desses cristais.

GOMES *et al.* (2005) avaliaram a efetividade da clorexidina 0,2% , 1% e 2% e do hipoclorito de sódio 0,5%, 1%, 2,5%, 4% e 5,25% na desinfecção de cones de guta percha. Baseado nos resultados, os autores concluíram que o hipoclorito de sódio a 5,25% foi o agente mais efetivo na rápida desinfecção dos cones de guta percha.

DUMANI *et al.* (2007) avaliaram a eficácia da clorexidina 2% e das soluções de hipoclorito de sódio 1% e 5% na desinfecção de cones de *resilon*, contaminados artificialmente por *Enterococcus faecalis* ou *Candida albicans* por 1 e 5 minutos. Os cones foram contaminados, sendo 7 para cada grupo, colocados em meio de cultura e incubados a 37°C por 7 dias. Os resultados mostraram que todos os cones, onde a solução de hipoclorito de sódio a 1% e 5% foi utilizada, encontravam-se livres de contaminação. Três dos 7 cones contaminados por *Enterococcus faecalis* e 1 dos contaminados por *Candida albicans* no tempo de 1 minuto não pôde ser descontaminado. Os autores concluíram que o hipoclorito de sódio nas concentrações testadas foi eficaz em ambos os tempos, porém a clorexidina só se mostrou eficaz em 5 minutos.

PANG *et al.* (2007) avaliaram os efeitos das soluções desinfetantes na rápida esterilização dos cones de guta percha. As soluções avaliadas foram hipoclorito de sódio 5,25%, clorexidina 2% e ChloraPrep. Os resultados mostraram que todas as soluções foram efetivas na rápida desinfecção de cones de guta percha no tempo de 1 minuto.

ROYAL *et al.* (2007) compararam o efeito do hipoclorito de sódio 5,25%, MTAD e clorexidina 2% na rápida desinfecção de cones de *resilon* e guta percha. Os resultados mostraram que todas as soluções foram efetivas na rápida desinfecção dos cones e que 1 minuto de imersão foi suficiente.

2.7 Técnicas de Análise de Superfícies e Interfaces

2.7.1 Microscopia eletrônica de varredura e Microscopia de força atômica

As técnicas mais utilizadas para análise de microestrutura de materiais são a Microscopia Ótica e Eletrônica. No caso da microscopia ótica, o contraste da imagem é resultado da diferença de refletividade da luz nas diversas regiões da microestrutura. Para materiais que são opacos, como é o caso dos metais, da maioria dos cerâmicos e polímeros, somente a superfície pode ser observada e a mesma precisa ser cuidadosamente preparada de maneira a revelar os detalhes da microestrutura.

Uma das limitações da microscopia ótica é que o aumento máximo conseguido gira em torno de 2000 vezes. Como conseqüência, pequenos detalhes estruturais não são possíveis de serem detectados através desta técnica.

A microscopia eletrônica de varredura se apresenta como a técnica que permite alcançar aumentos muito superiores que os da microscopia ótica. Dependendo do material pode atingir até 90.0000 vezes, mas para a análise de materiais normalmente o aumento é da ordem de 10.000 vezes. No caso da microscopia eletrônica, a área a ser analisada é irradiada por um fino feixe de elétrons ao invés de radiação da luz. Como resultado da interação do feixe de elétrons com a superfície da amostra, uma série de radiações são emitidas tais como: elétrons secundários, elétrons retroespalhados, raios-X característicos, elétrons Auger e fótons. Estas radiações quando captadas corretamente poderão fornecer informações sobre diferentes características da amostra.

Na microscopia eletrônica de varredura os sinais de maior interesse para a formação da imagem são os elétrons secundários e os retroespalhados. Os elétrons secundários fornecem imagem de topografia da superfície da amostra e são os responsáveis pela obtenção das imagens de alta resolução, já os retroespalhados fornecem imagem característica de variação de composição (PICCOLI *et al.*, 2006).

A superfície da amostra deve, necessariamente, ser condutora de eletricidade, para isso um fino revestimento metálico deve ser aplicado sobre a superfície de materiais não condutores. (SMITH, 1998).

Equipamentos acessórios permitem análises qualitativas e semiquantitativas da composição elementar em áreas muito localizadas da superfície.

O EDS ou espectrômetro de energia dispersiva de raios-x (energy dispersive x-ray spectrometer) é um acessório essencial no estudo de caracterização microscópica de materiais. Quando o feixe de elétrons incide sobre um material, os elétrons mais internos dos átomos e os íons constituintes são excitados, mudando de níveis energéticos. Ao retornarem para seu estado inicial, liberam a energia adquirida a qual é emitida em comprimento de onda no espectro de raios-x. Um detector instalado na câmara de vácuo do MEV mede a energia associada a esse elétron. Como os elétrons de um determinado átomo possuem energias distintas, é possível, no ponto de incidência do feixe, determinar quais os elementos químicos estão presentes naquele local e assim identificar em instantes que elemento está sendo observado. O diâmetro reduzido do feixe permite a determinação da composição em amostras de tamanhos reduzidos (< 5 μm), permitindo uma análise quase que pontual.

O uso em conjunto do EDS com o MEV é de grande importância na caracterização de materiais. Enquanto o MEV proporciona nítidas imagens (ainda que virtuais, pois o que se vê no monitor do computador é a transcodificação do número de elétrons emitidos, ao invés da radiação refletida pela luz, ao qual estamos habitualmente acostumados), o EDS permite sua imediata identificação. Além da identificação, o equipamento ainda permite o mapeamento da distribuição de elementos químicos, gerando mapas composicionais de elementos desejados.

Em endodontia um dos primeiros trabalhos que utiliza a análise por microscopia eletrônica de varredura data de 1972, quando SELTZER *et al.* avaliaram através dessa técnica cones de prata removidos de dentes tratados endodônticamente.

MC COMB e SMITH (1975) observaram pela primeira vez a existência da “smear layer” na superfície dentinária, que até aquele momento, por outras técnicas de análise, nunca havia sido observada. A partir dessa data, vários outros estudos avaliando essa camada e a limpeza das paredes de dentina foram relatados na literatura.

Para esse tipo de análise, a microscopia eletrônica de varredura é muito utilizada, pois a imagem criada pelo feixe de elétrons do microscópio eletrônico de varredura é capaz de fornecer uma visão com perspectiva tridimensional, evidenciando o relevo da parede radicular a ser examinada.

No entanto, a utilização do microscópio eletrônico de varredura para avaliação da limpeza do sistema de canais radiculares abre precedentes para diversas críticas. Existem trabalhos clássicos da literatura endodôntica que analisam a limpeza do sistema de canais radiculares e a capacidade quelante de substâncias através de MEV. Entretanto, mesmo nesses trabalhos são facilmente identificados erros metodológicos comuns em microscopia eletrônica de varredura, tais como: danos na amostra provocados pelo alto vácuo e pela metalização da amostra, obtenção de dados por *scores* (pontuação) – o que torna os resultados extremamente subjetivos e com isso pouco confiável estatisticamente – a falta de reprodutibilidade do experimento e a dificuldade de localização das áreas escolhidas para análise. (DE DEUS, 2000).

Com o objetivo de sanar essas deficiências, uma nova técnica de microscopia vem sendo utilizada em odontologia recentemente: a microscopia de varredura de ponta de prova (SPM).

Há diversos tipos de microscópios de varredura de ponta de prova: o de tunelamento ou STM (Scanning Tunneling Microscope), o de força atômica ou AFM (Atomic Force Microscope), o de campo próximo ou SNOM (Scanning Near-Field Optical Microscope), entre outros (DUARTE, 2007).

O AFM, ou microscópio de força atômica, ou ainda, SFM (Scanning Force Microscope), foi inventado por BINNING, QUATE e GERBER (1986) após observação que a ponta do STM exerce forças sobre a superfície da amostra na mesma ordem das forças interatômicas, ou seja, o AFM usa interação entre as forças sonda-amostra para traçar o mapa topográfico (FERREIRA & YAMANAKA, 2006).

Neste tipo de microscópio, uma sonda, que consiste de uma agulha fina, geralmente de Si₃N₄ ou de silício, localizada próxima à extremidade de uma haste (de 100 a 200 µm de comprimento), varre a superfície da amostra por intermédio de um sistema de cerâmicas piezoelétricas. As mudanças nas interações entre a agulha e a

amostra são monitoradas por meio de um sistema ótico, no qual um feixe de laser é refletido da haste sobre um espelho e, em seguida, incide sobre a superfície de um fotodiodo sensível à posição (HOWLAND & BENATAR, 1993).

O AFM é capaz de medir as forças menores que nanonewton entre a agulha e a amostra, as quais dependem de suas composições, da distância entre elas, da geometria da agulha e de contaminação que houver sobre a superfície da amostra.

As forças capilares (ou de menisco) estão presentes nas análises feitas em ar. Em ambiente atmosférico, as superfícies estão sempre cobertas com 10 a 30 monocamadas de gás adsorvido. Esta camada de contaminante é formada por vapor d'água, hidrocarbonetos, nitrogênio e dióxido de carbono, que é fisisorvido na superfície ou é mantido nesta posição por um potencial atrativo interatômico de van der Waals. A força de menisco está relacionada com uma alta energia superficial que faz com que a agulha seja aderida quando entra em contato com a superfície, formando uma ponte capilar entre a agulha e a amostra, gerando intensas forças adesivas (HERRMANN *et al.*, 1997).

Os modos de fazer as imagens, também chamados modos de varredura ou de operação, referem-se fundamentalmente à distância mantida entre a sonda (ponteira) e a amostra, no momento da varredura, e às formas de movimentar a ponteira sobre a superfície a ser estudada (MEYER *et al.*, 2004). Abaixo será descrito os modos que foram utilizados nesse trabalho.

Ao contrário da microscopia ótica e eletrônica de varredura, onde se avalia a área medida em número de vezes (100x, 200x, 300x...), no AFM essa medida é relacionada ao tamanho de caixa, por exemplo, imagens de tamanhos de caixa de 50 μ m x 50 μ m.

Modo de Contato (detecção dc)

Este é o modo de operação mais básico do AFM. A agulha, conectada a uma haste, é colocada em contato mecânico com a amostra e se move sobre sua superfície no plano x-y, mantendo distâncias interatômicas. As imagens podem ser obtidas de duas formas: operando com força constante ou com altura constante. No primeiro modo, a força total aplicada sobre a amostra é mantida constante por meio do monitoramento da deflexão da haste. A haste deflete em resposta à topografia da amostra e esta informação é utilizada pelo circuito de realimentação para reposicionar a cerâmica piezelétrica z, de tal forma que a força entre a agulha e a amostra se mantenha constante. A voltagem

requerida para o reposicionamento é utilizada como dado na direção z para compor a imagem. Na operação com altura constante, a variação espacial da deflexão da haste na direção z é utilizada diretamente para gerar as informações topográficas da amostra, uma vez que a altura da agulha e da amostra são fixadas durante a varredura.

Esta técnica tem a vantagem de uma boa resolução lateral (menos do que 1 Å), sendo indicada para o estudo da morfologia da superfície, grau de cristalinidade de polímeros, degradação térmica, mecânica e química. Entretanto, a força normal da agulha sobre a superfície da amostra, as forças de fricção e as forças adesivas são mais intensas neste modo de operação. Há grande probabilidade da agulha danificar a superfície após varreduras sucessivas, especialmente em materiais macios.

Modo de não Contato (detecção ac)

O modo não contato (AFM NC) pode trabalhar em modo de detecção de modulação de amplitude ou da detecção de contraste de fase. Para o primeiro caso, utilizado no presente trabalho, o esquema de detecção correspondente explora a variação na amplitude de oscilação da haste devido à interação de proximidade entre a ponta e a amostra. Em uma abordagem inicial, o funcionamento do AFM NC pode ser entendido em termos de um modelo de gradiente de força.

Uma vantagem desta técnica é que a ponta nunca ou de forma intermitente entra em contato com a superfície a ser analisada e então não pode perturbar ou destruir a amostra e/ou ponta. Isso é particularmente importante em aplicações biológicas ou amostras com recobrimento macio.

Em relação às formas de análise a partir dessa técnica, esta pode ser realizada a partir da análise qualitativa das imagens e dos perfis de linha da mesma, por curva de força que mede a interação entre a amostra e a ponteira e com isso se determina características de adesividade da amostra, e ainda análises quantitativas em relação a rugosidade por análise de RMS e Ra.

A Rugosidade média (Ra) é o valor médio aritmético de todos os desvios do perfil de rugosidade da linha média dentro do comprimento de medição “ I_m ”.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$

A Rugosidade média (Rq ou RMS) é o valor médio quadrático de todos os desvios do perfil de rugosidade “R” da reta média dentro do comprimento de medição “ l_m ”.

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l y^2(x) dx}$$

Onde $y(x)$ são os desvios do perfil de rugosidade em relação a uma linha de base.

A microscopia de força atômica tem sido utilizada largamente devido a sua capacidade de fornecer informações que não eram possíveis de se obter com o uso da microscopia eletrônica (VALERA *et al.*, 2000). Por conseguir obter imagens de superfície de materiais sob as mais variadas condições, ar, vácuo e em meio líquido, em tempo real (PAREDES, 2005), tornou-se um dos equipamentos mais completos para estudo de materiais em micro e nano escalas, sendo uma técnica bem estabelecida e uma importante ferramenta na caracterização estrutural e documentação de superfícies. Apresenta algumas vantagens em relação às microscopias eletrônica de varredura e de transmissão, entre elas: dispensar o recobrimento da amostra, a possibilidade de se realizar medidas diretas de altura e rugosidade e a obtenção de imagens com resolução centenas de vezes superior aquelas obtidas por microscopia eletrônica.

Na ciência dos materiais, o AFM pode ser utilizado também para medidas de adesão, elasticidade e atrito da superfície e pode ser aplicado em superfícies orgânicas e inorgânicas e ainda em superfícies imersas em líquidos.

Seu uso em odontologia é datado de 1993, quando MARSHALL *et al.* avaliaram o efeito de uma solução de 0,025 M de ácido nítrico por 20 segundos em intervalos de 0-100s sobre a dentina.

O primeiro relato do uso dessa técnica em endodontia foi de VALERA *et al.* (2000) que analisaram a morfologia de cimentos endodônticos (Sealapex, Apexit, Sealer 26 e Ketac Endo) através de microscopia de força atômica, verificando as características de suas partículas após a obturação dos canais radiculares e 6 meses depois em contato com plasma sanguíneo humano. Os resultados mostraram que o cimento Apexit foi o que mostrou mais desintegração após 6 meses, seguido pelo Ketac Endo e Sealapex. Dentre todos os cimentos estudados o Sealer 26 mostrou-se mais uniforme e com menor desintegração.

Em relação a utilização dessa técnica em materiais obturadores sólidos:

VALOIS *et al.* (2004) investigaram a topografia de quatro marcas comerciais de cones de guta percha padronizados (Iso 60) por microscopia de força atômica. As marcas foram: ANALYTIC™, DENTSPLY™, TANARI™ E ENDOPOINTS™. A porção apical (3 mm) de cada cone foi analisada em 3 diferentes regiões, 1 mm da ponta, entre o 2º e o 3º mm e no milímetro final. As análises foram feitas por AFM no modo contato. Três imagens de topografia e deflexão lateral de cada região de uma mesma amostra foram obtidas em uma área de 2,3µm X 2,3µm. Os resultados mostraram que havia irregularidades na topografia de todas as amostras. A presença dessas irregularidades nos cones de guta percha analisados foram atribuídas a defeitos de fabricação. As comparações foram feitas baseada no RMS (rugosidade média quadrática) das imagens. Média e desvio padrão foram analisados estatisticamente. As diferenças de rugosidade da topografia, o RMS, foram avaliadas nas diferentes regiões da amostra. DENTSPLY™ apresentou valores de RMS maiores na região C ($144,8 \pm 16,0$) que na região B ($46,2 \pm 8,9$); E ainda os valores na região C são maiores que os observados na marca ENDOPOINTS™ ($59,7 \pm 10,4$). Em contraste TANARI™ apresentou valores maiores nas regiões A e C ($140,0 \pm 14,6$ e $150,0 \pm 5,4$, respectivamente) que os observados na marca ANALYTIC™ ($61,0 \pm 15,1$ e $80,4 \pm 35,6$, respectivamente) e ENDOPOINTS™ ($67,1 \pm 11,1$ e $59,7 \pm 10,4$, respectivamente). Em relação a média de todos os cones a marca TANARI™ apresentou uma topografia mais irregular (RMS $128,3 \pm 16,9$) que as marcas ANALYTIC™ (RMS $76,2 \pm 12,4$) e ENDOPOINTS™ (RMS $74,2 \pm 11,0$). Com base nesses resultados observa-se que em um mesmo cone ocorrem grandes diferenças nos valores de RMS em diferentes segmentos, e que essas variações não foram iguais em todas as marcas analisadas. Os autores concluíram que o AFM é um importante dispositivo na avaliação e caracterização de superfície de cones de guta percha.

VALOIS *et al.* (2005) avaliaram os efeitos do hipoclorito de sódio a 5,25% e da clorexidina 2% nos cones de guta percha, quando imersos por 1, 5, 10, 20 e 30 minutos utilizando microscopia de força atômica. Dois cones Iso 60 DENTSPLY™ foram utilizados. O cone foi seccionado a 3 mm da ponta e levado a análise (controle). Foi feito o ataque da amostra nos tempos indicados, posteriormente as amostras foram lavadas em água ultrapura, secas com ponta de papel ao seu redor e levadas novamente a análise. A operação foi realizada no modo contato, com análise de curva de força e topografia. As imagens possuíam dimensão de 2,3µm X 2,3µm. Doze diferentes regiões

foram avaliadas em cada grupo. Novamente para comparação das alterações topográficas, RMS- média e desvio padrão, foi utilizado. Quando a clorexidina 2% foi utilizada os valores de RMS em 10 minutos foram maiores ($141,2 \pm 40,8$) que em 5 e 20 minutos ($83,7 \pm 24,2$ e $85,8 \pm 24,8$, respectivamente); ao passo que quando o hipoclorito de sódio foi utilizado maiores valores foram encontrados em 10 minutos ($153,2 \pm 44,2$), seguidos do controle e 5 minutos ($100,0 \pm 28,9$ e $98,0 \pm 28,3$, respectivamente). Com base nos resultados os autores concluíram que a clorexidina não causou modificações estruturais nos cones de guta percha nos tempos avaliados, por outro lado o NaOCl causou modificações elásticas após 1 minuto de exposição.

ÍSCI *et al.* (2006) avaliaram os efeitos de soluções de hipoclorito de sódio a 5,25% e de clorexidina 2% nos cones de *resilon*, por 1 e 5 minutos por microscopia de força atômica. As amostras foram preparadas da mesma forma que a descrita por VALOIS *et al.* (2004). As imagens da topografia de $2,5\mu\text{m} \times 2,5\mu\text{m}$ foram realizadas no modo contato e valores de RMS foram utilizados para comparar os dados. Os valores de RMS adquiridos foram para o controle ($31,55 \pm 2,02$) nm, para o hipoclorito de sódio 1 e 5 minutos, respectivamente ($31,77 \pm 2,42$) nm e ($12,52 \pm 2,61$) nm e para clorexidina ($31,39 \pm 3,19$) nm e ($23,69 \pm 6,03$) nm. Os resultados mostraram uma redução da rugosidade RMS dos cones quando em contato com o hipoclorito de sódio e clorexidina por 5 minutos. Diferenças significativas não foram observadas quando em contato com as soluções por 1 minuto.

Utilizando essa técnica de análise na superfície dentinária:

DE DEUS *et al.* (2006) avaliaram o processo de desmineralização da dentina por diferentes agentes quelantes em tempo real por microscopia de força atômica. As soluções utilizadas foram EDTA 17%, EDTAC 17% e ácido cítrico 10%. Os tempos avaliados variaram de 0 a 400s. As imagens foram realizadas no modo contato, em líquido com dimensão de $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$. Os dados foram avaliados a partir de análise da rugosidade RMS. Os resultados mostraram que para soluções de ácido cítrico a superfície apresentou, após 400 s, uma rugosidade RMS = $14,55 \pm 1,21$ nm sendo mais efetivo na desmineralização que o EDTA RMS = $6,13 \pm 0,35$ nm e o EDTAC RMS = $7,36 \pm 0,23$ nm.

PACIORNIK *et al.* (2007) analisaram o efeito do condicionamento ácido na dentina radicular por microscopia de força atômica *in situ* e análise de imagem. Os

autores avaliaram qualitativa e quantitativamente o efeito do condicionamento ácido na limpeza dos túbulos dentinários de 0 a 400 segundos. Os autores concluíram que em 300s houve a saturação do diâmetro dos túbulos entre 3,5 e 5,5 μm .

BATISTA *et al.* (2007) avaliaram a remoção de “smear layer” por EDTA na superfície externa da raiz, após a simulação de uma raspagem subgingival. Inicialmente foram realizadas imagens avaliando a presença da camada de “smear layer” formada. Posteriormente foi feito o ataque com EDTA 24% gel e novas imagens foram realizadas. Os autores concluíram que o EDTA foi eficaz para a remoção da “smear layer” formada e que a análise por AFM é superior àquela por microscopia eletrônica de varredura, pois possibilita a análise de uma mesma amostra.

2.7.2 Tensão superficial, energia de superfície e ângulo de contato

A origem da tensão superficial de um líquido é a força de atração das moléculas que o compõe. Em um líquido, as forças de atração entre as moléculas da superfície são maiores que no interior. Isso ocorre porque no interior do líquido as moléculas estão cercadas por outras e, na superfície, há uma região de contato com o meio externo, com ligações insatisfeitas (Figura 7). A superfície do líquido se comporta como uma película elástica, que tende a minimizar sua área superficial. Na ausência de outras forças, essa força atrativa entre as moléculas faz com que o líquido coalesça em forma de uma gota esférica (LOPES E SIQUEIRA JR, 2004).

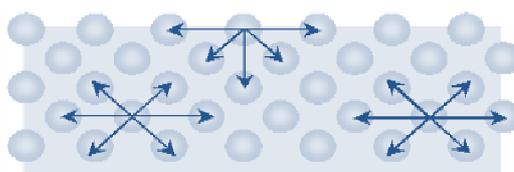


Figura 7: Ligações entre as moléculas

Energia é definida como a capacidade de realizar trabalho, e a forma como uma superfície possui energia pode ser entendida a partir de sua composição. Uma superfície rica em ligações polares tem energia superficial maior que uma superfície com poucas dessas ligações.

Um líquido polar como a água tende a se espalhar sobre uma superfície com alta energia superficial, e a formar pequenas gotas sobre uma superfície com baixa energia superficial. Em outras palavras, é necessária energia para superar a tensão superficial do

líquido e essa energia que vem da superfície onde o líquido repousa é a energia superficial.

Tensão e energia superficiais levam em consideração o comportamento de líquidos em contato com a superfície de materiais. Uma maneira de quantificar esse comportamento é a medida do ângulo de contato (SANTOS, 2005).

O ângulo de contato é definido como o ângulo entre um plano tangente a uma gota do líquido e um plano contendo a superfície onde o líquido se encontra depositado, conforme esquematizado na Figura 8.



Figura 8- Ângulo de contato

O formato que uma gota de líquido assume em contato com uma superfície sólida depende do ângulo θ que a gota de líquido faz com a superfície sólida. O líquido molhará completamente a superfície quando $\theta = 0^\circ$ porque a nova superfície criada possui energia de superfície γ menor do que a superfície original sólido-gás (isto é, $\gamma_{SV} > \gamma_{SL} + \gamma_{LV}$).

O molhamento de um sólido por um líquido ocorre quando a interação entre as moléculas do líquido com a interface sólida é maior do que a interação das moléculas entre si. Em geral, as energias $\gamma_{\text{Sólido-Líquido}}(SL)$ são menores do que as correspondentes $\gamma_{\text{Sólido-Vapor}}(SV)$ e $\gamma_{\text{Líquido-Vapor}}(LV)$ porque numa interface Sólido-Líquido(SL) quase todas as ligações atômicas e moleculares são satisfeitas.

Revisando a literatura endodôntica, o primeiro relato da análise dessas propriedades data de 1992 quando PÉCORA *et al.* avaliou a tensão superficial de diversas drogas, incluindo medicações intra canal, utilizadas em endodontia.

PÉCORA *et al.* (1998) avaliaram o efeito da redução da tensão superficial do hipoclorito de sódio 0,5%, 1%, 2,5% e 5% sobre permeabilidade da dentina radicular. O agente utilizado para reduzir a tensão superficial dessas soluções foi o 0,1% de lauril

dietinoglicol éter sulfato de sódio. Os autores concluíram que as soluções de hipoclorito de sódio 0,5%, 1%, 2,5% e 5%, puras ou associadas a 0,1% de lauril dietinoglicol éter sulfato de sódio, promoveram maior aumento da permeabilidade dentinária que a água; as soluções de hipoclorito de sódio 0,5%, 1%, 2,5% e 5% associadas a 0,1% de lauril dietinoglicol éter sulfato de sódio foram mais efetivas que as de hipoclorito de sódio puras e que a região apical apresentou menor permeabilidade dentinária que as regiões média e cervical.

TASMAN *et al.* (2000) avaliaram a tensão superficial de diversos irrigantes. As soluções utilizadas foram: água destilada, solução de ringer, solução salina, NaOCl 2,5%, NaOCl 5%, EDTA 17%, peróxido de hidrogênio 3%, citanest-octapressim 3%, ultracaine DS e cetredixina. Os resultados mostraram que as soluções de ringer (68 dynas/cm), solução salina (66 dynas/cm), peróxido de hidrogênio (63 dynas/cm) e água destilada (70 dynas/cm) tiveram os mais altos valores de tensão superficial, enquanto as soluções de NaOCl 2,5% (41 dynas/cm) e 5% (43 dynas/cm) e EDTA 17% (46 dynas/cm) foram relativamente baixos. As soluções anestésicas, Citanest-Octapressim 3% (44 dynas/cm) e Ultracaine DS (47 dynas/cm) mostraram valores similares ao NaOCl e ao EDTA, entretanto com diferenças significativas. Cetredixina apresentou o valor mais baixo (32 dynas/cm).

NAKASHIMA & TERATA (2005) avaliaram a influência de soluções de EDTA na variação de ângulo de contato entre o líquido de cimentos endodônticos e a dentina e concluíram que o EDTA 3% levou a redução dos valores de ângulo de contato ($40,9 \pm 1,0$)^o, enquanto no EDTA 15% ocorreu o oposto ($43,3 \pm 0,6$)^o.

ZEHNDER *et al.* (2005) avaliaram a redução da tensão superficial de soluções quelantes de cálcio, entre elas o EDTA 15,5% e 10% de ácido cítrico e concluíram que a redução da tensão superficial não afetou a habilidade dessas soluções em remover cálcio.

GIARDINO *et al.* (2006) compararam a tensão superficial de alguns irrigantes endodônticos. As soluções utilizadas foram: água como controle, EDTA 17%, Cetrexidina (0,2% de cetrímide e clorexidina), NaOCl 5,25%, Tetraclean, MTAD e uma mistura de EDTA 17% e Tween 80 (Smear Clean). A análise foi realizada através de ângulo de contato dinâmico. Os autores concluíram que a água apresentou o maior valor de tensão superficial, seguido pelo NaOCl, EDTA, MTAD, Smear Clean, Cetrexina e Tetraclean.

DOGAN *et al.* (2007) avaliaram a energia de superfície da dentina tratada com agentes quelantes e NaOCl e concluíram que o uso de agentes quelantes com ou sem a associação ao NaOCl promoveu uma diminuição na energia de superfície da dentina.

OTTONI *et al.* (2007) mediram a tensão superficial de diferentes substâncias utilizadas na terapia endodôntica: água ultrapura deionizada, álcool 70°GL, hipoclorito de sódio 1%, EDTA 17% e EDTAT (EDTA + tergentol), tricresol formalina e PMCC. Diante dos resultados encontrados, concluiu-se que: em ordem decrescente de tensão superficial, tem-se o hipoclorito de sódio 1%, a água ultrapura deionizada, EDTA 17%, tricresol formalina, PMCC e o álcool 70°GL. A adição de um detergente ao EDTA tende a diminuir a sua tensão superficial.

KONTAKIOTIS *et al.* (2007) compararam o ângulo de contato entre quatro diferentes cimentos endodônticos, Roth 801, AH26, RSA RoekoSeal e guta flow, com a guta percha e a dentina, em 5 minutos e 1 hora. De acordo com os resultados os autores concluíram que os cimentos convencionais, Roth 801 e AH26, têm um melhor potencial de molhabilidade da dentina e da superfície de guta percha que os cimentos a base de silicone, RSA RoekoSeal e guta flow. Significa que o Roth 801 e AH26 apresentam uma melhor disseminação sob condições clínicas nas paredes do canal e com a superfície de guta-percha.

Capítulo 3

Objetivos

- Avaliar a remoção de “smear layer” pelas soluções de EDTA 17%, ácido cítrico 10% e ácido fosfórico 37%, líquido e gel, por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a partir de duas diferentes metodologias.
- Investigar por MEV a influência dos diferentes regimes de irrigação para remoção de “smear layer” em diferentes terços do canal.
- Comparar duas diferentes técnicas de análise, microscopia de força atômica e microscopia eletrônica de varredura, na remoção da “smear layer” pelas soluções de ácido fosfórico, ácido cítrico e EDTA
- Avaliar os efeitos do hipoclorito de sódio a 5,25%, clorexidina 2% e MTAD na desinfecção de cones de guta percha e *resilon* em diferentes tempos.
- Avaliar a ação do hipoclorito de sódio a 5,25%, clorexidina 2% e MTAD na topografia dos cones por microscopia eletrônica de varredura e os componentes químicos presentes nas amostras por EDS.
- Desenvolver uma nova metodologia de análise da ação dessas soluções sobre os cones de guta percha e *resilon* por microscopia de força atômica.
- Avaliar a variação da energia de superfície de superfícies de guta percha e *resilon* após submetidos ao ataque pelo hipoclorito de sódio 5,25% e clorexidina 2%.

Capítulo 4

Metodologia

4.1 Ação do EDTA 17%, ácido cítrico 10% e ácido fosfórico 37% na remoção da “smear layer”

4.1.1 Análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV)-clivagem sem formação de “smear layer”

Foram utilizados 52 dentes unirradiculares, com raízes retas e ápices formados, com comprimentos variados. Como forma de padronização, os dentes que apresentavam mais de 25 mm tiveram suas coroas desgastadas. O comprimento dos dentes variou entre 20 e 25 mm.

Os dentes foram acessados com auxílio de uma broca 1558/ 3083 (KG SORENSEN, São Paulo, Brasil) e foram instrumentados para a produção de “smear layer”. A técnica utilizada para o preparo foi a técnica do preparo segmentado (BASSI, 1997) baseada na filosofia do pré-alargamento (GLASSMAN & SEROTA, 1993) disponível no sistema do motor Easy Endo – T1 (Figura 9).



Figura 9: motor Easy Endo

O sistema de limas de NiTi utilizado foi o K3 (Sybron Endo), na seqüência: 25.06 para preparar o terço médio-cervical, seguido por uma seqüência de brocas de Gattes Glidden (Dentsply Maillefer, Suíça) de 1 a 5 e para o terço apical as seguintes limas de Niti foram utilizadas:15.04; 20.02; 20.04; 25.04, 20.06 e 25.06, sendo todas levadas ao comprimento de trabalho, comprimento zero, isto é, ao ápice radicular. A cada troca de lima os dentes foram irrigados com 2 ml de solução de hipoclorito de sódio 5,25% e uma lima 10 (K files, Dentsply Maillefer, Suíça) foi utilizada como instrumento de patência, isto é, um instrumento fino, que é utilizado de forma passiva, para que não ocorra a obstrução do caminho do canal radicular. Terminada a instrumentação, os dentes foram irrigados com 5 ml de água destilada e divididos em 13 grupos de quatro dentes, de acordo com o regime de irrigação empregado como descrito na Tabela 5.

Tabela 5: Regimes de irrigação empregados

GRUPO	REGIME DE IRRIGAÇÃO
G1	EDTA 17% - 30 segundos
G2	EDTA 17% - 1 minuto
G3	EDTA 17% - 3 minutos
G4	Ácido cítrico 10% - 30 segundos
G5	Ácido cítrico 10% - 1 minuto
G6	Ácido cítrico 10% - 3 minutos
G7	Ácido fosfórico 37 % solução - 30 segundos
G8	Ácido fosfórico 37 % solução - 1 minuto
G9	Ácido fosfórico 37 % solução - 3 minutos
G10	Ácido fosfórico 37 % gel - 30 segundos
G11	Ácido fosfórico 37 % gel - 1 minuto
G12	Ácido fosfórico 37 % gel - 3 minutos
G13	Controle – apenas água destilada

A irrigação foi realizada com a introdução da agulha apenas na região da câmara pulpar, em quantidade suficiente para que todo o dente se encontrasse completamente preenchido pela solução. A cada 30 segundos uma nova irrigação era realizada até totalizar o tempo indicado no regime, isto é, em 1 minuto foram realizadas 2 trocas e em 3 minutos, 6 trocas.

Em seguida, os dentes foram lavados com 5 ml de água destilada e a câmara pulpar selada com algodão e coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), para evitar

que resíduos de dentina criadas no momento da formação dos sulcos para clivagem penetrassem no dente câmara pulpar.

Nas proximais dos dentes, no sentido vestibulo-lingual, foram feitos sulcos profundos, que não atingiram o interior do canal radicular (Figura 10).



Figura 10: posicionamentos dos sulcos

Posteriormente, com o auxílio de um dispositivo semelhante a duas lâminas de estilete e um martelo, os dentes foram clivados. Os dentes se encaixavam nas lâminas pelos sulcos confeccionados e com uma força aplicada com o martelo em uma das lâminas produzia-se a separação das faces (Figura 11).

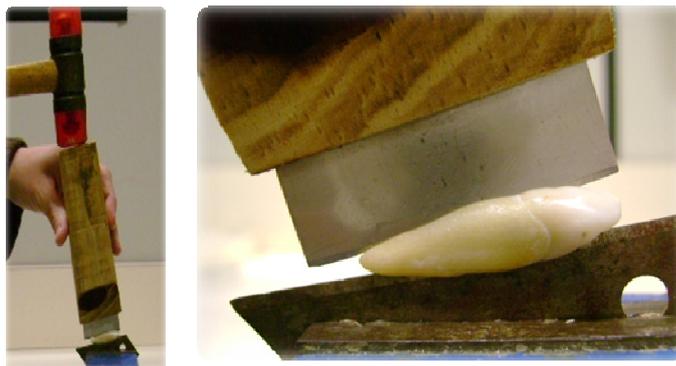


Figura 11: Dispositivo criado para clivagem dos dentes

Após clivagem, somente uma face de cada dente foi utilizada, recoberta com ouro e levada a análise em microscopia eletrônica de varredura. Os espécimes foram avaliados utilizando o microscópio JEOL, JSM 6460 LV (Tokio, Japão).

Fotomicrografias dos diferentes terços, nas ampliações de X1000 e X2000 foram realizadas. A análise da presença ou ausência de “smear layer” foi realizada por três examinadores, cegos, previamente calibrados, na ampliação de X2000. Um sistema de classificação, atribuindo pontuação, score, foi utilizado para avaliar o grau de limpeza (TAKEDA *et al.*, 1999, com modificações), como mostrado na Tabela 6.

Tabela 6: Sistema de classificação por scores

SCORE	DESCRIÇÃO
1	Sem “smear layer”, túbulos dentinários abertos (Figura 14 a)
2	Túbulos presentes com algumas áreas recobertas por “smear layer” (Figura 14b)
3	Poucos túbulos abertos, “smear layer” em quase toda a superfície (Figura 14c)
4	Túbulos dentinários completamente obstruídos por “smear layer” (Figura 14d)

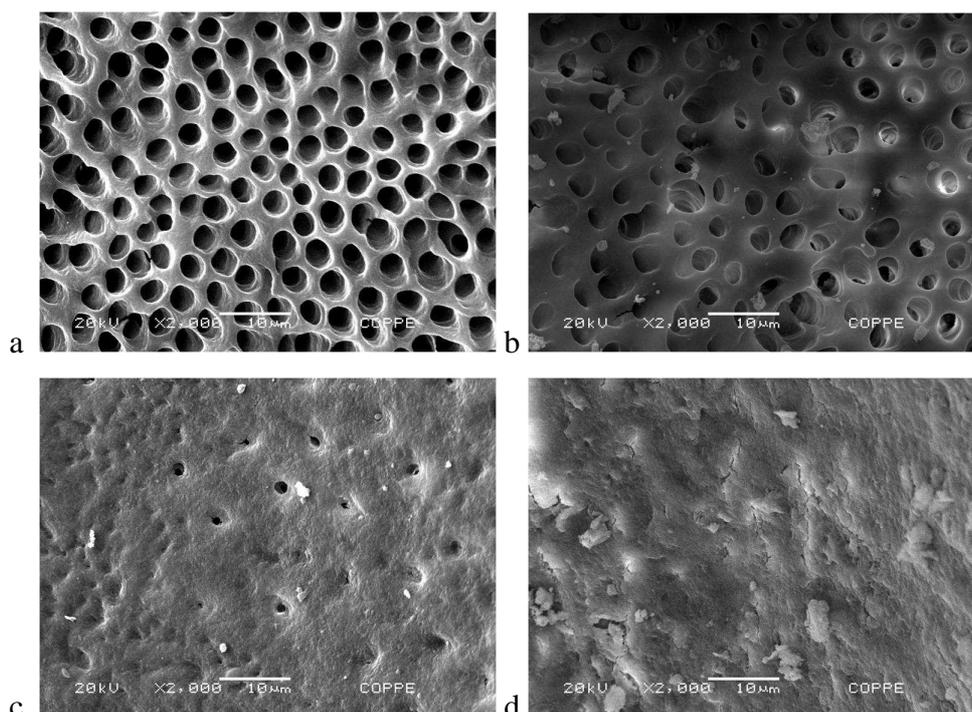


Figura 14: (a) score 1; (b) score 2; (c) score 3 e (d) score 4

Foi realizada análise estatística para avaliar o grau de concordância entre os avaliadores com o auxílio do teste Kappa. As pontuações atribuídas foram computadas e submetidos à análise estatística utilizando Kruskal-Wallis e Mann Whitney.

4.1.2 Análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV)-clivagem com formação de “smear layer”

Após a clivagem descrita anteriormente, parte dos espécimes não analisados foram utilizados nesta fase do estudo.

Os dentes foram desgastados, com disco de carborundum, até apresentarem uma superfície plana.

Duas amostras foram levadas ao MEV para avaliar a formação de nova “smear layer” (controle). Depois de verificada a formação dessa camada, as amostras foram submetidas ao protocolo de irrigação descrito na tabela 5, lavados com 5 ml de água destilada e levados a análise. Foram utilizados 2 dentes para cada regime.

Os dados foram avaliados seguindo a metodologia descrita acima.

4.2 Análise por microscopia de força atômica e eletrônica de varredura da remoção da “smear layer” por EDTA 17%, ácido cítrico 10% e ácido fosfórico 37%

Os dentes seccionados que não foram empregados no experimento da sessão 4.1.2 foram utilizados neste ensaio.

Foi produzida nova “smear layer” na superfície dos mesmos com a planificação da amostra com uma lixa número 100. Os dentes foram seccionados com o auxílio da Isomet 1000 (Buehler, Lake Bluff, EUA) em segmentos de aproximadamente 4 mm. Os segmentos foram lavados com água ultrapura, secos com nitrogênio gasoso e em seguida levados a análise por AFM.

Uma diferença de tonalidade existente na dentina da cavidade pulpar, facilmente identificada, serviu de base para o correto local de análise (Figura 12).



Figura 12: diferença de tonalidade da dentina na cavidade pulpar

Três segmentos foram analisados em cada regime. Os regimes avaliados estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7: Regimes de irrigação

GRUPO	REGIME DE IRRIGAÇÃO
G1	EDTA 17% - 1 minuto
G2	EDTA 17% - 3 minutos
G3	Ácido cítrico 10% - 1 minuto
G4	Ácido cítrico 10% - 3 minutos
G5	Ácido fosfórico 37 % solução - 1 minuto
G6	Ácido fosfórico 37 % solução - 3 minutos

Para tal análise utilizou-se o microscópio de força atômica JPK (JPK Instruments- Nanotechnology for Life Science), no modo não contato, sob condições ambientais, umidade relativa do ar entre 45 e 55%. Foi empregado um cantilever NSG20S (NT-MDT Company), com formato triangular, recoberto por ouro, com frequência de ressonância 420 kHz e constante de mola 48 N/m.

A metodologia de análise aplicada consistiu na seleção de um segmento (amostra) onde foram realizadas três imagens da superfície, de 50 μ m x 50 μ m (512x512 linhas) logo após sua lavagem e secagem (controle). Posteriormente, essa amostra foi atacada por um dos regimes propostos acima, ficando totalmente recoberta pela solução no tempo estabelecido. Em seguida, a amostra foi lavada com 2 ml de água ultrapura, seca com nitrogênio gasoso, e levada novamente para a análise (Figura 13). Três imagens de diferentes regiões, de 50 μ m x 50 μ m (512x512 linhas), foram novamente obtidas. Em todos os regimes descritos, e nas três amostras de cada regime tal metodologia foi empregada.

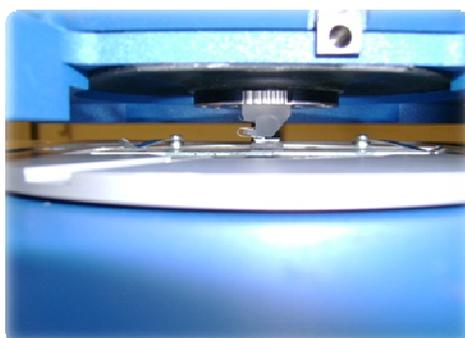


Figura 13: Amostra em posição de análise

As mesmas amostras foram em seguida preparadas e levadas ao MEV, para verificar se havia diferença nos métodos de análise utilizados.

A análise dos resultados foi realizada de forma qualitativa, avaliando visualmente o grau de abertura e quantidade de túbulos dentinários presentes.

4.3 Ação do hipoclorito de sódio a 5,25%, clorexidina 2% e MTAD nos cones de guta-percha e de *resilon*

4.3.1 Análise da desinfecção dos cones

Cones de *resilon* (EPIPHANY points refill, Pentron Clinical Technologies) e guta percha, ODOUS (ODOUS De Deus[®], Minas Gerais, Brasil) e KONNE (KONNE[®], Minas Gerais, Brasil) foram utilizados.

As soluções utilizadas na desinfecção dos cones foram: o hipoclorito de sódio 5,25% (Farmácia de manipulação Fórmulativa – Rio de Janeiro/ RJ), a clorexidina 2% (Farmácia de manipulação Fórmulativa – Rio de Janeiro/ RJ) e o MTAD (Dentsply, Tulsa Dental, OK, USA).

Os cones foram selecionados aleatoriamente e contaminados por alunos de graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A contaminação foi realizada através de luvas de procedimentos utilizadas pelos alunos durante a realização de tratamento endodôntico em seus pacientes, simulando dessa forma o tipo de contaminação encontrada em âmbito clínico. Os cones foram apreendidos em toda sua extensão e então se iniciou o experimento.

Todo o material utilizado, isto é, as soluções, os instrumentos e os meios de cultura foram colocados em uma câmara e permaneceram durante 30 minutos sob ação de raio ultravioleta (UV). Posteriormente os cones contaminados foram colocados no interior da câmara e iniciou-se a fase de experimentos.

Os cones contaminados foram submetidos a diferentes tratamentos com as soluções descritas acima como mostra a Tabela 8. Como controle positivo, foi utilizado o cone contaminado sem o tratamento pelas soluções. No controle negativo, utilizou-se

o cone retirado da caixa, assim que a mesma foi aberta. Foram realizadas 3 repetições para cada regime.

Tabela 8: Tratamentos para desinfecção dos cones

GRUPO	DESCRIÇÃO DOS REGIMES
G11	NAOCL 1 MINUTO ODOUS
G12	NAOCL 3 MINUTOS ODOUS
G13	NAOCL 6 MINUTOS ODOUS
G21	MTAD 1 MINUTO ODOUS
G22	MTAD 3 MINUTOS ODOUS
G23	MTAD 6 MINUTOS ODOUS
G31	CLOREXIDINA 1 MINUTO ODOUS
G32	CLOREXIDINA 3 MINUTOS ODOUS
G33	CLOREXIDINA 6 MINUTOS ODOUS
G41	NAOCL 1 MINUTO KONNE
G42	NAOCL 3 MINUTOS KONNE
G43	NAOCL 6 MINUTOS KONNE
G51	MTAD 1 MINUTO KONNE
G52	MTAD 3 MINUTOS KONNE
G53	MTAD 6 MINUTOS KONNE
G61	CLOREXIDINA 1 MINUTO KONNE
G62	CLOREXIDINA 3 MINUTOS KONNE
G63	CLOREXIDINA 6 MINUTOS KONNE
G71	NAOCL 1 MINUTO RESILON
G72	NAOCL 3 MINUTOS RESILON
G73	NAOCL 6 MINUTOS RESILON
G81	MTAD 1 MINUTO RESILON
G82	MTAD 3 MINUTOS RESILON
G83	MTAD 6 MINUTOS RESILON
G91	CLOREXIDINA 1 MINUTO RESILON
G92	CLOREXIDINA 3 MINUTOS RESILON
G93	CLOREXIDINA 6 MINUTOS RESILON
CPO1	CONTROLE POSITIVO ODOUS
CPK1	CONTROLE POSITIVO KONNE
CPR1	CONTROLE POSITIVO RESILON
CNO1	CONTROLE NEGATIVO ODOUS
CNK1	CONTROLE NEGATIVO KONNE
CNR1	CONTROLE NEGATIVO RESILON

Os cones foram colocados em tubos contendo meio de cultura broth hearth infusion (BHI) e incubados em estufa a 37°C. Uma leitura foi realizada após 72 horas e outra após sete dias para avaliar o crescimento de microorganismos. Como relatado acima, para cada grupo foram realizadas três repetições, o que totalizou 99 meios de cultura e 33 cones de cada marca.

A leitura foi realizada através de inspeção visual dos tubos. A presença de microrganismos tornava o meio turvo.

4.3.2 Análise das soluções de hipoclorito de sódio, clorexidina e MTAD na desinfecção dos cones de guta percha e RESILON

Três cones de guta percha, ODOUS e KONNE, e de *resilon* foram utilizados para cada uma das 3 soluções, hipoclorito de sódio 5,25%, clorexidina 2% e MTAD.

Os cones foram submetidos à ação das soluções durante 1 minuto, foram removidos da solução e permaneceram durante 30 minutos em ambiente para secar. Outros três cones de cada marca foram submetidos ao mesmo processo de desinfecção e após 1 minuto imerso em solução foram retirados da mesma, lavados em água ultrapura e permaneceram durante 30 minutos em ambiente para secar. Como controle, foram utilizados três cones de cada marca.

Em seguida, as amostras foram preparadas e levadas para análise em MEV para avaliar a topografia da superfície.

Foram realizadas duas fotomicrografias com aumento de 300x em cada cone, em diferentes regiões, selecionadas aleatoriamente. Para verificar a composição química dos mesmos foi feito EDS de uma das regiões nos cones utilizados.

4.3.3 Análise por microscopia de força atômica

Preparo da amostra

Cones de guta percha das marcas ODOUS (ODOUS De Deus[®], Minas Gerais, Brasil) e KONNE (KONNE[®], Minas Gerais, Brasil), e cones de *resilon* (EPIPHANY points refill, Pentron Clinical Technologies) foram utilizados.

A lavagem das amostras foi realizada com água ultrapura em ultrassom por 15 minutos. Após a lavagem, os cones foram secos com nitrogênio gasoso.

Os cones foram colocados em placas de vidro, fixados com uma fina camada de cianocrilato (super-bonder) e levados à análise.

4.3.3.1 Análise para reconhecimento da amostra

Para análise da topografia dos cones utilizou-se um microscópio de força atômica JPK, no modo contato, sob condições ambientais, umidade relativa do ar entre 45 e 55%. Foi empregado um cantilever CSC17/AIBS (Micromasch[™]), com formato

retangular, com raio de curvatura < 10 nm, frequência de ressonância 12 kHz e constante de mola 0,15 N/m.

Inicialmente, foram realizadas imagens de diferentes cones de uma mesma marca com tamanhos de caixa de $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$. Esse processo foi realizado para as 3 marcas estudadas.

Posteriormente, um cone de cada marca foi selecionado, aleatoriamente, e imagens de $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ de nove locais foram realizadas. Os dados foram analisados a partir de suas rugosidades, RMS e Ra.

Em seguida, imagens de diferentes cones com tamanhos de caixa de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ foram realizadas. Posteriormente, um cone foi selecionado, aleatoriamente, e nove imagens desse mesmo tamanho de caixa foram varridas. Esse processo foi realizado para as 3 marcas. Os dados foram avaliados a partir dos valores de rugosidade, RMS e Ra, das amostras.

Uma marca de cone de guta percha, que foi selecionada aleatoriamente, no caso em questão a ODOUS, e a de *resilon*, foram utilizadas para avaliar a influência da resolução e do processamento de imagem nos valores de rugosidade dos diferentes materiais. Para isso, foram realizadas imagens reais do mesmo local em resolução de 512×512 e 256×256 pontos, nos tamanhos de $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$, $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$, $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$, $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$, $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$, $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ e $2,5\mu\text{m} \times 2,5\mu\text{m}$. A partir das imagens de $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$, nas diferentes resoluções, foram feitos zooms nos outros tamanhos, porém na mesma área, por processamento de imagens (JPK™ image processing software). Valores de RMS e Ra foram utilizados para análise dos dados.

Avaliou-se ainda a influência da resolução na rugosidade de saturação da amostra. Um programa de análise fractal, desenvolvido em linguagem MatLab foi utilizado para avaliar os parâmetros de rugosidade de um determinado conjunto de imagens em diferentes tamanhos e assim determinar a rugosidade de saturação das imagens.

4.3.3.2 Análise da ação das soluções na amostra

Duas metodologias foram utilizadas nesse tipo de análise:

A primeira metodologia avaliou 10 áreas de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ (512×512 linhas) imediatamente após a lavagem e secagem da amostra. Posteriormente, a amostra foi atacada por hipoclorito de sódio a 5,25% nos tempos de 1, 3 e 6 minutos e novas

imagens em número e tamanho de caixa, em diferentes locais, foram realizadas. Valores de rugosidade RMS foram utilizados para análise dos dados.

A segunda metodologia empregada no uso dessa solução consistiu na análise de uma mesma área antes e após o ataque pela solução proposta, isto é, inicialmente foi realizada uma imagem do cone após a lavagem e secagem com tamanho de caixa entre $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ e $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$ (512 x 512 linhas), para auxiliar na localização da mesma área na imagem seguinte. Uma área foi escolhida e foi realizada uma imagem de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ (512 x 512 linhas), como controle. O mesmo foi realizado após o ataque nos tempos de 1, 3 e 6 minutos sempre selecionando o mesmo local. Após cada ataque em ambas as metodologias as amostras eram lavadas com 2 ml de água ultrapura e secas com nitrogênio gasoso para novamente serem analisadas. A avaliação foi feita através do JPK Image Processing (JPK IP) por análise visual das imagens, por perfis de linha, realizando 2 perfis por imagem, e análise de RMS.

A análise de um mesmo local antes e após o ataque por uma solução descontaminante foi também realizada para as soluções de clorexidina 2% e MTAD. Igualmente, a avaliação foi feita através do JPK IP por análise visual das imagens, por perfis de linha, realizando 2 perfis por imagem, e análise de RMS.

4.4 Análise de ângulo de contato entre material obturador sólido submetido a ação do hipoclorito de sódio 5,25% e clorexidina 2%

Preparo da amostra:

Inicialmente, tiras de guta percha e *resilon*, com uma superfície plana, foram confeccionadas para servirem como superfície para análise. Depois de confeccionadas, as tiras foram lavadas em água ultrapura em ultrassom por 5 minutos e secas com nitrogênio gasoso para remoção de impurezas.

As tiras foram fixadas com auxílio de uma fita dupla face em lâmina de vidro e iniciou-se a análise (Figura 14).



Figura 14: Tiras de guta percha e *resilon* para análise de ângulo de contato.

A análise foi realizada medindo-se o ângulo de contato entre três líquidos e as superfícies de guta percha (marca KONNE), e *resilon* sob diferentes condições. O aparelho utilizado para tal medição foi o goniômetro Ramé-Hart do laboratório de Superfícies e Filmes Finos do PEMM.

Os líquidos utilizados para determinar o ângulo de contato entre as diferentes superfícies foram água (polar), etilenoglicol (polar) e diiodometano (apolar).

O experimento foi realizado inicialmente na superfície de guta percha e posteriormente no *resilon*. Os ângulos foram medidos entre as superfícies sólidas e como líquido utilizou-se água. Posteriormente, a superfície foi atacada por clorexidina durante 1 minuto, lavada com água destilada, seca com nitrogênio gasoso e levada a análise. Por fim, foi feito o ataque da superfície com hipoclorito de sódio, como descrito anteriormente para clorexidina.

A mesma seqüência foi realizada com o etilenoglicol e diiodometano. Para cada protocolo foram feitas três repetições, isto é, foram utilizadas três gotas de cada líquido.

Os dados foram computados no Origin- Pró 70 e analisados.

Capítulo 5

Resultados e Discussão

5.1 Ação do EDTA 17%, ácido cítrico 10% e ácido fosfórico 37% na remoção da “smear layer”

5.1.1 Análise por microscopia eletrônica de varredura

Como descrito nos capítulos anteriores, durante o preparo químico mecânico do sistema de canais radiculares, devido à ação dos instrumentos, é formada uma camada composta por substâncias orgânicas e inorgânicas, entre elas processos odontoblásticos, microorganismos e materiais necróticos, denominada “smear layer” (GULABIVALA *et al.*, 2005).

Observa-se através de microscopia eletrônica de varredura que nem todas as paredes do canal se apresentam recobertas por essa camada. Isto se deve ao fato dessa camada ser formada apenas nos locais onde o instrumento contacta as paredes do canal.

As implicações clínicas relacionadas à remoção da “smear layer” estão associadas a diversos fatores: acredita-se que com a remoção dessa camada, bactérias que estão presentes no interior dos túbulos dentinários possam ser atingidas pelas soluções químicas auxiliares durante o preparo químico-mecânico e, conseqüentemente, reduzidas. Além disso, com a remoção dessa camada melhora-se a ação da medicação intracanal e também há uma maior penetração de cimentos endodônticos nessa região durante a obturação. Associa-se ainda a remoção dessa camada com uma maior adesividade entre o complexo dentina/material obturador (TORABINEJAD *et al.*, 2002).

Entre as características ideais atribuídas aos materiais obturadores, selar lateral e apicalmente é uma delas, porém para haver um completo selamento entre o material obturador e a dentina é necessário que haja a adesão dos mesmos.

A adesão aos tecidos dentais é um assunto estudado desde 1952, quando KRAMER & MCLEAN observaram a interação do ácido glicerosfosfórico e a superfície dentinária e verificaram a formação de uma camada bastante semelhante ao que hoje

chamamos de camada híbrida. A camada híbrida é composta por monômeros hidrofílicos dos adesivos dentinários que penetram de modo micro-mecânico a uma teia de fibras expostas de colágeno, formando uma estrutura de fibras envolvidas por resina e cristais de hidroxiapatita. A retenção mecânica obtida pela formação dessa camada híbrida conjuntamente com os “tags” ou filamentos resinosos e as ramificações laterais, podem ser consideradas em essência a base da adesão à dentina na odontologia moderna (PASHLEY *et al.*, 1993). Dessa forma, a camada híbrida desempenha um papel fundamental no processo de adesão em relação à diminuição da microinfiltração (FERRARI *et al.*, 2000; SAPATA, 2006).

A exposição dessa camada de fibras colágenas que constitui a camada híbrida é conseguida através da utilização de soluções ácidas como ácido fosfórico e ácido cítrico (BARATIERI *et al.*, 2003). Assim, a utilização dessas substâncias está relacionada não somente à remoção da “smear layer”, como também a redução bacteriana, a maior penetração da solução irrigadora e bem como ao processo de adesão dos materiais a estrutura dentinária.

Em 2006, CÂMARA avaliou a conformação do preparo biomecânico de canais radiculares instrumentados com sistemas de limas rotatórias, e verificou que os instrumentos não foram capazes de tocar todas as paredes do canal. Com base nos achados de CÂMARA, 2006 e tendo conhecimento da anatomia do canal dos dentes utilizados no presente estudo, incisivos e caninos, os quais apresentam formato oval e elíptico nos terços médio e cervical, sendo circulares apenas no terço apical (DE DEUS, 1992) optou-se por associar o uso de limas rotatórias ao uso de brocas de gattes glidden. Estas brocas são pinceladas nas paredes do canal e com isso uma maior área é tocada pelo instrumento. Conseqüentemente, maior formação de “smear layer” nos terços médio e cervical é conseguida. A Figura 15 mostra uma representação esquemática da forma do canal, no terço médio e cervical, em relação ao instrumento endodôntico (representado por L).

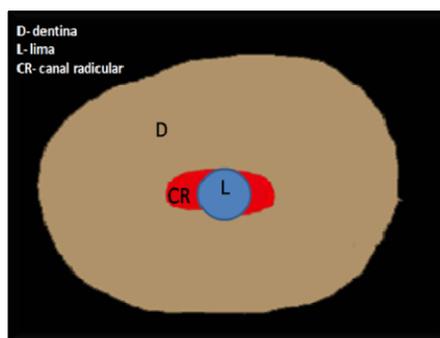


Figura 15: Representação esquemática da forma do canal em relação ao instrumento endodôntico.

O uso de substâncias como EDTA e ácido cítrico em diversas concentrações e diferentes tempos para a remoção da “smear layer” intra-radicular, vem sendo objeto de muita investigação. Entretanto, poucos trabalhos avaliaram a ação do ácido fosfórico nesse processo. No presente estudo, a ação do ácido fosfórico 37% foi comparada a de outras soluções utilizadas para remoção da “smear layer” a partir de duas diferentes metodologias, independente do tempo e da localização no interior do canal radicular. Essas análises foram realizadas por três avaliadores cegos, previamente calibrados.

Na primeira metodologia, os dentes foram instrumentados, diferentes substâncias foram utilizadas para remoção da “smear layer”, os canais foram lavados, secos e fechados. Sulcos foram realizados na lateral dos dentes e os mesmos foram clivados sem formação de nova “smear layer”, reproduzindo o que acontece clinicamente. Na segunda, os dentes foram clivados, uma nova “smear layer” produzida e as mesmas soluções foram utilizadas.

Inicialmente, com a utilização do teste Kappa, avaliou-se o grau de concordância entre os avaliadores, onde foi encontrado 91% de concordância entre os avaliadores 1 X 2 e 1 X 3. Entre os avaliadores 2 X 3 o grau de concordância foi de 90%.

Avaliando estatisticamente os resultados mostrados na tabela 9 e no apêndice 2, não houve diferença significativa (Mann Whitney; $p < 0,05$) entre as duas metodologias utilizadas. Embora os resultados encontrados sejam estatisticamente equivalentes, a primeira metodologia é mais fidedigna, uma vez que retrata o que ocorre clinicamente. Além disso, com o uso do dispositivo desenvolvido no presente estudo, não há grandes dificuldades para realizar o ensaio, pois a clivagem é conseguida de maneira satisfatória e sem perda da amostra, uma vez que os dentes são partidos da região cervical até apical.

Tabela 9: Análise de diferentes metodologias na remoção de “smear layer”.

Metodologia	1 (média scores ± DP)	2 (média scores ± DP)
Ácido fosfórico líquido	1,5 ± 0,9	1,3 ± 0,6
Ácido fosfórico gel	2,2 ± 0,8	2,2 ± 0,9
Ácido cítrico	1,9 ± 0,8	2,1 ± 0,7
EDTA	2,8 ± 1,2	2,6 ± 1,2
Controle	3,75 ± 0,4	3,75 ± 0,4

Nota: Score 1: sem “smear layer”, túbulos dentinários abertos; Score 2: túbulos presentes com algumas áreas recobertas por “smear layer”; Score 3: poucos túbulos abertos, “smear layer” em quase toda a superfície; Score 4: túbulos dentinários completamente obstruídos por “smear layer”.

No que se refere à ação das soluções propriamente dita, de acordo com os resultados expressos na Tabela 9 e no apêndice 2, verificou-se que a solução de ácido fosfórico foi significativamente melhor (Mann Whitney; $p < 0,05$) do que as soluções de EDTA, ácido cítrico, ácido fosfórico gel e controle. Observou-se ainda que o ácido cítrico e o ácido fosfórico gel apresentaram uma eficácia maior que o EDTA. Esses dados estão de acordo com os achados de DI LENARDA *et al.* (2000), que avaliaram a ação do EDTA 15% e ácido cítrico 19% no tempo de 3 minutos, embora as concentrações utilizadas fossem diferentes.

Posteriormente, avaliou-se a ação das substâncias em diferentes intervalos de tempo, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10: Ação das soluções na remoção da “smear layer” em diferentes tempos.

Tratamento	30 segundos	1 minuto	3 minutos
	Média scores ± DP	Média scores ± DP	Média scores ± DP
Ácido fosfórico líquido	2,1 ± 1,2	1,2 ± 0,4	1,0 ± 0,0
Ácido fosfórico gel	2,7 ± 0,5	2,1 ± 0,8	1,9 ± 0,9
Ácido cítrico	2,0 ± 1,0	2,3 ± 0,6	1,5 ± 0,5
EDTA	4,0 ± 0,0	2,9 ± 0,9	1,5 ± 0,5
Controle	3,7 ± 0,4	3,7 ± 0,4	3,7 ± 0,4

Nota: Score 1: sem “smear layer”, túbulos dentinários abertos; Score 2: túbulos presentes com algumas áreas recobertas por “smear layer”; Score 3: poucos túbulos abertos, “smear layer” em quase toda a superfície; Score 4: túbulos dentinários completamente obstruídos por “smear layer”.

Verificou-se que, em 30 segundos, não houve diferença significativa entre a solução de ácido fosfórico, ácido cítrico e ácido fosfórico gel, e que tais substâncias

foram mais ativas que o EDTA. Em 1 minuto, a solução de ácido fosfórico foi mais eficaz na remoção de “smear layer” que o ácido cítrico e o ácido fosfórico gel, que não apresentaram diferença significativa, e que essas três soluções foram mais eficazes que o EDTA. Com 3 minutos, observou-se que o ácido fosfórico líquido foi mais eficaz que o ácido cítrico, o ácido fosfórico gel e o EDTA e que não houve diferença significativa entre essas três soluções.

Na Tabela 11, assim como no apêndice 2, estão apresentados os resultados da ação das substâncias testadas na remoção da “smear layer”, em função da localização no interior do canal radicular e nos diferentes intervalos de tempo avaliados.

Tabela 11: Ação das soluções na remoção da “smear layer” nos diferentes tempos e terços.

Tratamento	30 segundos Média scores ± DP			1 minuto Média scores ± DP			3 minutos Média scores ± DP		
	Apical	Médio	Cervical	Apical	Médio	Cervical	Apical	Médio	Cervical
Ácido fosfórico líquido	3,1 ± 1,1	1,6 ± 0,9	1,3 ± 0,7	1,5 ± 0,6	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0
Ácido fosfórico gel	3,0 ± 0,0	2,5 ± 0,6	2,5 ± 0,6	2,8 ± 1,0	2,0 ± 0,0	1,5 ± 0,6	2,9 ± 0,5	1,6 ± 0,4	1,3 ± 1,1
Ácido cítrico	2,8 ± 1,1	1,7 ± 0,6	1,2 ± 0,5	2,9 ± 0,7	2,0 ± 0,0	2,0 ± 0,5	2,0 ± 0,5	1,4 ± 0,5	1,2 ± 0,3
EDTA	4,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	3,7 ± 0,5	2,7 ± 1,0	2,3 ± 0,4	2,0 ± 0,0	1,5 ± 0,6	1,0 ± 0,0
Controle	4,0 ± 0,0	3,7 ± 0,5	3,5 ± 0,6	4,0 ± 0,0	3,7 ± 0,5	3,5 ± 0,6	4,0 ± 0,0	3,7 ± 0,5	3,5 ± 0,6

Nota: Score 1: sem “smear layer”, túbulos dentinários abertos; Score 2: túbulos presentes com algumas áreas recobertas por “smear layer”; Score 3: poucos túbulos abertos, “smear layer” em quase toda a superfície; Score 4: túbulos dentinários completamente obstruídos por “smear layer”.

Em 30 segundos, as soluções de ácido fosfórico líquido, ácido cítrico e o ácido fosfórico gel foram mais eficazes que o EDTA no terço apical, repetindo o mesmo comportamento no terço médio. Em contrapartida, no terço cervical, a solução de ácido cítrico se mostrou, significativamente, mais eficaz que a de ácido fosfórico gel e EDTA, enquanto a solução de ácido fosfórico foi significativamente melhor que o EDTA. Em 1 minuto observou-se que no terço apical a solução de ácido fosfórico foi mais ativa que a de ácido fosfórico gel, ácido cítrico e EDTA; no terço médio, novamente, a solução de

ácido fosfórico líquido foi mais eficaz que as demais e que no terço cervical a solução de ácido fosfórico foi significativamente melhor que a de ácido cítrico e EDTA. Em 3 minutos, no terço apical, a solução de ácido fosfórico foi mais eficaz que as soluções de ácido cítrico e EDTA, seguidas, por pelo ácido fosfórico gel. As soluções de ácido cítrico e EDTA não apresentaram diferenças significativas; no terço médio e apical não houve diferenças significativas entre as soluções testadas. Nas fotomicrografias onde o ácido fosfórico gel foi utilizado, foi possível identificar a permanência de uma camada residual dessa substância em algumas amostras, possivelmente pela dificuldade de remoção dessa substância durante a lavagem.

De todas as soluções, nos diferentes tempos testados, a solução de ácido fosfórico foi a única capaz de remover totalmente a “smear layer” das paredes dentinárias, em 3 minutos. Em relação aos terços, essa também foi a única que apresentou score 1 no terço apical. E, como pode ser visto apêndice 1, essa limpeza não foi associada a um severo grau de erosão dos túbulos dentinários nos demais terços. Sendo o terço apical o local com maior número de ramificações e de mais difícil acesso, uma solução que consiga penetrar e atingir essa área de forma eficaz é de grande importância no arsenal de soluções irrigadoras.

TAKEDA *et al.* (1999) avaliaram a remoção da “smear layer” com as soluções de ácido cítrico 6% e ácido fosfórico 6%, menos concentradas que as utilizadas no presente estudo, e de EDTA 17%. Enquanto esses autores encontraram restos de “smear layer” no terço apical quando utilizaram ácido fosfórico 6%, o mesmo não foi observado no presente estudo que utilizou uma solução mais concentrada, de ácido fosfórico a 37%.

Os resultados descritos por KHEDMAT & SHOHOUHINEJAD (2008) quanto à remoção da “smear layer” pelas soluções de EDTA 17% e ácido cítrico 10% demonstraram scores menores que os encontrados nesse trabalho no tempo de 1 minuto. Embora a metodologia e a aplicação de scores fosse bem semelhante e os trabalhos apresentassem a mesma conclusão, isto é, as soluções de EDTA 17% e ácido cítrico 10% foram mais eficazes no terço médio e cervical que no terço apical e que não houve diferenças significativas entre as soluções. Pelos scores obtidos, a ação das soluções no trabalho de KHEDMAT & SHOHOUHINEJAD promoveu maior limpeza que no presente trabalho.

Quando a ação das soluções é avaliada em diferentes regiões no interior do canal radicular, os dados obtidos no presente trabalho diferem dos achados de DI LENARDA

et al.(2000), que encontraram melhores resultados quando ácido cítrico foi utilizado no terço apical em comparação ao EDTA por 3 minutos. No presente trabalho, não houve diferença significativa no uso dessas soluções nas mesmas condições. Essa diferença deve-se possivelmente à maior concentração do ácido cítrico e menor do EDTA no estudo, isto é, os autores utilizaram uma solução de ácido cítrico 19% ao passo que no presente trabalho foi utilizada uma concentração de 10%, enquanto a solução de EDTA utilizada pelos autores foi de 15%, comparada a 17% nesse estudo.

PÉREZ-HEREDIA *et al.* (2006) avaliaram a remoção de “smear layer” pelas soluções de ácido cítrico 15%, EDTA 15% e ácido orto-fosfórico 5%, concluindo que a solução de ácido cítrico foi mais eficaz na remoção de “smear layer” que as outras estudadas. Pouca correlação pode ser feita com o estudo em questão pois os autores, além de utilizar as soluções em diferentes concentrações, não citaram em sua metodologia o tempo em que as soluções foram empregadas. A única correlação possível de ser feita entre o presente estudo e o de PEREZ-HEREDIA *et al.* é que os autores também encontraram no terço médio uma ação semelhante entre o EDTA e o ácido cítrico. No presente estudo esses achados foram vistos nos tempos de 1 e 3 minutos.

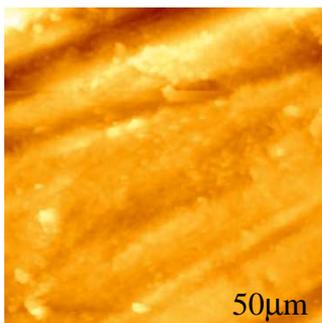
5.1.2 Análise a partir de duas diferentes técnicas: Microscopia de força atômica e microscopia eletrônica de varredura

A presença da “smear layer” e sua remoção por diferentes substâncias começou a ser estudada a partir de 1975, com o primeiro relato da existência dessa camada por MC COMB e SMITH. Esses trabalhos, independente da metodologia empregada eram todos realizados a luz da microscopia eletrônica. Com o advento de novas tecnologias em relação à formação e processamento de imagem, amostras que eram avaliadas apenas por scores através de avaliadores previamente calibrados, começaram a ser avaliadas também por processamento de imagens (DI LENARDA *et al.*, 2000; GEORGE *et al.*, 2008). O grande inconveniente da microscopia eletrônica na análise da remoção de “smear layer” está relacionado ao preparo da amostra, que deve ser condutora, com isso há a necessidade de ser recoberta com ouro. Além disso, a análise da ação das soluções em uma mesma amostra não é possível, sendo necessária uma amostra para verificar a presença da “smear layer” e outra para verificar a ação da substância. Nesse contexto, DE DEUS em 2000 começou a utilizar a microscopia de força atômica para avaliar a ação de substâncias na remoção da “smear layer” intra

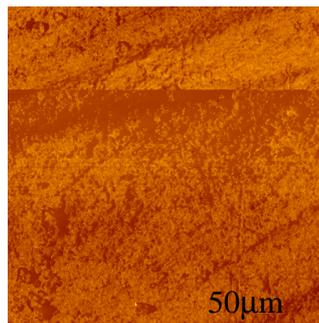
radicular. Utilizando essa técnica, o autor foi capaz de avaliar o processo de desmineralização, em uma mesma amostra, na mesma localização, visto que nesse tipo de técnica não é necessário um preparo e recobrimento da amostra. Atualmente, ambas as técnicas de análise são utilizadas para verificar uma mesma propriedade, a ação das substâncias na remoção da “smear layer”. Tendo em vista que as diferentes técnicas estão avaliando regiões distintas da amostra, isto é, o microscópio eletrônico de varredura avaliando até profundidades de 100 μm e o microscópio de força atômica apenas a superfície mais externa da amostra, o presente trabalho comparou de forma qualitativa, as imagens obtidas através dessas duas técnicas, como mostra a Figura 16. As imagens de AFM apresentavam 50 μm x 50 μm , e as de MEV um aumento de 2000x. Com esse aumento se conseguiu a mesma largura das imagens de AFM, 50 μm .

a - Ácido fosfórico:

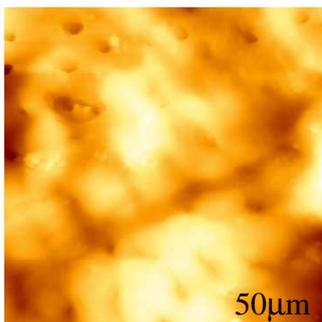
Inicial AFM topografia



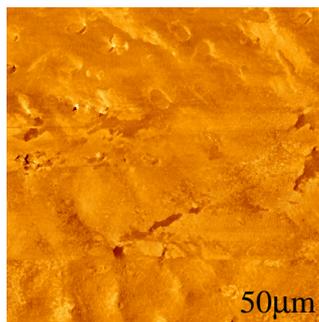
Inicial AFM contraste de fase



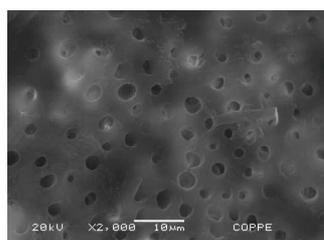
1 minuto AFM topografia



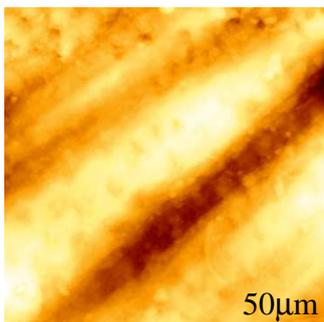
1 minuto AFM contraste de fase



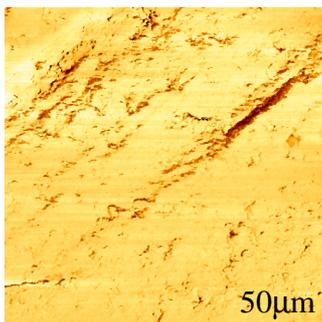
1 minuto MEV



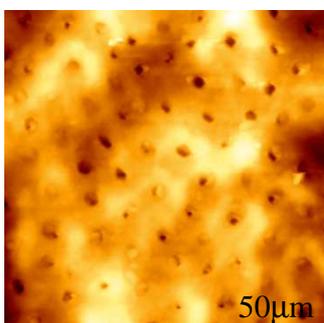
Inicial AFM topografía



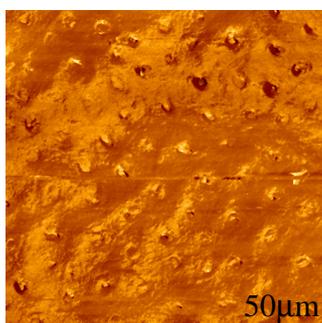
Inicial AFM contraste de fase



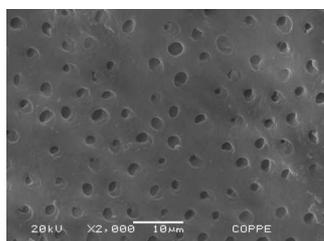
3 minutos AFM topografía



3 minutos AFM contraste de fase

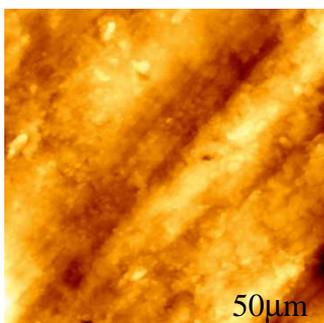


3 minutos MEV

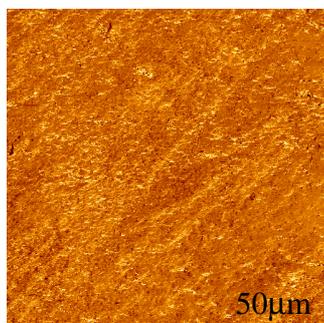


b - Ácido cítrico:

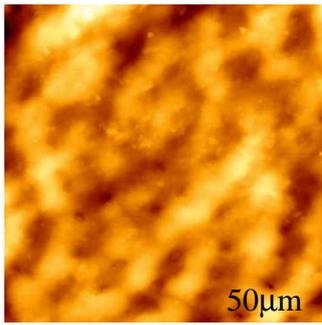
Inicial AFM topografía



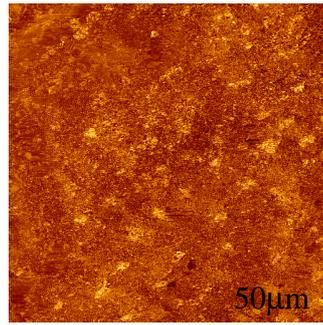
Inicial AFM contraste de fase



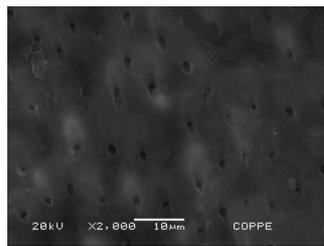
1 minuto AFM topografia



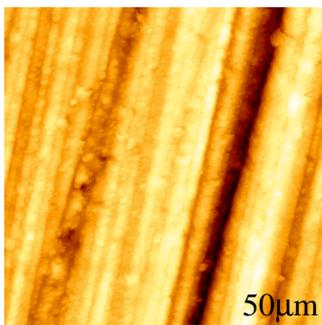
1 minuto AFM contraste de fase



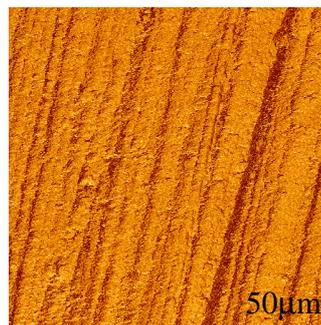
1 minuto MEV



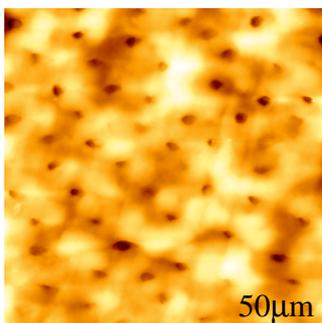
Inicial AFM topografia



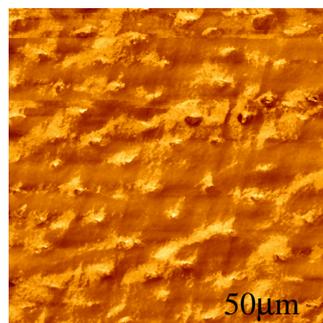
Inicial AFM contraste de fase



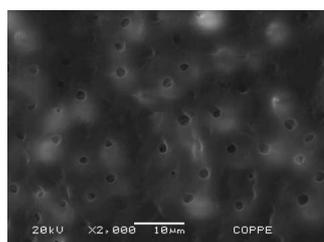
3 minutos AFM topografia



3 minutos AFM contraste de fase

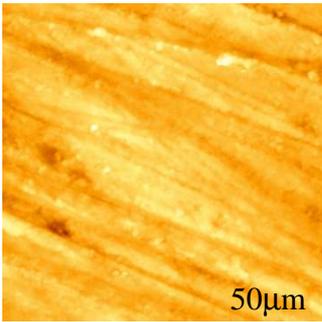


3 minutos MEV

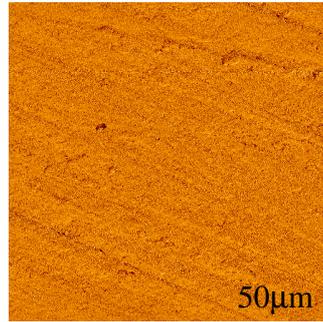


c - EDTA:

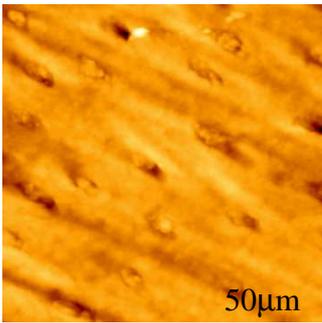
Inicial AFM topografia



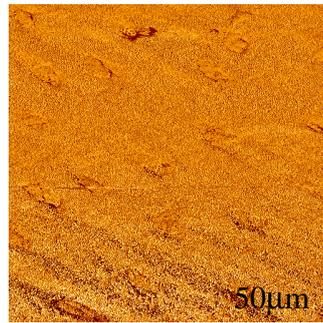
Inicial AFM contraste de fase



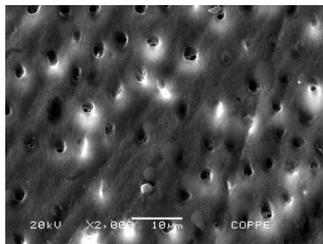
1 minuto AFM topografia



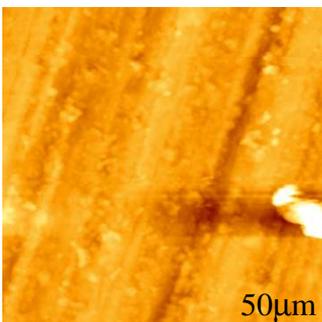
1 minuto AFM contraste de fase



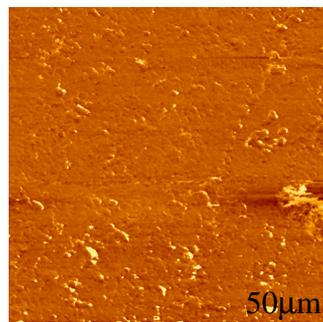
1 minuto MEV



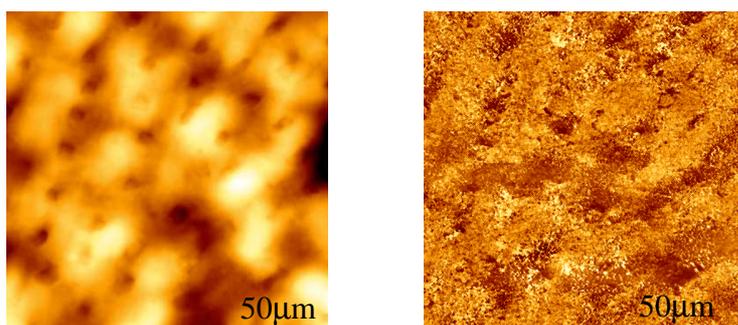
Inicial AFM topografia



Inicial AFM contraste de fase



3 minutos AFM topografia **3 minutos AFM contraste de fase**



3 minutos MEV

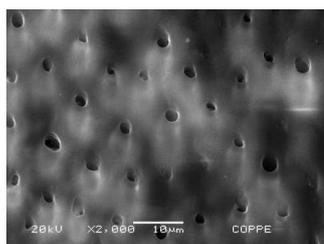


Figura 16: Imagem inicial AFM, imagem final AFM, Imagem final MEV após o ataque pelas soluções de ácido fosfórico (a), ácido cítrico (b) e EDTA (c).

Com base nas imagens, foi possível observar que, quando a microscopia de força atômica era empregada, uma menor quantidade de túbulos dentinários e uma maior quantidade de “smear layer” era encontrada quando comparada à observada para o mesmo tratamento em microscopia eletrônica de varredura. Isso se deve ao fato de que na microscopia de força atômica, apenas a camada mais externa é visualizada, a “smear layer”. No caso da microscopia eletrônica de varredura, com a incidência do feixe de elétron para posterior formação da imagem, uma camada mais profunda da superfície é avaliada. Assim, restando apenas uma camada muito fina da “smear layer”, esta não é vista, e a imagem de MEV apresenta na verdade, mais túbulos abertos.

5.2 Ação do hipoclorito de sódio a 5,25%, clorexidina 2% e MTAD nos cones de guta-percha e de *resilon*

5.2.1 Ação na desinfecção dos cones e análise por MEV e EDS

Diferentes soluções são empregadas para a desinfecção de materiais obturadores sólidos, os cones de guta percha e *resilon*. Embora o efeito antimicrobiano dessas soluções e seu uso para desinfecção desses materiais sejam comprovados (CARDOSO

et al., 1999; GOMES *et al.*, 2005; DUMANI *et al.*, 2007), a literatura sobre a ação dessas substâncias, principalmente do MTAD na superfície desses materiais, apresenta-se incompleta.

Antes de avaliar o efeito das soluções na superfície dos cones, para garantir o atestado por outros autores, foi avaliada a capacidade desinfetante das soluções de hipoclorito de sódio 5,25%, clorexidina 2% e MTAD nos cones de gutta percha e de *resilon*. Foram utilizadas duas marcas comerciais de cone de gutta percha (ODOUS e KONNE) e cones de *resilon*. A Tabela 12 é representativa dos resultados obtidos com o RESILON, onde C denota contaminado e D, descontaminado.

Tabela 12: Ação antimicrobiana das soluções nos cones de gutta percha KONNE.

GRUPO	DESCRIÇÃO	IMAGEM INICIAL	TUBO 1	TUBO 2	TUBO 3	IMAGEM FINAL
G41	NAOCL 1 MINUTO KONNE		D	D	D	
G42	NAOCL 3 MINUTOS KONNE		D	D	D	
G43	NAOCL 6 MINUTOS KONNE		D	D	D	
G51	MTAD 1 MINUTO KONNE		D	D	D	

G52	MTAD 3 MINUTOS KONNE		D	D	D	
G53	MTAD 6 MINUTOS KONNE		D	D	D	
G61	CLOREXIDINA 1 MINUTO KONNE		D	D	D	
G62	CLOREXIDINA 3 MINUTOS KONNE		D	D	D	
G63	CLOREXIDINA 6 MINUTOS KONNE		D	D	D	

Da mesma forma que para a guta percha KONNE, todas as soluções empregadas foram eficazes na desinfecção dos cones de guta percha ODOUS e *resilon* nos três tempos avaliados. Esses resultados estão de acordo com os achados de *CARDOSO et al.* (1999), que verificaram que o hipoclorito de sódio em concentrações maiores que 1% foi capaz de descontaminar cones de guta percha em 1 minuto. *OZALP et al.* (2006), também encontraram esse efeito, porém o tempo mínimo de imersão dos cones em hipoclorito de sódio utilizado pelos autores foi de 5 minutos. *ROYAL et al.* (2007)

avaliaram o efeito do hipoclorito de sódio 5,25%, MTAD e clorexidina 2% na desinfecção de cones de *resilon* e guta percha e, assim como o presente estudo, concluíram que 1 minuto foi suficiente para ocorrer a desinfecção.

Diferentes achados foram relatados por DUMANI *et al.* (2007), que, após contaminarem cones de guta percha e *resilon* com *E. faecalis* e *C. albicans*, verificaram desinfecção com o hipoclorito de sódio 5% nos tempos de 1 e 5 minutos, enquanto que, com a clorexidina 2%, houve a desinfecção com 5 minutos de imersão. Ainda, GOMES *et al.* (2005) avaliaram a desinfecção de cones de guta percha com hipoclorito de sódio e clorexidina gel e concluíram que o hipoclorito de sódio foi efetivo, mas a clorexidina gel não o foi. A diferença nos resultados se deve a diferença de metodologia utilizada nos estudos, DUMANI *et al.* utilizaram *E. faecalis* e *C. albicans* para a contaminação, ao passo que o presente estudo utilizou como forma de contaminação luvas de procedimento contaminadas em ambiente clínico.

Verificada a eficácia das soluções na desinfecção dos cones, analisou-se o efeito dessas soluções na superfície dos cones após a imersão nas soluções com e sem uma lavagem final com água destilada.

Na Figura 17, estão apresentadas as imagens controle, isto é, os cones depois de retirados da caixa foram lavados com água destilada, secos e levados a análise em MEV, bem como os elementos químicos presentes nas amostras detectados por EDS (Tabela 13).

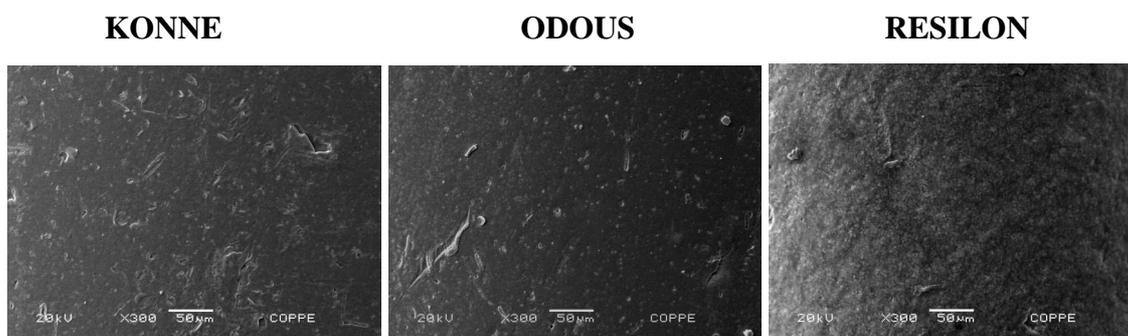


Figura 17: Superfície dos cones sem ação das soluções (controle).

Tabela 13: Análise por EDS dos componentes químicos nas amostras controle.

	C	O	Au	Zn	Al	Na	Bi	Cl	Ca	Ba	Si
KONNE	x	x	x	x	x						
ODOUS	x		x	x	x						
RESILON	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x

Nota: x denota presença

A seguir, as imagens e os elementos químicos presentes nas amostras dos cones após imersão em hipoclorito de sódio sem lavagem final (Figura 18, Tabela 14), e com lavagem final com água destilada (Figura 19, Tabela 15).



Figura 18: Superfície dos cones após imersão em hipoclorito de sódio, sem lavagem final.

Tabela 14: Análise por EDS dos componentes químicos nas amostras após imersão em hipoclorito de sódio, sem lavagem final.

	C	O	Au	Zn	Al	Na	Bi	Cl	Ca	Ba	Si
KONNE	x	x	x	x	x	x		x	x		
ODOUS	x	x	x	x	x	x		x			
RESILON	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x

Nota: x denota presença

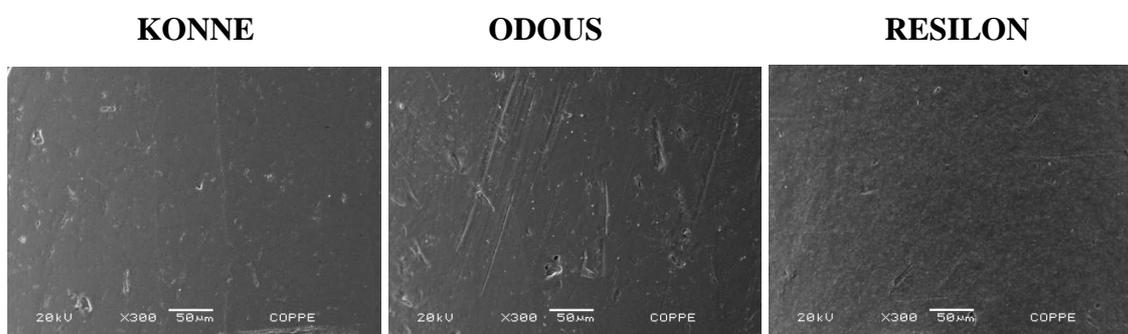


Figura 19: Superfície dos cones após imersão em hipoclorito de sódio, com lavagem final.

Tabela 15: Análise por EDS dos componentes químicos nas amostras após imersão em hipoclorito de sódio, com lavagem final.

	C	O	Au	Zn	Al	Na	Bi	Cl	Ca	Ba	Si	Cu
KONNE	x	x	x	x								x
ODOUS	x	x	x	x	x							
RESILON	x	x	x		x	x	x	x	x	x		

Nota: x denota presença

Avaliando o efeito causado pelo hipoclorito de sódio na superfície dos cones sem lavagem final, observa-se a presença de cristais de cloreto de sódio em todas as amostras, composto este não encontrado nas análises de EDS de controle nas marcas de guta percha. No entanto, uma das três amostras de *resilon*, observou-se a presença dos elementos sódio e cloro. Após a lavagem final com água destilada, esse composto desaparece novamente nas amostras de guta percha e os elementos sódio e cloro estão presentes em duas das três amostras de *resilon*. Verifica-se, então, que estes elementos já estavam presentes nestes cones antes da utilização da solução descontaminante, concluindo que esses elementos na verdade são constituintes do *resilon*. SHORT *et al.* (2003) avaliaram também a presença desses cristais após a desinfecção de cones de guta percha sem lavagem final, observando que, quando a lavagem final era realizada os cristais desapareciam da amostra. Embora em duas das três amostra de *resilon* o elemento sódio estivesse presente, no estudo de ELZUBAIR *et al.* (2008), que avaliaram os elementos presentes na amostra por espectroscopia de fluorescência de raio X (XRF), esse elemento não foi encontrado.

No presente estudo, a mesma análise foi então realizada utilizando-se clorexidina, como mostra nas Figuras 20 e 21, respectivamente, o efeito da solução sem lavagem final e com lavagem final. As tabelas 16 e 17 mostram os elementos químicos presentes nas amostras sem e com lavagem final com água destilada.

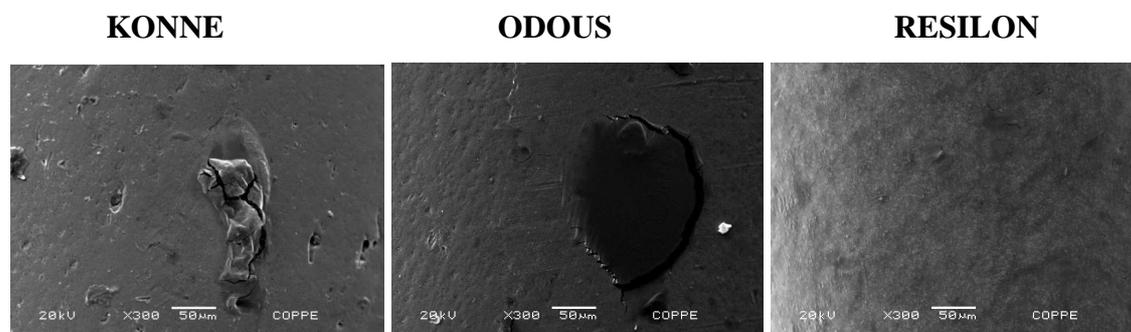


Figura 20: Superfície dos cones após imersão em clorexidina, sem lavagem final.

Tabela 16: Análise por EDS dos componentes químicos nas amostras após imersão em clorexidina, sem lavagem final.

	C	O	Au	Zn	Al	Na	Bi	Cl	Ca	Ba	Si	Fe	Rb
KONNE	x	x	x	x	x			x					
ODOUS	x	x	x	x	x			x				x	
RESILON	x	x	x		x		x	x	x	x			x

Nota: x denota presença

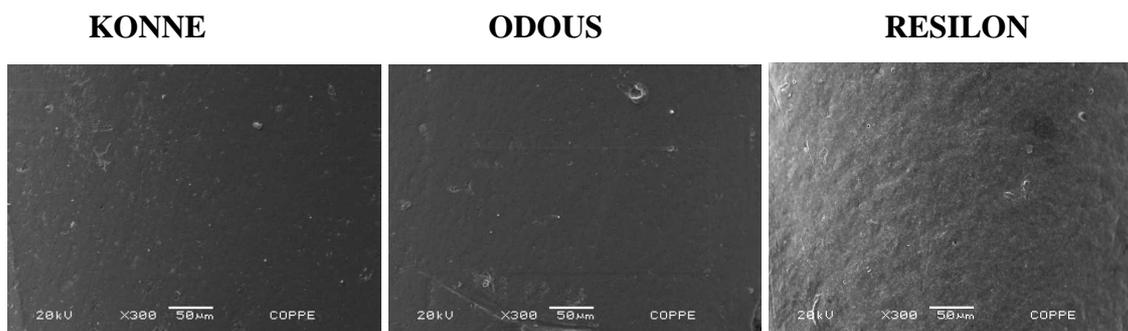


Figura 21: Superfície dos cones após imersão em clorexidina, com lavagem final.

Tabela 17: Análise por EDS dos componentes químicos nas amostras após imersão em clorexidina, com lavagem final.

	C	O	Au	Zn	Al	Na	Bi	Cl	Ca	Ba	Si	Fe	Rb	Br
KONNE	x	x	x	x	x				x					
ODOUS	x	x	x	x	x									
RESILON	x	x	x		x		x		x	x				x

Nota: x denota presença

Analisando o efeito da clorexidina na superfície dos cones sem lavagem final, não foram encontradas alterações na superfície. No entanto, foi observado que, quando o cloro encontra-se presente na composição da amostra, esse interage com o feixe de elétrons e danifica a amostra. Após a lavagem final, o composto cloro não foi encontrado em nenhuma das amostras. Assim como o presente trabalho, GOMES *et al.* (2007), ao avaliarem alterações na superfície dos cones de *resilon* e guta percha, não as encontraram.

Avaliou-se ainda o efeito MTAD na superfície dos cones e os componentes químicos presentes nas amostras sem (Figura 22, Tabela 18) e com (Figura 23, Tabela 19) uma lavagem final com água destilada.

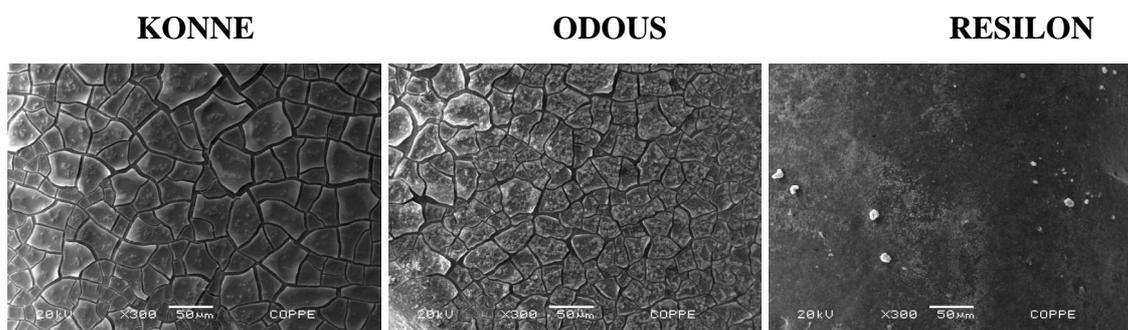


Figura 22: Superfície dos cones após imersão em MTAD, sem lavagem final.

Tabela 18: Análise por EDS dos componentes químicos nas amostras após imersão em MTAD, sem lavagem final.

	C	O	Au	Zn	Al	Na	Bi	Cl	Ca	Ba	Si	Fe	N	Ti
KONNE	x	x	x	x	x			x					x	
ODOUS	x	x	x	x	x			x				x	x	
RESILON	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x

Nota: x denota presença

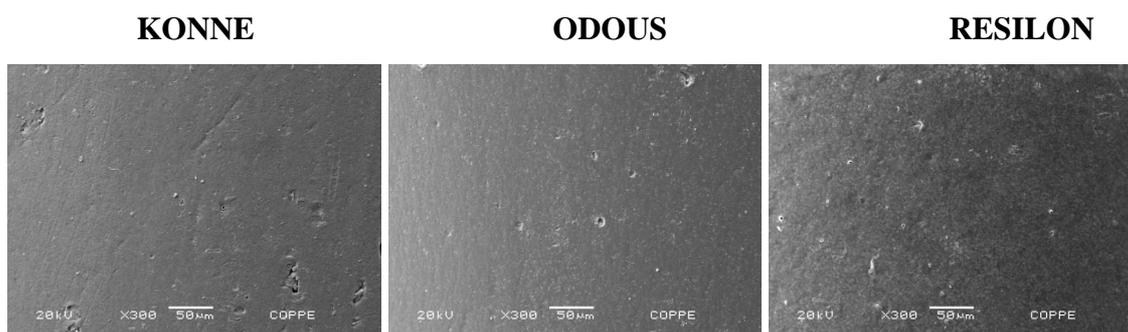


Figura 23: Superfície dos cones após imersão em MTAD, com lavagem final.

Tabela 19: Análise por EDS dos componentes químicos nas amostras após imersão em MTAD, com lavagem final.

	C	O	Au	Zn	Al	Na	Bi	Cl	Ca	Ba	Si	Fe	N	Ti
KONNE	x		x	x										
ODOUS	x		x	x	x									
RESILON	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x

Nota: x denota presença

O efeito do MTAD na superfície dos cones sem lavagem final mostra que, nos cones de guta percha, é formada uma camada com aspecto “pedregoso” sobre a superfície da guta percha. Nas amostras de *resilon*, essa característica não é observada. Após a lavagem final, essa camada é perdida e a superfície se mantém inalterada. Este resultado indica que uma camada de solução é formada sobre a superfície dos cones de guta percha quando em contato com a solução de MTAD e que esta só é removida após lavagem em água destilada.

5.2.2 Análise por microscopia de força atômica

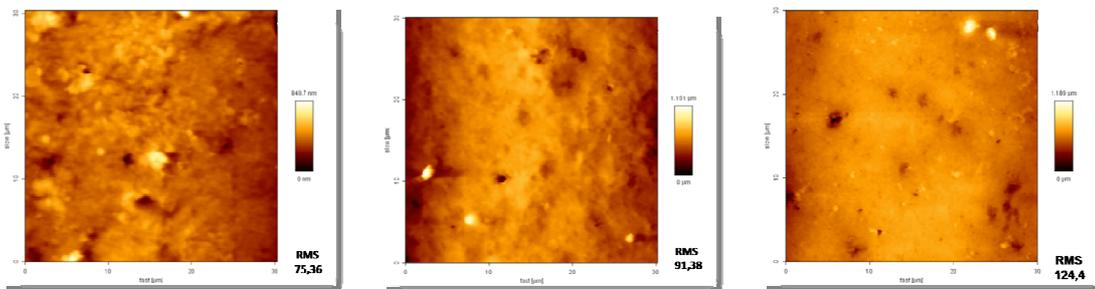
A análise por microscopia de força atômica se iniciou pelo reconhecimento da amostra. Esse reconhecimento é considerado de grande importância para posteriormente se desenvolver uma nova metodologia de análise em AFM. Para essa análise avaliaram-

se diferentes cones de um mesmo lote das três marcas estudadas com tamanhos de caixa de $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ e suas rugosidades foram determinadas. Posteriormente, um cone de cada marca foi selecionado, nove áreas com tamanho de caixa de $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ foram varridas e as rugosidades determinadas. Outro cone foi selecionado e nove áreas com tamanho de caixa de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ foram varridas. Novamente, as rugosidades foram determinadas. Os dados foram analisados e comparados entre si.

Para fins didáticos, as imagens foram agrupadas e comparadas da seguinte forma: inicialmente comparou-se, em termos de rugosidade, as imagens de guta percha KONNE $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ em diferentes cones e em um mesmo cone, em diferentes locais (Figura 24). Os dados de rugosidade RMS dos diferentes cones estão expressos nas imagens. Os valores de RMS e Ra do mesmo cone, em diferentes locais, estão expressos na Tabela 20. Em seguida, a mesma análise foi realizada para guta percha ODOUS (Figura 25, Tabela 21) e para o *resilon* (Figura 26, Tabela 22).

KONNE

a



b

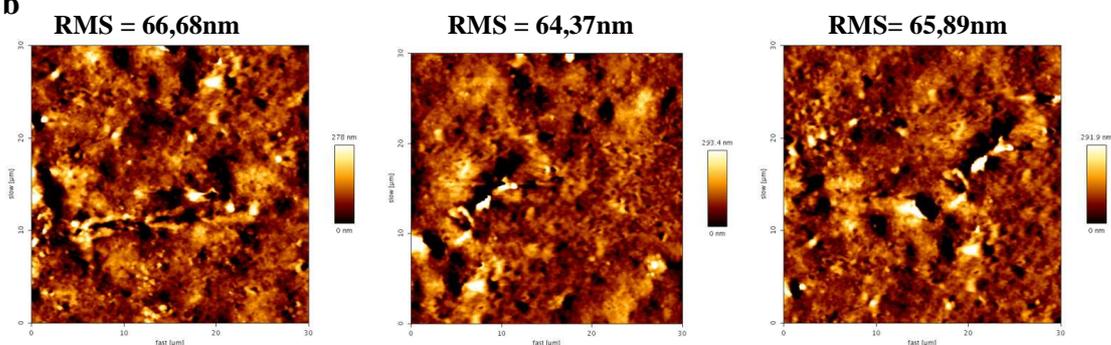


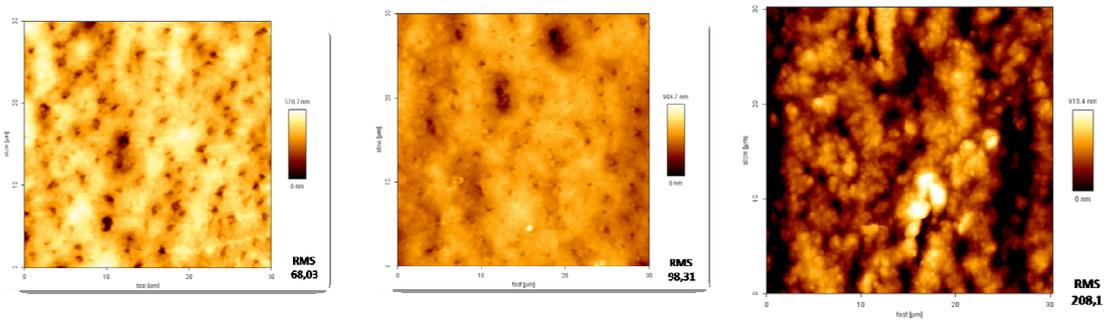
Figura 24: KONNE $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ - imagens de diferentes cones (a) e diferentes áreas de um mesmo cone (b).

Tabela 20: KONNE 30 μ m x 30 μ m- rugosidade das amostras de diferentes áreas de um mesmo cone.

30 μ m X 30 μ m		
Amostra	RMS (nm)	Ra (nm)
1	66,66	42,77
2	67,19	45,47
3	63,83	44,68
4	64,37	44,4
5	63,18	42,94
6	66,35	41,89
7	69,31	45,35
8	61,45	42,56
9	65,89	42,61
MÉDIA	65,35	43,63
DESV. PAD.	2,38	1,34

ODOUS

a



b

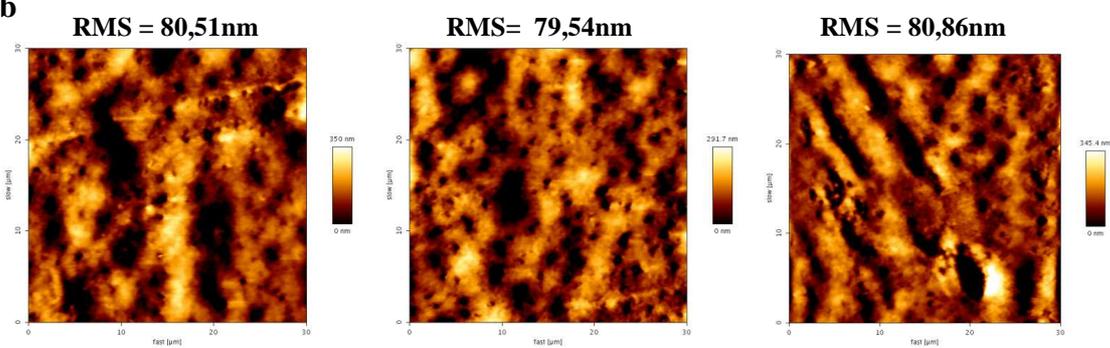


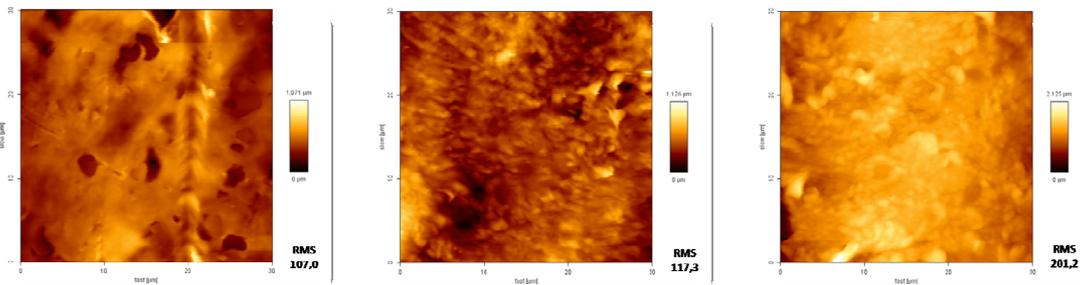
Figura 25: ODOUS 30 μ m x 30 μ m - imagens de diferentes cones (a) e diferentes áreas de um mesmo cone (b).

Tabela 21: ODOUS 30 μ m x 30 μ m- rugosidade das amostras de diferentes áreas de um mesmo cone.

30 μ m X 30 μ m		
Amostra	RMS (nm)	Ra (nm)
1	73,31	56,34
2	79,54	61,43
3	78,5	59,08
4	80,51	60,97
5	80,86	55,96
6	66,3	50,95
7	74,98	57,94
8	78,93	57,98
9	76,28	56,38
MÉDIA	76,57	57,44
DESV. PAD.	4,61	3,12

RESILON

a



b

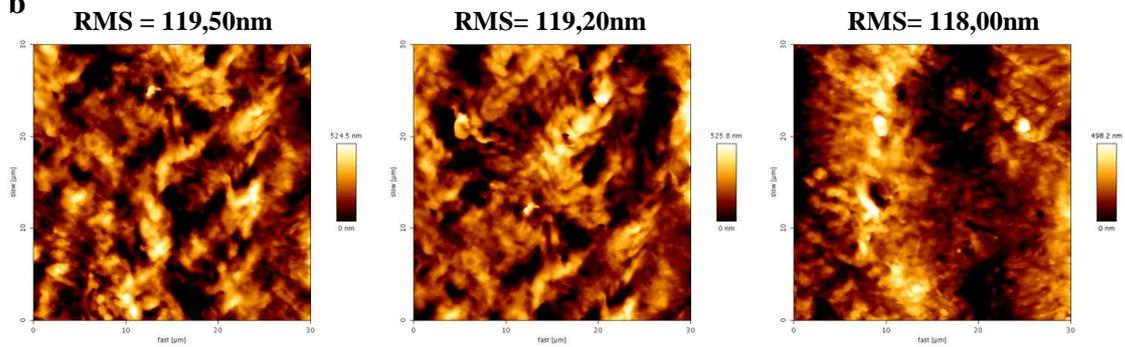


Figura 26: Resilon 30 μ m x 30 μ m - imagens de diferentes cones (a) e diferentes áreas de um mesmo cone (b).

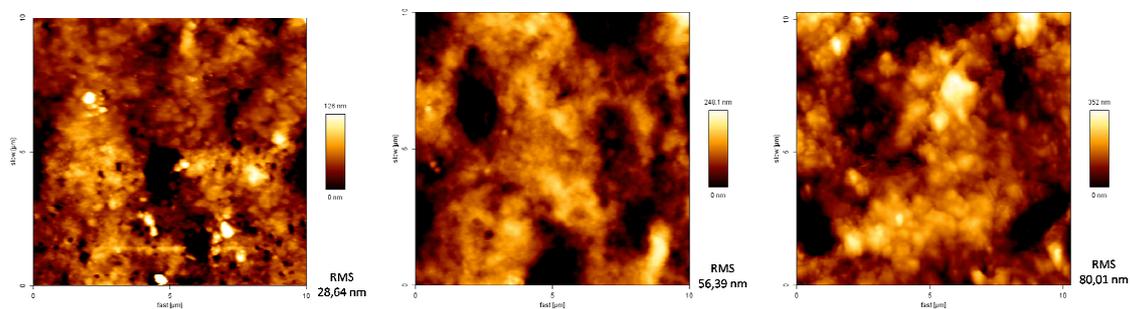
Tabela 22: *Resilon* 30 μ m x 30 μ m- rugosidade das amostras de diferentes áreas de um mesmo cone.

30 μ m X 30 μ m		
Amostra	RMS (nm)	Ra (nm)
1	119,5	92,86
2	119,2	93,48
3	113,2	90,51
4	106,8	82,87
5	117,3	90,34
6	104,7	82,25
7	117,3	90,69
8	118	90,56
9	119,5	92,86
MÉDIA	115,05	89,6
DESV. PAD.	5,64	4,17

Em seguida, as imagens de guta percha KONNE 10 μ m x 10 μ m em diferentes cones e em um mesmo cone, em diferentes locais (Figura 27) foram comparadas. Novamente, os dados de rugosidade RMS dos diferentes cones estão expressos nas imagens. Os valores de RMS e Ra do mesmo cone, em diferentes locais, estão expressos na Tabela 23.

KONNE

a



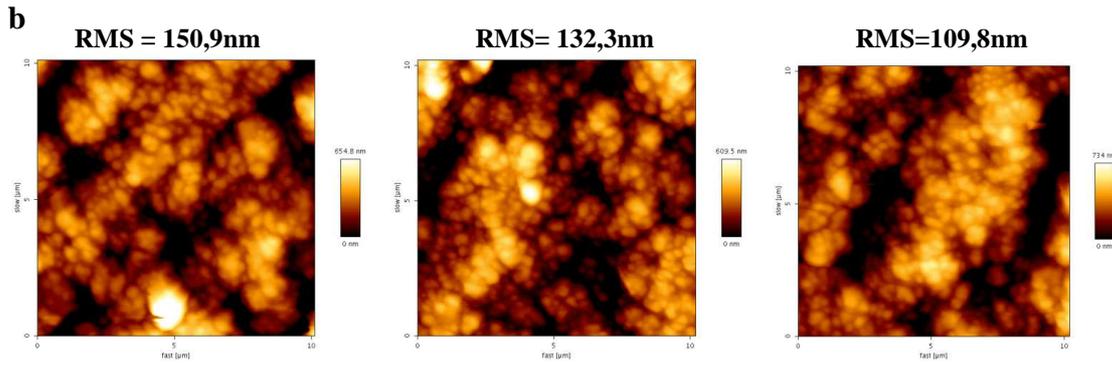


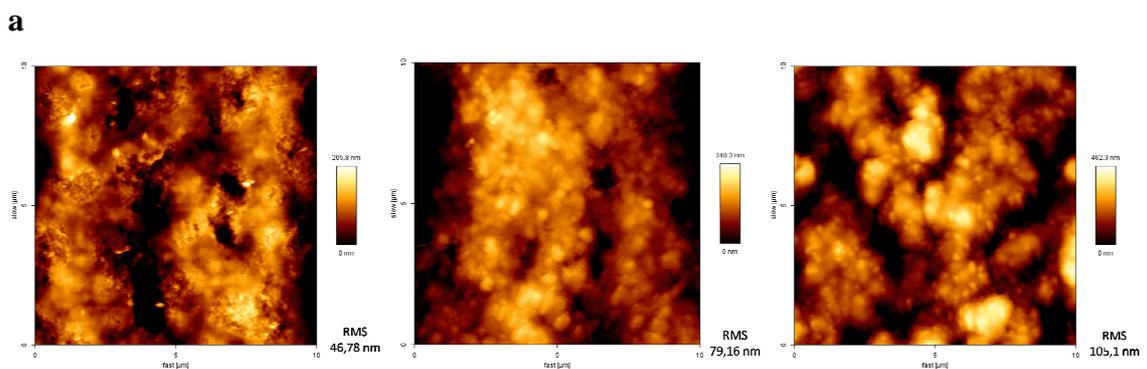
Figura 27: KONNE 10 μ m x 10 μ m- imagens de diferentes cones (a) e diferentes áreas de um mesmo cone (b).

Tabela 23: KONNE 10 μ m x 10 μ m- rugosidade das amostras de diferentes áreas de um mesmo cone.

10 μ m X 10 μ m		
Amostra	RMS (nm)	Ra (nm)
1	135,9	107,1
2	109,8	86,64
3	119,8	96,07
4	132,3	105,8
5	124	93,64
6	155	123,6
7	150,9	118
8	128,4	100,3
9	123	97,33
MÉDIA	131,01	103,16
DESV. PAD.	14,54	11,81

Em seguida, a mesma análise foi realizada para guta percha ODOUS (Figura 28, Tabela 24).

ODOUS



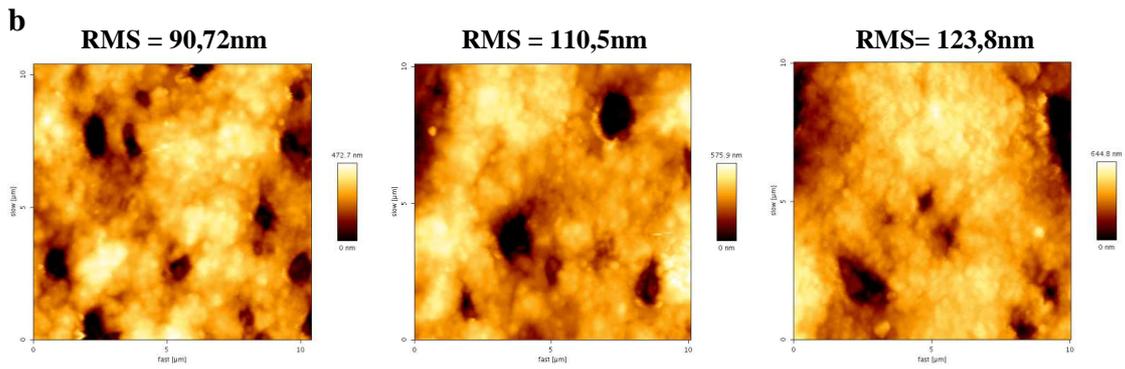


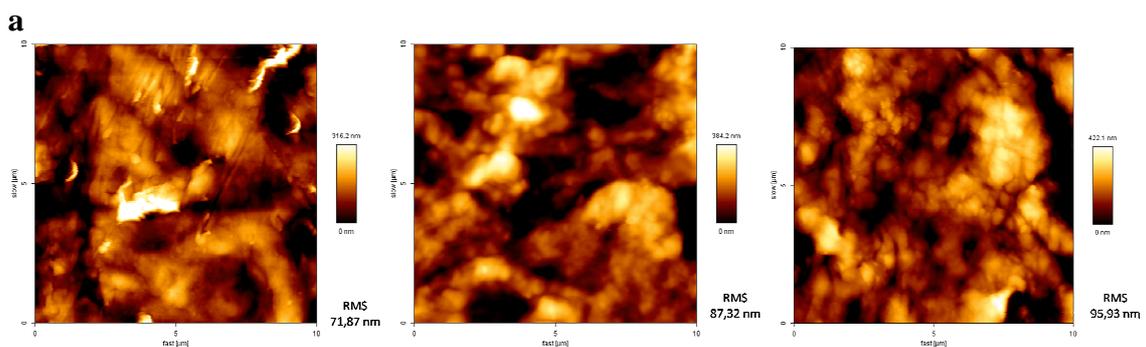
Figura 28: ODOUS 10µm x 10µm- imagens de diferentes cones (a) e diferentes áreas de um mesmo cone (b).

Tabela 24: ODOUS 10µm x 10µm- rugosidade das amostras de diferentes áreas de um mesmo cone.

10 µm X 10 µm		
Amostra	RMS (nm)	Ra (nm)
1	99,16	76,01
2	120,1	89,27
3	100,1	76,49
4	123,8	94,14
5	113,1	85,2
6	100,7	78,23
7	104,3	83,05
8	90,72	67,91
9	110,5	79,64
MÉDIA	106,94	81,1
DESV. PAD.	10,74	7,82

O mesmo foi realizado para os cones de *resilon* (Figura 29, Tabela 25).

RESILON



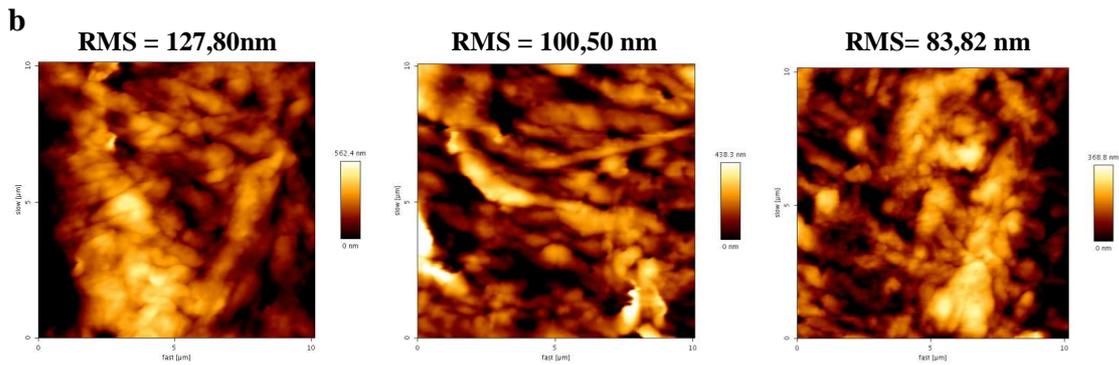


Figura 29: *Resilon* 10µm x 10µm- imagens de diferentes cones (a) e diferentes áreas de um mesmo cone (b).

Tabela 25: *Resilon* 10µm x 10µm- rugosidade das amostras de diferentes áreas de um mesmo cone.

10 µm X 10 µm		
Amostra	RMS (nm)	Ra (nm)
1	99,86	78,71
2	127,8	99,62
3	109,7	85,8
4	92,89	74
5	83,82	67,56
6	95,57	72
7	90,2	70,19
8	119,8	95,03
9	120,9	95,71
MÉDIA	104,5	82,07
DESV. PAD.	15,58	12,27

Observou-se que, em diferentes cones de uma mesma caixa, houve uma grande variação em termos de rugosidade, RMS, tanto para as imagens com tamanho de caixa de 30µm x 30µm, quanto para as de 10µm x 10µm. Isso pode ser explicado a partir do processo de fabricação desses materiais, isto é, os materiais obturadores endodônticos sólidos apresentam um processo de fabricação manual, são rolados à mão (DE DEUS, 1992). Embora macroscopicamente essas alterações não sejam visíveis, em escalas microscópicas as mesmas foram verificadas.

Em qualquer análise onde se quer avaliar a rugosidade de uma superfície, é indispensável conhecer o comportamento da amostra. No presente estudo, quando um mesmo cone foi avaliado observou-se que as imagens com tamanho de caixa de 10µm x

10 μ m apresentaram um desvio padrão alto, isto é, rugosidades bastante variadas. Quando imagens com um tamanho de caixa maior foram varridas, de 30 μ m x 30 μ m, se observou que a variação de rugosidade, dada pelo desvio padrão dos valores de RMS medidos, reduziu significativamente.

Isso é explicado pelos tipos de rugosidade que podem ser encontradas em uma superfície: a rugosidade local e a rugosidade global, que é conseguida encontrando-se a rugosidade de saturação da amostra. Toda superfície apresenta uma determinada rugosidade que é crescente em relação à área avaliada. A partir de uma determinada área analisada, nesse caso denominada tamanho de caixa, a rugosidade se mantém inalterada ou terá pouca variação numérica, esse ponto é conhecido como rugosidade de saturação da amostra. Enquanto uma variação estiver ocorrendo com o aumento do tamanho da caixa, uma análise da rugosidade local da amostra estará sendo realizada. Nesse caso, a análise de diferentes áreas de um mesmo tamanho, em diferentes locais da amostra, apresentará uma rugosidade bastante variada, o que foi encontrado no presente estudo nas imagens de 10 μ m x 10 μ m. A partir de um tamanho de caixa, onde ocorre a saturação da rugosidade da amostra, independente do local escolhido, a rugosidade será bem próxima, como é visto no presente estudo nas imagens de 30 μ m x 30 μ m.

No caso dos materiais utilizados nesse trabalho, é importante ressaltar que devido ao seu processo de fabricação, cada amostra, quer dizer, cada cone, terá uma rugosidade de saturação diferente, em razão das diferenças de rugosidade nos diferentes cones de uma mesma marca.

Avaliou-se, ainda, a influência da resolução nos valores de rugosidade. Quanto maior o número de linhas de uma imagem, maior o tempo da sua aquisição. Então, por isso, comparou-se o comportamento dos valores de rugosidade em relação às imagens de 512 X 512 pontos e as de 256 X 256 pontos, visto que a segunda imagem demora a metade do tempo da primeira para ser adquirida. Considerou-se também a influência do processamento de imagem em termos de rugosidade. Uma imagem com tamanho de caixa de 40 μ m X 40 μ m foi adquirida e, a partir dela, zooms digitais de menores áreas eram obtidos por processamento de imagem e as rugosidades determinadas.

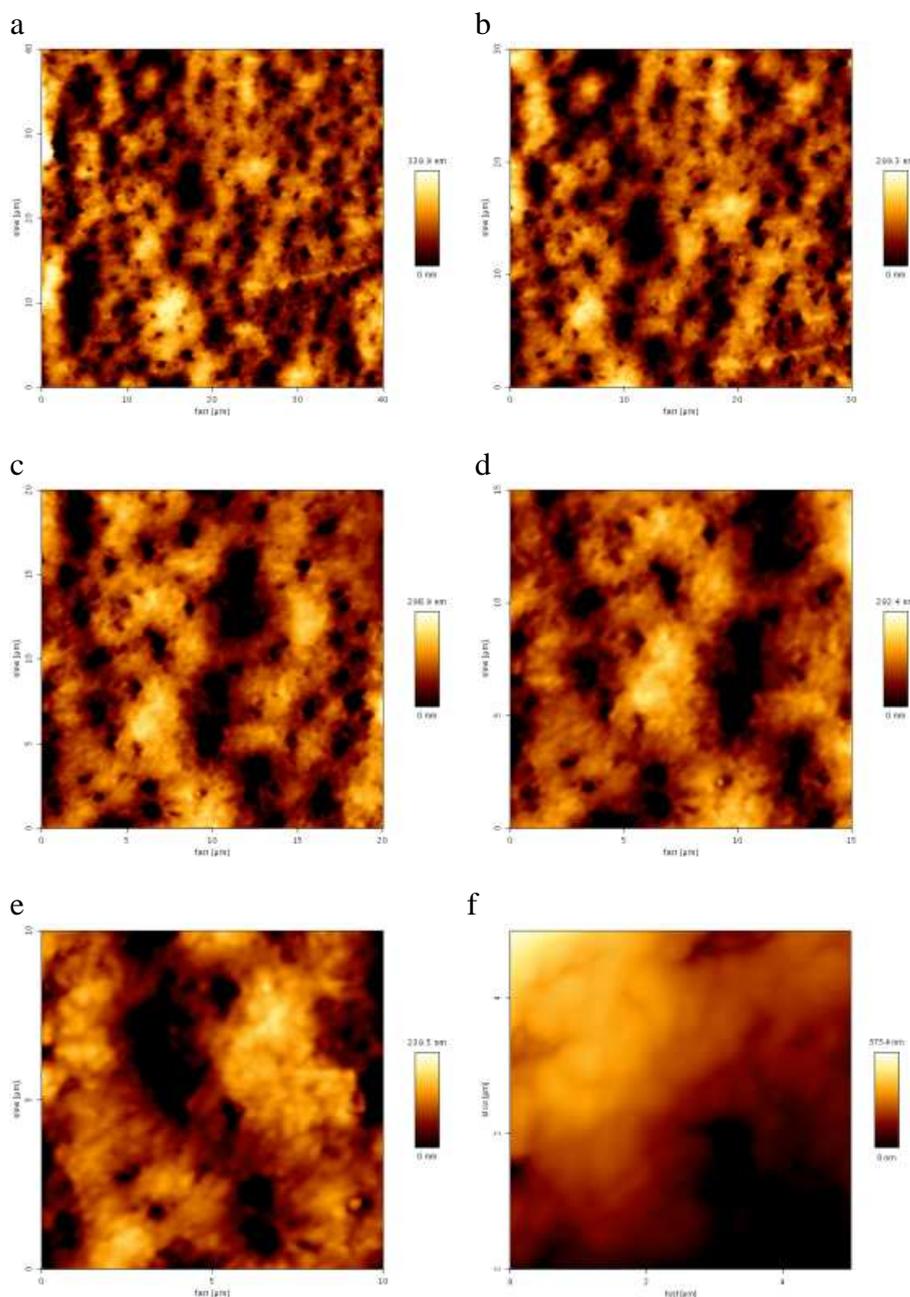
Determinou-se ainda a rugosidade de saturação das amostras com as diferentes resoluções para avaliar se a resolução influencia na rugosidade de saturação da amostra.

Para conhecer a rugosidade de saturação da amostra, um programa desenvolvido em linguagem MatLab foi criado. Esse algoritmo computa a rugosidade baseado na

técnica de dimensões de box-couting (tamanho da caixa). A imagem é dividida em grades e a rugosidade RMS, de cada caixa, calculada. Posteriormente, reduz-se progressivamente o tamanho da caixa e se determina a rugosidade em função do tamanho da caixa (BUCZKOWSKI *et al.*, 1998).

As Figuras 30, 31 e 32 e a Tabela 26 mostram a relação entre a resolução e o processamento de imagem, em valores de rugosidade RMS e Ra. Mostra ainda, a rugosidade de saturação em função da resolução para a amostra de guta percha. O mesmo processo está sendo demonstrado para o *resilon* nas Figuras 33, 34 e 35 e na Tabela 27.

ODOUS



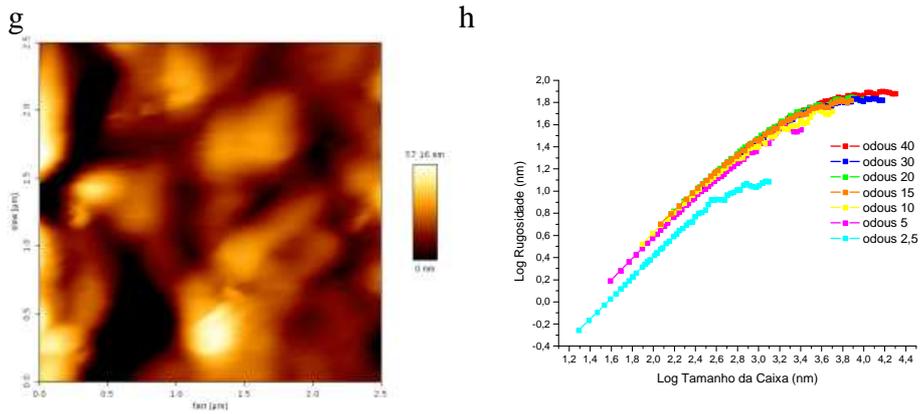
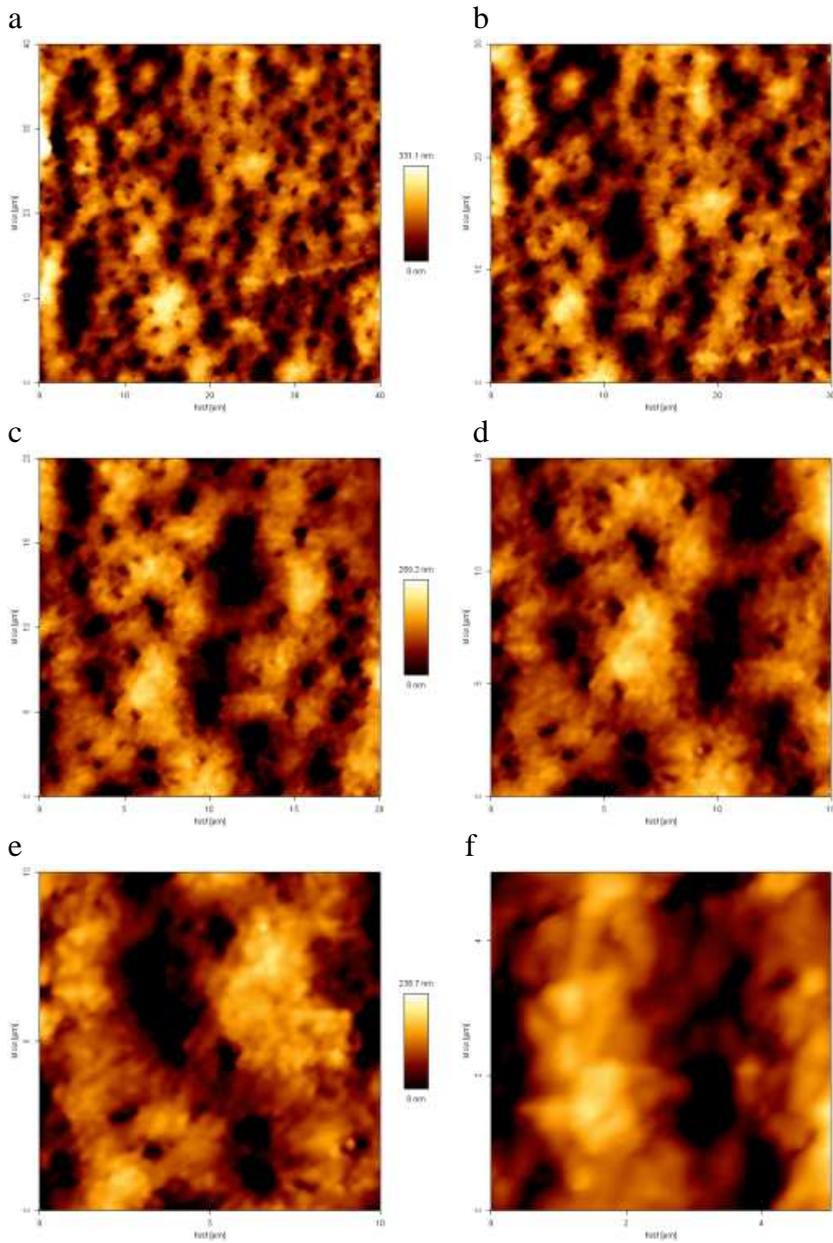


Figura 30: Imagens de 512 X 512 em diferentes escalas (a-g) e gráfico determinando a rugosidade de saturação da amostra (h).



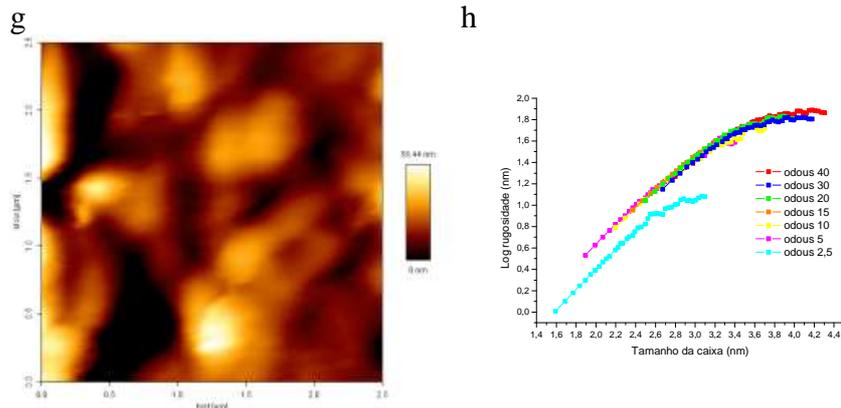
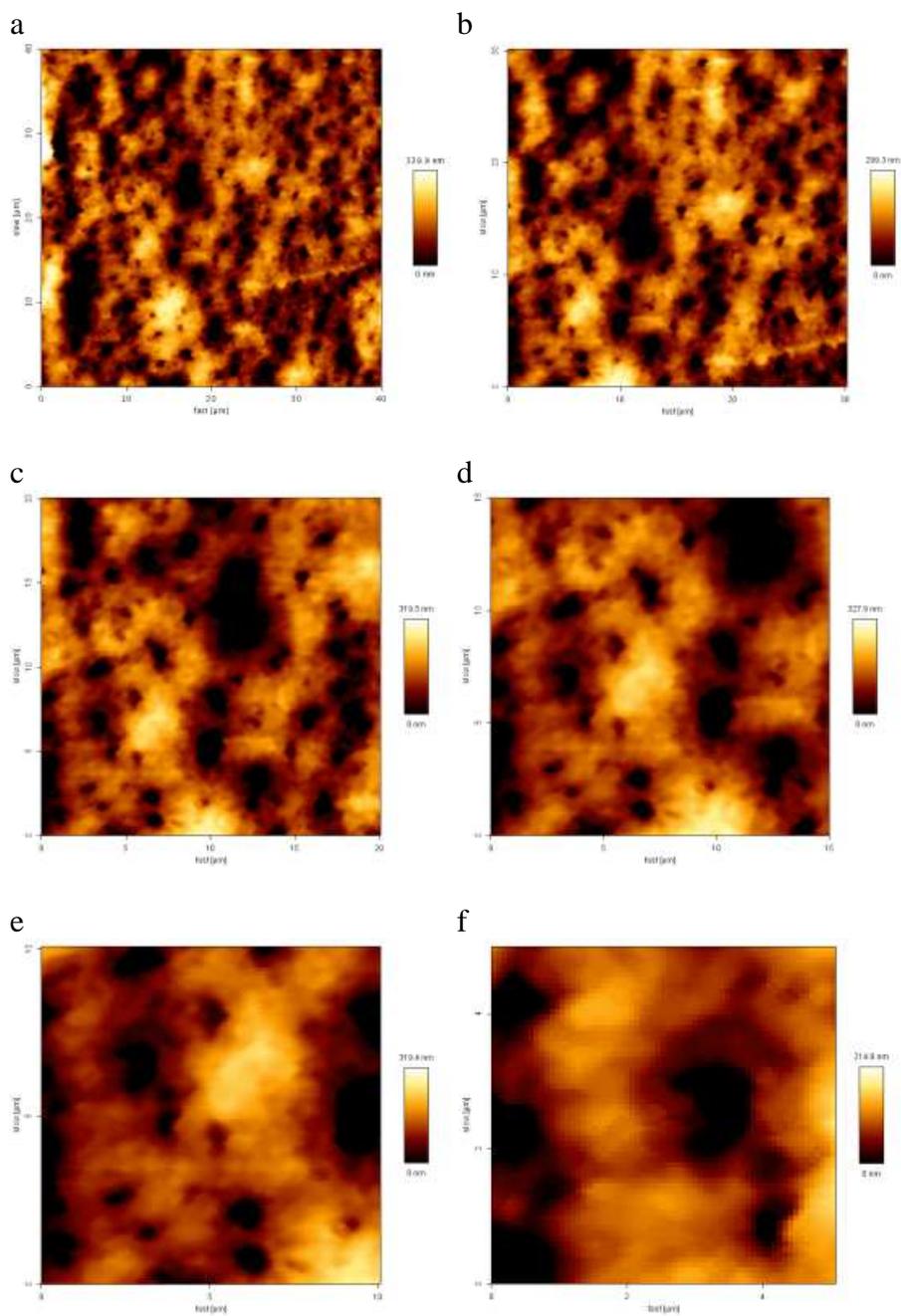


Figura 31: Imagens de 256 X 256 em diferentes escalas (a-g) e gráfico determinando a rugosidade de saturação da amostra (h).



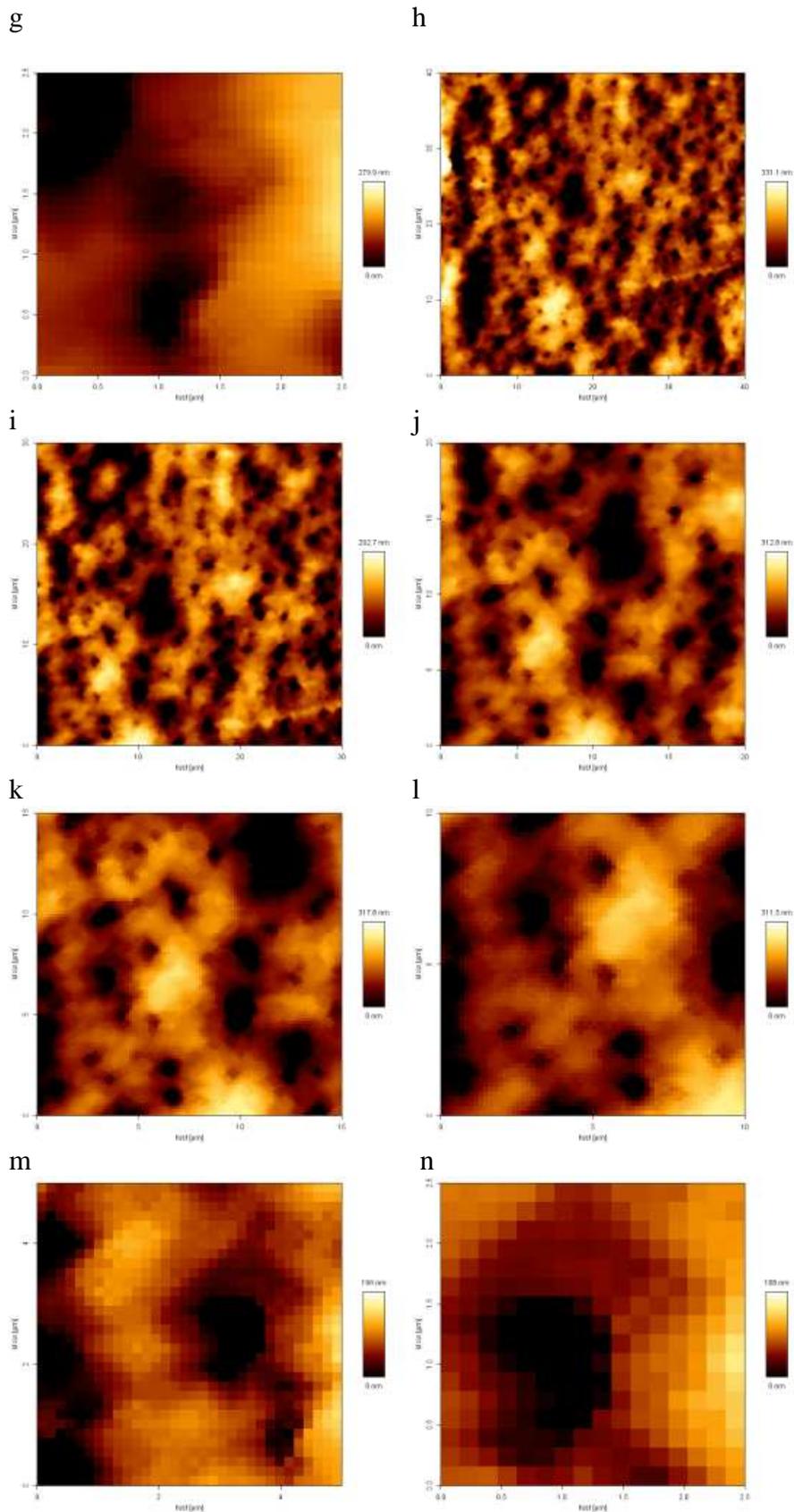
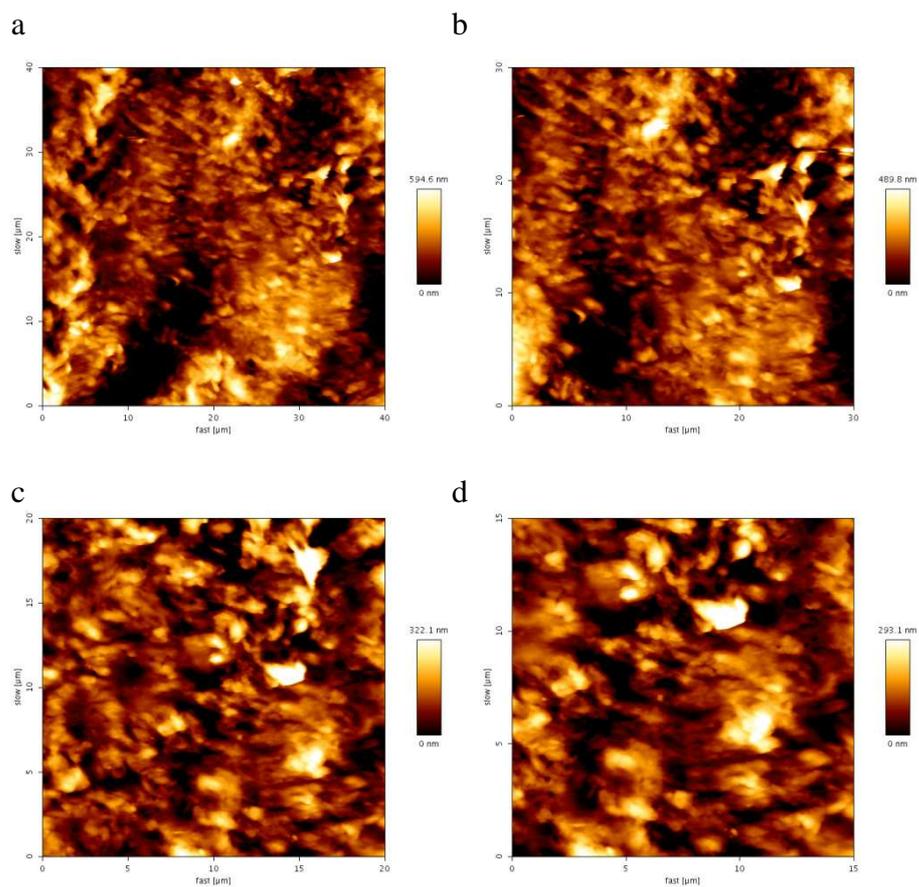


Figura 32: Zoom digital das imagens de 40µm x 40µm, em 512 X 512(a-g) e 256 X 256(h-n).

Tabela 26: Valores de RMS e Ra das imagens reais e adquiridas por processamento de imagem (zoom digital).

AMOSTRA	IMAGEM REAL				ZOOM DIGITAL			
	512 X 512		256 X 256		512 X 512		256 X 256	
	RMS (nm)	Ra (nm)	RMS (nm)	Ra (nm)	RMS (nm)	Ra (nm)	RMS (nm)	Ra (nm)
40	77,24	58,5	75,24	57,21	77,24	58,5	75,24	57,21
30	68,03	52,34	65,5	50,58	68,03	52,88	66,53	51,89
20	67,94	51,18	65,74	49,88	72,61	55,72	71,09	54,69
15	66,44	50,04	66,17	49,91	74,51	56,35	72,23	54,65
10	54,44	42,15	54,26	42,35	72,59	53,26	70,81	52,02
5	38,17	30,5	36,85	29,51	48,83	37,74	44,56	34,76
2,5	12,99	9,5	12,83	9,35	63,64	50,22	42,8	32,35

RESILON



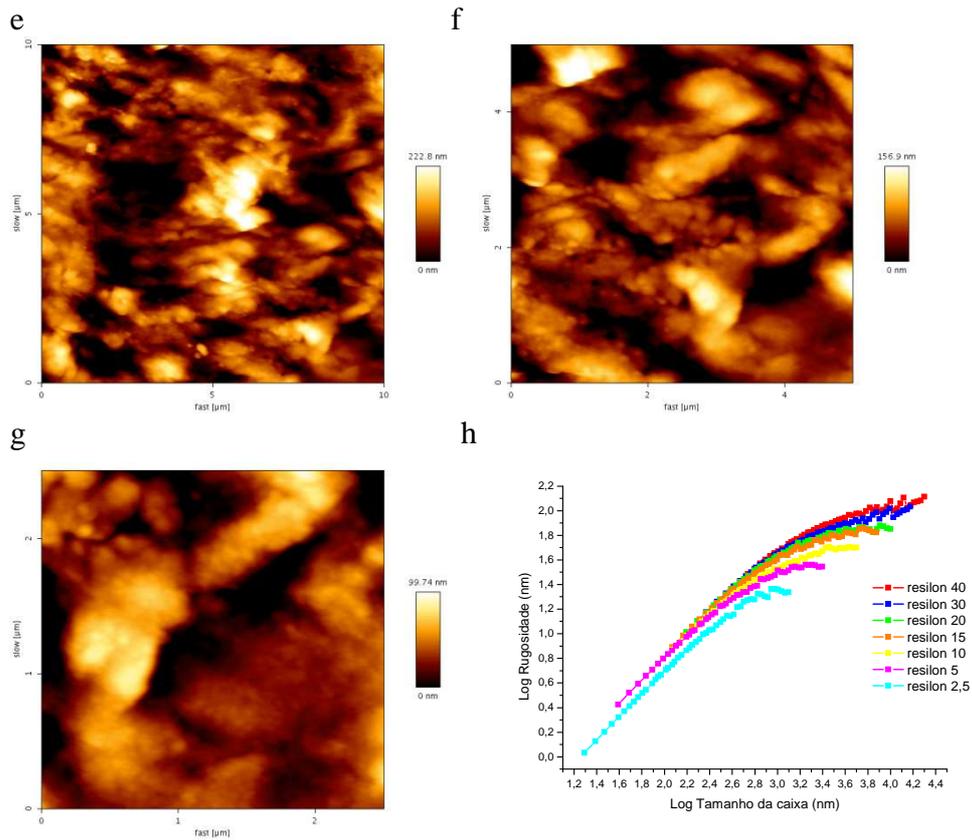
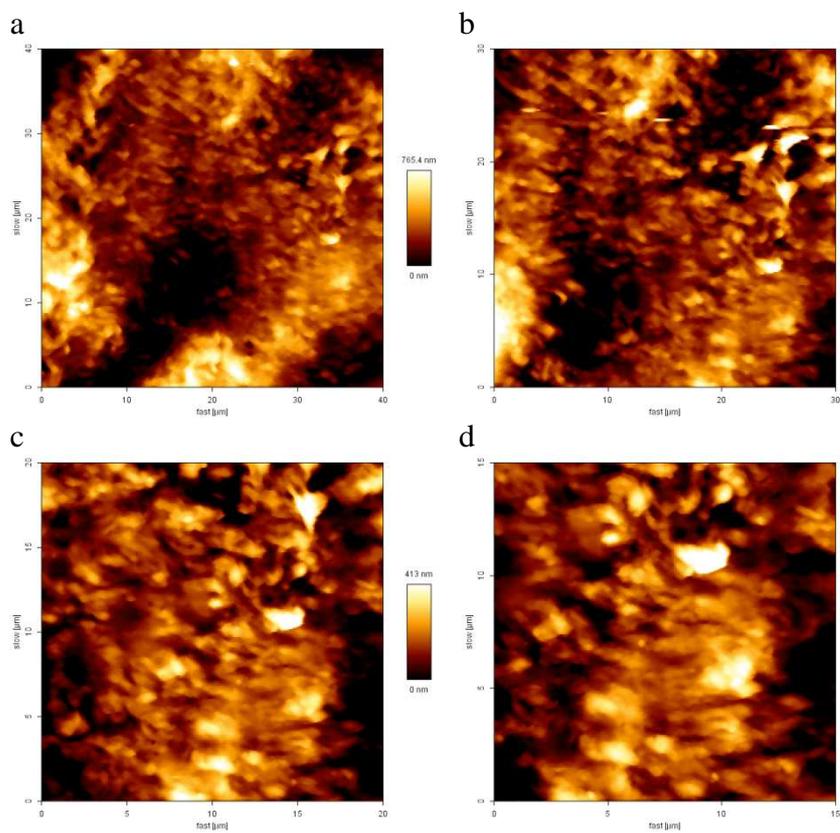


Figura 33: Imagens de 512 X 512 em diferentes escalas (a-g) e gráfico determinando a rugosidade de saturação da amostra (h).



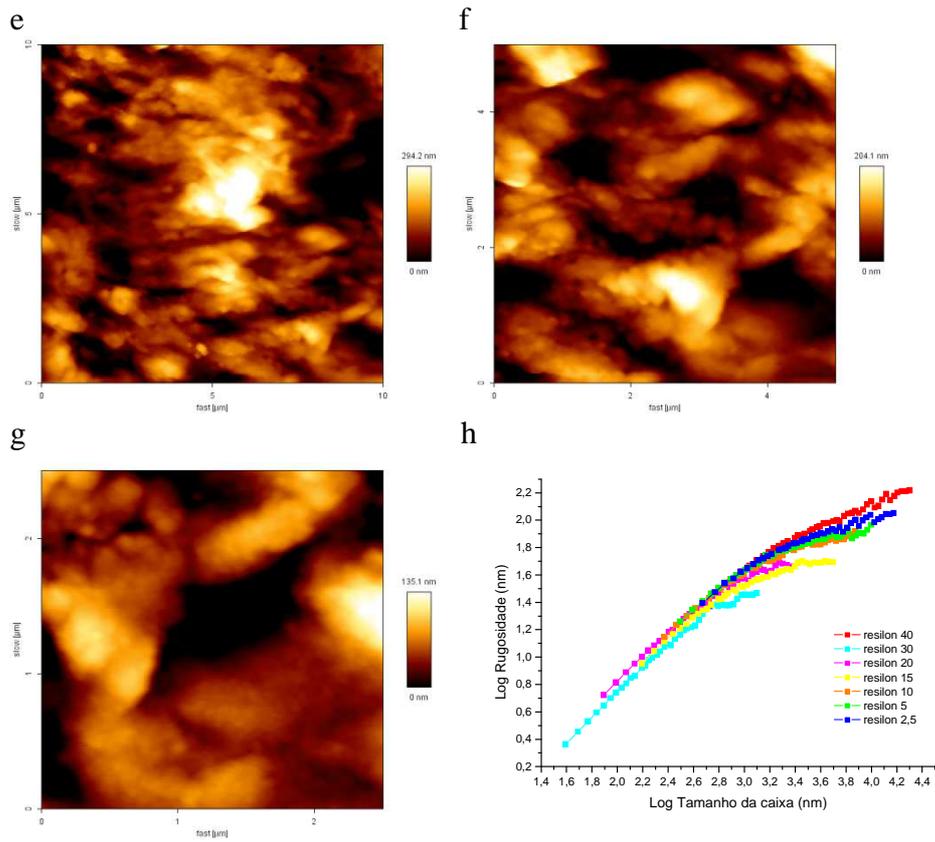
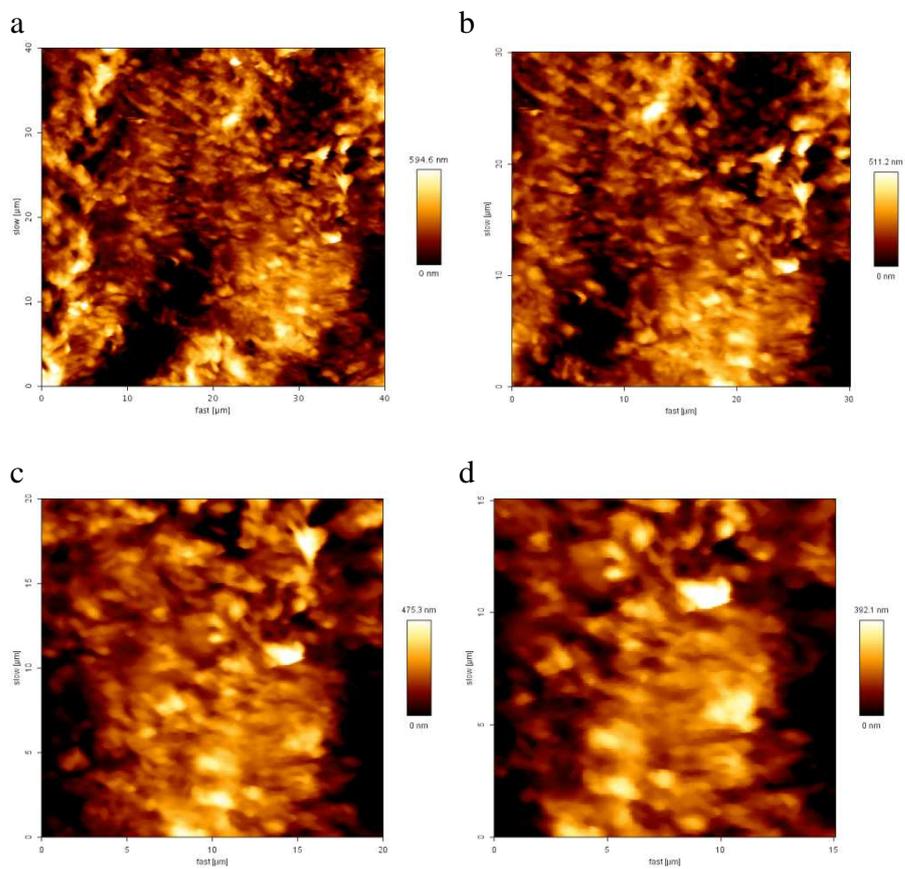
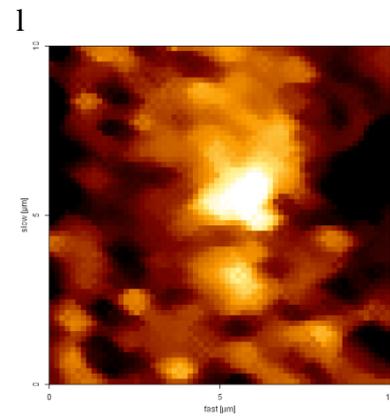
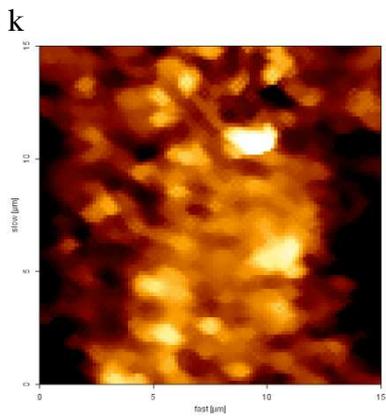
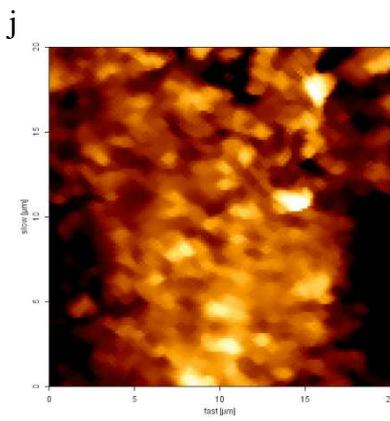
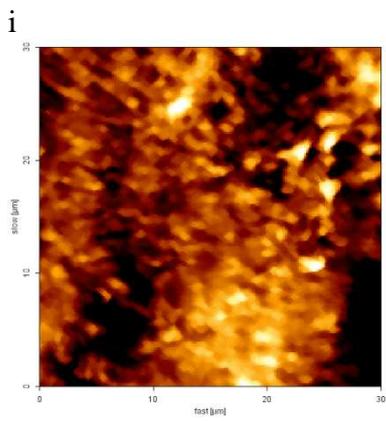
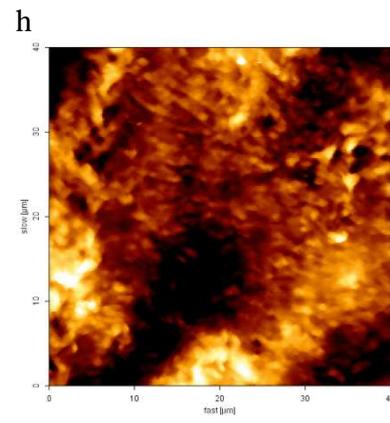
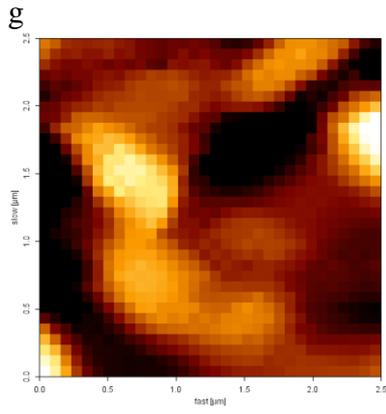
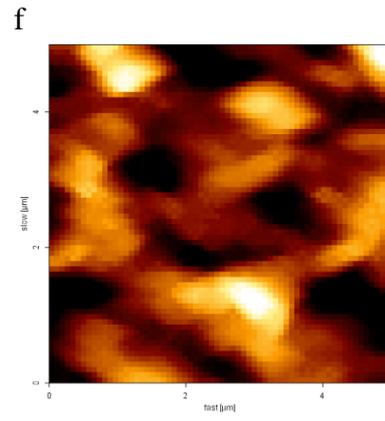
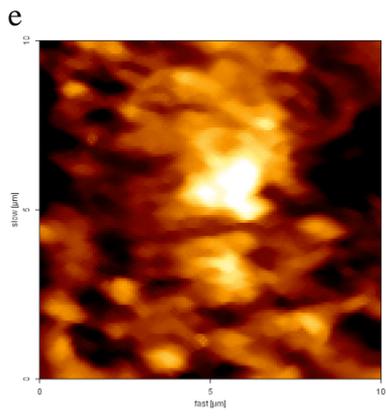


Figura 34: Imagens de 256 X 256 em diferentes escalas (a-g).





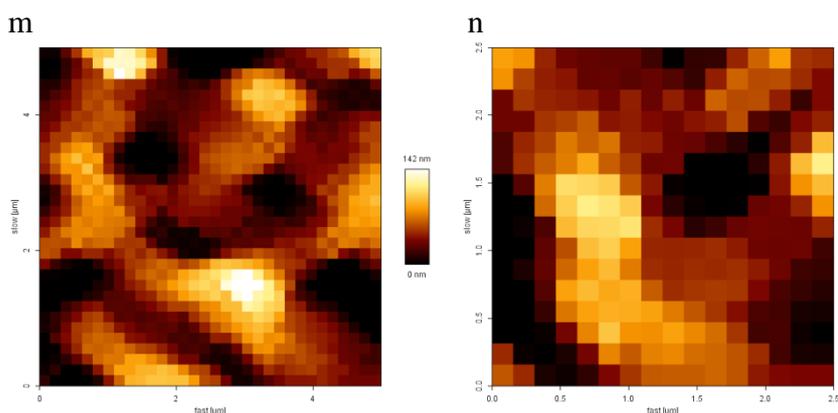


Figura 35: Zoom digital das imagens de 40µm x 40µm, em 512 X 512(a-g) e 256 X 256(h-n).

Tabela 27: Valores de RMS e Ra das imagens reais e adquiridas por processamento de imagem (zoom digital).

AMOSTRA	IMAGEM REAL				ZOOM DIGITAL			
	512 X 512		256 X 256		512 X 512		256 X 256	
	RMS (nm)	Ra (nm)	RMS (nm)	Ra (nm)	RMS (nm)	Ra (nm)	RMS (nm)	Ra (nm)
40	135,1	104,7	133,5	103,6	135,1	104,7	133,5	103,6
30	111,3	86,91	110,8	86,33	120,7	94,34	120,7	94,16
20	73,21	53,99	71,78	52,92	116,4	90,24	114,3	88,63
15	66,61	50,61	66,05	50,2	131,4	102,1	129,2	100,3
10	50,64	40,34	49,99	39,81	152,8	127	150,7	125,1
5	35,66	27,72	35,58	27,63	121,9	101	113,4	93,6
2,5	22,87	17,26	22,77	17,21	77,21	63,84	77,26	64,88

Com base nos dados encontrados, concluiu-se que o comportamento em relação à resolução e ao processamento de imagem foi o mesmo encontrado para os dois materiais avaliados, isto é, a rugosidade não apresentou variação significativa em termos de resolução. Porém, em se tratando de processamento de imagem, com a diminuição do tamanho da caixa, zoom digital a partir da imagem original, a rugosidade calculada pelo programa não reproduz a variação real dessa propriedade. Esses dados estão de acordo com os achados de MENDEZ-VILAS *et al.* (2007). Além disso, a resolução não influenciou na rugosidade de saturação da mesma.

Terminada a análise da amostra, avaliou-se a ação das soluções irrigadoras na superfície dos cones de guta percha e *resilon* a partir de duas diferentes metodologias.

Na metodologia 1 avaliou-se apenas a ação do hipoclorito de sódio a 5,25% na desinfecção dos cones de guta percha e *resilon*, visto que, de acordo com a literatura,

essa solução por ser um forte agente oxidante causa deteriorização em vários materiais (ARVIDSSON *et al.*, 2002), entre eles a guta percha (VALOIS *et al.*, 2005b).

No presente estudo foram utilizadas imagens de 10 µm x 10 µm, de 512 x 512 pontos, visto que quanto menores as imagens, mais local é a análise e maiores os desvio padrões encontrados. Abaixo se encontram as imagens da topografia dos cones no tempo zero (controle) e as tabelas com os valores de rugosidade, avaliando a ação do hipoclorito de sódio nos cones de guta percha, KONNE (Figura 36, Tabela 28) e ODOUS (Figura 37, Tabela 29) e de *resilon* (Figura 38, Tabela 30).

Metodologia 1- análise de diferentes áreas

KONNE

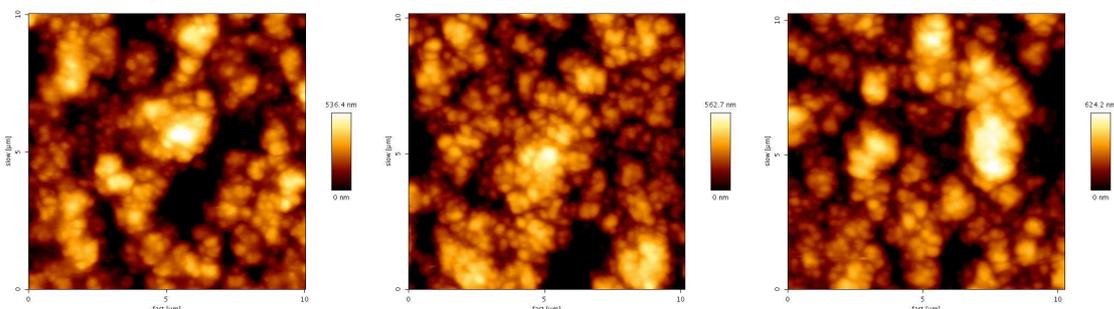


Figura 36: KONNE- imagens da topografia no tempo zero (controle).

Tabela 28: KONNE- Valores de rugosidade da ação do hipoclorito de sódio nos diferentes tempos.

TEMPOS/ MEDIDAS	INICIAL		1 MINUTO		3 MINUTOS		6 MINUTOS	
	RMS (nm)	RA (nm)	RMS (nm)	RA (nm)	RMS (nm)	RA (nm)	RMS (nm)	RA (nm)
	135,9	107,1	166,8	133,31	136,6	108,5	127,8	102,8
	119,8	96,07	121,9	93,89	117,8	95,46	134,2	107,2
	132,3	105,8	148,8	113,4	124,4	98,82	129,7	101,2
	124	93,64	138,5	110,7	127,7	102,5	118,3	96,49
	155	123,6	129,7	105,1	127,9	98,83	116	92,81
	150,9	118	153,4	116	120,3	96,4	141	108
	128,4	100,3	143,3	114,2	111	89,73	135,4	106,6
	157	122,7	123,5	100,3	125,3	101,3	121	97,39
	123	97,33	123	97,31	154,4	122,4	120,6	98,64
	155	123,7	141,9	112,8	117	92,52	135,5	105,4
MÉDIA	138,13	108,82	139,08	109,7	126,24	100,65	127,95	101,65
DESV. PAD.	14,86	12,14	14,83	11,33	12,17	9,28	8,58	5,2

ODOUS

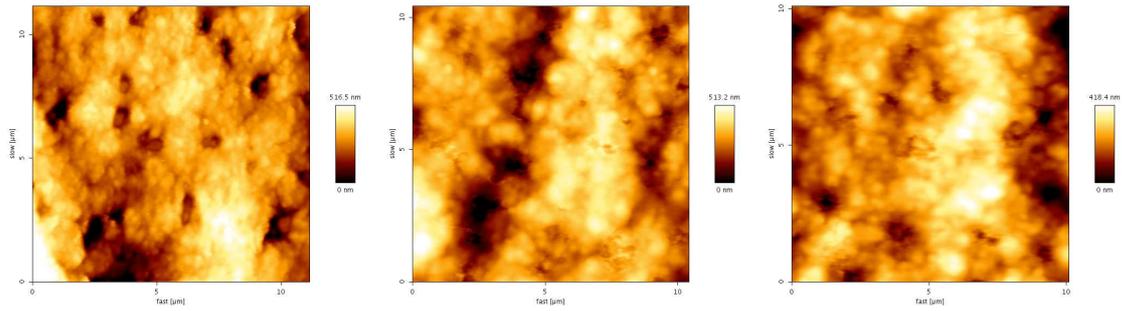


Figura 37: ODOUS- imagens da topografia no tempo zero (controle).

Tabela 29: ODOUS- Valores de rugosidade da ação do hipoclorito de sódio nos diferentes tempos.

TEMPOS/ MEDIDAS	INICIAL		1 MINUTO		3 MINUTOS		6 MINUTOS	
	RMS (nm)	RA (nm)	RMS (nm)	RA (nm)	RMS (nm)	RA (nm)	RMS (nm)	RA (nm)
	99,16	76,01	87,71	67,36	83,04	66,32	80,3	63,6
	120,1	89,27	99,71	75,71	81,04	63,53	71,36	57,06
	100,1	76,49	83,87	66,49	86,53	67,67	97,69	77
	123,8	94,14	93,84	70,21	76,61	59,12	82,32	64,12
	113,1	85,2	83,12	65,89	83,74	64,72	82,74	63,27
	100,7	78,23	86,11	66,08	73,21	57,37	88,45	68,66
	90,94	71,46	75,67	60,09	93,87	74,29	74,4	59,2
	104,3	83,05	94,15	74,42	84,78	63,43	91,11	70,91
	90,72	67,91	98,5	78,12	93,67	74,78	87,25	69,22
	110,5	79,64	87,71	69,19	85,35	64,71	99,46	79,03
MÉDIA	105,34	80,14	89,04	69,36	84,18	65,59	85,51	67,21
DESV. PAD.	11,33	7,98	7,49	5,42	6,49	5,62	9,16	7,15

RESILON

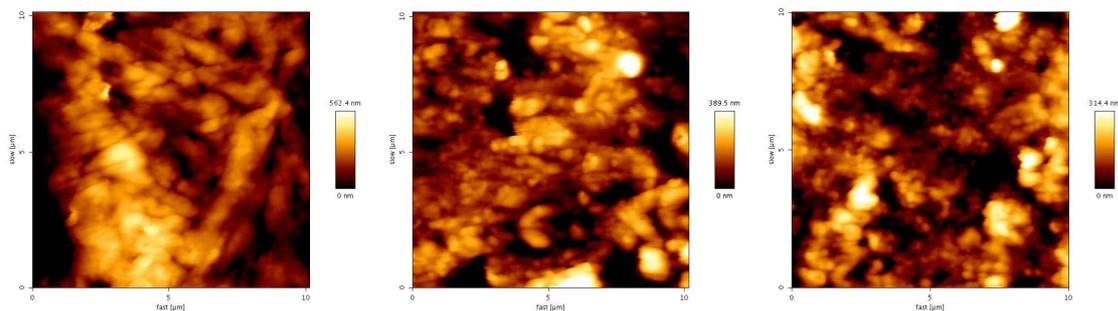


Figura 38: *Resilon* - imagens da topografia no tempo zero (controle).

Tabela 30: *Resilon* - Valores de rugosidade da ação do hipoclorito de sódio nos diferentes tempos.

TEMPOS/ MEDIDAS	INICIAL		1 MINUTO		3 MINUTOS		6 MINUTOS	
	RMS (nm)	RA (nm)	RMS (nm)	RA (nm)	RMS (nm)	RA (nm)	RMS (nm)	RA (nm)
	109,7	85,8	94,18	70,43	56,7	44,45	68,67	51,84
	107,1	85,41	83,52	66,02	59,32	46,03	73,35	54,6
	92,89	74	82,68	65,58	64,18	50,72	63,32	47
	83,82	67,56	114,1	88,46	73,93	55,51	101,9	81,21
	84,73	62,17	88,52	67,6	85,53	65,32	76,55	58,54
	100,5	74,85	98,15	70,69	92,62	71,34	61,87	48,1
	95,57	72	72,67	54,08	71,44	56,36	76,79	55,25
	90,2	70,19	72,39	55,61	74,47	56,25	67,85	54,59
	119,8	95,03	81,88	62	82,33	64,27	97,1	78,87
	120,9	95,71	73,42	58,22	116,7	92,19	59,86	46,25
MÉDIA	100,52	78,27	86,15	65,87	77,72	60,24	74,73	57,62
DESV. PAD.	13,47	11,55	13,19	9,86	17,8	14,07	14,33	12,47

De acordo com os dados encontrados nesse trabalho, a análise de diferentes áreas com tamanhos de caixa abaixo da rugosidade de saturação da amostra, isto é, avaliando a rugosidade local em diferentes partes da amostra, mostrou uma grande

heterogeneidade em relação à rugosidade das áreas avaliadas. Além disso, essa metodologia é difícil de ser reproduzida e se torna de certa maneira tendenciosa, visto que se apenas áreas com baixa rugosidade foram avaliadas no tempo inicial e, no tempo 1, áreas de alta rugosidade, os resultados indicarão que estará havendo mudança na rugosidade, quando, na verdade, a modificação foi relacionada a troca de as áreas de escaneamento. De acordo com os resultados do presente trabalho, não foram observadas alterações significativas (Mann Whitney; $p < 0,05$), em termos de rugosidade, na marca KONNE. Na ODOUS houve uma diminuição na rugosidade do tempo inicial em relação a 1, 3 e 6 minutos, ao passo que nesses três últimos tempos não foram encontradas alterações. O mesmo comportamento foi observado no cone de *resilon*.

Uma nova metodologia, analisando uma mesma região em diferentes tempos foi desenvolvida no presente estudo. A metodologia proposta foi possível devido ao microscópio utilizado nesse estudo (JPK) possuir uma cabeça móvel e capaz de ser retirada e posteriormente colocada em uma região muito próxima a inicial.

Nesta metodologia, áreas de varredura grandes são realizadas, nas figuras abaixo representadas pelas áreas de $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ ou $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$. A partir dessas imagens, a localização de uma mesma área de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ é conseguida. Em seguida, duas linhas da amostra foram selecionadas e seu comportamento avaliado através de perfis de linha e valores de rugosidade, RMS. Abaixo segue a descrição visual que expõe o que foi esclarecido acima. As soluções utilizadas nessa metodologia foram hipoclorito de sódio, clorexidina e MTAD.

Ação do Hipoclorito de sódio

KONNE

Na análise dessa amostra, imagens de $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$ (Figura 39) foram realizadas para a localização de uma mesma área de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ (Figura 40) nos diferentes tempos.

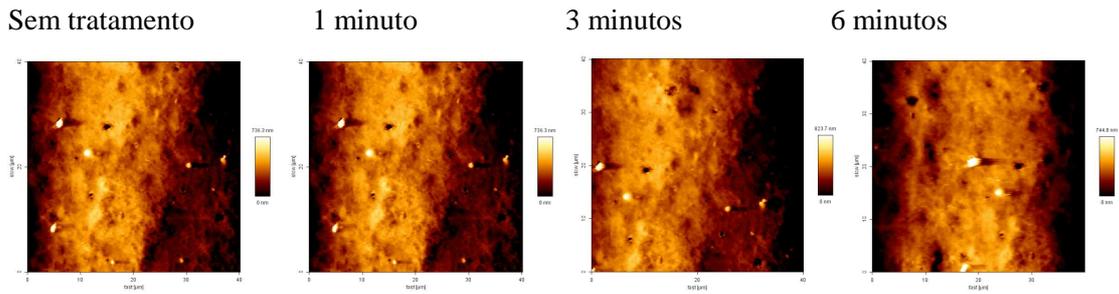


Figura 39: KONNE- Imagens da topografia da amostra para localização da mesma área- 40µm x 40µm.

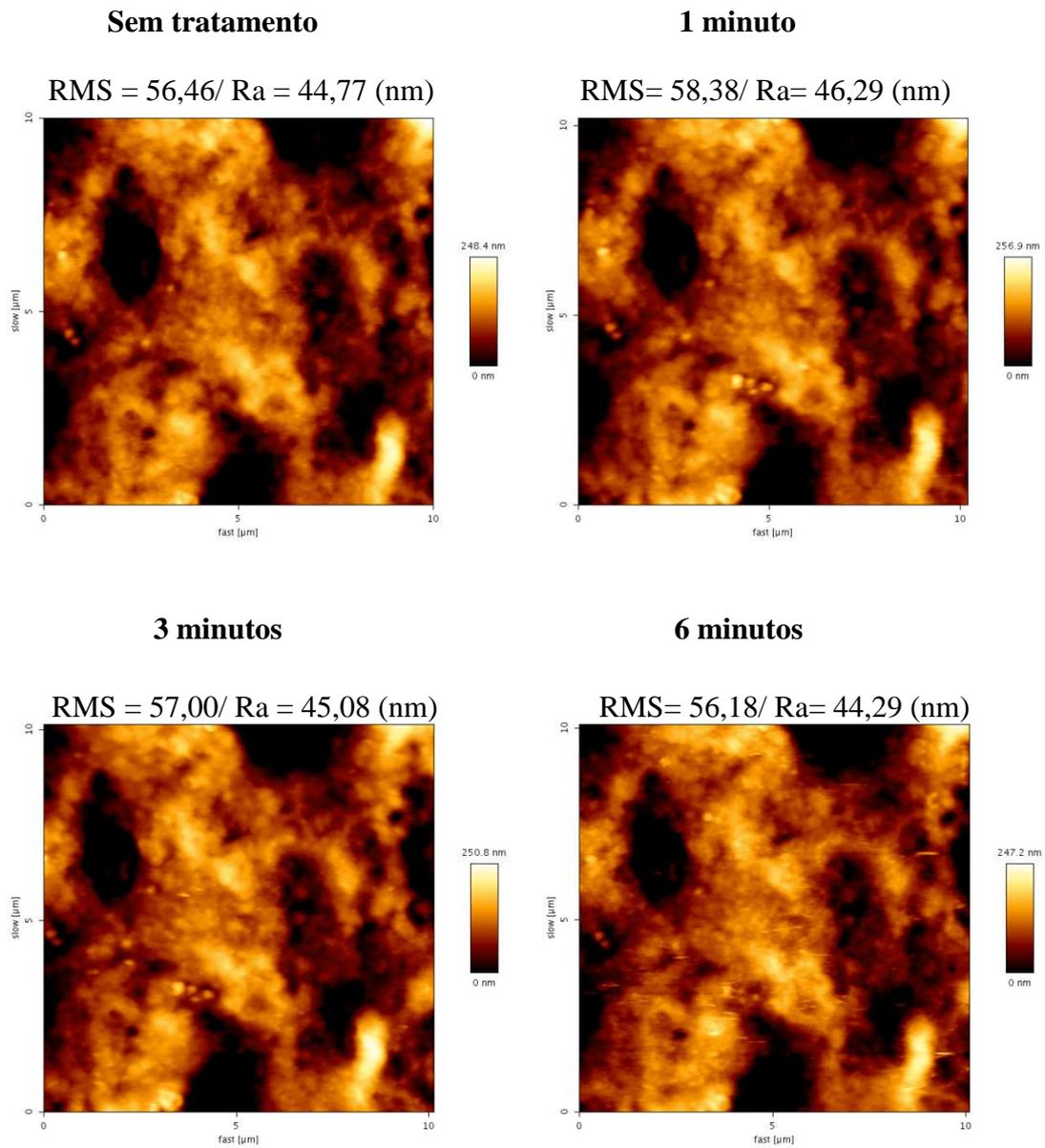


Figura 40: KONNE- Imagens topográficas da mesma área- 10µm x 10µm.

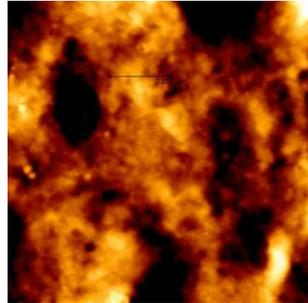
Realizadas as imagens, dois diferentes locais foram escolhidos aleatoriamente e perfis de linha (Figura 41) criados para avaliar essa área.

Perfil de linha

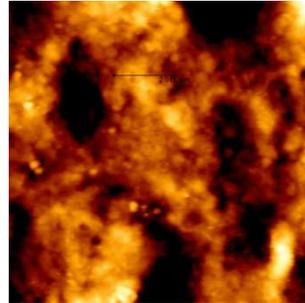
REGIÃO 1

Área selecionada/ perfil de linha

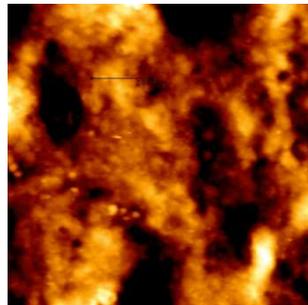
Sem tratamento



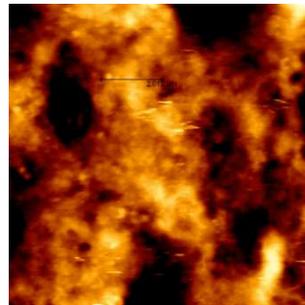
1 minuto



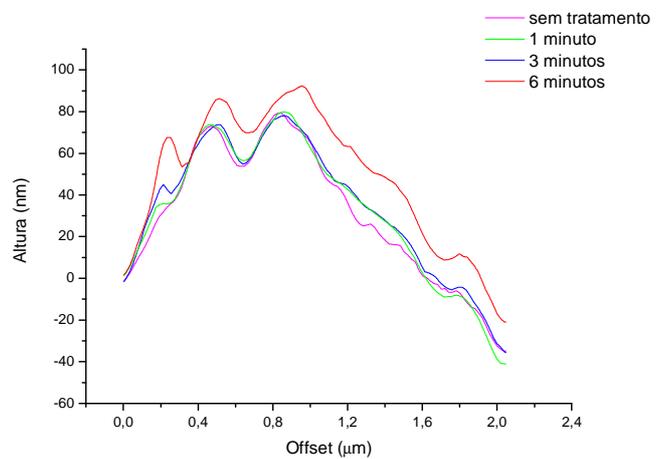
3 minutos



6 minutos



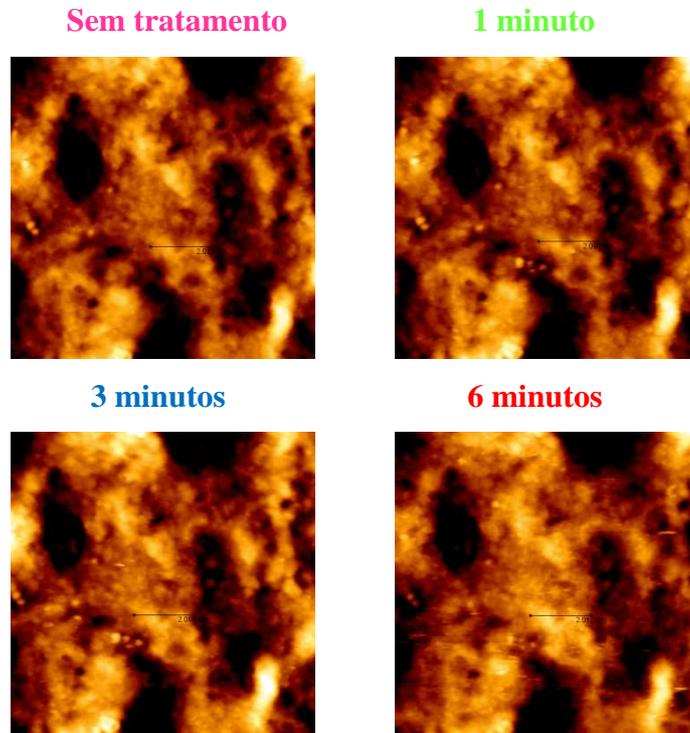
Tempo	RMS da linha
0	32,1nm
1	33,2 nm
3	31,3 nm
6	31,5 nm



Perfil de linha

REGIÃO 2

Área selecionada/ perfil de linha



Tempo	RMS da linha
0	24,3 nm
1	24,9 nm
3	24,9 nm
6	22,5 nm

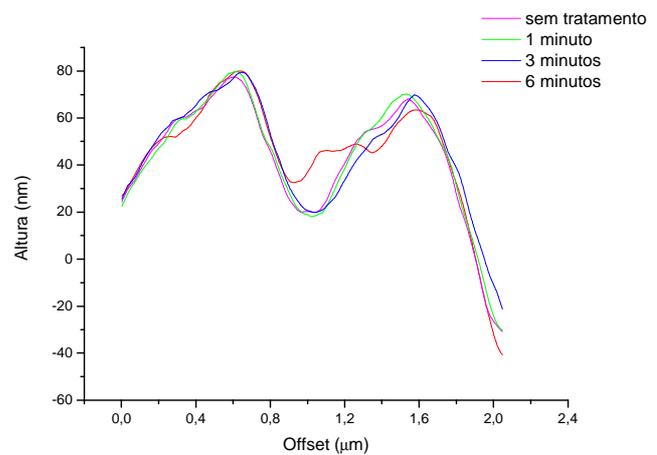


Figura 41: KONNE- imagens associadas aos seus perfis de linha e análise da rugosidade da linha.

ODOUS

Nessa amostra, imagens de 30 μm x 30 μm (Figura 42) foram realizadas para a localização de uma mesma área de 10 μm x 10 μm (Figura 43) nos diferentes tempos

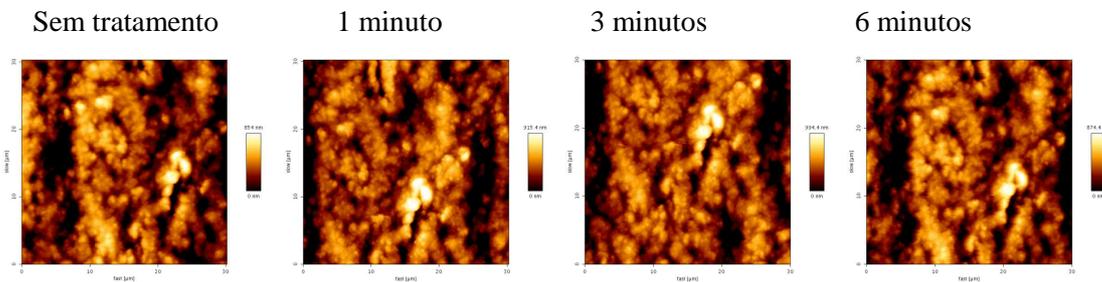


Figura 42: ODOUS- Imagens da topografia da amostra para localização da mesma área- 30 μm x 30 μm .

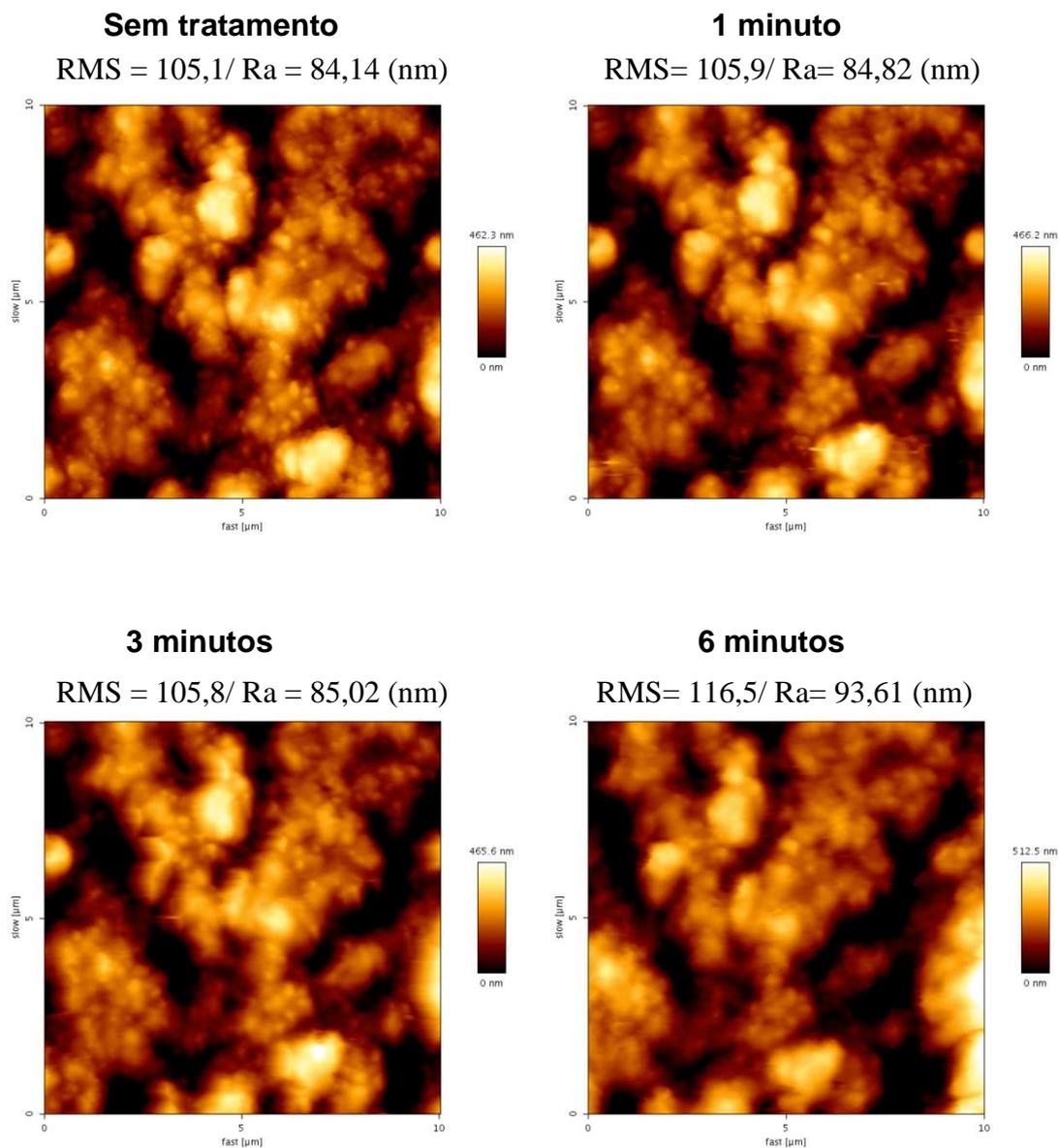


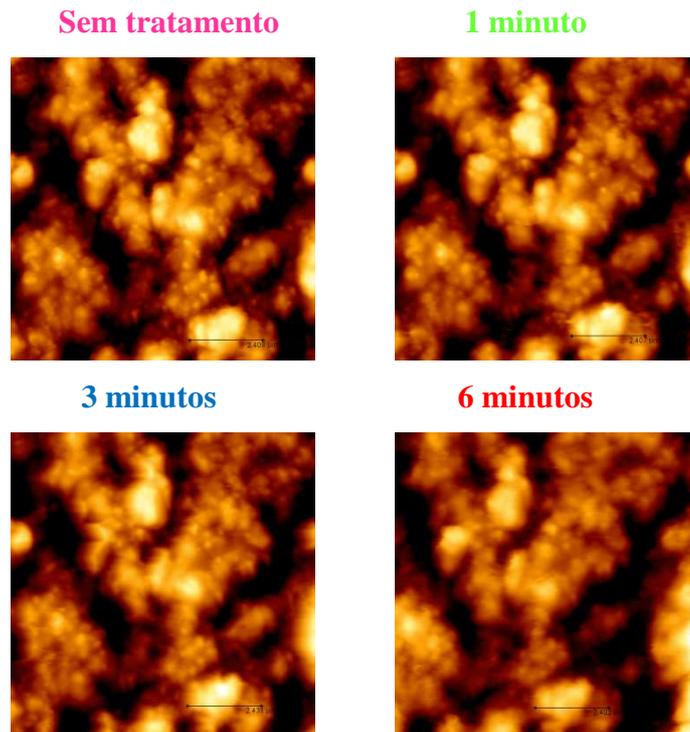
Figura 43: ODOUS- Imagens topográficas da mesma área- 10 μm x 10 μm .

Realizadas as imagens, dois diferentes locais foram escolhidos e perfis de linha (Figura 44) criados para avaliar essa área.

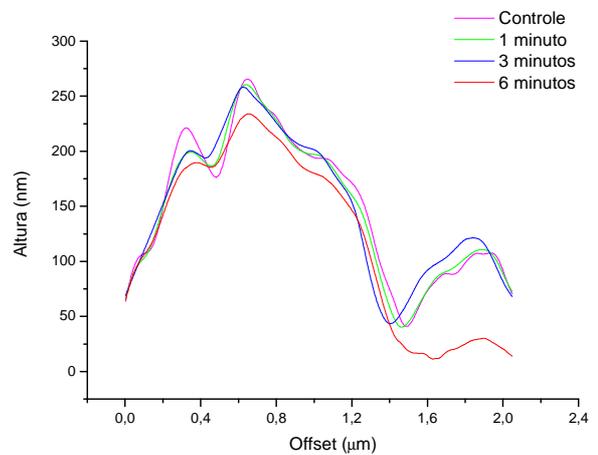
Perfil de linha

REGIÃO 1

Área selecionada/ perfil de linha



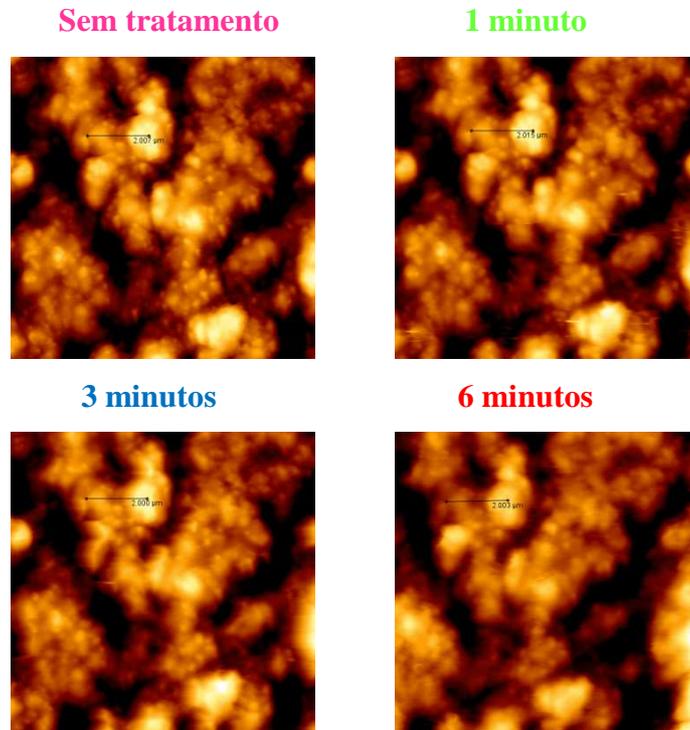
Tempo	RMS da linha
0	63,4 nm
1	63,1 nm
3	62,6 nm
6	78,0 nm



Perfil de linha

REGIÃO 2

Área selecionada/ perfil de linha



Tempo	RMS da linha
0	81,5 nm
1	82,3 nm
3	73,7 nm
6	72,6 nm

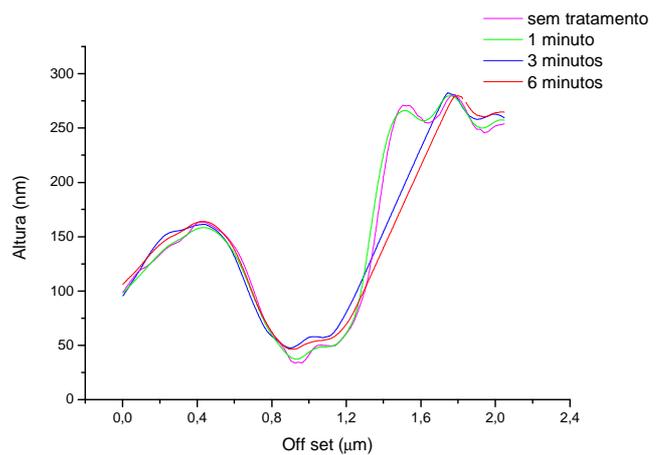


Figura 44: ODOUS- imagens associadas aos seus perfis de linha e análise da rugosidade da linha.

RESILON

Nessa amostra, imagens de $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ (Figura 45) foram realizadas para a localização de uma mesma área de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ (Figura 46) nos diferentes tempos.

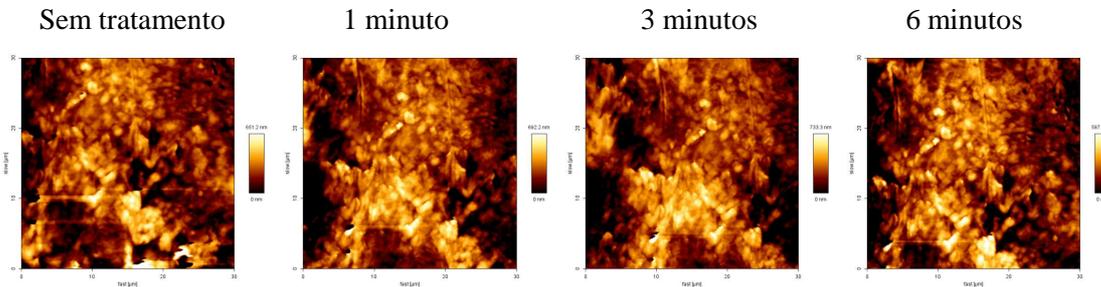


Figura 45: *Resilon* - Imagens da topografia da amostra para localização da mesma área- $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$.

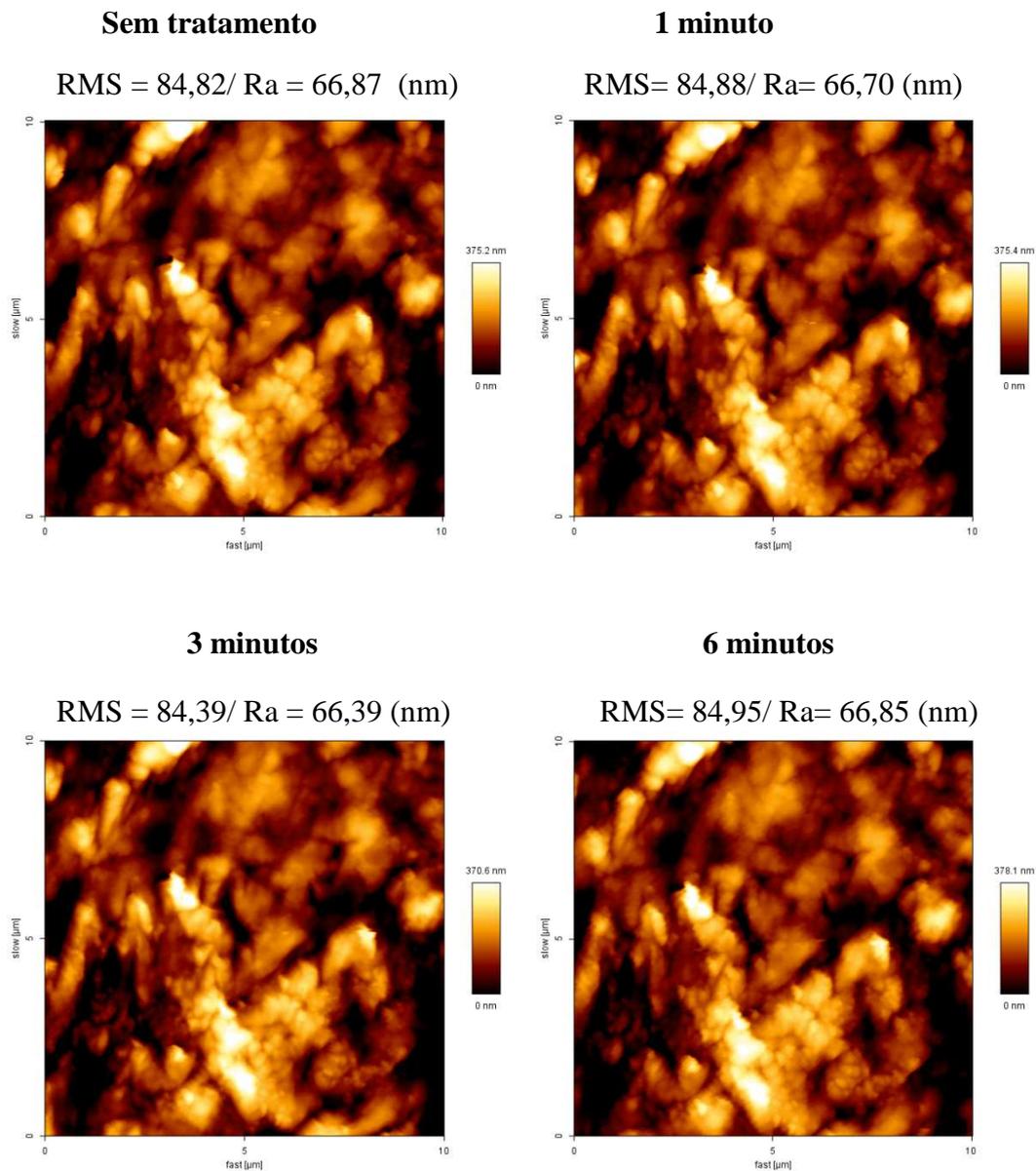


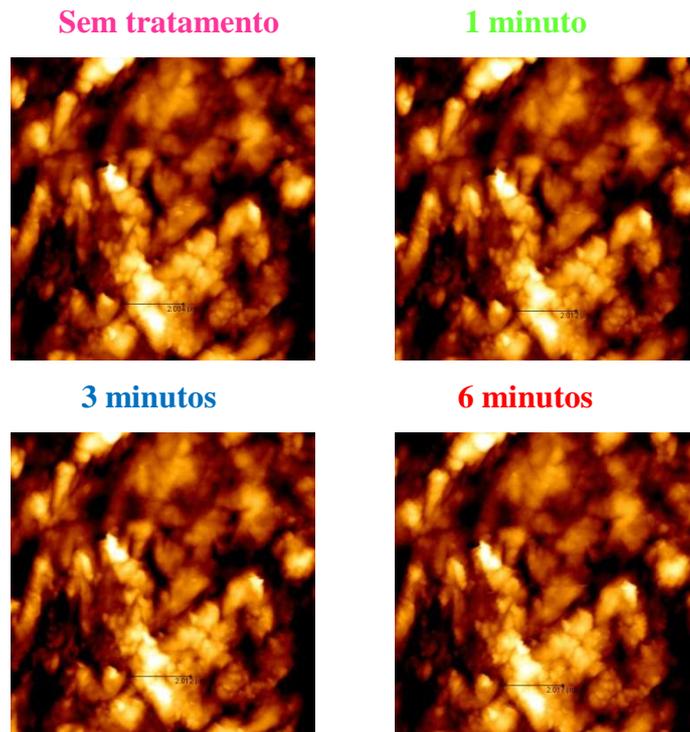
Figura 46: *Resilon* - Imagens topográficas da mesma área- $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$.

Realizadas as imagens, dois diferentes locais foram escolhidos e perfis de linha (Figura 47) criados para avaliar essa área.

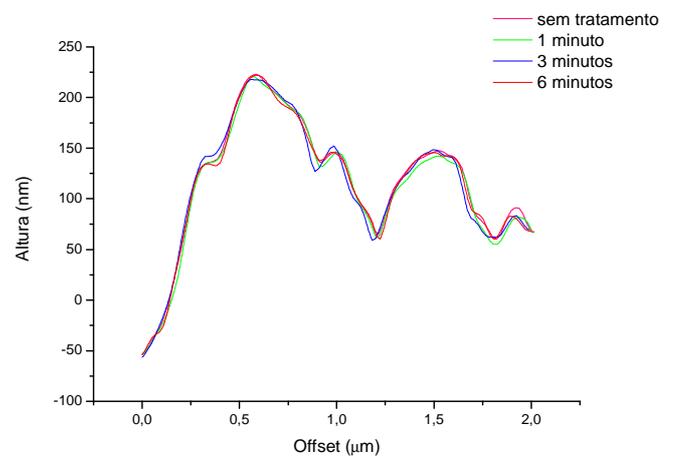
Perfil de linha

REGIÃO 1

Área selecionada/ perfil de linha

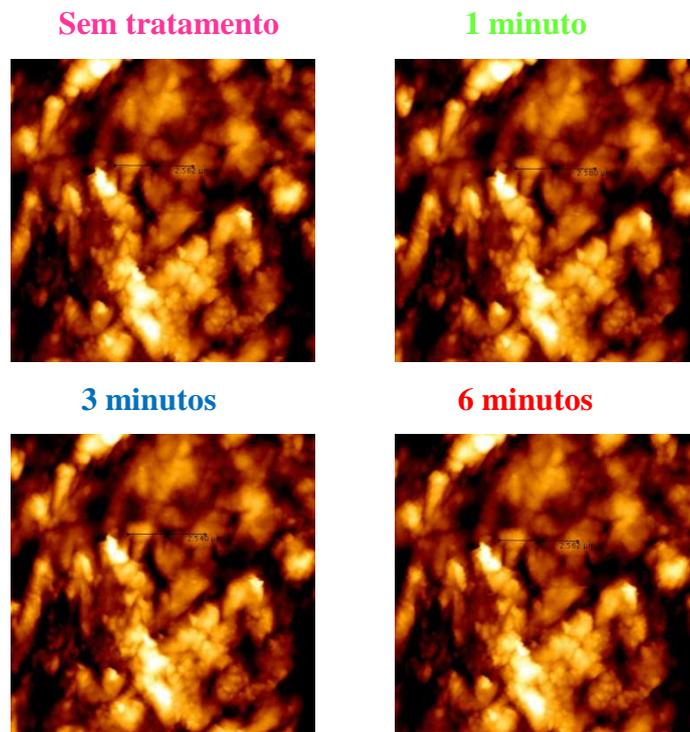


Tempo	RMS da linha
0	62,7 nm
1	63,4 nm
3	63,3 nm
6	62,6 nm



REGIÃO 2

Área selecionada/ perfil de linha



Tempo	RMS da linha
0	58,0 nm
1	59,7 nm
3	59,9 nm
6	59,9 nm

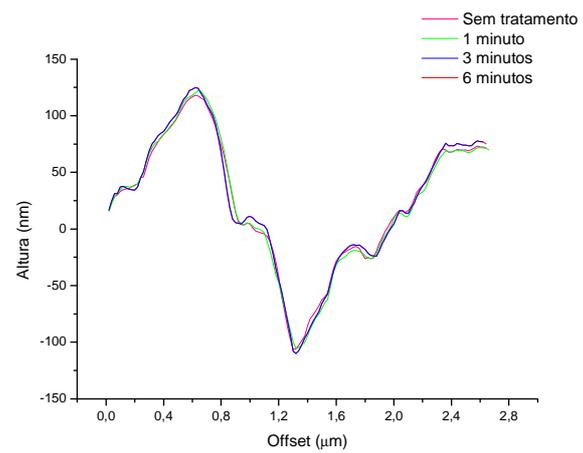


Figura 47: *Resilon* - imagens associadas aos seus perfis de linha e análise da rugosidade da linha.

Com base nos achados se concluiu que o hipoclorito de sódio gerou modificações na superfície dos cones de guta percha, visto os diferentes perfis de linha e modificações nas imagens nos diferentes tempos. Em se tratando de análise de rugosidade dos perfis de linha, nos diferentes tempos, mudanças significativas não foram observadas, daí a importância da associação dos diferentes métodos para esse tipo de análise, isto é, a avaliação não apenas da rugosidade, RMS, como também a análise visual das imagens e dos perfis de linha. Esses dados estão de acordo com os achados de VALOIS *et al.* (2005) que avaliaram os efeitos do hipoclorito de sódio na mesma concentração utilizada nesse trabalho e concluíram que o uso do hipoclorito de sódio gerou alterações nos valores de RMS. Esses autores avaliaram diferentes áreas, como proposta na metodologia 1 do presente trabalho, e foi observado que os dados não seguiram um padrão, isto é, valores de rugosidade em 1 minuto foram maiores do que o controle, 5 e 10 minutos. Novamente, se reforça que o uso de diferentes áreas pode levar a modificações de rugosidade não pela ação da substância e sim pela área selecionada.

Quando o cone de *resilon* foi avaliado, essas alterações não foram encontradas, como mostram a imagens e os perfis de linha (Figura 47). Quando comparado ao estudo de ISCI *et al.* (2006) que avaliaram o efeito do hipoclorito de sódio nos cones de RESILON e concluíram que essa solução levou a diminuição dos valores de rugosidade RMS no tempo de 5 minutos, no presente trabalho não se verificou alterações na superfície do *resilon* quando sujeito a ação do hipoclorito de sódio, novamente a metodologia aplicada no estudo, avaliando diferentes áreas, que determinou as diferenças nos resultados dos trabalhos.

Ação da clorexidina

KONNE

Nessa amostra, imagens de 40 μ m x 40 μ m (Figura 48) foram realizadas para a localização de uma mesma área de 10 μ m x 10 μ m (Figura 49) nos diferentes tempos.

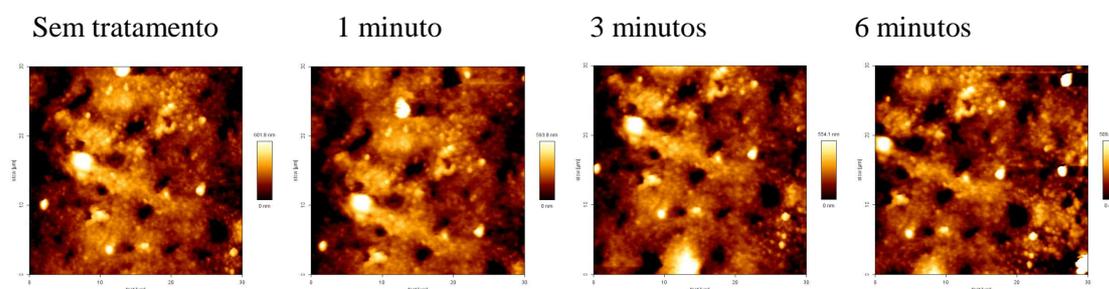
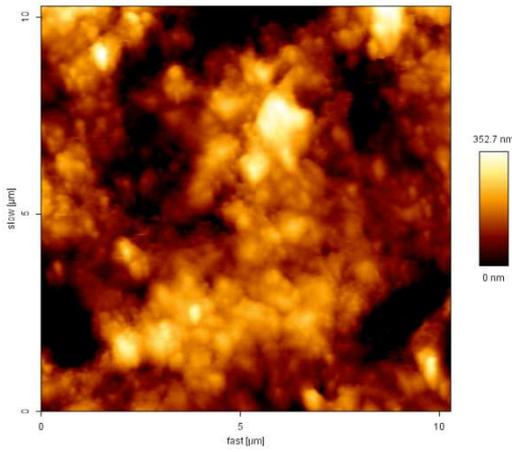


Figura 48: KONNE- Imagens da topografia da amostra para localização da mesma área- 40 μ m x 40 μ m.

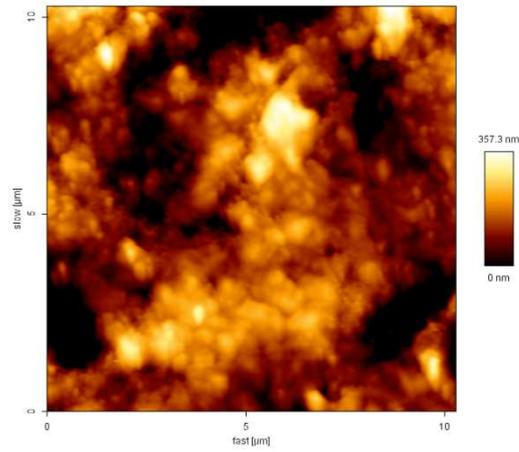
Sem tratamento

RMS = 80,25/ Ra = 61,49 (nm)



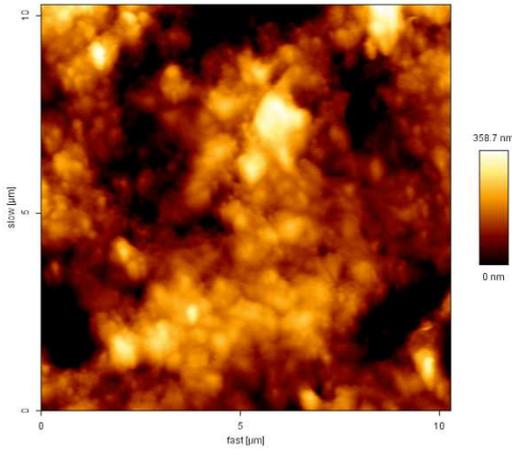
1 minuto

RMS= 81,22/ Ra= 62,09 (nm)



3 minutos

RMS = 81,51/ Ra = 62,26 (nm)



6 minutos

RMS= 81,84/ Ra= 62,4 (nm)

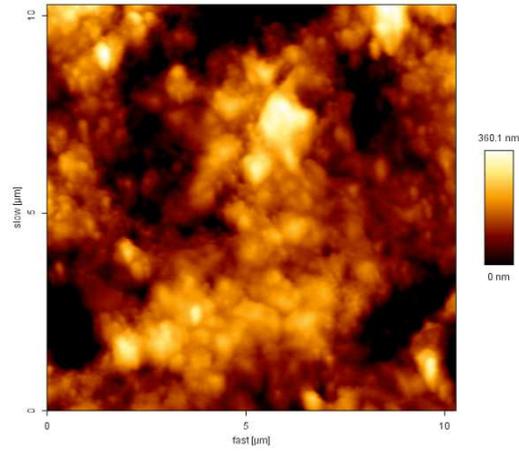


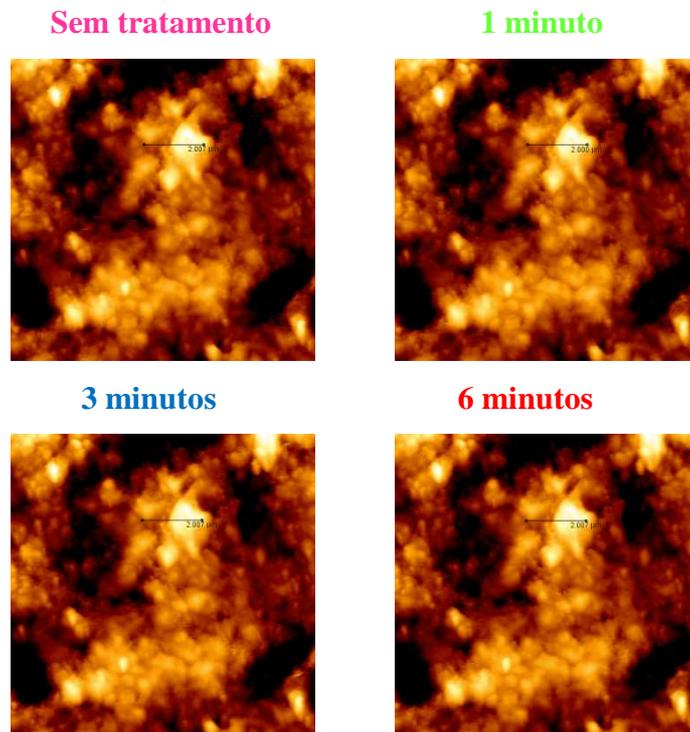
Figura 49: KONNE- Imagens topográficas da mesma área- 10µm x 10µm.

Realizadas as imagens, dois diferentes locais foram escolhidos aleatoriamente e perfis de linha (Figura 50) criados para avaliar essa área.

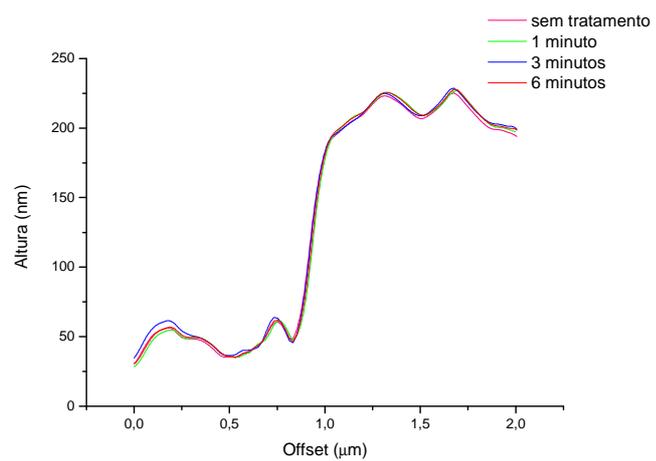
Perfil de linha

REGIÃO 1

Área selecionada/ perfil de linha

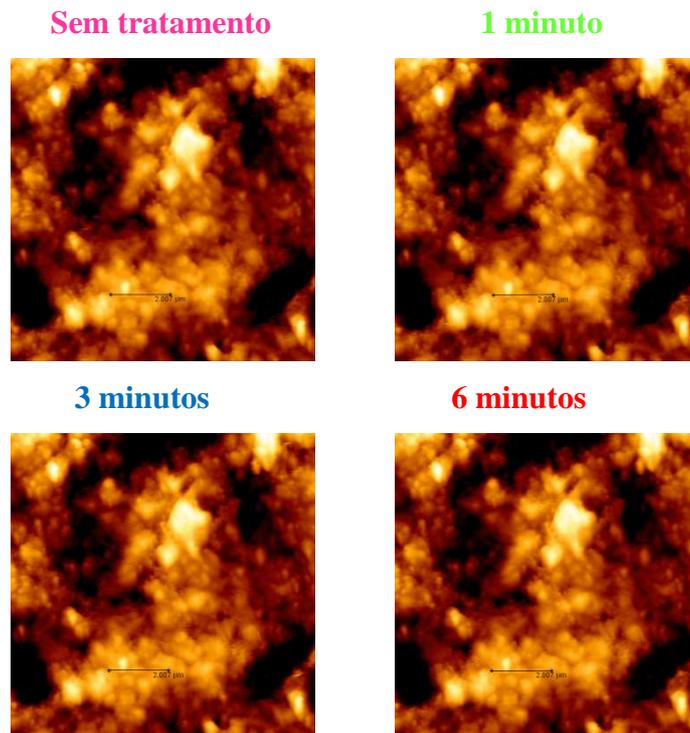


Tempo	RMS da linha
0	79,5 nm
1	81,0 nm
3	79,6 nm
6	80,6 nm



REGIÃO 2

Área selecionada/ perfil de linha



Tempo	RMS da linha
0	16,9 nm
1	16,8 nm
3	16,9 nm
6	16,9 nm

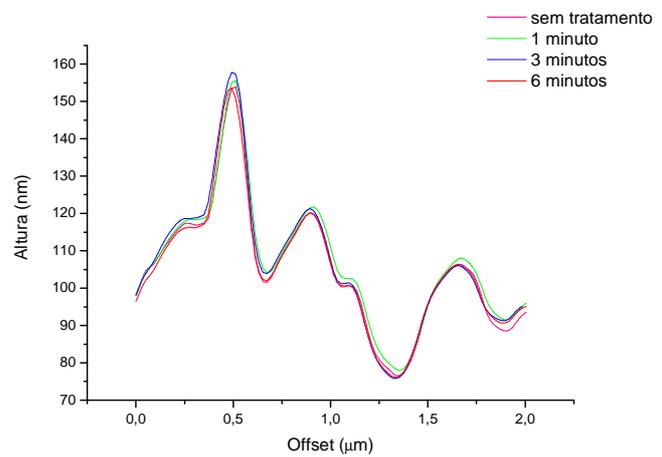


Figura 50: KONNE- imagens associadas aos seus perfis de linha e análise da rugosidade da linha.

ODOUS

Nessa amostra, imagens de 30 μm x 30 μm (Figura 51) foram realizadas para a localização de uma mesma área de 10 μm x 10 μm (Figura 52) nos diferentes tempos.

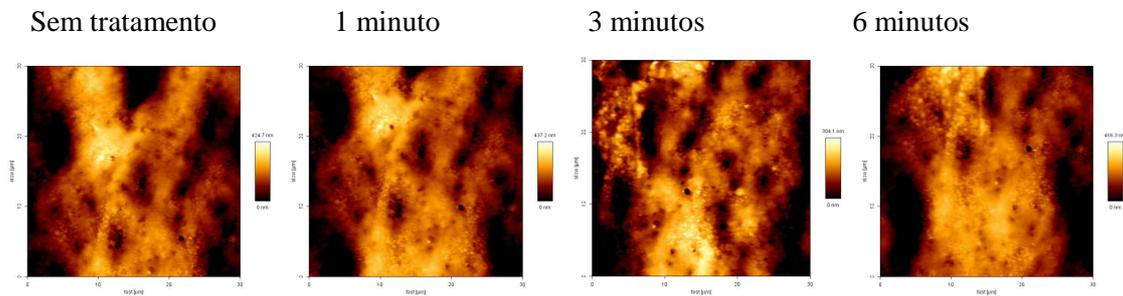


Figura 51: ODOUS- Imagens da topografia da amostra para localização da mesma área- 30 μm x 30 μm .

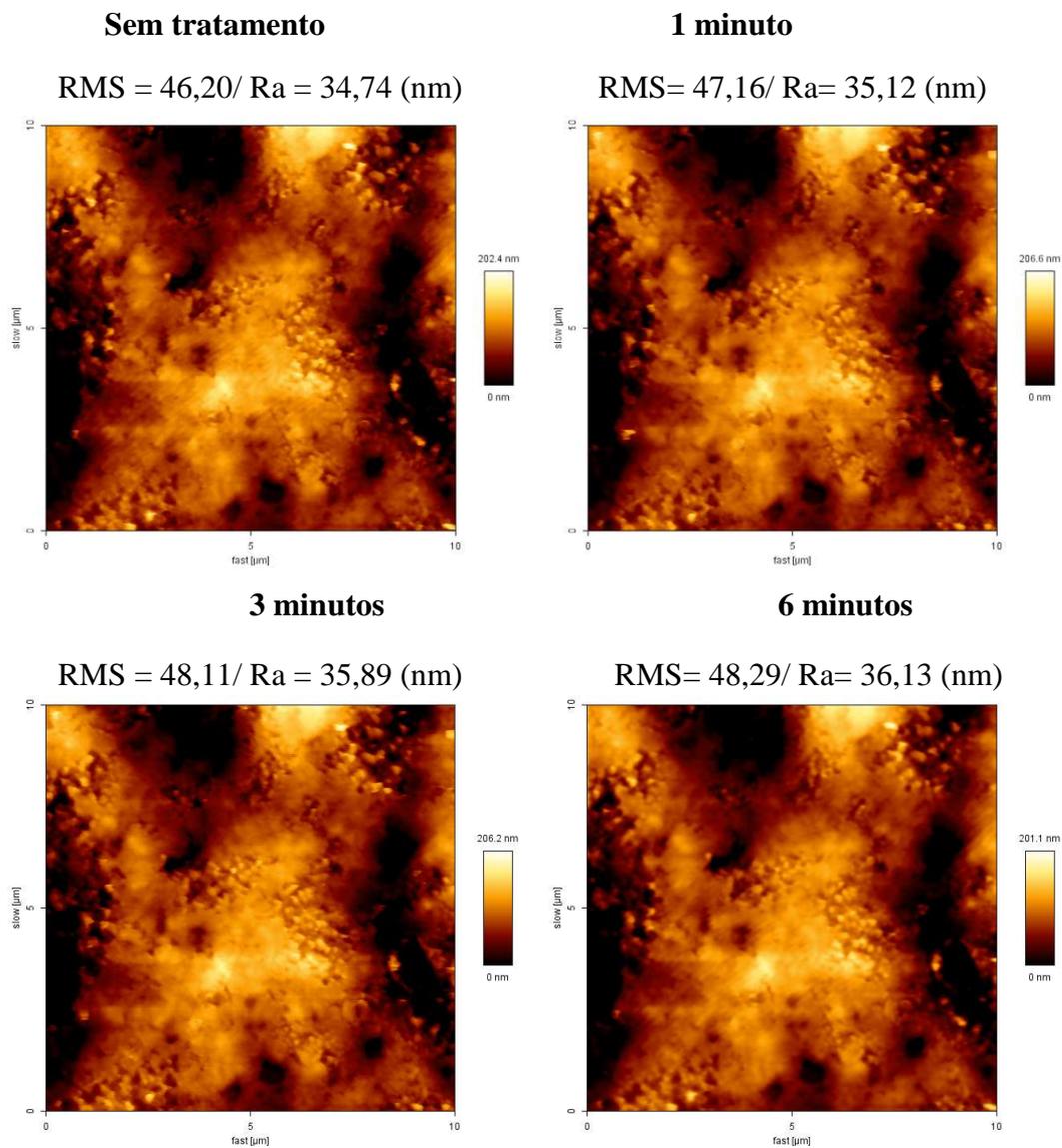


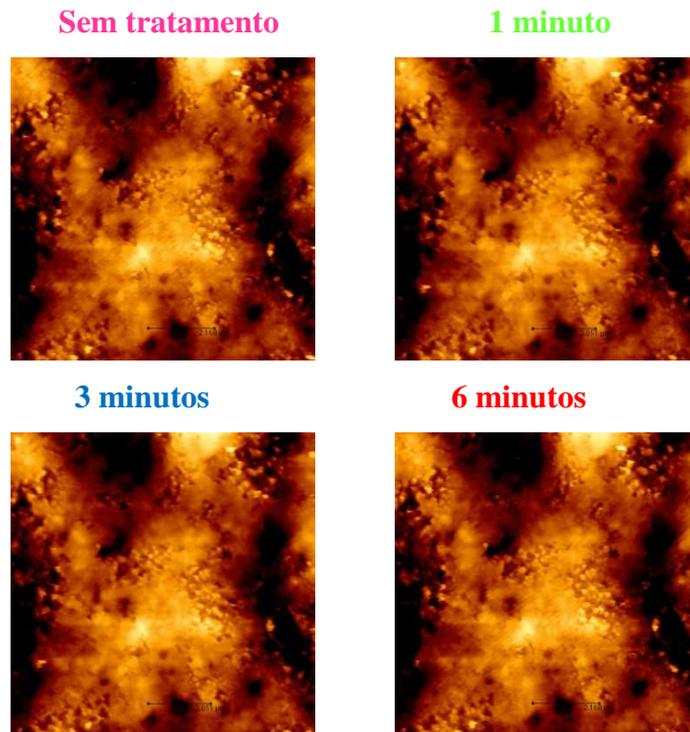
Figura 52: ODOUS- Imagens topográficas da mesma área- 10 μm x 10 μm .

Realizadas as imagens, dois diferentes locais foram escolhidos aleatoriamente e perfis de linha (Figura 53) criados para avaliar essa área.

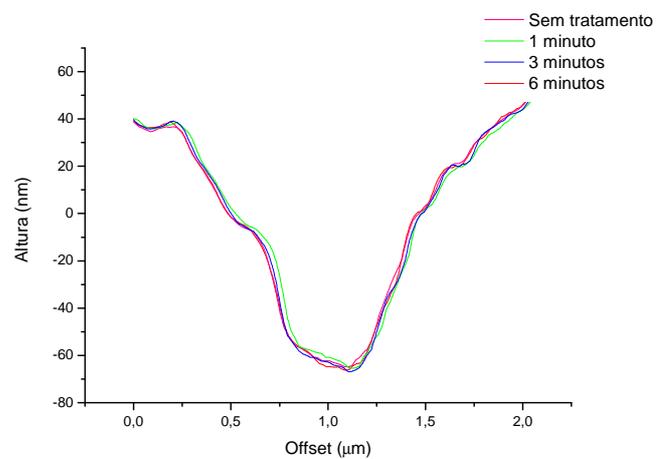
Perfil de linha

REGIÃO 1

Área selecionada/ perfil de linha

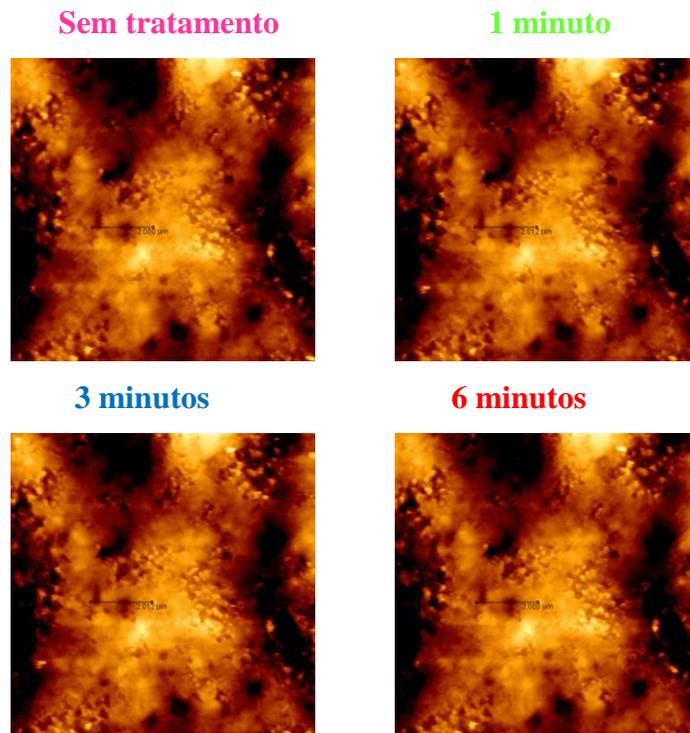


Tempo	RMS da linha
0	38,8 nm
1	37,3 nm
3	38,3 nm
6	38,2 nm



REGIÃO 2

Área selecionada/ perfil de linha



Tempo	RMS da linha
0	22,7 nm
1	22,9 nm
3	22,8 nm
6	22,8 nm

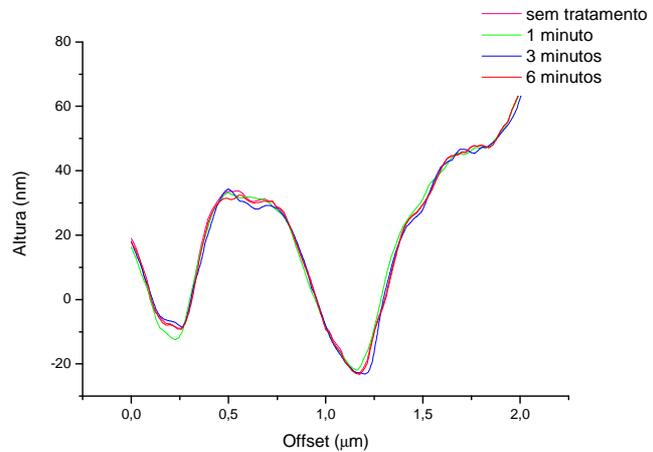


Figura 53: ODOUS- imagens associadas aos seus perfis de linha e análise da rugosidade da linha.

RESILON

Nessa amostra, imagens de 30µm x 30µm (Figura 54) foram realizadas para a localização de uma mesma área de 10µm x 10µm (Figura 55) nos diferentes tempos.

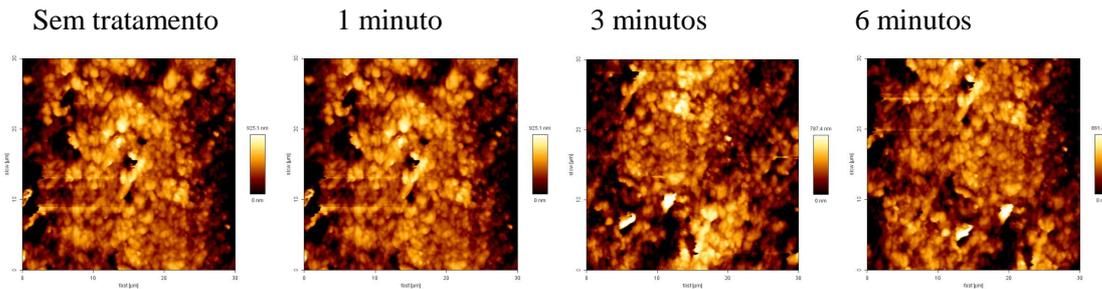


Figura 54: *Resilon* - Imagens da topografia da amostra para localização da mesma área- 30µm x 30µm.

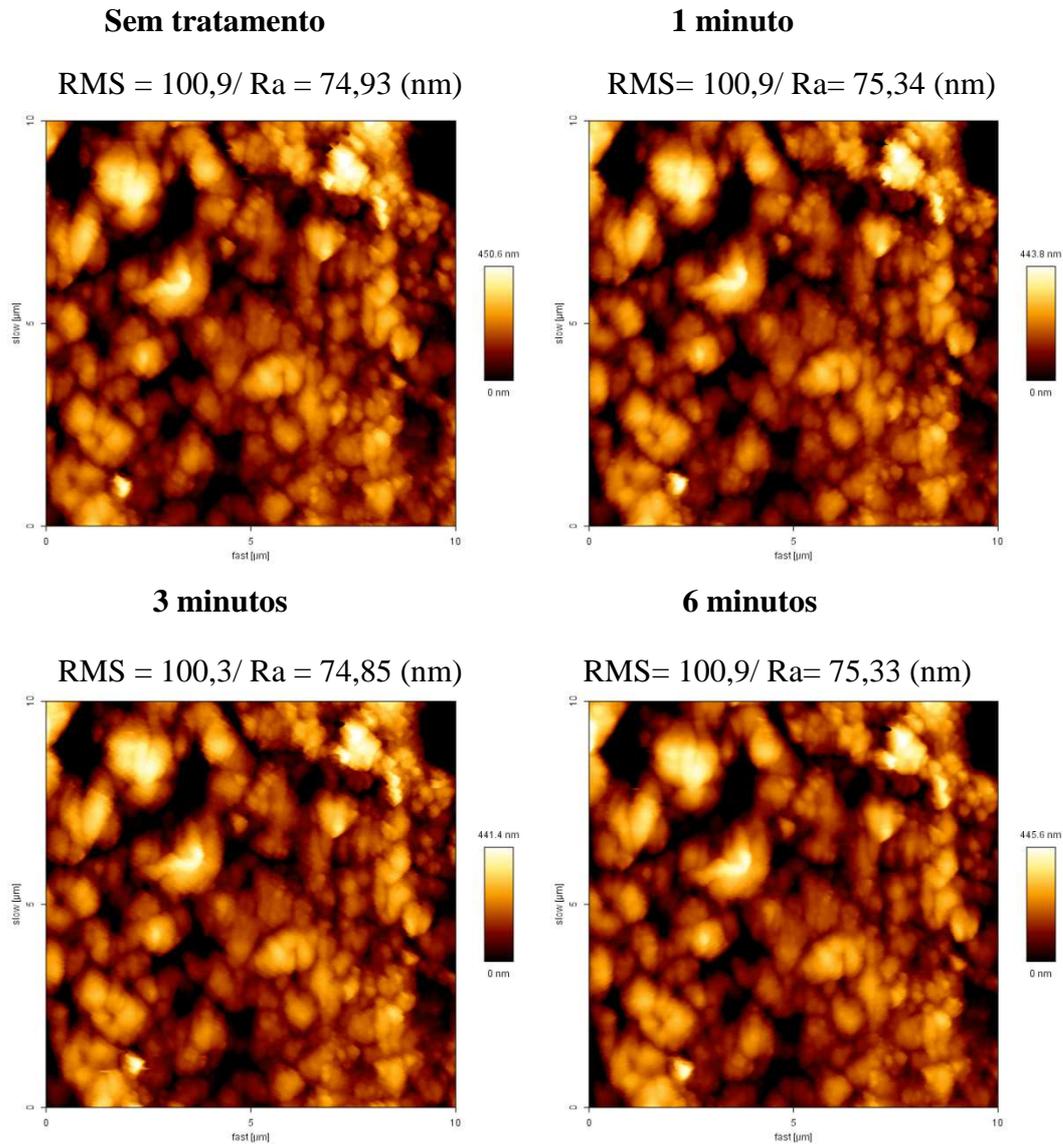


Figura 55: *Resilon* - Imagens topográficas da mesma área- 10µm x 10µm.

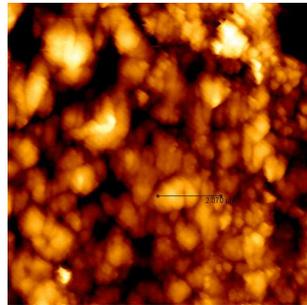
Realizadas as imagens, dois diferentes locais foram escolhidos e perfis de linha (Figura 56) criados para avaliar essa área.

Perfil de linha

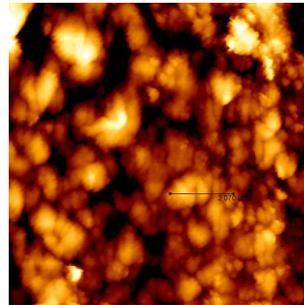
REGIÃO 1

Área selecionada/ perfil de linha

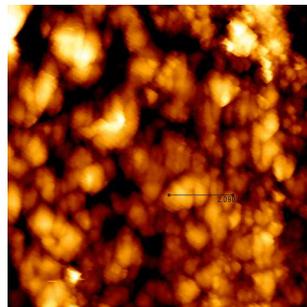
Sem tratamento



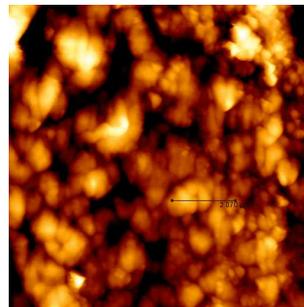
1 minuto



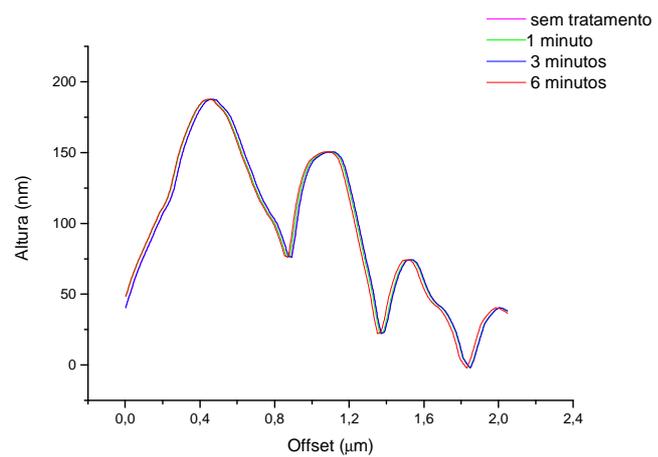
3 minutos



6 minutos



Tempo	RMS da linha
0	52,1 nm
1	53,9 nm
3	53,8 nm
6	53,2 nm



REGIÃO 2

Área selecionada/ perfil de linha

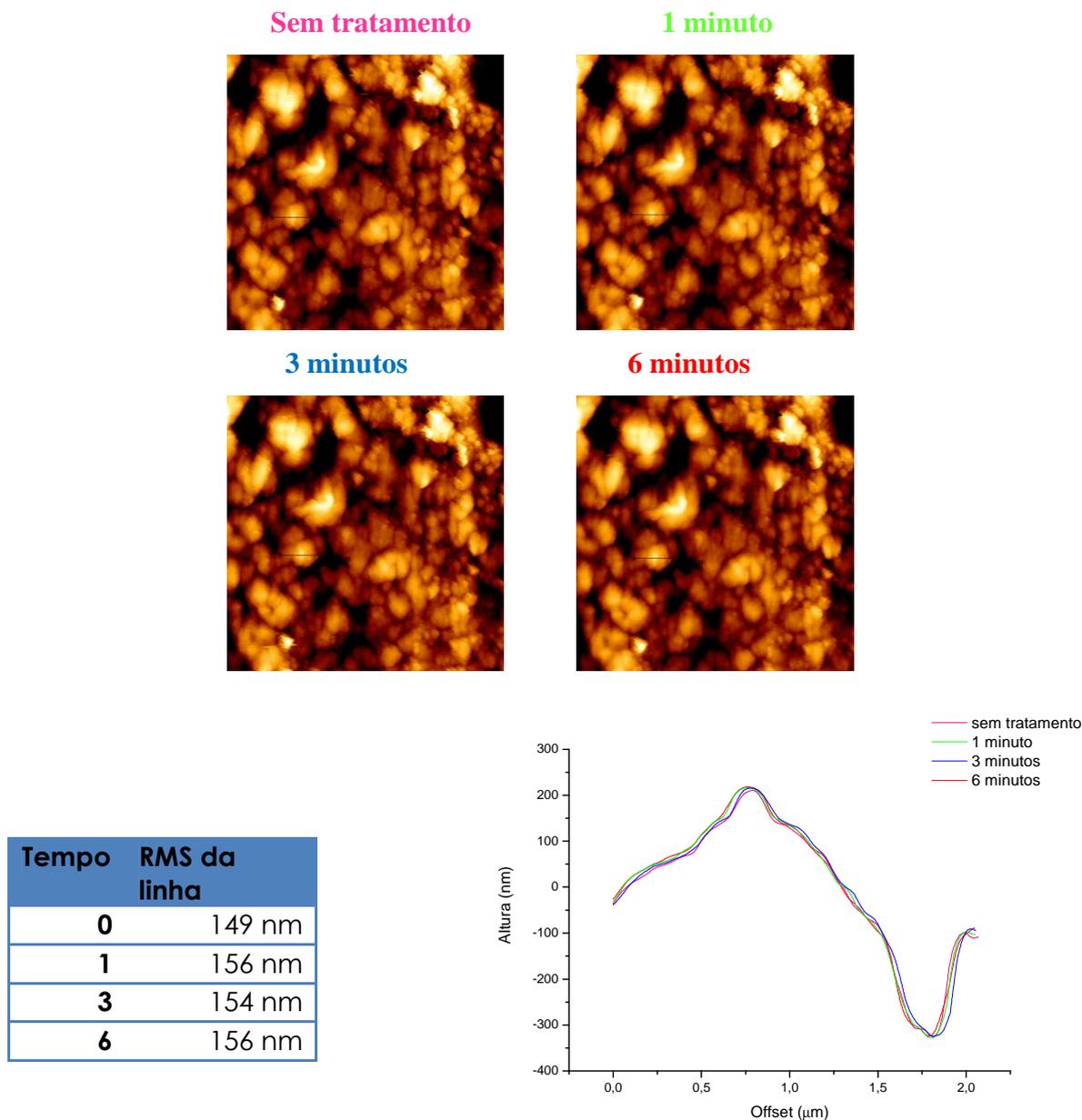


Figura 56: *Resilon* - imagens associadas aos seus perfis de linha e análise da rugosidade da linha.

Avaliando a ação da clorexidina na superfície dos diferentes cones, nenhuma alteração foi observada quando as imagens, os perfis de linha e os valores de RMS foram analisados. Os dados encontrados nesse trabalho são contrários aos de ISCI *et al.* (2006) que avaliaram o efeito da clorexidina nos cones de *resilon* e concluíram que essa solução levou à diminuição dos valores de rugosidade, RMS, no tempo de 5 minutos. A

diferença encontrada nos resultados está relacionada diretamente a metodologia empregada no trabalho, que avaliou diferentes áreas $2,5\mu\text{m} \times 2,5\mu\text{m}$ de um mesmo cone e analisou estatisticamente esses dados. Como discutido anteriormente no presente estudo, a análise de diferentes áreas pode levar a diminuição nesse valor não porque houve uma diminuição na rugosidade, mas sim porque as áreas selecionadas nesse tempo apresentavam uma rugosidade menor que aquelas apresentadas como controle.

Ação do MTAD

KONNE

Nessa amostra, imagens de $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ (Figura 57) foram realizadas para a localização de uma mesma área de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ (Figura 58) nos diferentes tempos.

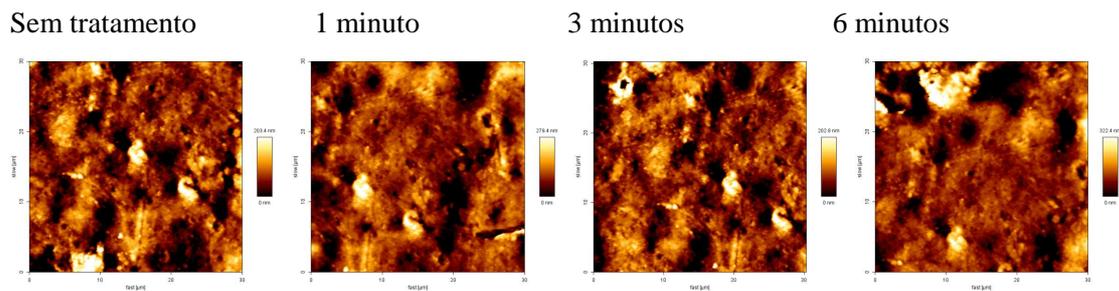
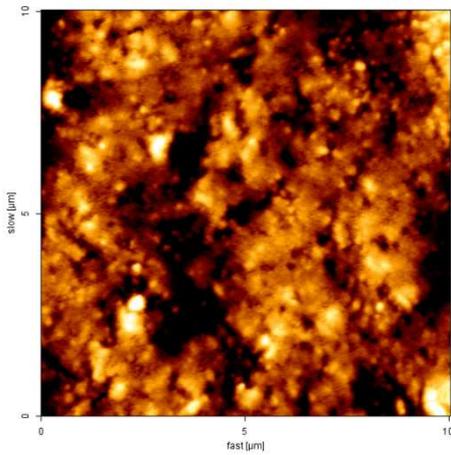


Figura 57: KONNE- Imagens da topografia da amostra para localização da mesma área- $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$.

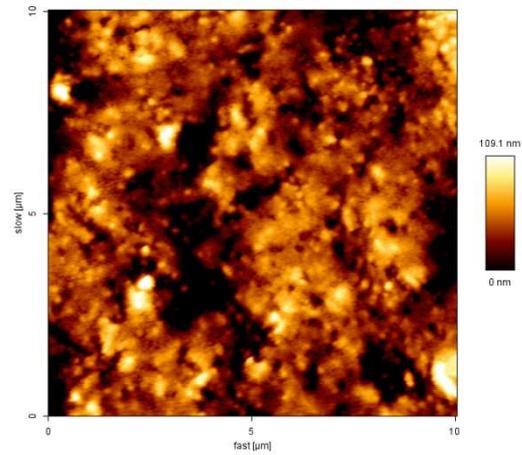
Sem tratamento

RMS = 35,24/ Ra = 27,40 (nm)



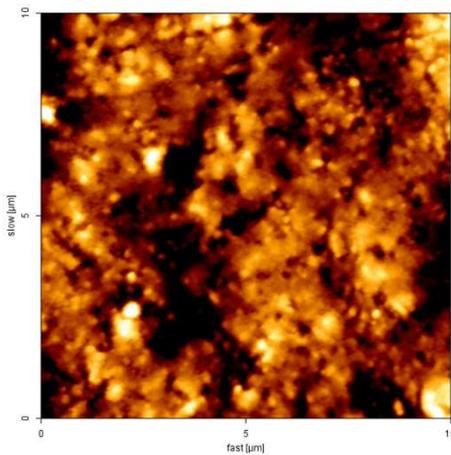
1 minuto

RMS= 35,22/ Ra= 27,30 (nm)



3 minutos

RMS = 34,87/ Ra = 27,15 (nm)



6 minutos

RMS= 34,68/ Ra= 27,05 (nm)

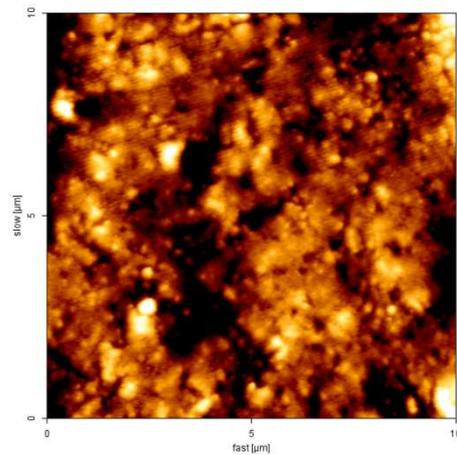


Figura 58: KONNE- Imagens topográficas da mesma área- 10µm x 10µm.

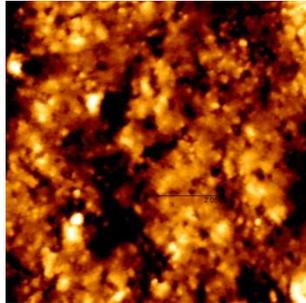
Realizadas as imagens, dois diferentes locais foram escolhidos e perfis de linha (Figura 59) criados para avaliar essa área.

Perfil de linha

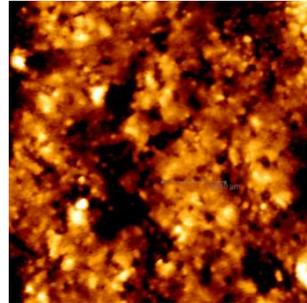
REGIÃO 1

Área selecionada/ perfil de linha

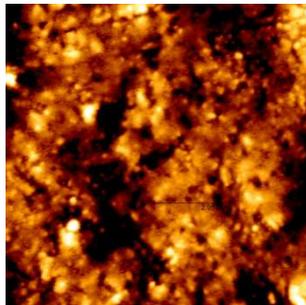
Sem tratamento



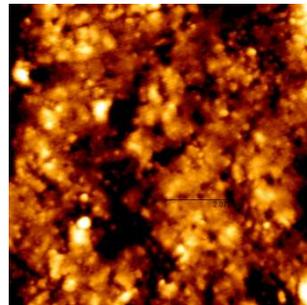
1 minuto



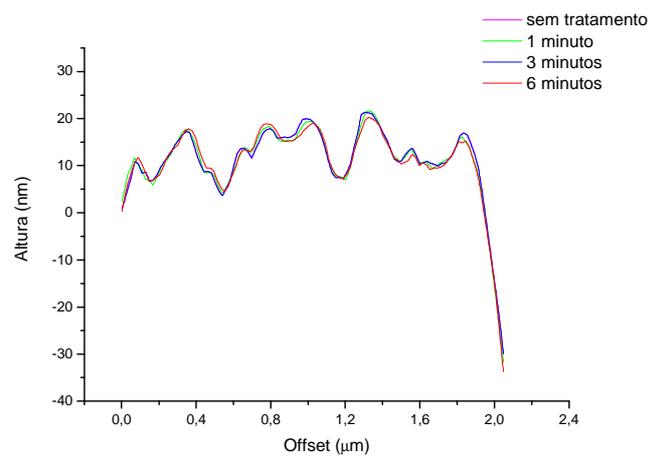
3 minutos



6 minutos



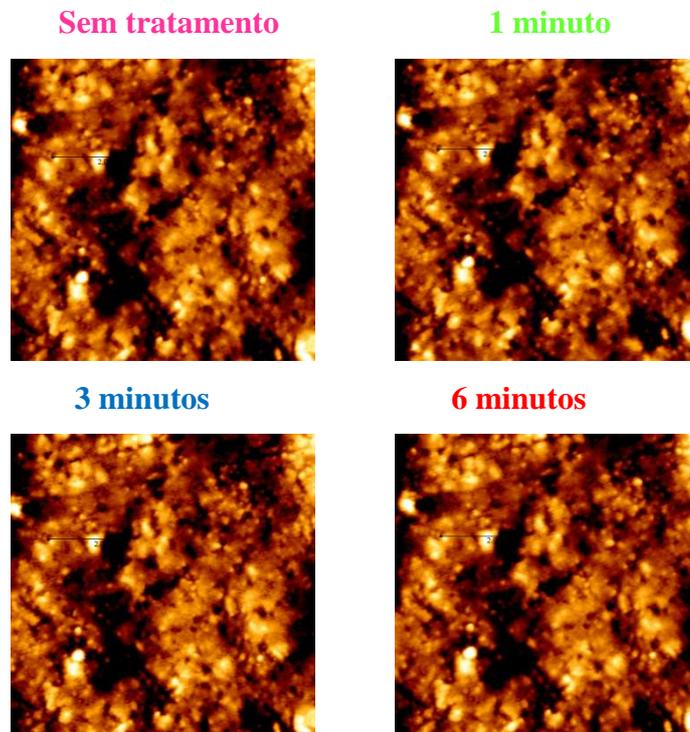
Tempo	RMS da linha
0	7,53 nm
1	7,68 nm
3	7,53 nm
6	7,71 nm



Perfil de linha

REGIÃO 2

Área selecionada/ perfil de linha



Tempo	RMS da linha
0	33,3 nm
1	32,9 nm
3	34,1 nm
6	32,0 nm

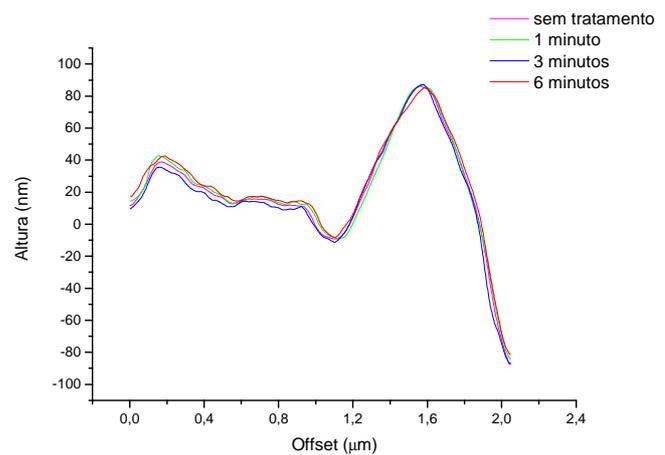


Figura 59: KONNE- imagens associadas aos seus perfis de linha e análise da rugosidade da linha.

ODOUS

Nessa amostra, imagens de $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ (Figura 60) foram realizadas para a localização de uma mesma área de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ (Figura 61) nos diferentes tempos.

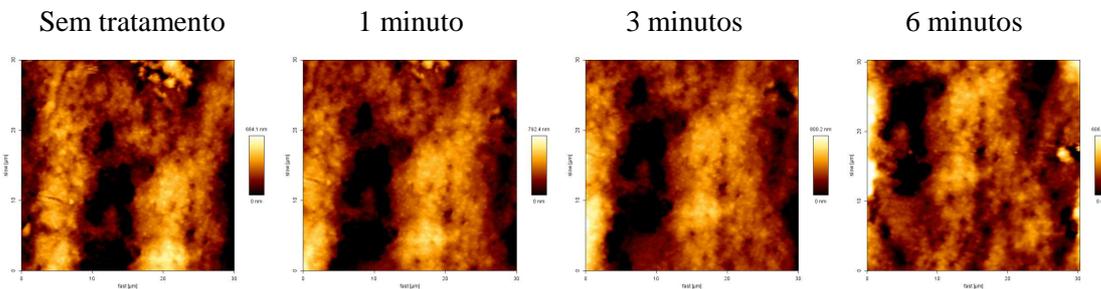


Figura 60: ODOUS- Imagens da topografia da amostra para localização da mesma área- $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$.

Imagens topográficas da mesma área- $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$

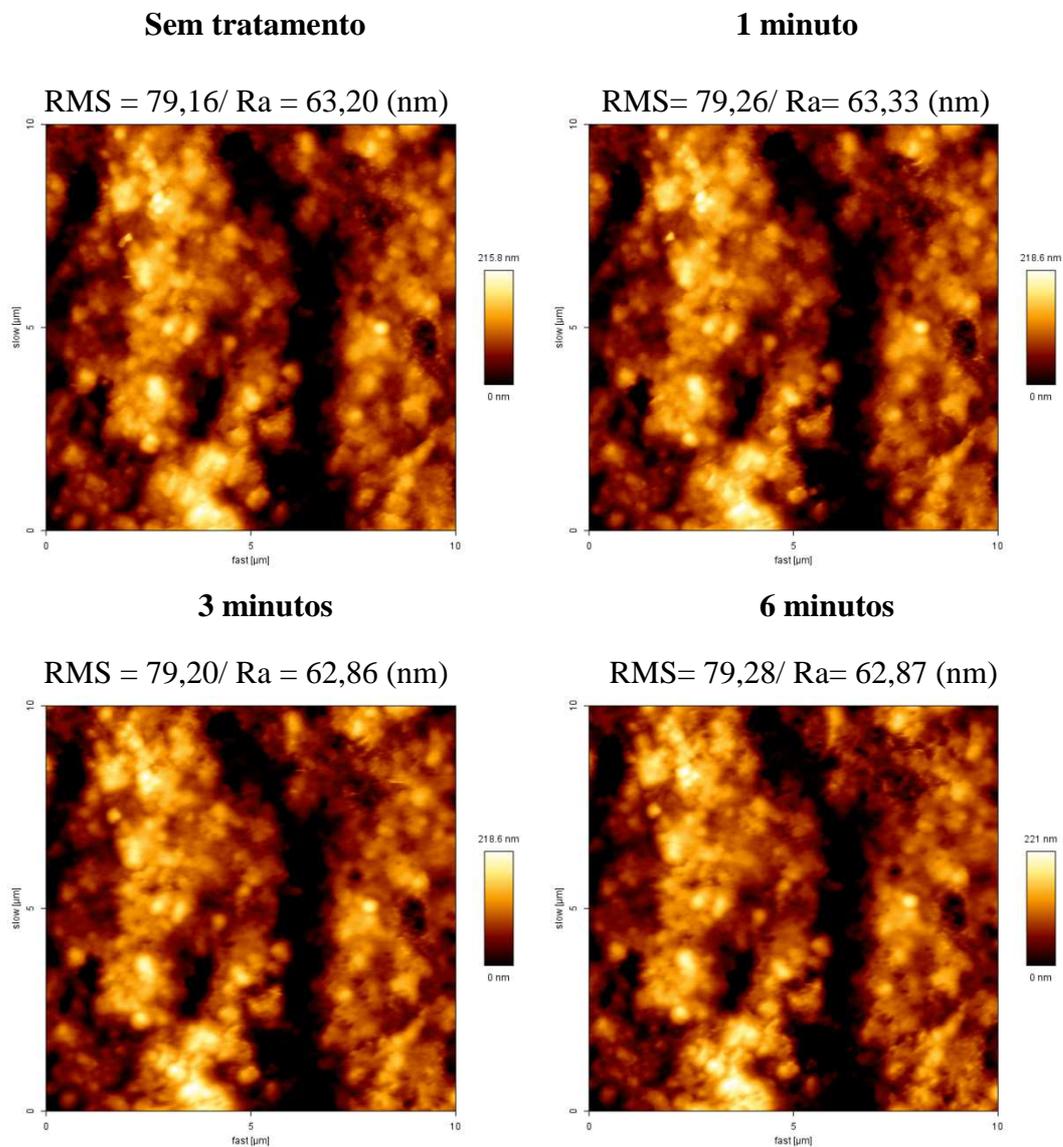


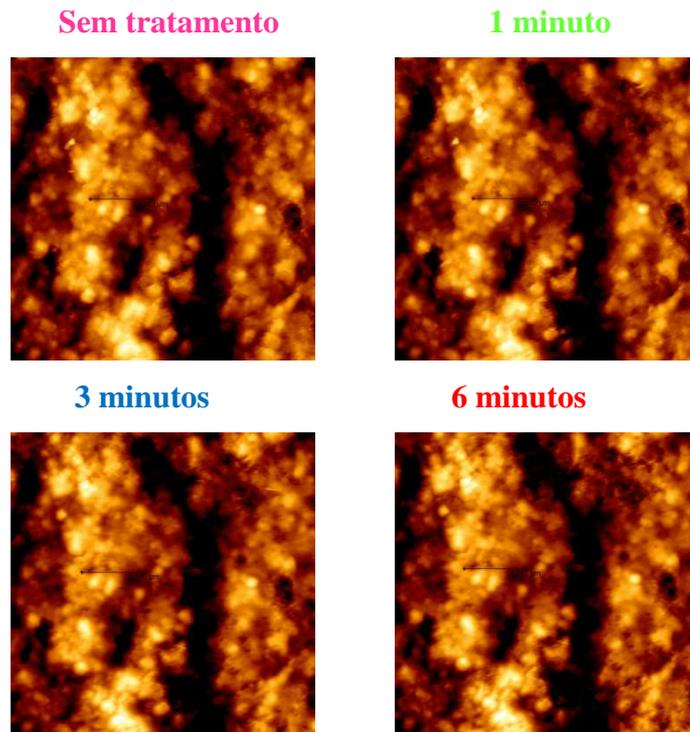
Figura 61: ODOUS- Imagens topográficas da mesma área- $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$.

Realizadas as imagens, dois diferentes locais foram escolhidos e perfis de linha (Figura 62) criados para avaliar essa área.

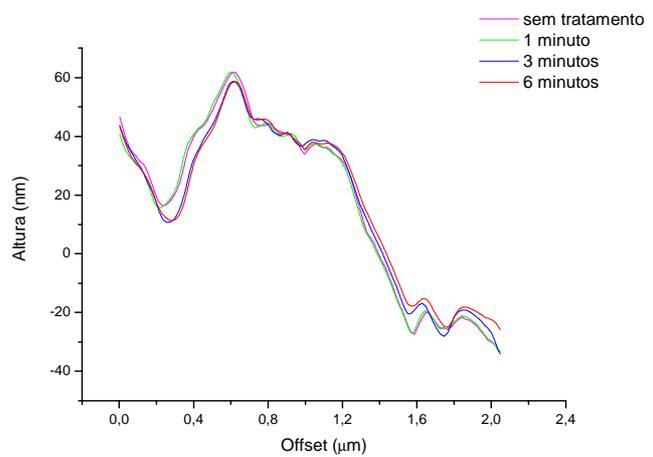
Perfil de linha

REGIÃO 1

Área selecionada/ perfil de linha



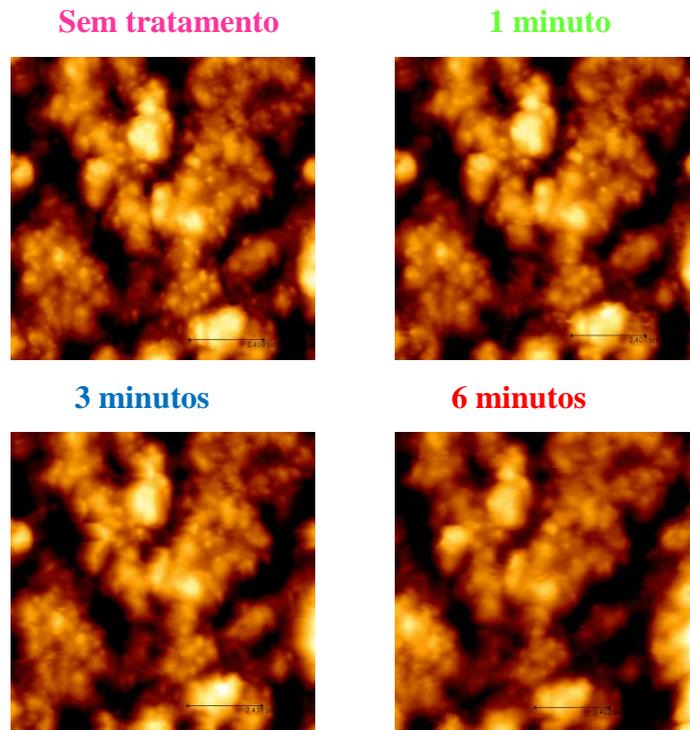
Tempo	RMS da linha
0	29,4 nm
1	29,1 nm
3	27,6 nm
6	26,3 nm



Perfil de linha

REGIÃO 2

Área selecionada/ perfil de linha



Tempo	RMS da linha
0	43,8 nm
1	43,0 nm
3	45,4 nm
6	45,3 nm

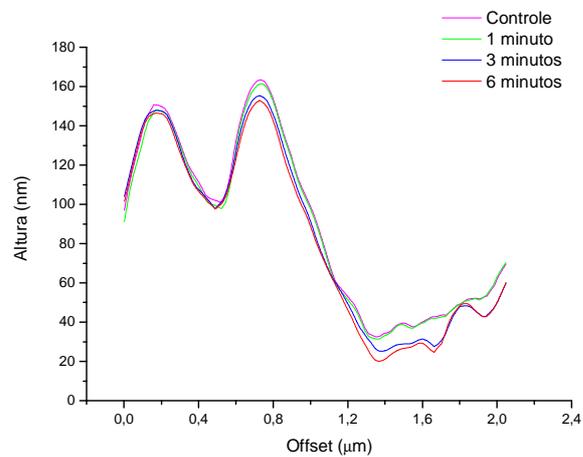


Figura 62: ODOUS- imagens associadas aos seus perfis de linha e análise da rugosidade da linha.

RESILON

Nessa amostra, imagens de $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ (Figura 63) foram realizadas para a localização de uma mesma área de $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ (Figura 64) nos diferentes tempos.

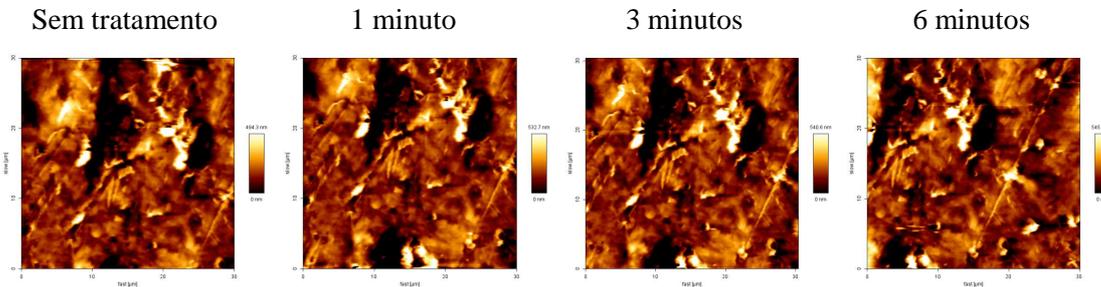


Figura 63: *Resilon* - Imagens da topografia da amostra para localização da mesma área- $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$.

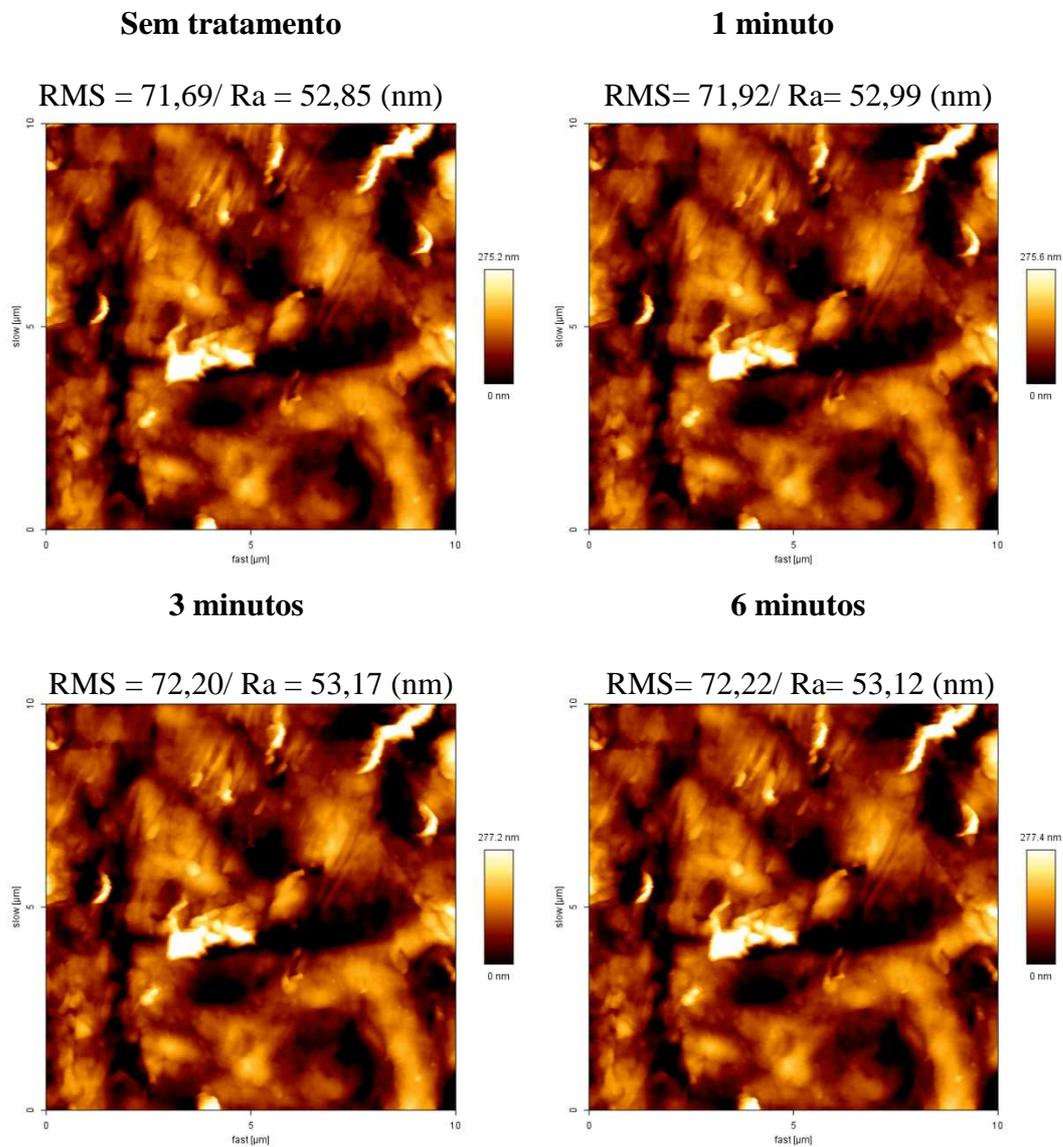


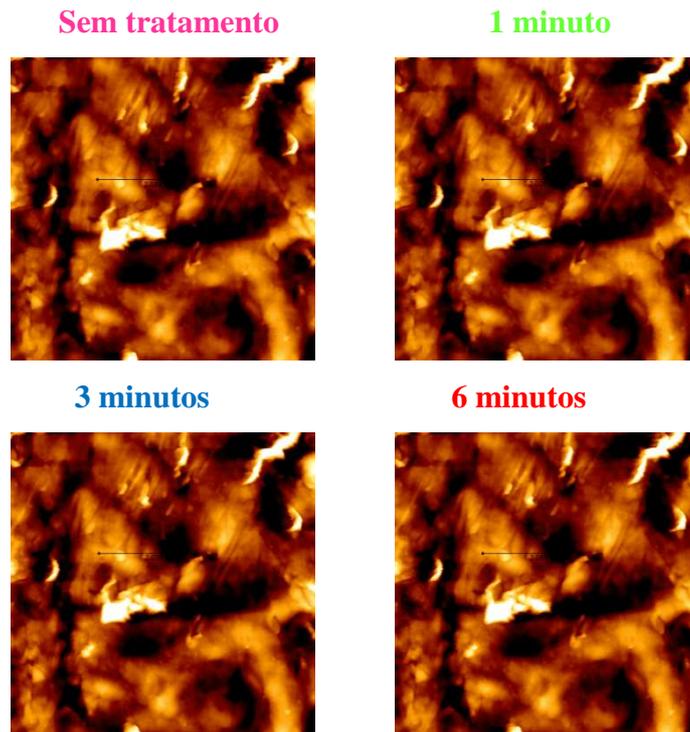
Figura 64: *Resilon* - Imagens topográficas da mesma área- $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$.

Realizadas as imagens, dois diferentes locais foram escolhidos e perfis de linha (Figura 65) criados para avaliar essa área.

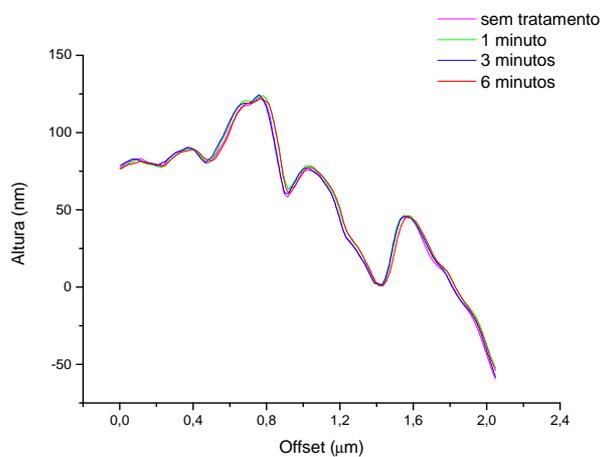
Perfil de linha

REGIÃO 1

Área selecionada/ perfil de linha



Tempo	RMS da linha
0	43,6 nm
1	42,9 nm
3	43,6 nm
6	42,7 nm



Perfil de linha

REGIÃO 2

Área selecionada/ perfil de linha

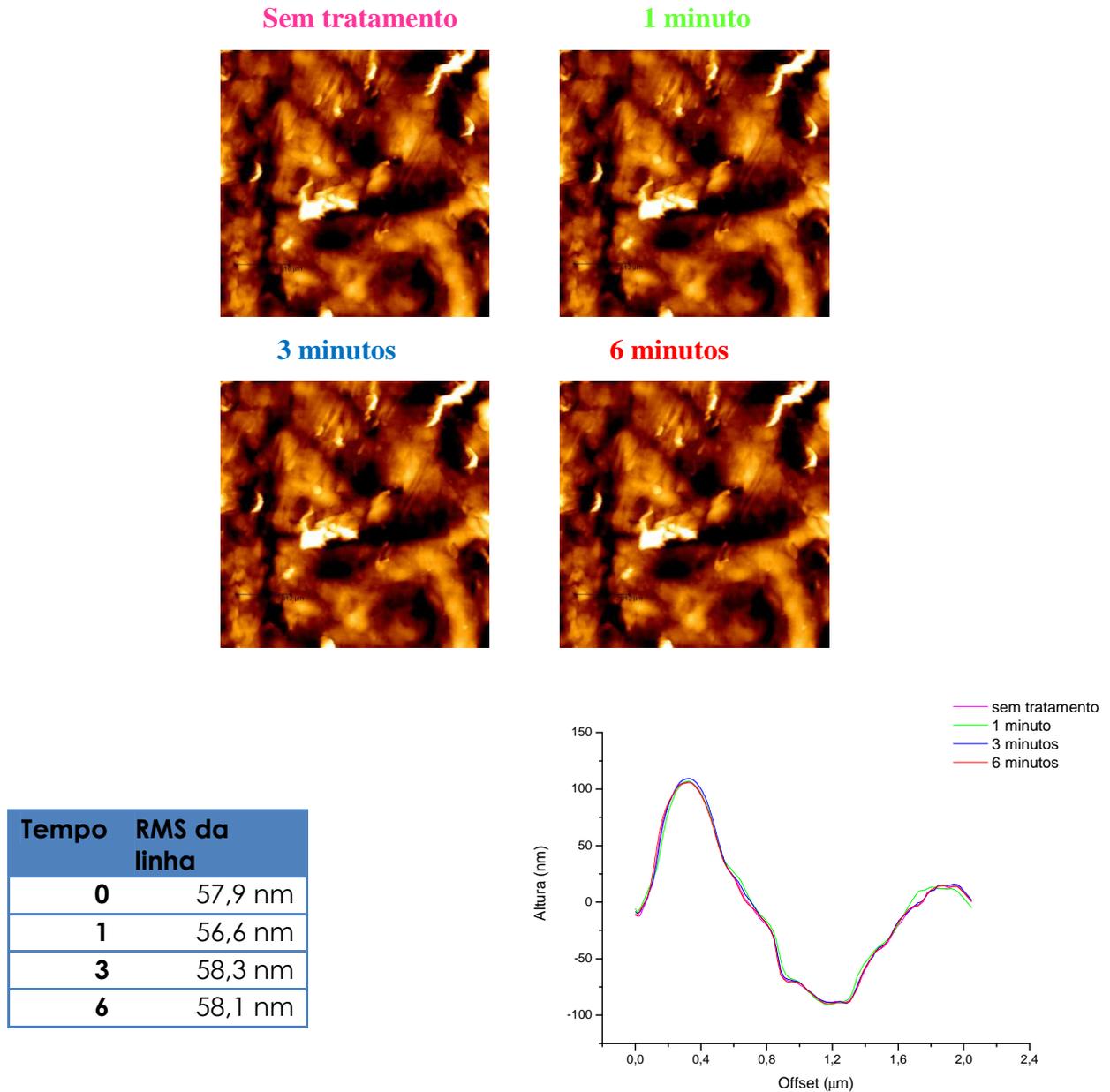


Figura 65: *Resilon* - imagens associadas aos seus perfis de linha e análise da rugosidade da linha.

O MTAD gerou modificações na superfície do cone de guta percha ODOUS, porém, nos cones de *resilon* e guta percha KONNE, essas alterações não foram encontradas.

5.2.3 Análise de ângulo de contato entre material obturador sólido submetido à ação do hipoclorito de sódio 5,25% e clorexidina 2%

Por fim, determinou-se o ângulo de contato e a energia de superfície de materiais obturadores sólidos, guta percha e *resilon*, submetidos à ação do hipoclorito de sódio 5,25% e clorexidina 2% para avaliar se, quando em contato com essas superfícies, aumentam as características de adesividade, visto que quanto maior a energia de superfície dos materiais, maiores suas propriedades adesivas.

Inicialmente, avaliou-se o ângulo de contato entre a guta percha e a água, etilenoglicol e diiodometano, sem tratamento, após imersão em clorexidina ou em hipoclorito de sódio, como mostram a Tabela 31 e Figura 66.

Tabela 31: Ângulos de contato guta percha.

Guta percha	Água			Etilenoglicol			Diiodometano		
	Sem tratamento	Clorexidina	NaOCl	Sem tratamento	Clorexidina	NaOCl	Sem tratamento	Clorexidina	NaOCl
10s	75,5 ± 0,8	63,8 ± 0,3	69,6 ± 0,3	10,6 ± 0,3	7,8 ± 0,1	8,8 ± 0,1	43,9 ± 2,2	39 ± 0,9	44,7 ± 0,5
20s	74,6 ± 0,8	63 ± 0,3	69 ± 0,2	10,1 ± 0,3	7,6 ± 0,1	8,7 ± 0,1	42,9 ± 2,3	38,5 ± 0,9	44,3 ± 0,6
30s	74,1 ± 0,6	62,4 ± 0,1	68,3 ± 0,1	9,7 ± 0,3	7,5 ± 0,2	8,5 ± 0,1	42,4 ± 1,9	38 ± 0,8	44 ± 0,7
40s	73,3 ± 0,5	61,8 ± 0,1	67,8 ± 0,1	9,4 ± 0,1	7,4 ± 0,1	8,3 ± 0,1	41,9 ± 1,7	37,6 ± 0,8	43,6 ± 0,9
50s	72,6 ± 0,5	61,2 ± 0,1	67,3 ± 0,1	9,4 ± 0,2	7,3 ± 0,1	8,1 ± 0,2	41,1 ± 2	37 ± 0,4	43,6 ± 0,9
60s	72,1 ± 0,5	60,7 ± 0,2	66,7 ± 0,1	9,2 ± 0,1	7,2 ± 0,1	7,9 ± 0,2	39,8 ± 2,4	36,5 ± 0,5	43,6 ± 0,8

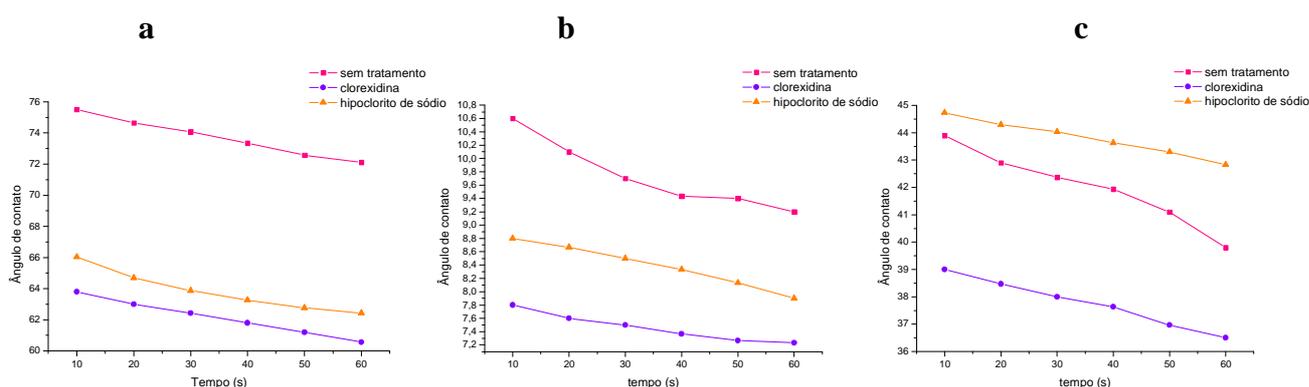


Figura 66: Ângulo de contato entre a guta percha e (a) água, (b) etilenoglicol e (c) diiodometano.

Posteriormente, a mesma análise foi realizada nos cones de *resilon*, como mostra a Tabela 32 e a Figura 67.

Tabela 32: Ângulos de contato *resilon*.

RESILON	Água			Etilenoglicol			Diiodometano		
	Sem tratamento	Clorexidina	NaOCl	Sem tratamento	Clorexidina	NaOCl	Sem tratamento	Clorexidina	NaOCl
10s	63,9 ± 4	56,5 ± 1,3	66 ± 0,8	7,7 ± 0,3	12,8 ± 0,7	17 ± 3,1	40,5 ± 0,5	35,9 ± 0,5	42 ± 2,5
20s	62,8 ± 4,3	55,5 ± 1,1	64,7 ± 1,1	6,5 ± 0,9	9,2 ± 0,6	16,8 ± 3,1	39,2 ± 0,7	35,5 ± 0,6	41,4 ± 2,5
30s	61,6 ± 4	54,53 ± 0,8	63,9 ± 0,8	4,7 ± 0,3	6,9 ± 1,5	16,6 ± 3,2	38,4 ± 0,6	35 ± 0,5	40,9 ± 2,1
40s	61,1 ± 4,2	54 ± 0,6	63,3 ± 1	3 ± 2,8	5,4 ± 2,1	16,4 ± 3,2	37,2 ± 1,0	34,8 ± 0,5	40,7 ± 2,2
50s	60,6 ± 4,2	53,4 ± 0,9	62,8 ± 0,9	2,6 ± 2,3	3,6 ± 3,2	16,3 ± 3,2	36,6 ± 1,4	34,5 ± 0,5	40,3 ± 2,2
60s	60,2 ± 4,1	52,9 ± 0,8	62,4 ± 0,7	zero	1,4 ± 2,4	16,1 ± 3,2	36 ± 1,4	34,4 ± 0,6	40,1 ± 2,1

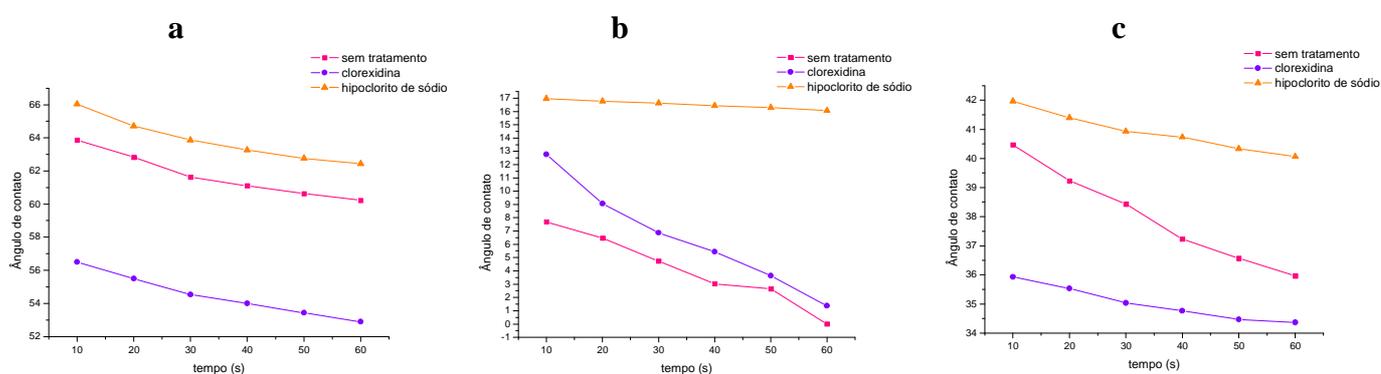


Figura 71: Ângulo de contato entre o *resilon* e (a) água, (b) etilenoglicol e (c) diiodometano.

Por fim determinou-se a energia de superfície da guta percha e do *resilon* nas diferentes condições, como mostra a Tabela 33.

Tabela 33: Energia de superfície da guta percha e *resilon* e quando em contato com o hipoclorito de sódio e a clorexidina.

Tratamento	Energia de superfície (mJ/m ²)
Guta percha sem tratamento	47,22 ± 4,21
Guta percha com clorexidina	50,86 ± 2,17
Guta percha com NaOCl	47,82 ± 3,07
RESILON sem tratamento	50,90 ± 2,89
RESILON com clorexidina	53,67 ± 5,06
RESILON com NaOCl	49,80 ± 1,08

A redução do ângulo de contato, associado ao aumento da energia de superfície, é verificada nos cones de guta percha e *resilon* após entrarem em contato com a

clorexidina, porém o mesmo não é verificado com a utilização do hipoclorito de sódio.

Em 2007, DOGAN *et al.* avaliaram a energia de superfície da dentina tratada com diferentes agentes quelantes, associados ou não ao hipoclorito de sódio, e verificaram que essa última solução levou a uma diminuição da energia de superfície da dentina.

A partir do presente estudo, que verificou que o hipoclorito de sódio gerou uma diminuição na energia de superfície dos materiais obturadores sólidos, associado aos achados de DOGAN *et al.*, que verificaram a mesma ação na dentina, e sabendo que quanto maior a energia de superfície de um material, maiores suas propriedades adesivas, a irrigação final com hipoclorito de sódio, assim como a desinfecção dos cones com essa solução é desaconselhável no sentido de que o seu uso, sobre essas superfícies, estará diminuindo suas propriedades adesivas. Com isso, menores serão as forças de adesão criadas entre o conjunto material obturador sólido/ cimento endodôntico e dentina.

Além disso, este resultado pode ser um indicativo que o processo de desinfecção das superfícies dos diferentes cones pela clorexidina permitiu que as superfícies se tornassem mais reativas, aumentando com isso sua propriedade adesiva e, conseqüentemente, uma maior possibilidade de adesão destas superfícies aos cimentos endodônticos podem ser conseguidas.

Capítulo 6

Conclusões

De acordo com os resultados encontrados no presente trabalho, concluiu-se que:

- Em relação à remoção da “smear layer”, a solução de ácido fosfórico apresentou os melhores resultados quando comparadas as de ácido fosfórico gel, ácido cítrico e EDTA, sendo uma alternativa eficaz, pois, além de apresentar os melhores graus de limpeza, este foi conseguido com um menor tempo. Além disso, os resultados adquiridos no terço apical podem ser devido a uma maior capacidade de penetração dessa solução em comparação às demais.
- A solução de ácido fosfórico se mostrou eficaz em 1 minuto, ao passo que, quando a solução de EDTA for escolhida é necessário que a mesma permaneça em contato com a superfície dentinária por pelo menos 3 minutos, e em constante renovação.
- Em relação às diferentes metodologias aplicadas na clivagem dos dentes, os resultados encontrados não mostraram diferenças significativas. Quando o dente é clivado antes do ataque pelas soluções, esse processo é dado mais facilmente, porém quando essa clivagem é feita posteriormente com o auxílio do dispositivo criado nesse trabalho a dificuldade nessa clivagem deixa de existir e com isso, essa metodologia que reproduz o ataque dessas soluções clinicamente ganha mais campo nesse tipo de análise.
- A remoção da “smear layer” avaliada por diferentes técnicas, AFM e MEV, mostra que a microscopia de força atômica se mostrou mais eficaz na determinação da presença da “smear layer”. Com isso os resultados, da análise de sua remoção da “smear layer”, se tornam mais precisos quando a microscopia de força atômica é utilizada.

- Avaliando a desinfecção dos cones, verificou-se que as soluções de hipoclorito de sódio 5,25%, clorexidina 2% e MTAD foram eficazes na desinfecção dos cones em 1 minuto, sendo desnecessário um tempo maior.
- Avaliando a ação do hipoclorito de sódio 5,25%, clorexidina 2% e MTAD na superfície dos cones com e sem lavagem final concluiu-se que principalmente nos casos onde o hipoclorito de sódio e o MTAD são utilizados, uma lavagem final com água destilada se faz necessária.
- Em se tratando da análise dos cones por microscopia de força atômica observou-se que, dentro de um mesmo lote, os cones apresentam grandes variações de rugosidades, daí a importância da análise de um mesmo cone em relação à rugosidade.
- A resolução, número de pontos da imagem, não apresentou grande influencia em termos de rugosidade. Porém, quando zooms a partir de uma imagem maior foram realizados para produzir uma imagem menor, esse alterou significativamente os valores de rugosidade, tornando esse tipo de análise inadequada.
- Em se tratando da ação das soluções de hipoclorito de sódio nos cones de guta percha e *resilon*, quando a metodologia de análise de diferentes áreas é utilizada, é necessário determinar um tamanho de área mínimo correspondente à rugosidade geral da amostra. Caso contrário, os dados encontrados não serão úteis, na verdade o que estará sendo avaliado são rugosidades locais de diferentes áreas e não a ação das soluções antes e depois.
- O novo método proposto para avaliar a ação das soluções de hipoclorito de sódio, clorexidina e MTAD nos cones de guta percha e *resilon*, utilizando sempre uma mesma área, mostrou-se eficaz e reprodutível, além de ser mais preciso.
- Com esse método concluiu-se que o hipoclorito de sódio 5,25% gerou alterações apenas na superfície dos cones de guta percha. Que a clorexidina 2% não alterou a superfície dos cones de guta percha e *resilon*. E, o MTAD gerou alterações apenas na superfície dos cones de guta percha ODOUS.
- Em relação ao ângulo de contato e a energia de superfície entre os cones e as soluções de hipoclorito e clorexidina, o aumento da energia de superfície quando a clorexidina é utilizada pode ser um indicativo que o processo de desinfecção

das superfícies dos diferentes cones por essa solução permitiu que as superfícies se tornassem mais reativas, aumentando com isso sua propriedade adesiva.

Capítulo 7

Referências Bibliográficas

- ARVIDSSON. A., MILLEDING, P., WENNERBERG. A., 2002, “The influence of a chemo-mechanical caries removal solution on the topography of dental ceramic materials”. **Biomaterials**, v. 23, p. 3977– 83.
- AUERBACH. M.B., 1953, “Antibiotics vs instrumentation in endodontic”, **NY St Dental Journal**, v. 19, n. 5, p. 225-8.
- AYHAN. H., SULTAN, N., CIRAK, M., 1999, “Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms”, **International Endodontic Journal**, v. 32, n. 2, p.99-102.
- BARATIERI, L.N., *et al.*, 2003, **Odontologia restauradora- Fundamentos e Possibilidades**, 3ª reimpressão, São Paulo, editora Santos.
- BATISTA, L.H., JÚNIOR, J.G., SILVA, M.F., *et al.*, 2007, “Atomic force microscopy of removal of dentin “smear layer”s”, **Microscopy and Microanalysis**, v.13, n.4, p.245-50.
- BAUMGARTNER, J.C., BROWN, C.M., MADER, C.L., *et al.*, 1984, “A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite and Citric Acid.”, **Journal of Endodontics**, v. 10, p. 525-31.
- BAUMGARTNER, J.C., CUENIN, P.R., 1992, “Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation”, **Journal of Endodontics**, v. 18, n. 12, p. 605-12.
- BAUMGARTNER, J.C., MADER, C.L., 1987, “A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens”, **Journal of Endodontics**, v. 13, n.4, p.147-57.
- BUCK, R.A., ELEAZER, P.D., STAAT, R.H., *et al.*, 2001, “Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin.” **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 3, p. 206-8.

- BUCZKOWSKI, S., KIRIACOS, S., NEKKA, F., *et al.*, 1998, “The modified box-counting method: Analysis of some characteristic parameters”, **Pattern Recognition**, v.31, n.4, p.411-418.
- CALAS, P., ROCHD, T., MICHEL, G., 1994, “In vitro attachment of Streptococcus sanguis to the dentin of the root canal.”, **Journal of Endodontics**, v. 20, n. 2, p. 71-4.
- CALLAHAN, J.R., 1984, “Sulfuric acid for opening root-canals.”, **Dental Cosmos**, v. 36, p. 957-9.
- ÇALT, S., SERPER, A., 2002, “Time-Dependent effects of EDTA on dentin structures”, **Journal of Endodontics**, v. 28, p. 17-19.
- CALVO-PÉREZ, V., MEDINA-CÁRDENAS, M.E., SÁNCHEZ-PLANELLAS, U., 1989, “The possible role of pH changes during EDTA demineralization of teeth.”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 68, n. 2, p. 333-7.
- CAMARA, A.C., 2006, **Avaliação da conformação do preparo biomecânico de canais radiculares instrumentados com os sistemas rotatórios, Hero 642, Hero Shaper e Hero Apical**, Dissertação de Msc, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- CARDOSO, C.L., KOTAKA, C.R., REDMERSKI, R., *et al.*, 1999, “Rapid decontamination of gutta-percha cones with sodium hypochlorite”, **Journal of Endodontics**, v. 25, n. 7, p. 498-501.
- CHRISTIE, P., CLAFFEY, N., RENVERT, S., 1998, “The use of 0.2% chlorhexidine in the absence of a structured mechanical regimen of oral hygiene following the non-surgical treatment of periodontitis”, **Journal clin periodontol.** v.25, n.1, p.15-23.
- CLEMENTS, R.E., GILBOE, D.B., 1991, “Labial endodontic access opening for mandibular incisors: endodontic and restorative considerations”, **J Can Dent Assoc.**, v. 57, n. 7, p. 587-9.
- COHEN, S., BURNS, R.C., 2000, **Caminhos da polpa**, 7ª ed., Rio de Janeiro Guanabara Koogan.
- CUNNINGHAM, W.T., JOSEPH, S.W., 1980, “Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant.”, **Oral Surgery**,

Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics, v. 50, n. 6, p. 569-71

- CURY, J., BRAGOTTO, C., VALDRIGHI, L., 1981, “The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin.”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 52, p. 446-48.
- DAKIN, H.D., 1915, “In the use of certain antiseptic substances in the treatment of infected wounds.”, **Br. Med. Journal**, n. 2, p. 318-320.
- DAMETTO, F.R., FERRAZ, C.C., DE ALMEIDA GOMES, B.P., *et al.*, 2005, “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.**, v. 99, n.6, p.768-72.
- DE DEUS, Q.D., 1975, “Frequency, location and a direction of the lateral, secondary, and accessory canals”, **Journal of Endodontics**, v. 1, p. 361–366.
- DE DEUS, Q.D., 1992, **Endodontia**, 5ª. Edição, Rio de Janeiro
- DE-DEUS, G., 2000, **Microscopia de força atômica in situ e Microdureza de dentina submetida a substâncias quelantes**, Dissertação de Msc, PUC/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- DE-DEUS, G., REIS, C.M., FIDEL, R.A., *et al.*, 2007, “Co-site digital optical microscopy and image analysis: an approach to evaluate the process of dentine demineralization”, **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 6, p. 41-52.
- DE-DEUS, G., REIS, C., FIDEL, S., *et al.*, 2008a, “Dentine demineralization when subjected to EDTA with or without various wetting agents: a co-site digital optical microscopy study”, **International Endodontic Journal**, v. 41, n.4, p.279-87.
- DE-DEUS, G., REIS, C., FIDEL, S., *et al.*, 2008b, “Longitudinal and quantitative evaluation of dentin demineralization when subjected to EDTA, EDTAC, and citric acid: a co-site digital optical microscopy study”, **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 105, n. 3, p.391-7.
- DE-DEUS, G., ZEHNDER, M., REIS, C., *et al.*, 2008c, “Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and EDTA using a comparative single-tooth model”. **Journal of Endodontics**, v. 34, n.1, p.71-5.
- DENALY, G.M., PATTERSON, S.S., MILLER, C.H., *et al.*, 1982, “The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted

- necrotic teeth”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 53, p. 518-22.
- DI LENARDA, R., CADENARO, M., SBAIZERO, O., 2000, “Effectiveness of 1 mol L-1 citric acid and 15% EDTA irrigation on “smear layer” removal.”, **International Endodontic Journal**, v. 33, n. 1, p. 46-52.
 - DOGAN BUZOGLU, H., CALT, S., GÜMÜSDERELIOGLU, M., 2007, “Evaluation of the surface free energy on root canal dentine walls treated with chelating agents and NaOCl.”, **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 1, p. 18-24.
 - DOTTO, S.R., TRAVASSOS, R.M., DE OLIVEIRA, E.P., *et al.*, 2007, “Evaluation of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) solution and gel for “smear layer” removal”, **Aust Endod Journal**, v. 33, n. 2, p. 62-5.
 - DUARTE, F.C., 2007, **Microscópio de tunelamento com varredura (STM) e Microscópio de força atômica (AFM)**, disponível em www.dsif.fee.unicamp.br/~furio/IE607A/STM_AFM.pdf
 - DUMANI, A., YOLDAS, O., ISCI, A.S., *et al.*, 2007, “Disinfection of artificially contaminated RESILON cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite at different time exposures”, **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 103, n.3, p.82-5.
 - ELDENIZ, A.U., ERDEMIR, A., BELLI, S., 2005, “Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin.”, **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 2, p. 107-10.
 - ELZUBAIR, A., ELIAS, C.N., SUAREZ, J.C., *et al.*, 2008, “The physical characterization of a thermoplastic polymer for endodontic obturation”, **Journal of Dentistry**, v. 34, n.10, p.784-9.
 - ERCAN, E., OZEKINCI, T., ATAKUL, F., *et al.*, 2004, “Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study.”, **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 2, p. 84-7.
 - FERRARI, M., MASON, P.N., VICHI, A., *et al.*, 2000, “Role of hybridization on marginal leakage and bond strength”, **American Journal Dent.**, v.13, n.6, p. 329-36.
 - FERRAZ, C.C.R., GOMES BP, ZAIA AA, *et al.*, 2007, “Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and

- sodium hypochlorite as endodontic irrigants”. **Brazilian Dental Journal**, v.18, n.4, p.294-8.
- FERRAZ, C.C.R., GOMES, B.P., ZAIA, A.A., *et al.*, 2001, “In vitro assesment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorexidine gel as an endodontic irrigant.”, **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 7, p. 452-55.
 - FERREIRA, A.A.P.; YAMANAKA, H., 2006, “Microscopia de força atômica aplicada em imunoenaios”, **Química Nova**, v.29, n.1 p.137-42.
 - FRANCO NETO, C.A., PAROLO, C.C.F., ROSING, C., *et al.*, 2008, “Comparative analysis of the effect of two chlorhexidine mouthrinses on plaque accumulation and gingival bleeding”. **Braz Oral Research** v. 22, n.2, p.139-44.
 - GARBEROGLIO, R., BECCE, C., 1994, ““smear layer” removal by root canals irrigants.”, **Oral Surgery, Oral Medice Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 78, p. 359-67.
 - GATEWOOD, R.S., 2007, “Endodontic materials”, **Dent Clin North Am.**, v.51, n.3, p.695-712.
 - GEORGE, R., RUTLEY, E.B., WALSH, L.J., 2008, “Evaluation of “smear layer”: a comparison of automated image analysis versus expert observers”, **Journal of Endodontics**, v. 34, n.8, p.999-1002.
 - GESTEIRA, M.F.M., SILVA, S.JA, ARAUJO, R.P.C., *et al.*, 2003, “Ação do EDTA na camada residual nos terços cervical, médio e apical no canal radicular”, **Rev. Ci. Biol.**, v. 2, n. 2, p. 208-18.
 - GIARDINO, L., AMBU, E., BECCE, C., *et al.*, 2006, “Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic.”, **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 11, p. 1091-3.
 - GIARDINO, L., AMBU, E., SAVOLDI, E., *et al.*, 2007, “Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 7, p. 852-5.
 - GLASSMAN, G.D., SEROTA, K.S., 1993, “Treating the apex last: the definitive endodontic paradigm.”, **Oral Health**, 10:21-7
 - GOGOS, C., STAVRIANOS, C., KOLOKOURIS, I., *et al.*, 2003, “Shear bond strength of AH-26 root canal sealer to dentine using three dentine bonding agents”, **Journal of Dentistry**, v. 31, n.5, p.321-6.

- GOLDMAN, L., GOLDMAN, M., KRONMAN, J.H., *et al.*, 1981, “The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: A scanning electron microscopic study”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 52; p. 197-04.
- GOMES, B.P., FERRAZ, C.C., VIANNA, M.E., *et al.*, 2001, “In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*”, **International Endodontic Journal**, v. 34, n. 6, p. 424-8.
- GOMES, B.P., VIANNA, M.E., MATSUMOTO, C.U., *et al.*, 2005, “Disinfection of gutta-percha cones with chlorhexidine and sodium hypochlorite”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 100, n. 4, p. 512-7.
- GONZÁLEZ-LÓPEZ, S., CAMEJO-AGUILAR, D., SANCHEZ-SANCHEZ, P., *et al.*, 2006, “Effect of CHX on the decalcifying effect of 10% citric acid, 20% citric acid, or 17% EDTA.”, **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 8, p. 781-4.
- GORMAN, M.C., STEIMAN, H.R., GARTNER, A.H., 1995, “Scanning electron microscopic evaluation of root-end preparations.”, **Journal of Endodontics**, v. 21, n. 3, p. 113-7.
- GOYA, C., YAMAZAKI, R., TOMITA, Y., *et al.*, 2000, “Effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation on “smear layer” at the apical stop and apical leakage after obturation”, **International Endodontic Journal**, v. 33, n. 3, p. 266-71.
- GRAWEHR, M., SENER, B., WALTIMO, T., *et al.*, 2003, “Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions”, **International Endodontic Journal**, v. 36, n. 6, p. 411-7.
- GROSSMAN, L.I., 1976, **Endodontia práctica**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara- Koogan.
- GROSSMAN, L.I., MEINAM, B.W., 1941, “Solution of pulp tissue by chemical. Agents”, **J. Amer. Dent. Assoc.**, v. 28, n. 2, p. 223-225.
- GUIGNES, P., FAURE, J., MAURETTE, A., 1996, “Relationship between endodontic preparations and human dentin permeability measured in situ.”, **Journal of Endodontics**, v. 22, n. 2, p. 60-7.

- GURGEL-FILHO, E.D., ANDRADE FEITOSA, J.P., TEIXEIRA, F.B., *et al.*, 2003, “Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone”, **International Endodontic Journal**, v. 36, n. 4, p. 302-7.
- HAZNEDAROĞLU, F., 2003, “Efficacy of various concentrations of citric acid at different pH values for “smear layer” removal”. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 96, n. 3, p.340-4.
- HENNEQUIN, M., PAJOT, J., AVIGNANT, D., 1994, “Effects of different pH values of citric acid solutions on the calcium and phosphorus contents of human root dentin”, **Journal of Endodontics**, v. 20, n.11, p.551-4.
- HERRMANN, P.S.P., SILVA, M.A.P., BERNARDES F.O.R., *et al.*, 1997, "Microscopia de Varredura por Força: uma Ferramenta Poderosa no Estudo de Polímeros", **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, Out/Dez, pp. 51-61.
- HOLLAND, R., 1979, “Manual de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba”,UNESP, in PEREIRA LOPES, H., SIQUEIRA, JR, 2004, Endodontia Biologia e Técnica
- HOTTEL, T., EL-REFAI, N., JONES, J., 1999, “A comparison of the three chelating agents on the root canals of extracted human teeth”, **Journal of Endodontics**, v. 25, p. 716-17.
- HOWLAND, R., BENATAR, L., 1993, *A Practical Guide to Scanning Probe Microscopy*, **Park scientific Instruments**.
- HUNTER, H., NIKIFORUK, G., 1954, “Staining reactions following demineralization of hard tissues by chelating and other decalcifying agents.”, **Journal of Dentistry Research**, v. 33, p. 1, p. 136-8.
- ISCI, S., YOLDAS, O., DUMANI, A., 2006, “Effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine solutions on RESILON (synthetic polymer based root canal filling material) cones: an atomic force microscopy study”, **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 10, p. 967-9.
- JEANSONNE, M.J., WHITE, R.R., 1994, “A comparison of 2,0% chlorexidine gluconate and 5,25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontics irrigants”, **Journal of Endodontics**, v. 20, n. 6, p. 276-78.
- JOHAL, S., BAUMGARTNER, J.C., MARSHALL, J.G., 2007, “Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25%

- NaOCl/15% EDTA for root canal irrigation.”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 1, p. 48-51.
- KHEDMAT, S., SHOKOUHINEJAD, N., 2008, “Comparison of the efficacy of three chelating agents in “smear layer” removal”, **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 5, p. 599-602.
 - KHO, P., BAUMGARTNER, J.C., 2006, “A comparison of the antimicrobial efficacy of NaOCl/Biopure MTAD versus NaOCl/EDTA against *Enterococcus faecalis*”, **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 7, p. 652-5.
 - KOKKAS, A.B., BOUTSIUKIS, A.C.H., VASSILIADIS, L.P., *et al.*, 2004, “The influence of the “smear layer” on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study”, **Journal of Endodontics**, v. 30, n. 2, p. 100-2.
 - KONTAKIOTIS, E.G., TZANETAKIS, G.N., LOIZIDES, A.L., 2007, “A comparative study of contact angles of four different root canal sealers”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n.3, p. 299-302.
 - KRAMER, I.R.H., MCLEAN, J.W., 1952, “Alterations in the staining reactions of dentine resulting from a constituent of new self-polymerizing resin”, **Brazilian Dental Journal**, v.93, p. 150-153.
 - KRAUSE, T.A., LIEWEHR, F.R., HAHN, C.L., 2007, “The antimicrobial effect of MTAD, sodium hypochlorite, doxycycline, and citric acid on *Enterococcus faecalis*”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 1, p. 28-30.
 - KRITHIKADATTA, J., INDIRA, R., DOROTHYKALYANI, A.L., 2007, “Disinfection of dentinal tubules with 2% chlorhexidine, 2% metronidazole, bioactive glass when compared with calcium hydroxide as intracanal medicaments”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n.12, p.1473-6.
 - KURUVILLA, J.R., KAMATH, M.P., 1998, “Antimicrobial activity of 2,5% sodium hypochlorite and 0,2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigant.”, **Journal of Endodontics**, v. 24, n. 7, p. 472-75.
 - LEE, H., ORLOWSKI, J.A., SCHEIDT, G.C., 1973, “Effects of acid etchings on dentin.”, **Journal of Dental Research**, v. 52, p. 1228-33.
 - LEONARD, J.E., GUTMANN, J.L., GUO, I.Y., 1996, “Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin”, **International Endodontic Journal**, v. 29, n.2, p.76-83.

- LEONARDO, M.R., LEAL, J.M., 1991, **Endodontia, tratamento de canais radiculares**, 2ª Ed., São Paulo, Editorial Medica Panamericana.
- LIMA, K.C., FAVA, L.R.G., SIQUEIRA JR., J.F, 2001, “Susceptibilities of *Enterococcus faecalis* biofilms to some antimicrobial medications.”, **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 10, p. 616-19.
- LINKE, H.A., CHOHAIEB, A.A., 1983, “Effective surface sterilization of gutta-percha points.”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 55, n. 1, p. 73-7.
- LOEL, A., 1975, “Use of acid cleanser in endodontic therapy”, **JADA**, v. 90, p.148-51.
- LOPES, H.P. & SIQUEIRA JR, J.F., 2004. **Endodontia, Biologia e Técnica** 2ª Ed. Rio de Janeiro, Guanabara koogan
- LOVE, R.M., 1996, “Regional variation in root dentinal tubule infection by *Streptococcus gordonii*”, **Journal of Endodontics**, v. 22, n. 6, p. 290-3.
- MACHADO-SILVEIRO, L.F., GONZÁLEZ-LÓPEZ, S., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M.P., 2004, “Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate”, **International Endodontic Journal**, v. 37, n. 6, p. 365-9.
- MADER, C., BAUMGARTNER, J.C., PETERS D.D., 1984, “Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls”, **Journal of Endodontics**, v. 10, n. 10,p. 477-83.
- MANIGLIA-FERREIRA, C., SILVA JR, J.B., PAULA, R.C., *et al.*, 2005, “Brazilian gutta-percha points. Part I: chemical composition and X-ray diffraction analysis”, **Brazilian Oral Research**, v. 19, n.3, p.193-7.
- MANNOCCI, F., FERRARI, M., 1998, “Apical seal of roots obturated with laterally condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent”, **Journal of Endodontics**, v. 24, n. 1, p. 41-4.
- MARSHALL JR, G.W., BALOOCH, M, TENCH, R.J., *et al.*, 1993, “Atomic force microscopy of acid effects on dentin”, **Dental Materials**, v. 9, n. 4, p. 265-8.
- MCCOMB, D., SMITH, D., 1975, “A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures”, **Journal of Endodontics**, v. 1, n. 7, p. 238-42.

- MELLO, I., ROBAZZA, C.R, ANTONIAZZI, J.H., *et al.*, 2008, “Influence of different volumes of EDTA for final rinse on “smear layer” removal”, **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** V. 106, n.5, p. 40-3.
- MÉNDEZ-VILAS, A., BRUQUE, J.M., GONZÁLEZ-MARTÍN, M.L., 2007, “Sensitivity of surface roughness parameters to change in the density of scanning points in multi-scale AFM studies, Application to a biomaterial surface”, **Ultramicroscopy**, v.107, p.617-625.
- MEYER, E., HUG, H.J., BENNEWITZ, 2004, **Scanning Probe Microscopy**, Germany, ed Springer.
- MICHELICH, V.J., SCHUSTER, G.S., PASHLEY, D.H., 1980 “Bacterial penetration of human dentin in vitro”. **Journal Dental Research**, v.59, n.8, p.1398-403.
- MISIRLIGIL, A., ERDOĞAN, B., 1987 “Chemical sterilization of gutta-percha cones with sodium hypochlorite, sporocidin and PVP-I”, **Mikrobiyol Bul.**, v. 21, n. 1, p. 48-54.
- NAKASHIMA, K., TERATA, R., 2005, “Effect of pH modified EDTA solution to the properties of dentin”, **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 1, p. 47-9.
- NEWBERRY, B.M., SHABAHANG, S., JOHNSON, N., *et al.*, 2007, “The antimicrobial effect of biopure MTAD on eight strains of *Enterococcus faecalis*: an in vitro investigation”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n.11, p.1352-4.
- NIKIFORUK, G., SREEBNY, L., 1953, “Demineralization of hard tissues by organic chelating agents at neutral pH”, **Journal of Dentistry Research**, v. 32, n. 6, p. 859-67.
- NIU, W., YOSHIOKA, T., KOBAYASHI, C., *et al.*, 2002, “A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions.”, **International Endodontic Journal**, v. 35, n. 1, p. 934-9.
- OHARA, P.K., TORABINEJAD, M., KETTERING, J.D., 1993, “Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria.”, **Endod Dent Traumatol**, v. 9, p. 95-100.
- OKINO, L.A., SIQUEIRA, E.L., SANTOS, M., *et al.*, 2004, “Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel”, **International Endodontic Journal**, v. 37, n.1, p.38-41.

- OSTBY, N., 1957, “Chelating in root canal therapy. Ethylenediamine tetra-acetic acid for cleansing and widening of root canals.”, **Odontologie Tidskrift**, v.65, n.2, p.3-11.
- OTTONI, A., SOARES, R.G., IRALA, L.E.D., *et al.*, 2007, “Mensuração da tensão superficial de diferentes substâncias utilizadas na terapia endodôntica”, **Stomatos**, v. 13, n. 24, p. 11-20.
- OZALP, N., OKTE, Z., OZCELIK, B., 2006, “The rapid sterilization of gutta-percha cones with sodium hypochlorite and glutaraldehyde”, **Journal of Endodontics** , v. 32, n.12, p.1202-4.
- PACIORNIK, S., DE-DEUS, G., REIS, C.M., *et al.*, 2007, “In situ atomic force microscopy and image analysis of dentine submitted to acid etching”, **Journal of Microscopy**, v.225, n.3, p.236-43.
- PANG, N.S., JUNG, I.Y., BAE, K.S., *et al.* 2007, “Effects of short-term chemical disinfection of gutta-percha cones: identification of affected microbes and alterations in surface texture and physical properties.”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 5, p. 594-8.
- PAREDES, J.I., VILLAR-RODIL, S., TAMARGO-MARTÍNEZ, K., *et al.*, 2006, “Real time monitoring of polymer on the nanometer scale by atomic force microscopy”, **Langmuir**, v. 22, n. 10, p. 4728-33.
- PASHLEY, D.H., CIUCCHI, B., SANO, H., *et al.*, 1993, “Permeability of dentin to adhesive agents”, **Quintessence Int.**, v. 24, n. 9, p.618-31.
- PATTERSON, S., 1963, “In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implication”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 16, n. 1, p. 83-103.
- PAWIŃSKA, M., KIERKLO, A., MARCZUK-KOLADA, G., 2006, “New technology in endodontics--the RESILON-Epiphany system for obturation of root canals”, **Advances in Medical Science**, v. 51, p.154-7.
- PÉCORÁ, J.D., *et al.*, 1998, “Surface tension of several drugs used in endodontics”, **Braz Dent J.**, v. 3, n. 2, p. 38-40.
- PÉCORÁ, J.D., GUIMARÃES, L.F., SAVIOLI, R.N., 1992, “Surface tension of several drugs used in endodontics”, **Braz Dent J.**, v. 2, n. 2, p. 123-7.

- PÉCORA, J.D., 2004, **Soluções irrigadoras**, disponível em http://www.forp.usp.br/restauradora/temas_endo/solu/solu.htm
- PEREIRA LOPES, H., SIQUEIRA, J.R., 2004, **Endodontia Biologia e Técnica**, Rio de Janeiro, editora MEDSI.
- PÉREZ-HEREDIA, M., FERRER-LUQUE, C.M., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M.P., 2006, “The effectiveness of different acid irrigating solutions in root canal cleaning after hand and rotary instrumentation.”, **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 10, p. 993-7.
- PICCOLI, R., MEXIAS, A., FIGUEIRA, R., *et al.*, **Características das principais técnicas analíticas aplicadas à caracterização de materiais**, 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.
- PORTENIER, I., WALTIMO, T., ØRSTAVIK, D., *et al.*, 2006, “Killing of *Enterococcus faecalis* by MTAD and chlorhexidine digluconate with or without cetrimide in the presence or absence of dentine powder or BSA”, **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 2, p. 138-41.
- RINGEL, A.M., PATTERSON, S.S., NEWTON, C.W., *et al.*, 1982, “In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants.”, **Journal of Endodontics**, v. 8, n. 5, p. 200-4.
- ROYAL, M.J., WILLIAMSON, A.E., DRAKE, D.R., 2007, “Comparison of 5.25% sodium hypochlorite, MTAD, and 2% chlorhexidine in the rapid disinfection of polycaprolactone-based root canal filling material.”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 1, p. 42-4.
- SALEH, I.M., RUYTER, I.E., HAAPASALO, M., *et al.*, 2002, “The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers”, **International Endodontic Journal**, v. 35, n. 1, p. 859-66.
- SALEH, I.M., RUYTER, I.E., HAAPASALO, M.P., *et al.*, 2003, “Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy”, **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 9, p. 595-601.
- SANTOS, S.F., 2005, **Análise de filmes poliméricos densos de AcC/PHAmcl por técnicas de DSC, DMA, XPS, Ângulo de Contato e AFM**, dissertação de Msc, PUC/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

- SAPATA, A.S.P., 2006, **Influencia da variação do tempo de aplicação do ácido fosfórico na morfologia e espessura da interface adesiva em dentina vital**, Dissertação de Msc, Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP, Brasil.
- SAVIOLI, R.N., COSTA, W.F., SAQUY, P.C., *et al.*, 1993, “Estudo comparativo entre o hipoclorito de sódio e o ácido cítrico na capacidade de limpeza do canal radicular.”, **Revista Odontológica da USP**, v. 7, n. 4, p. 273-7.
- SAYIN, T.C., SERPER, A., CEHRELI, Z.C., *et al.*, 2007, “Calcium loss from root canal dentin following EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline-HCl treatment with or without subsequent NaOCl irrigation.”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 5, p. 581-4.
- SCENZA, M.F.Z., CHEVITARESE, O., ALMEIDA, N.S., *et al.*, 1986, “ A utilização de ácido cítrico a 10% em condutos radiculares.”, **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 3, n. 3, p. 25-32.
- SCENZA, M.F., ANTONIAZZI, J.H., SCENZA, P., 2000, “Efficacy of final irrigation--a scanning electron microscopic evaluation.”, **Journal of Endodontics**, v. 26, n. 6, p. 355-8.
- SCENZA, M.F., PIERRO, V., SCENZA, P., *et al.*, 2004, “Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on “smear layer” removal”, **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 98, n. 4, p.499-503.
- SCHILDER, H., 1967, “Filling root canals in three dimensions”, **Dental Clinic of North of America**, v. 11, p. 723-44.
- SEIDBERG, B., SCHILDER, H., 1974, “An evaluation of EDTA in endodontics”, **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 37, n. 4, p. 609-20.
- SELTZER, S., GREEN, D.B., WEINER, N., *et al.*, 1972, “A scanning electron microscope examination of silver cones removed from endodontically treated teeth.”, **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 33, n. 4, p. 589-605.
- SEN, B., PISKIN, B., BARAN, N., 1995, “The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage.”, **International Endodontic Journal**, v. 29, p. 23 -8.

- SEN, B.H., SAFAVI, K.E., SPÅNGBERG, L.S., 1999, “Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals.”, **Journal of Endodontics**, v. 25, n. 4, p. 235-8.
- SERPER, A., ÇALT, S., 2002, “The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH.”, **Journal of Endodontics**, v. 28, p. 501-2.
- SHABAHANG, S., ASLANYAN, J., TORABINEJAD, M., 2008, The substitution of chlorhexidine for doxycycline in MTAD: the antibacterial efficacy against a strain of *Enterococcus faecalis*, **Journal of Endodontics**, v. 34, n.3, p.288-90.
- SHABAHANG, S., TORABINEJAD, M., 2003, “Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth”, **Journal of Endodontics**, v. 29, p. 576 –9.
- SHORT, R.D., DORN, S.O., KUTTLER, S., 2003, “The crystallization of sodium hypochlorite on gutta-percha cones after the rapid-sterilization technique: an SEM study”, **Journal of Endodontics**, v. 29, n.10, p.670-3.
- SHORT, R.D., DORN, S.O., KUTTLER, S., 2003, “The crystallization of sodium hypochlorite on gutta-percha cones after the rapid-sterilization technique: an SEM study.”, **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 10, p. 670-3.
- SIQUEIRA JR, J.F., BATISTA M.M., FRAGA R.C., *et al.*, 1998, “Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria.”, **Journal of Endodontics**, v. 24, n. 6, p. 414-16.
- SIQUEIRA JR, J.F., RÔÇAS, I.N., PAIVA, S.S., *et al.*, 2007, “Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis”. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v.104, n.1, p.122-30.
- SMITH, J., WAYMAN, B., 1986, “An evaluation of the antimicrobial effectiveness of citric acid as a root canal irrigant.”, **Journal of Endodontics**, v. 12, p. 54-8.
- SMITH, W.F., 1998, **Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais**, 3 ed, Portugal, editora McGraw-Hill
- SPRATT, D.A., PRATTEN, J., WILSON, M., *et al.*, 2001, “An in vitro evaluation of the antimicrobial efficacy of irrigants on biofilms of root canal isolates”, **International Endodontic Journal**, v. 34, p. 300-307.

- SUNDQVIST, G., 1992, “Associations between microbial species in dental root canal infections”, **Oral Microbiol. Immunol.**, v. 7, n. 5, p. 257-62.
- TAKEDA, F.H., HARASHIMA, T., KIMURA, Y., *et al.*, 1999, “A comparative study of the removal of “smear layer” by three endodontic irrigants and two types of laser.”, **International Endodontic Journal**, v. 32, n. 1, p. 32-9.
- TANOMARU FILHO, M., LEONARDO, M.R., DA SILVA, L.A., 2002, “Effect of irrigating solution and calcium hydroxide root canal dressing on the repair of apical and periapical tissues of teeth with periapical lesion”, **Journal of Endodontics**, v.28, n.4, p.295-9.
- TAŞMAN, F., CEHRELI, Z.C., OĞAN, C., *et al.*, 2000, “Surface tension of root canal irrigants.”, **Journal of Endodontics**, v. 26, n. 10, p. 586-7.
- TEIXEIRA, C.S., FELIPPE, M.C., FELIPPE, W.T., 2005, “The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal “smear layer” removal: an SEM analysis.”, **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 5, p. 285-90.
- TIDMARSH, B., 1978, “Acid-cleansed and Resin-Sealed root canals.”, **Journal of Endodontics**, v. 4, p. 117-21.
- TORABINEJAD, M., CHO, Y., KHADEMI, A.A., *et al.*, 2003, “The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the “smear layer”.”, **Journal of Endodontics**, v. 29, n. 4, p. 233-9.
- TORABINEJAD, M., HANDYSIDES, R., KHADEMI, A.A., *et al.*, 2002, “Clinical implications of the “smear layer” in endodontics: a review”, **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v.94, n.6, p.658-66.
- TORABINEJAD, M., KHADEMI, A.A., BABAGOLI, J., *et al.*, 2003, “A new solution for the removal of the “smear layer””, **Journal of Endodontics**, v. 29, p. 170 –5.
- TORABINEJAD, M., SHABAHANG, S., APRECIO, R.M., *et al.*, 2003, “The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation.”, **Journal of Endodontics**, v. 29, p. 400 –3.
- VALERA, M.V., ANBINDER, A.L., LEONARDO, M.R., *et al.*, 2000, “Endodontic cements: morphological analysis carried out immediately and after six month storage, using atomic force microscopy.”, **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 14, n. 3, p. 199-204.

- VALOIS, C.R., SILVA, L.P., AZEVEDO, R.B., 2005a, “Effects of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite on gutta-percha cones studied by atomic force microscopy.”, **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 7, p. 425-9.
- VALOIS, C.R., SILVA, L.P., AZEVEDO, R.B., 2005b, “Structural effects of sodium hypochlorite solutions on gutta-percha cones: atomic force microscopy study”, **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 10, p. 749-51.
- VALOIS, C.R., SILVA, L.P., AZEVEDO, R.B., *et al.*, 2004, “Atomic force microscopy study of gutta-percha cone topography”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 98, n. 2, p. 250-5.
- VIANNA, M.E., GOMES, B.P., BERBER, V.B., *et al.*, 2004, “In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite.”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology, Radiology and Endodontics**, v. 97, n. 1, p. 79-84.
- WALKER, R.E., 1936, “A definite and dependable therapy for pulpless teeth”. **J. Amer. Dent. Assoc.**, v. 23, n. 2, p. 1418-1425.
- WANG, C.S., ARNOLD, R.R., TROPE, M., *et al*, 2007, “Clinical efficiency of 2% chlorhexidine gel in reducing intracanal bacteria”, **Journal of Endodontics**, v. 33, n.11, p.1283-9.
- WEINREB, M., MEIER, E., 1965, “The relative efficiency of EDTA, sulfuric acid, and mechanical instrumentation in the enlargement of root canals.”, **Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology and Endodontics**, v. 19, p. 243- 252.
- WHITE, R.R., HAYS, G.L., JANER, L.R., 1997, “Residual antimicrobial activity after canal irrigation with Chlorhexidine”, **Journal of Endodontics**, v. 23, n. 4, p. 229-231.
- YAMAGUCHI, N., YOSHIDA, K., SUZUKI, R., *et al.*, 1996, “Root canal irrigation with acid solution.”, **Journal of Endodontics**, v. 22, p. 27-29.
- YOSHIDA, T., SHIBATA, T., SHINOHARA, T., *et al.*, 1995, “Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant.”, **Journal of Endodontics**, v. 21, n. 12, p. 592-3.
- ZEHNDER, M., SCHICHT, O., SENER, B., *et al.*, 2005, “Reducing surface tension in endodontic chelator solutions has no effect on their ability to remove

calcium from instrumented root canals”, **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 8, p. 590-2.

- ZEHNDER, M., 2006, “Root Canal Irrigants”, **Journal of Endodontics**, v.32, n.5, p.389-98.
- ZIDAN, O., ELDEEB, M.E., 1985, “The use of a dentinal bonding agent as a root canal sealer”. **Journal of Endodontics**, v. 11, n.4, p.176-8.

Apêndices

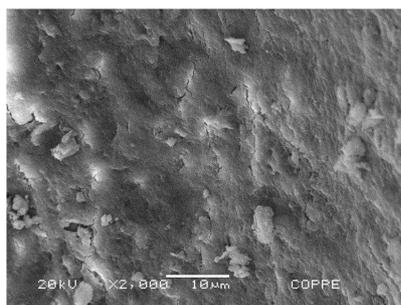
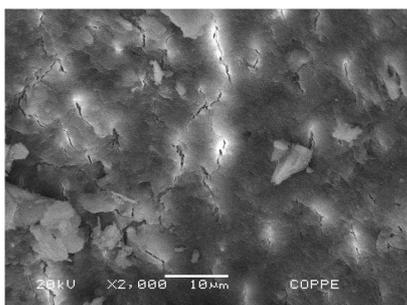
Apêndice 1

As fotomicrografias abaixo ilustram a ação das soluções na remoção da “smear layer” nos diferentes tempos e diferentes terços:

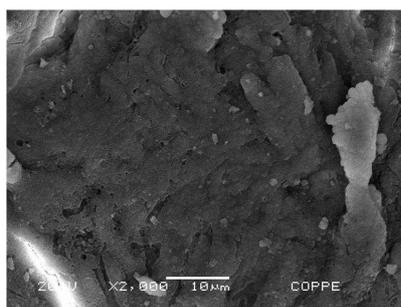
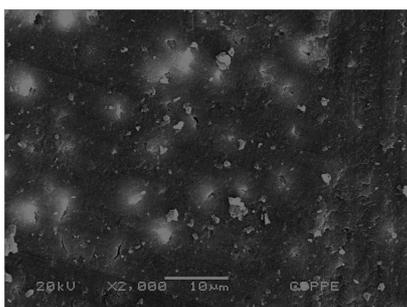
✚ **Análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV)- clivagem sem formação de “smear layer”**

Controle

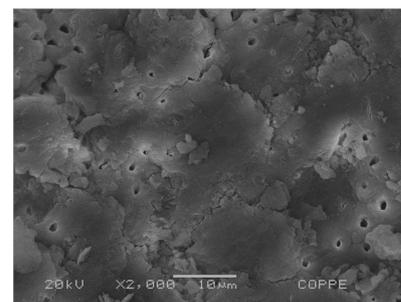
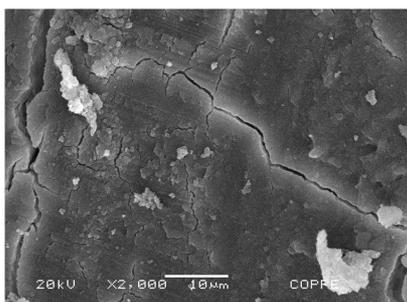
Apical



Médio

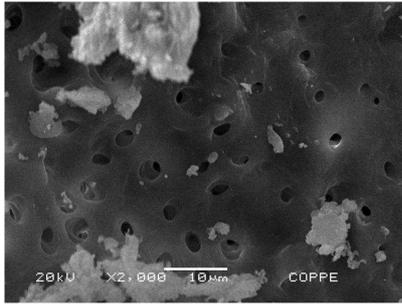
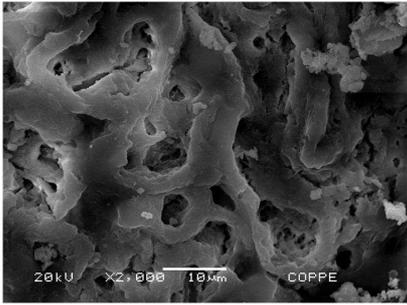


Cervical

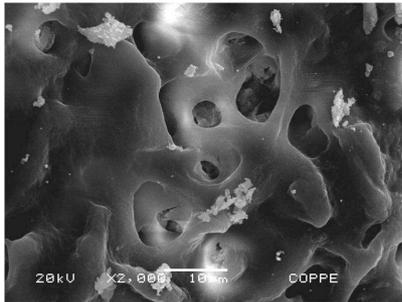
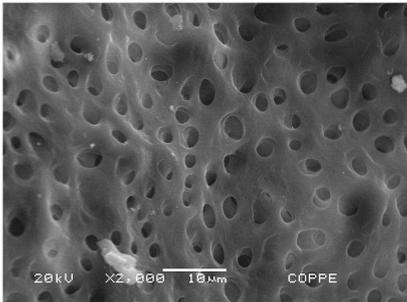


Ácido fosfórico líquido 30 segundos:

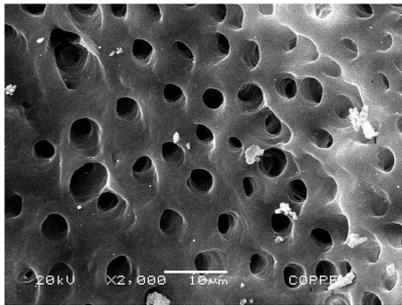
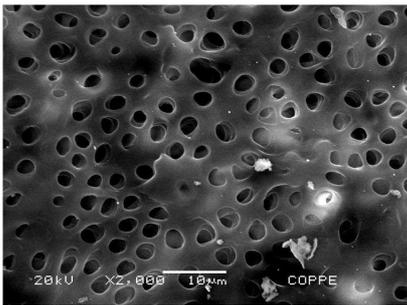
Apical



Médio

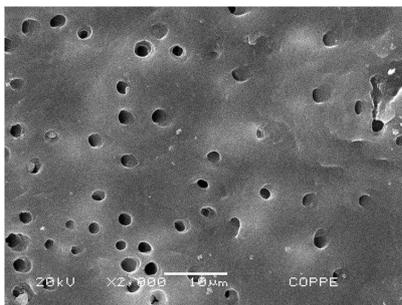
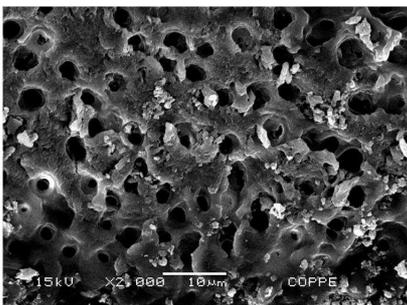


Cervical

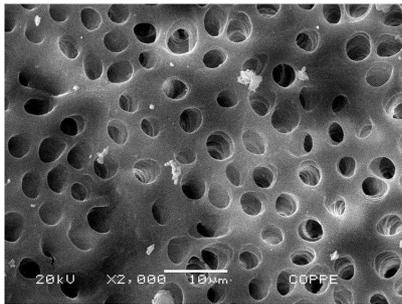
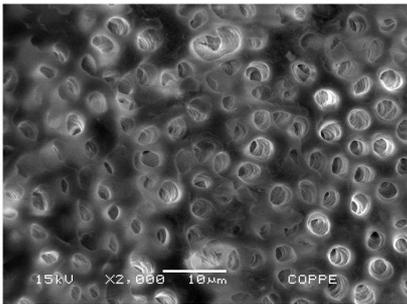


Ácido fosfórico líquido 1 minuto:

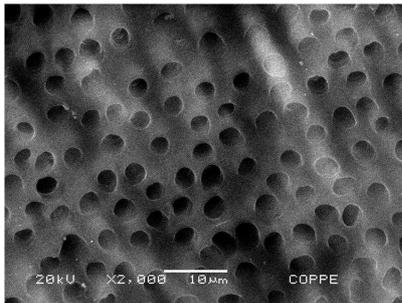
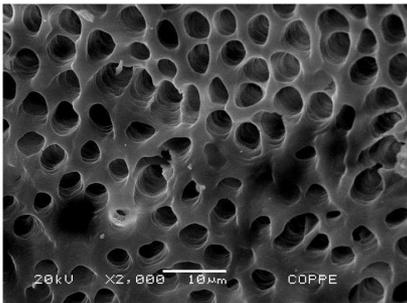
Apical



Médio

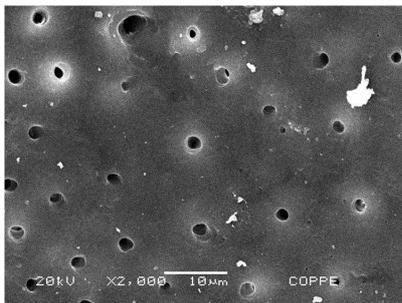
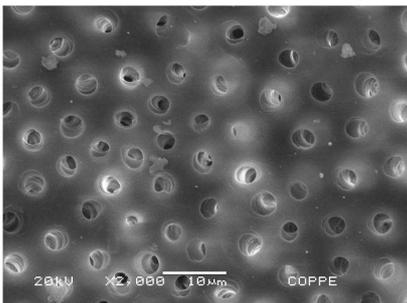


Cervical

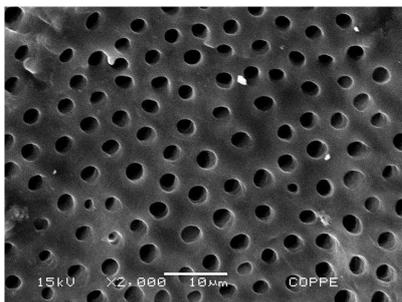
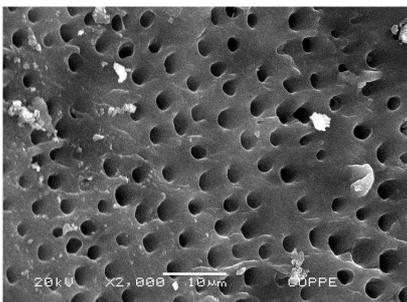


Ácido fosfórico líquido 3 minutos:

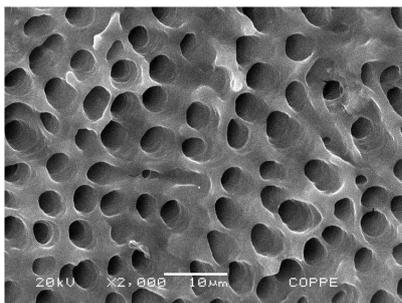
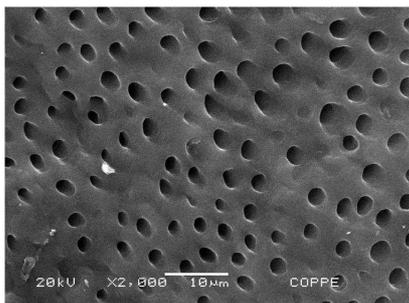
Apical



Médio

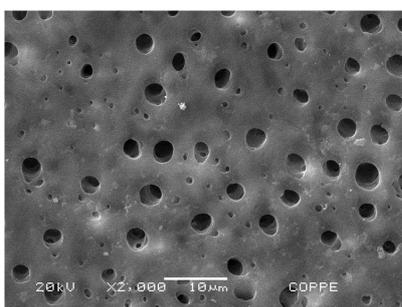
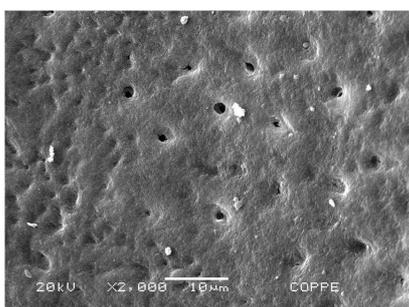


Cervical

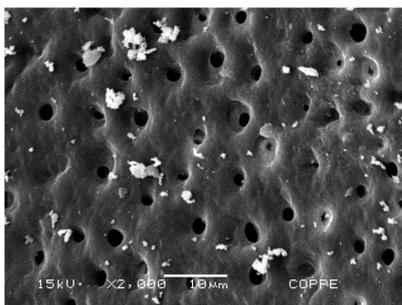
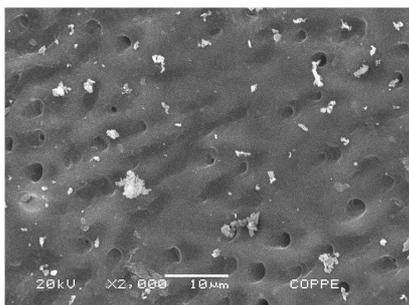


Ácido cítrico 30 segundos:

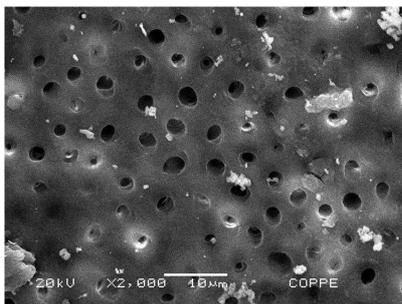
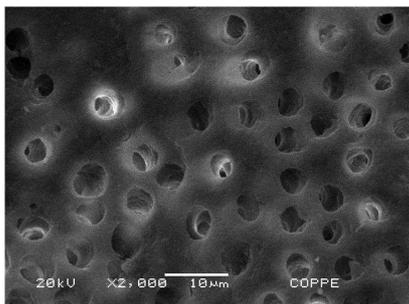
Apical



Médio

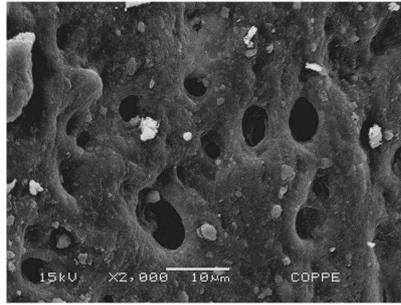
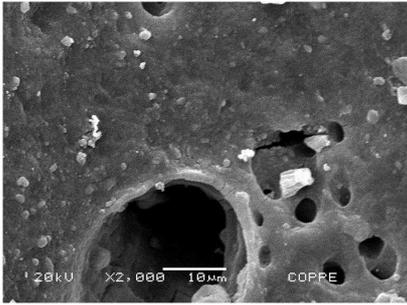


Cervical

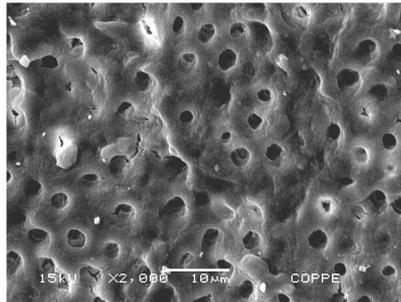
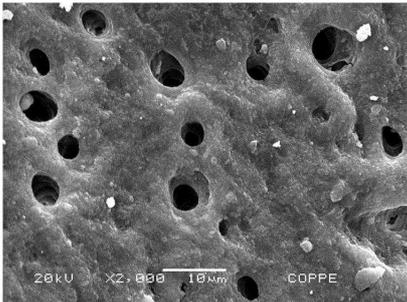


Ácido cítrico 1 minuto:

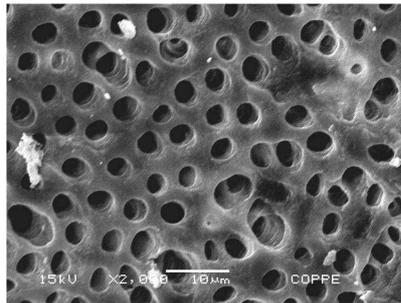
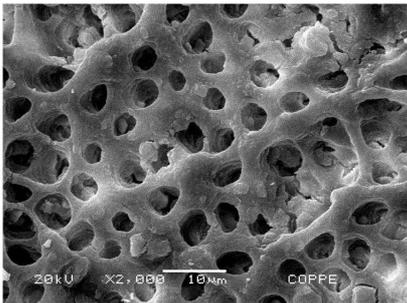
Apical



Medio

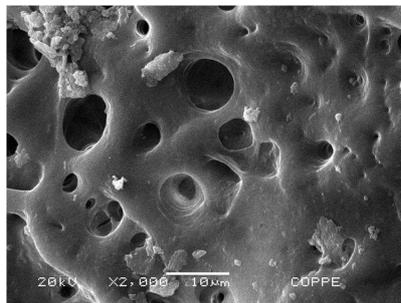
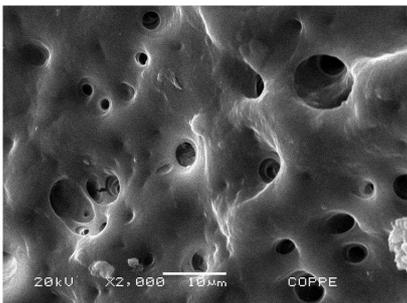


Cervical

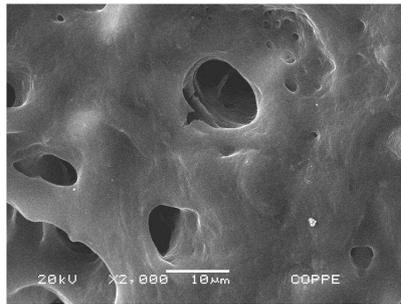
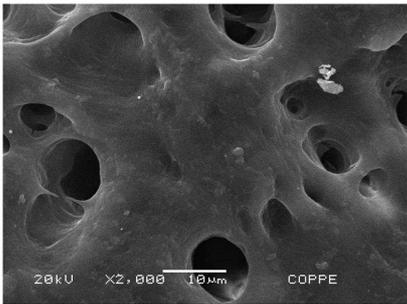


Ácido cítrico 3 minutos:

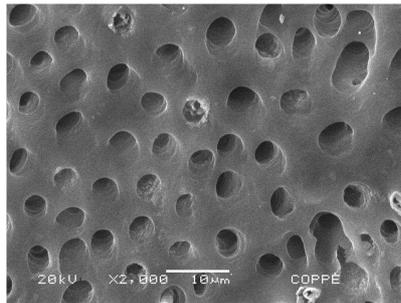
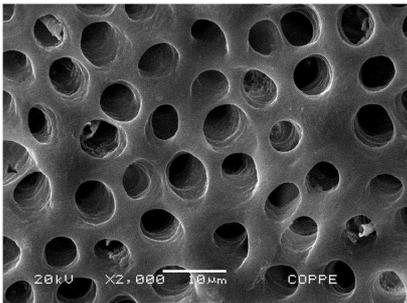
Apical



Médio

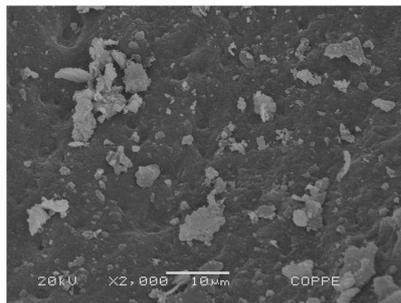
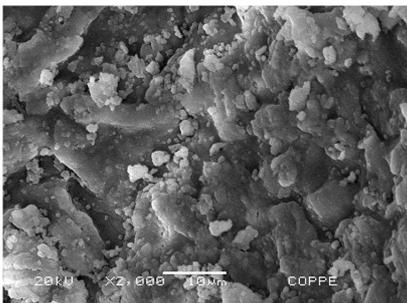


Cervical

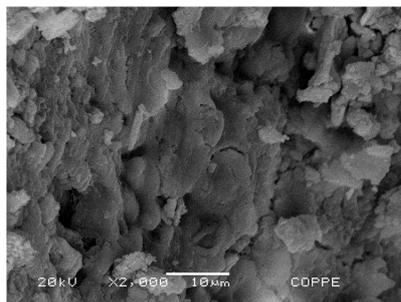
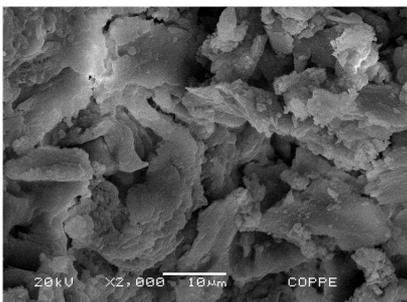


EDTA 30 segundos:

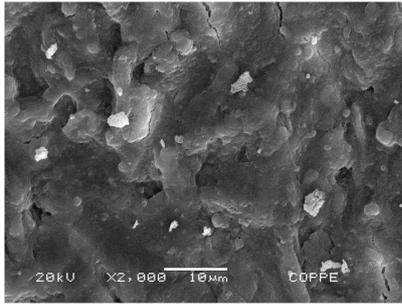
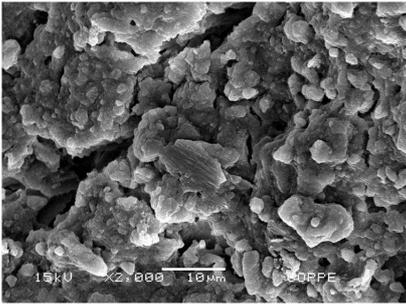
Apical



Médio

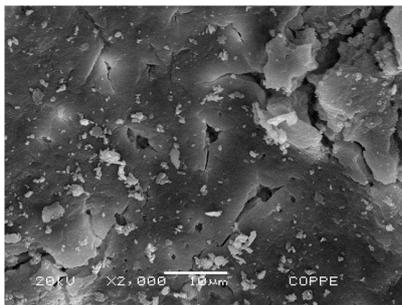
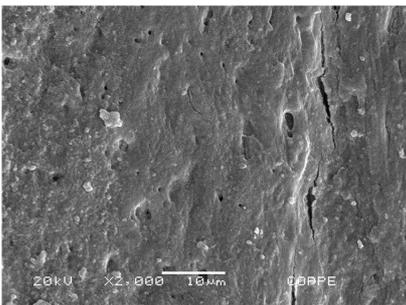


Cervical

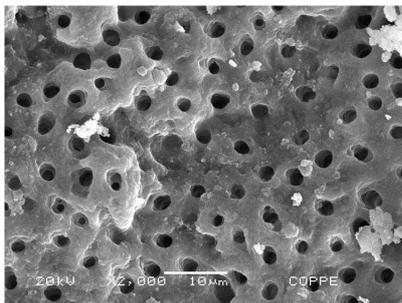
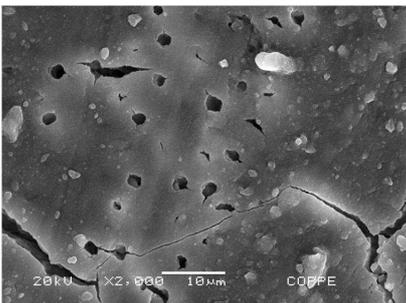


EDTA 1 minuto:

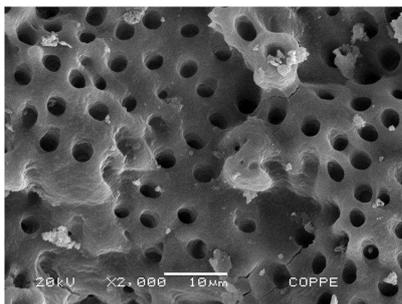
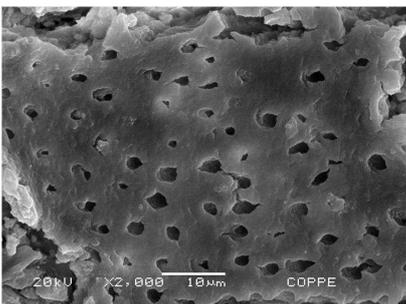
Apical



Médio

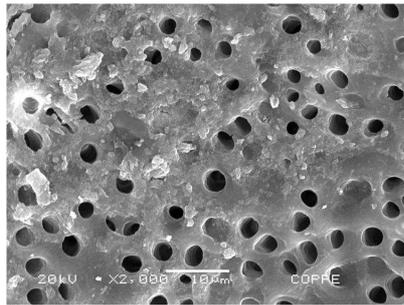
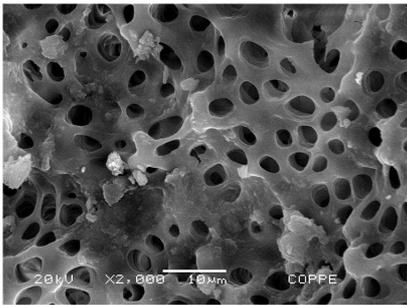


Cervical

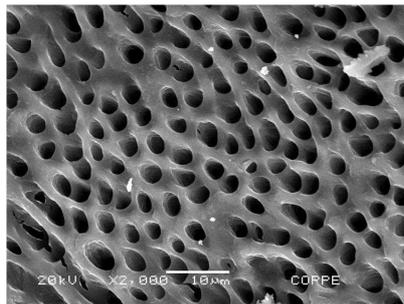
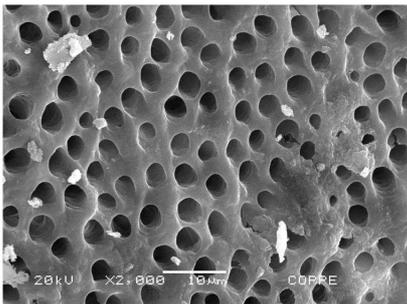


EDTA 3 minutos:

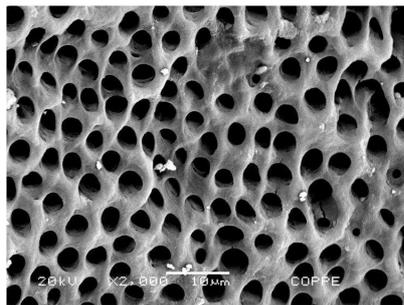
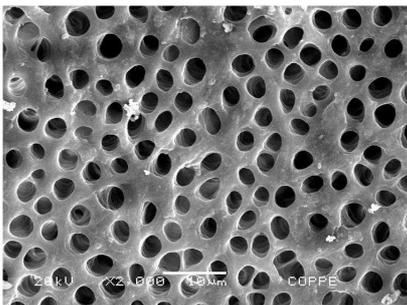
Apical



Médio

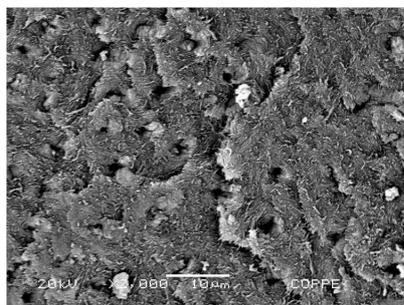
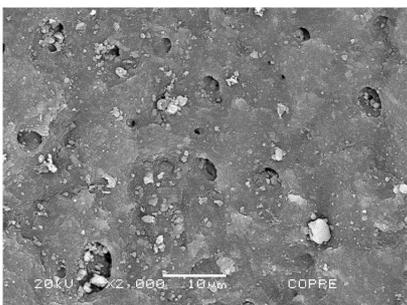


Cervical

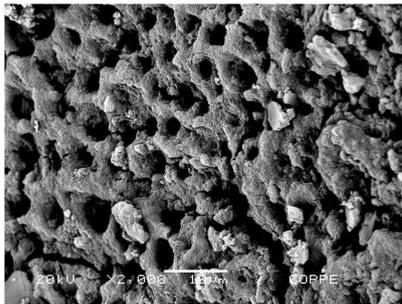
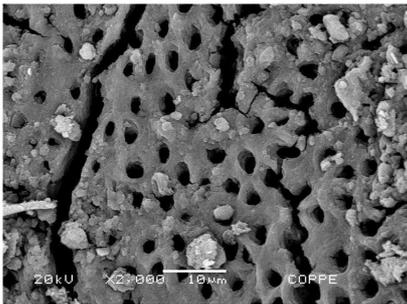


Ácido fosfórico gel 30 segundos:

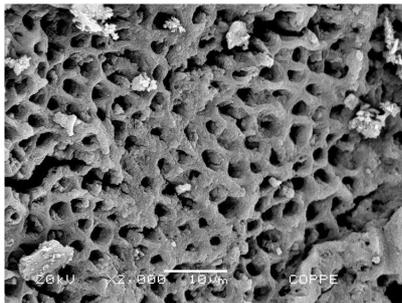
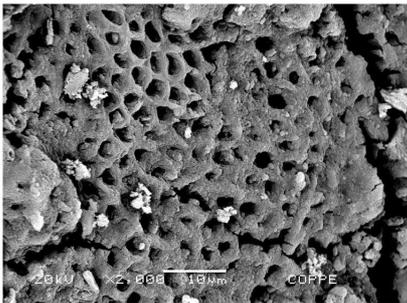
Apical



Médio

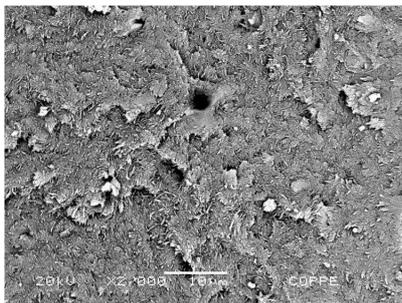
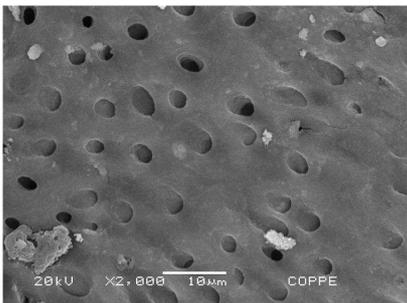


Cervical

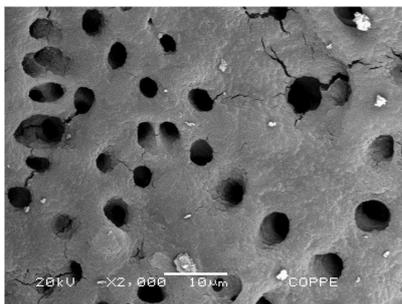
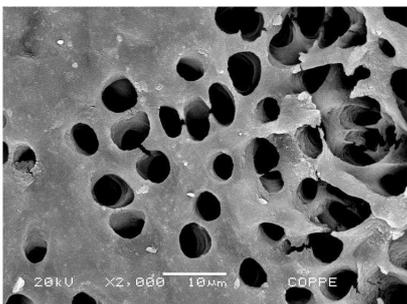


Ácido fosfórico gel 1 minuto:

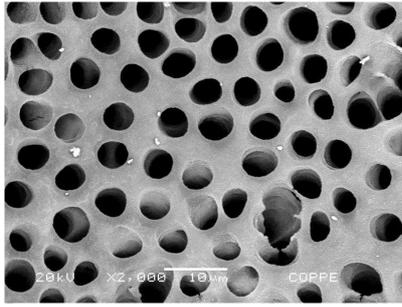
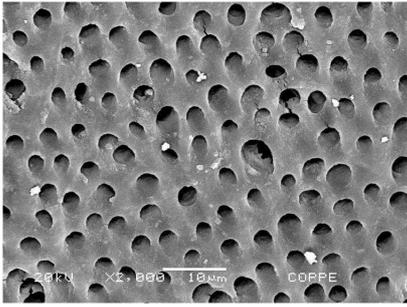
Apical



Médio

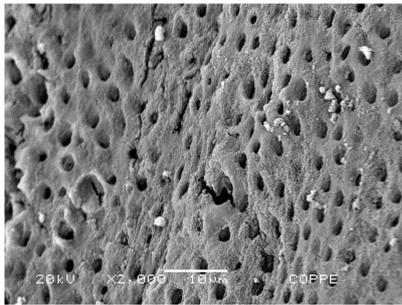
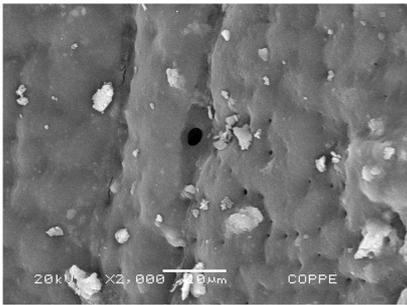


Cervical

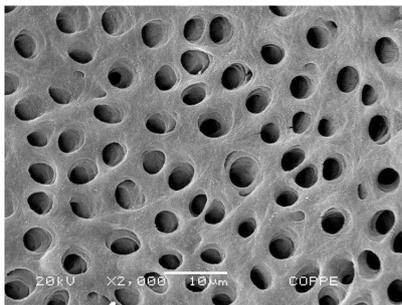
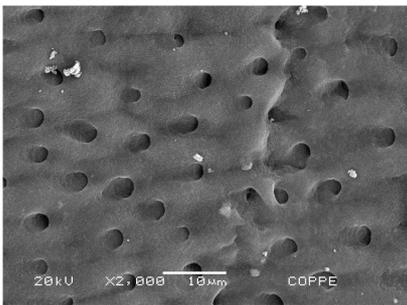


Ácido fosfórico gel 3 minutos:

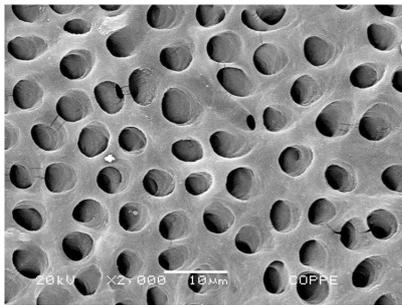
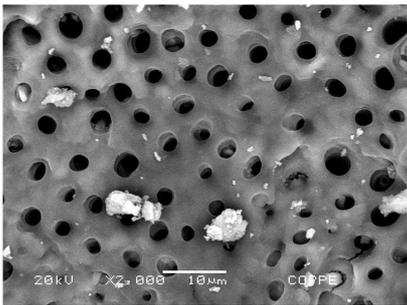
Apical



Médio



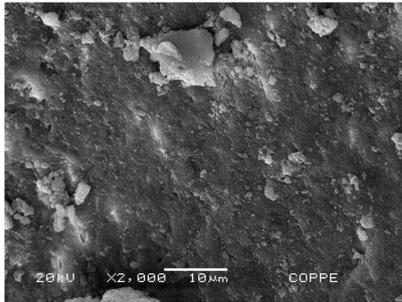
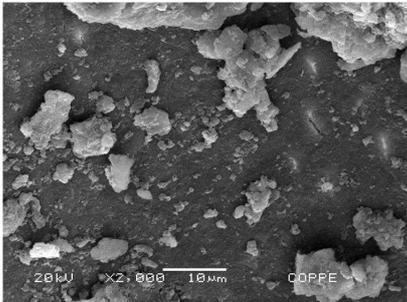
Cervical



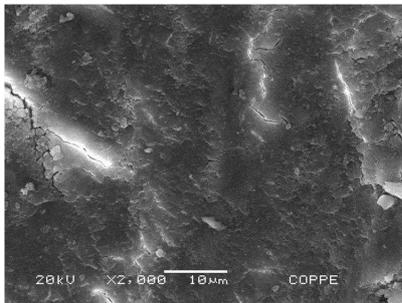
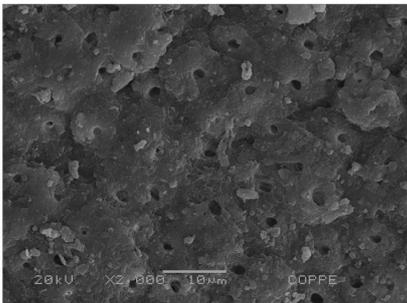
🚦 **Análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV)- clivagem com formação de “smear layer”**

Controle

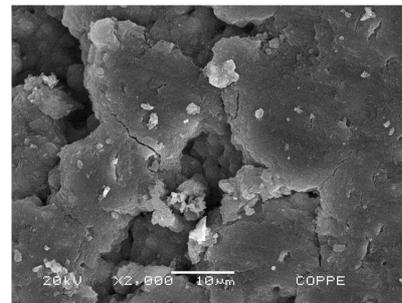
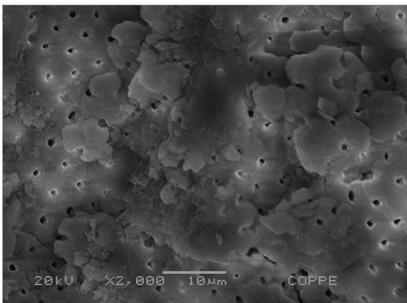
Apical



Médio

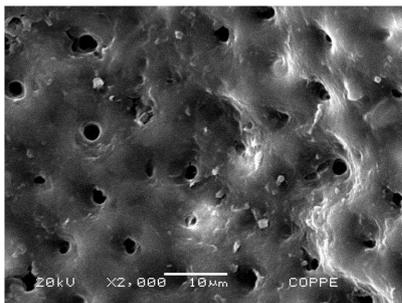
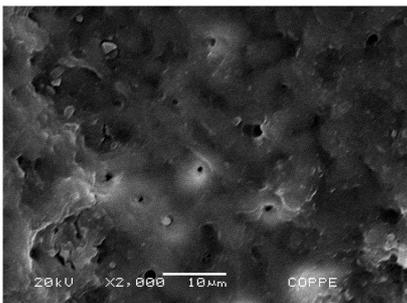


Cervical

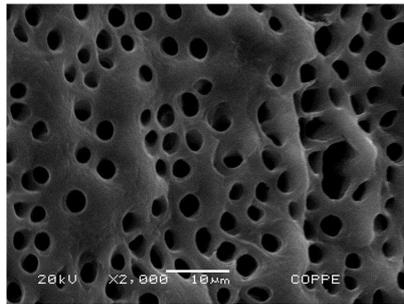
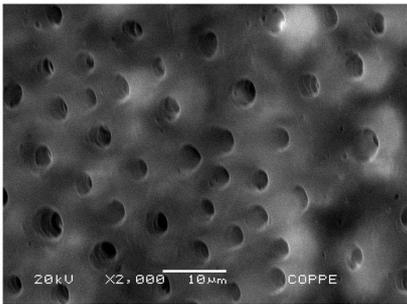


Ácido fosfórico líquido 30 segundos:

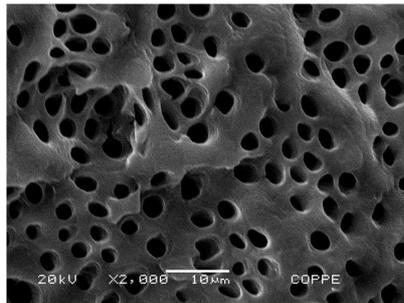
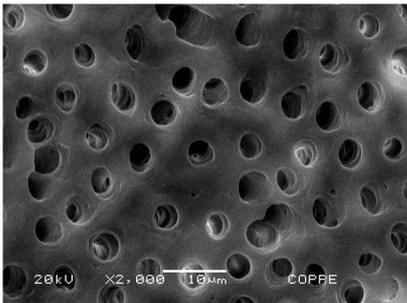
Apical



Médio

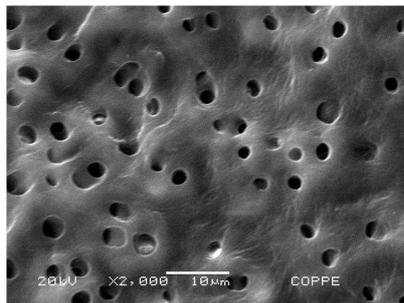
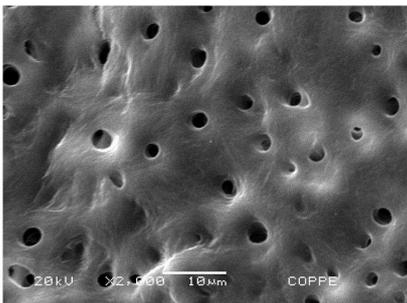


Cervical

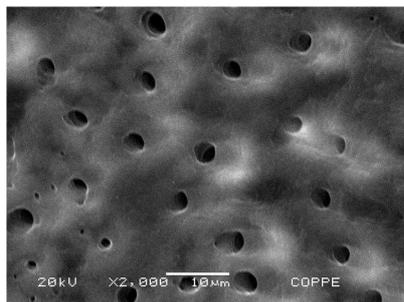
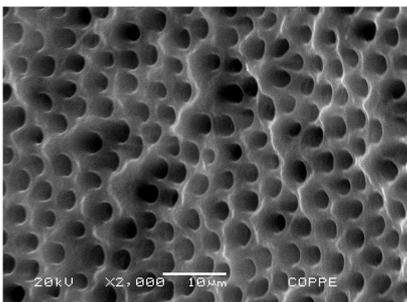


Ácido fosfórico líquido 1 minuto:

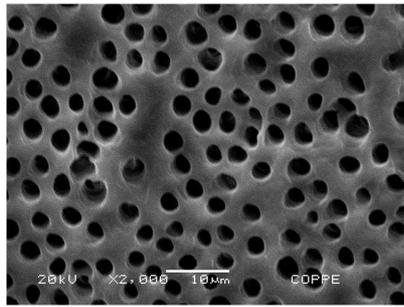
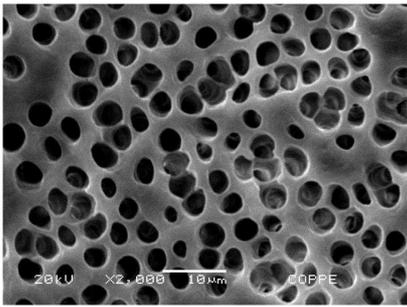
Apical



Médio

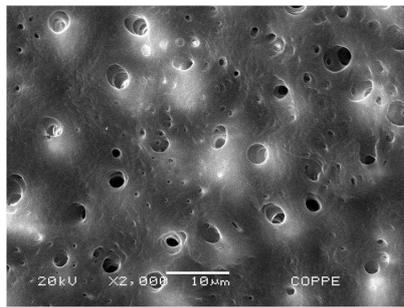
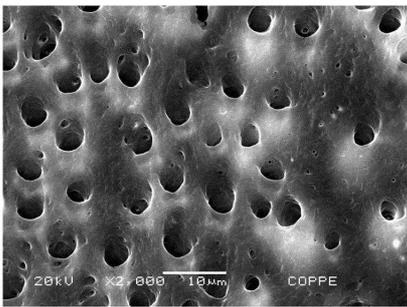


Cervical

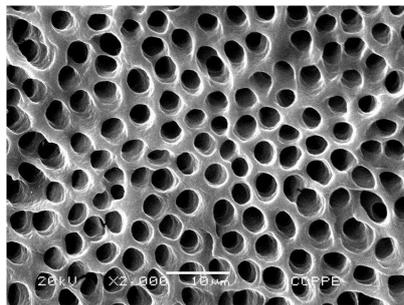
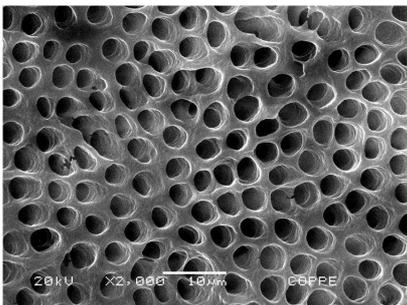


Ácido fosfórico líquido 3 minutos:

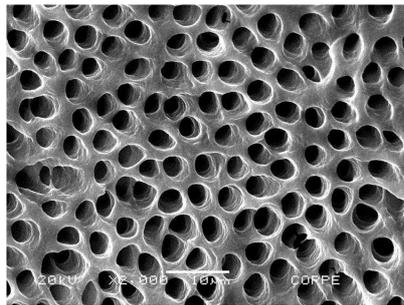
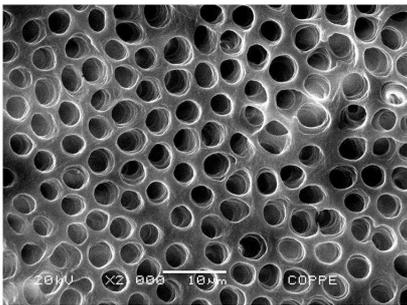
Apical



Médio

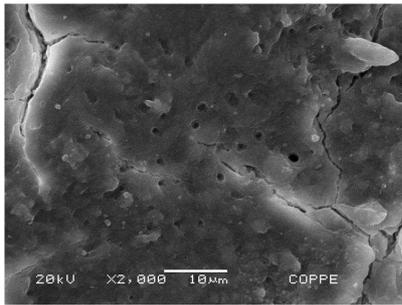
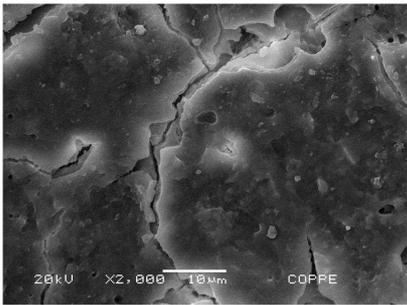


Cervical

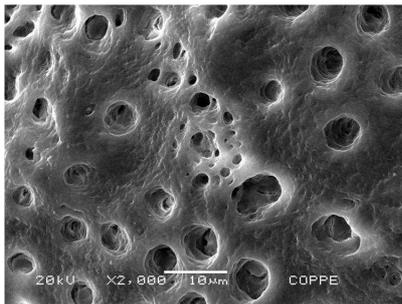
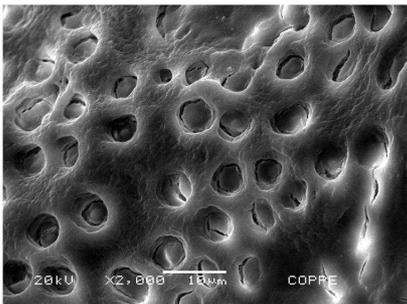


Ácido cítrico 30 segundos:

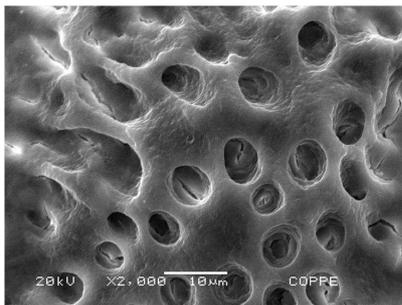
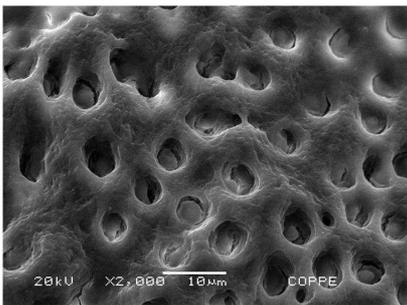
Apical



Médio

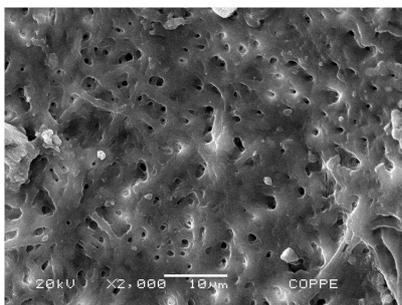
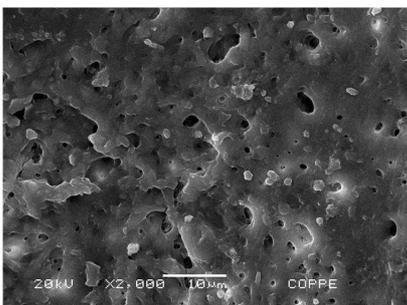


Cervical

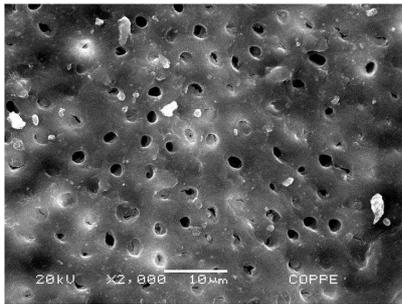
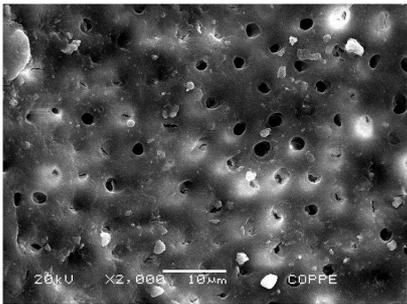


Ácido cítrico 1 minuto:

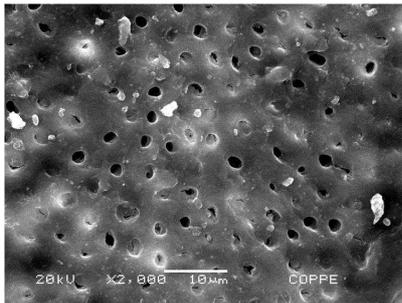
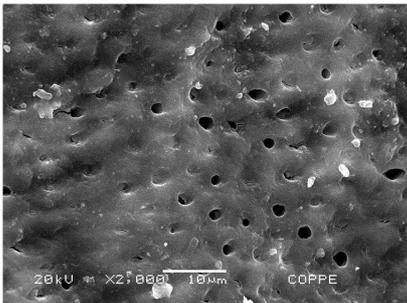
Apical



Médio

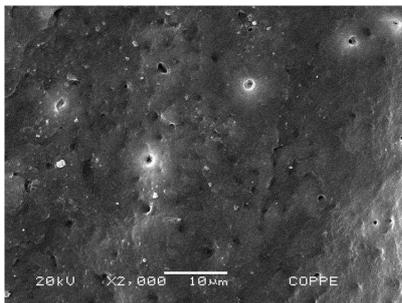
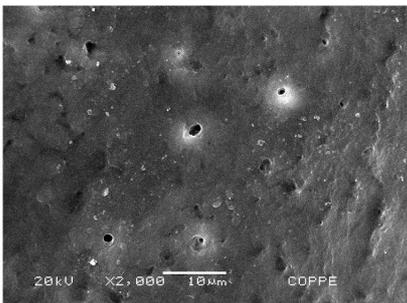


Cervical

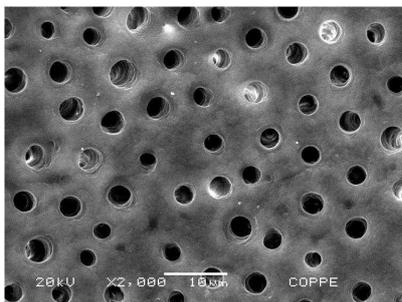
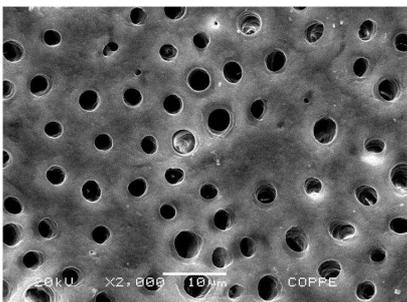


Ácido cítrico 3 minutos:

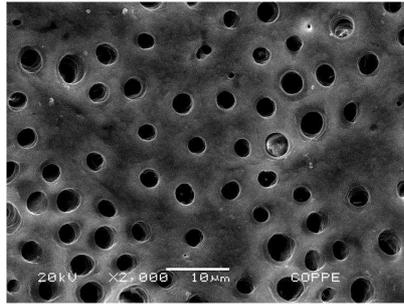
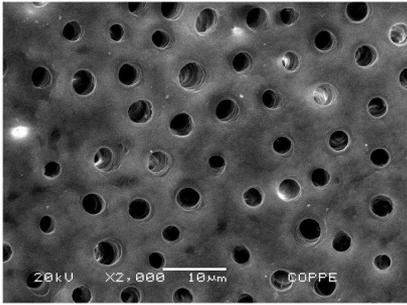
Apical



Médio

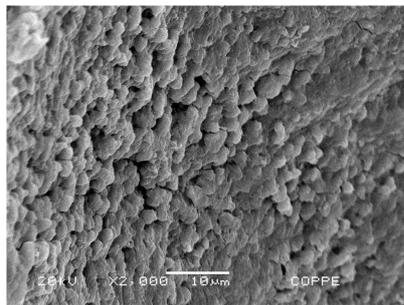
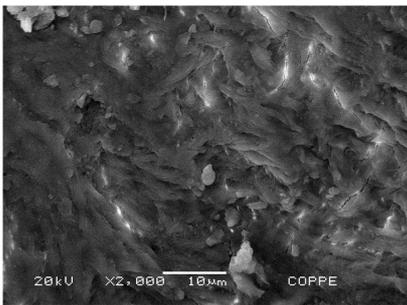


Cervical

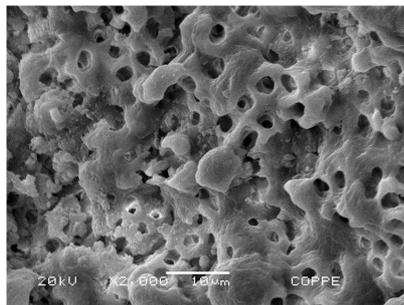
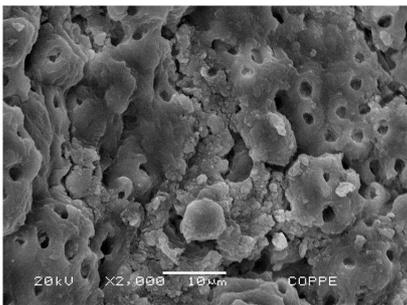


EDTA 30 segundos:

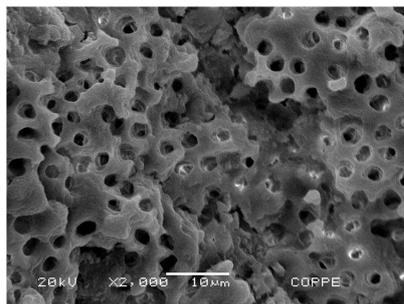
Apical



Médio

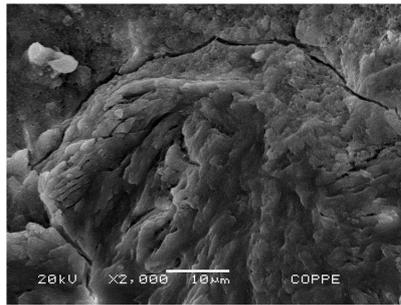
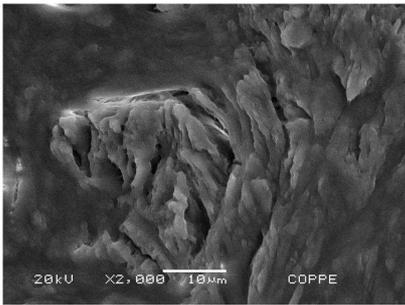


Cervical

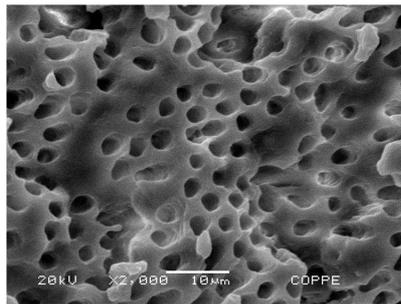
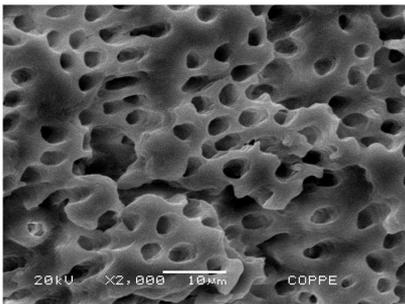


EDTA 1 minuto:

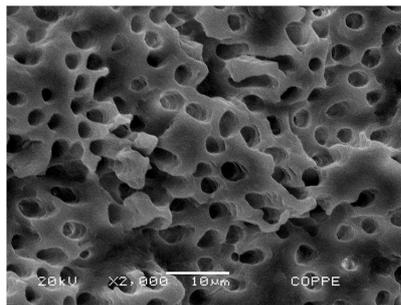
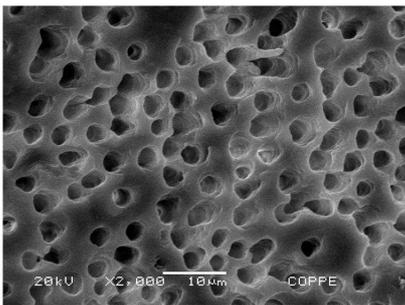
Apical



Médio

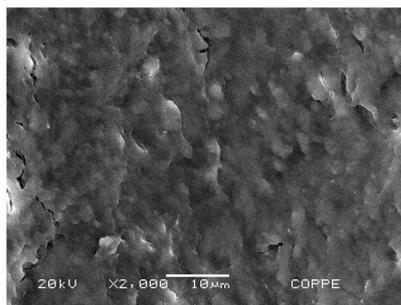
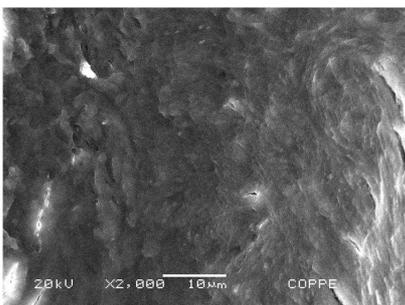


Cervical

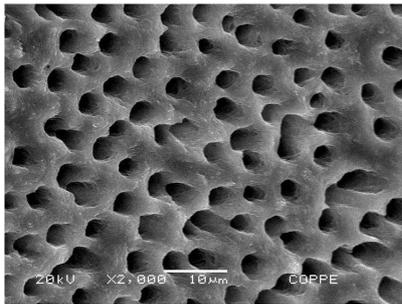
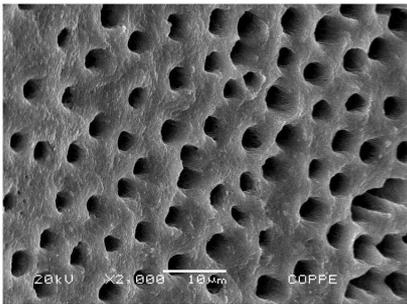


EDTA 3 minutos:

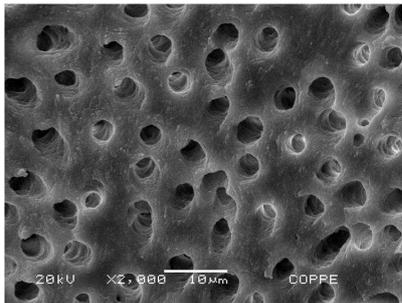
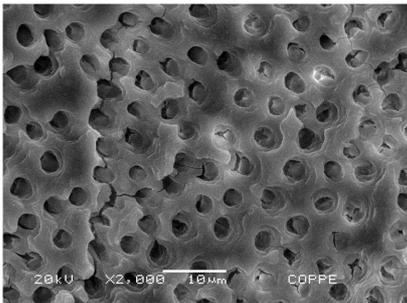
Apical



Médio

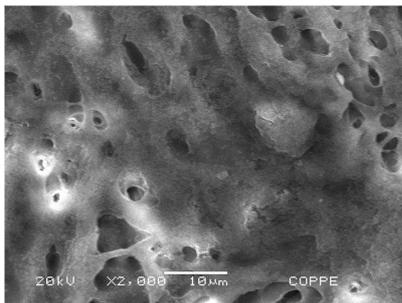
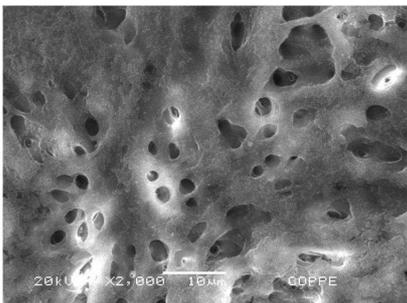


Cervical

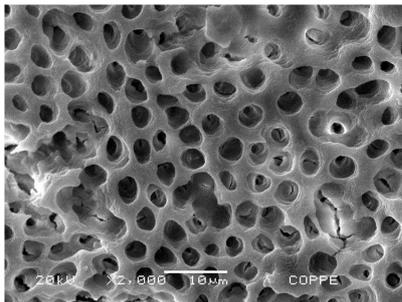
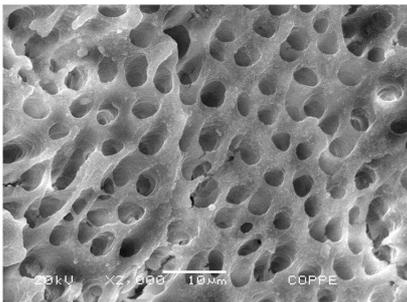


Ácido fosfórico gel 30 segundos:

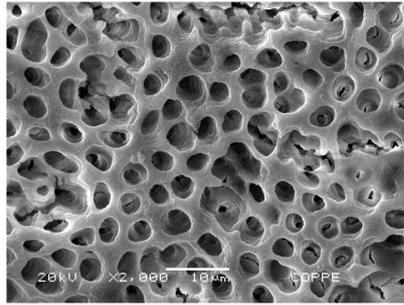
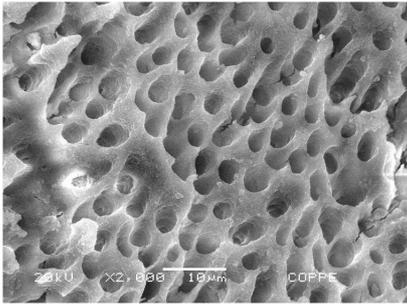
Apical



Médio

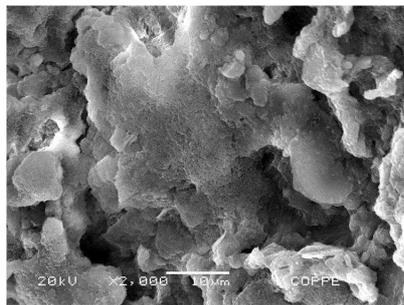
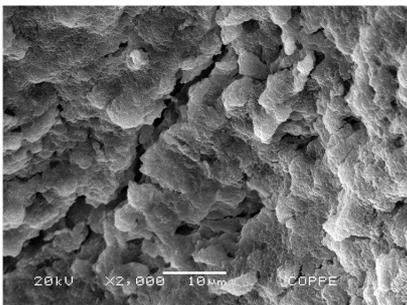


Cervical

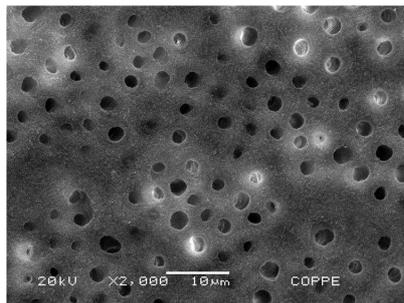
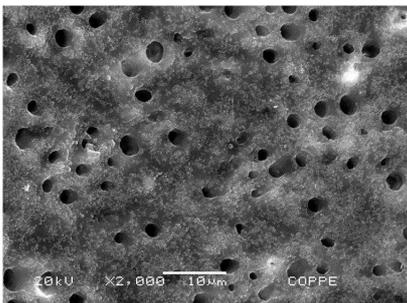


Ácido fosfórico gel 1 minuto:

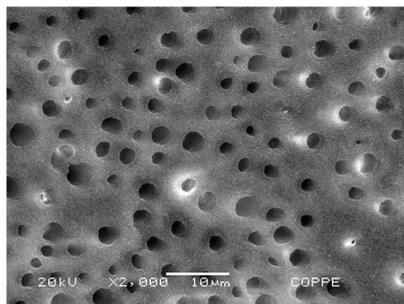
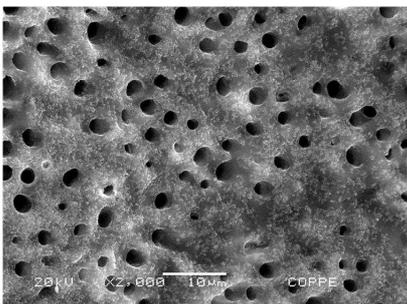
Apical



Médio

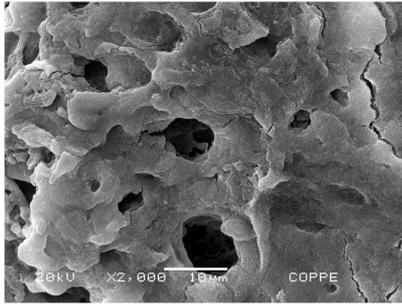
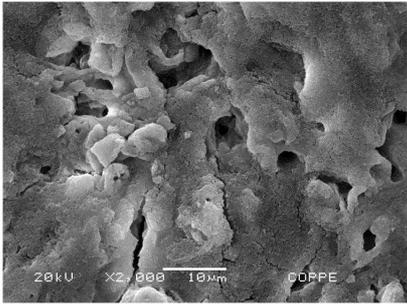


Cervical

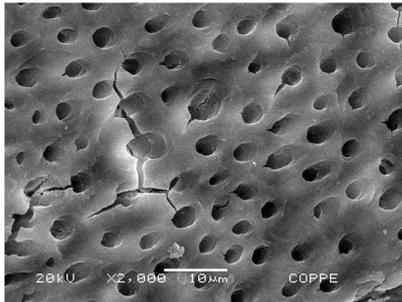
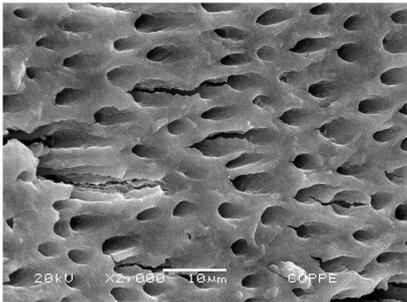


Ácido fosfórico gel 3 minutos:

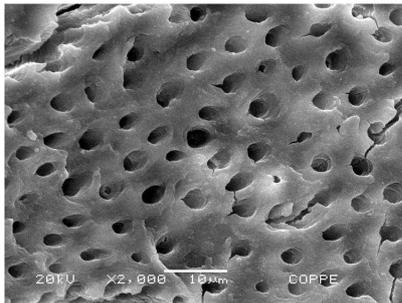
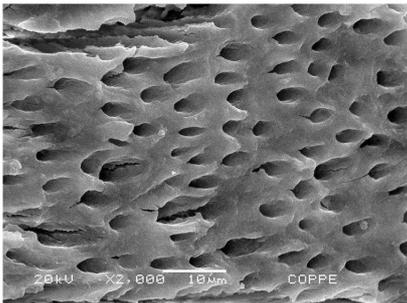
Apical



Médio



Cervical



Apêndice 2

Análise estatística da ação das soluções de ácido fosfórico, ácido cítrico EDTA e ácido fosfórico gel na remoção da “smear layer”:

Teste Kappa- concordância entre os avaliadores

Avaliador 1 X Avaliador 2

		Valor	Desvio Padrão (a)
Mensuração de concordância	Kappa	,911	,022

Avaliador 1 X Avaliador 3

		Valor	Desvio Padrão (a)
Mensuração de concordância	Kappa	,911	,022

Avaliador 2 X Avaliador 3

		Valor	Desvio Padrão (a)
Mensuração de concordância	Kappa	,893	,024

Encontrado o grau de concordância avaliou-se a partir da média dos scores obtidos pelos avaliadores a ação das substâncias como mostrado nos resultados do presente trabalho.

Teste Mann Whitney

Ação das diferentes soluções:

As soluções na coluna 2, em azul, são estatisticamente melhores ($p < 0,05$) que aquela que está sendo comparada na coluna 1.

Tratamento	Tratamento	Média
ácido fosfórico líquido Média = 1,5	ácido fosfórico gel	2,2
	ácido cítrico	1,9
	EDTA	2,8
	Controle	3,75
ácido cítrico Média = 1,9	ácido fosfórico gel	2,2
	ácido fosfórico líquido	1,5
	EDTA	2,8
	Controle	3,75
ácido fosfórico gel Média = 2,2	ácido fosfórico líquido	1,5
	ácido cítrico	1,9
	EDTA	2,8
	Controle	3,75
EDTA Média = 2,8	ácido fosfórico gel	2,2
	ácido fosfórico líquido	1,5
	ácido cítrico	1,9
	Controle	3,75
controle Média = 3,75	ácido fosfórico gel	2,2
	ácido fosfórico líquido	1,5
	ácido cítrico	1,9
	EDTA	2,8

Ação das diferentes soluções nos diferentes tempos:

30 segundos			1 minuto			3 minutos		
Tratamento	tratamento	Média	Tratamento	tratamento	Média	Tratamento	Tratamento	Média
ácido fosfórico líquido Média = 2,1	ácido fosfórico gel	2,7	ácido fosfórico líquido Média = 1,2	ácido fosfórico gel	2,1	ácido fosfórico líquido Média = 1	ácido fosfórico gel	1,9
	ácido cítrico	2		ácido cítrico	2,3		ácido cítrico	1,5
	EDTA	4		EDTA	2,9		EDTA	1,5
	controle	3,75		controle	3,75		Controle	3,75
ácido cítrico Média = 2	ácido fosfórico gel	2,7	ácido cítrico Média = 2,3	ácido fosfórico gel	2,1	ácido cítrico Média = 1,5	ácido fosfórico gel	1,9
	ácido fosfórico líquido	2,1		ácido fosfórico líquido	1,2		ácido fosfórico líquido	1
	EDTA	4		EDTA	2,9		EDTA	1,5
	controle	3,75		controle	3,75		Controle	3,75
ácido fosfórico gel Média = 2,7	ácido fosfórico líquido	2,1	ácido fosfórico gel Média = 2,1	ácido fosfórico líquido	1,2	ácido fosfórico gel Média = 1,9	ácido fosfórico líquido	1
	ácido cítrico	2		ácido cítrico	2,3		ácido cítrico	1,5
	EDTA	4		EDTA	2,9		EDTA	1,5
	controle	3,75		controle	3,75		Controle	3,75
EDTA Média = 4	ácido fosfórico gel	2,7	EDTA Média = 2,9	ácido fosfórico gel	2,1	EDTA Média = 1,5	ácido fosfórico gel	1,9
	ácido fosfórico líquido	2,1		ácido fosfórico líquido	1,2		ácido fosfórico líquido	1
	ácido cítrico	2		ácido cítrico	2,3		ácido cítrico	1,5
	controle	3,75		controle	3,75		Controle	3,75
controle Média = 3,75	ácido fosfórico gel	2,7	controle Média = 3,75	ácido fosfórico gel	2,1	controle Média = 3,75	ácido fosfórico gel	1,9
	ácido fosfórico líquido	2,1		ácido fosfórico líquido	1,2		ácido fosfórico líquido	1
	ácido cítrico	2		ácido cítrico	2,3		ácido cítrico	1,5
	EDTA	4		EDTA	2,9		EDTA	1,5

Ação das diferentes soluções nos diferentes tempos e terços:

Tempo 30 segundos								
Terço apical			Terço médio			Terço cervical		
Tratamento	tratamento	Média	Tratamento	tratamento	Média	Tratamento	tratamento	Média
ácido fosfórico líquido Média = 3,1	ácido fosfórico gel	3	ácido fosfórico líquido Média = 1,6	ácido fosfórico gel	2,5	ácido fosfórico líquido Média = 1,3	ácido fosfórico gel	2,5
	ácido cítrico	2,8		ácido cítrico	1,7		ácido cítrico	1,2
	EDTA	4		EDTA	4		EDTA	4
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
ácido cítrico Média = 2,8	ácido fosfórico gel	3	ácido cítrico Média = 1,7	ácido fosfórico gel	2,5	ácido cítrico Média = 1,2	ácido fosfórico gel	2,5
	ácido fosfórico líquido	3,1		ácido fosfórico líquido	1,6		ácido fosfórico líquido	1,3
	EDTA	4		EDTA	4		EDTA	4
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
ácido fosfórico gel Média = 3	ácido fosfórico líquido	3,1	ácido fosfórico gel Média = 2,5	ácido fosfórico líquido	1,6	ácido fosfórico gel Média = 2,5	ácido fosfórico líquido	1,3
	ácido cítrico	2,8		ácido cítrico	1,7		ácido cítrico	1,2
	EDTA	4		EDTA	4		EDTA	4
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
EDTA Média = 4	ácido fosfórico gel	3	EDTA Média = 4	ácido fosfórico gel	2,5	EDTA Média = 4	ácido fosfórico gel	2,5
	ácido fosfórico líquido	3,1		ácido fosfórico líquido	1,6		ácido fosfórico líquido	1,3
	ácido cítrico	2,8		ácido cítrico	1,7		ácido cítrico	1,2
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
controle Média = 4	ácido fosfórico gel	3	controle Média = 3,75	ácido fosfórico gel	2,5	controle Média = 3,5	ácido fosfórico gel	2,5
	ácido fosfórico líquido	3,1		ácido fosfórico líquido	1,6		ácido fosfórico líquido	1,3
	ácido cítrico	2,8		ácido cítrico	1,7		ácido cítrico	1,2
	EDTA	4		EDTA	4		EDTA	4

Tempo 1 minuto								
Terço apical			Terço médio			Terço cervical		
Tratamento	tratamento	Média	Tratamento	tratamento	Média	Tratamento	tratamento	Média
ácido fosfórico líquido Média = 1,5	ácido fosfórico gel	2,8333	ácido fosfórico líquido Média = 1	ácido fosfórico gel	2	ácido fosfórico líquido Média = 1	ácido fosfórico gel	1,5
	ácido cítrico	2,9167		ácido cítrico	2		ácido cítrico	2
	EDTA	3,75		EDTA	2,75		EDTA	2,3333
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
ácido cítrico Média = 2,9167	ácido fosfórico gel	2,8333	ácido cítrico Média = 2	ácido fosfórico gel	2	ácido cítrico Média = 2	ácido fosfórico gel	1,5
	ácido fosfórico líquido	1,5		ácido fosfórico líquido	1		ácido fosfórico líquido	1
	EDTA	3,75		EDTA	2,75		EDTA	2,3333
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
ácido fosfórico gel Média = 2,8333	ácido fosfórico líquido	1,5	ácido fosfórico gel Média = 2	ácido fosfórico líquido	1	ácido fosfórico gel Média = 1,5	ácido fosfórico líquido	1
	ácido cítrico	2,9167		ácido cítrico	2		ácido cítrico	2
	EDTA	3,75		EDTA	2,75		EDTA	2,3333
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
EDTA Média = 3,75	ácido fosfórico gel	2,8333	EDTA Média = 2,75	ácido fosfórico gel	2	EDTA Média = 2,3333	ácido fosfórico gel	1,5
	ácido fosfórico líquido	1,5		ácido fosfórico líquido	1		ácido fosfórico líquido	1
	ácido cítrico	2,9167		ácido cítrico	2		ácido cítrico	2
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
controle Média = 4	ácido fosfórico gel	2,8333	controle Média = 3,75	ácido fosfórico gel	2	controle Média = 3,5	ácido fosfórico gel	1,5
	ácido fosfórico líquido	1,5		ácido fosfórico líquido	1		ácido fosfórico líquido	1
	ácido cítrico	2,9167		ácido cítrico	2		ácido cítrico	2
	EDTA	3,75		EDTA	2,75		EDTA	2,3333

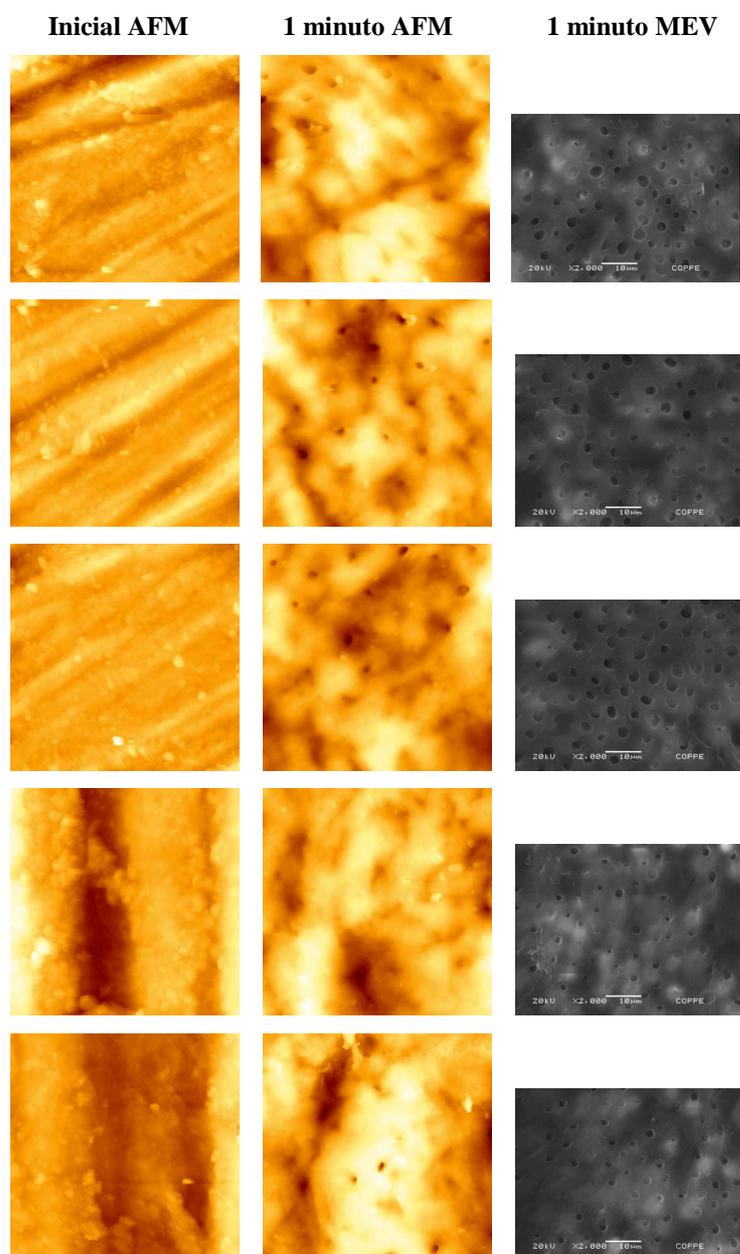
Tempo 3 minutos								
Terço apical			Terço médio			Terço cervical		
Tratamento	tratamento	Média	Tratamento	tratamento	Média	Tratamento	tratamento	Média
ácido fosfórico líquido Média = 1	ácido fosfórico gel	2,9167	ácido fosfórico líquido Média = 1	ácido fosfórico gel	1,5833	ácido fosfórico líquido Média = 1	ácido fosfórico gel	1,3333
	ácido cítrico	2		ácido cítrico	1,4167		ácido cítrico	1,1667
	EDTA	2		EDTA	1,5		EDTA	1
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
ácido cítrico Média = 2	ácido fosfórico gel	2,9167	ácido cítrico Média = 1,4167	ácido fosfórico gel	1,5833	ácido cítrico Média = 1,1667	ácido fosfórico gel	1,3333
	ácido fosfórico líquido	1		ácido fosfórico líquido	1		ácido fosfórico líquido	1
	EDTA	2		EDTA	1,5		EDTA	1
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
ácido fosfórico gel Média = 2,9167	ácido fosfórico líquido	1	ácido fosfórico gel Média = 1,5833	ácido fosfórico líquido	1	ácido fosfórico gel Média = 1,3333	ácido fosfórico líquido	1
	ácido cítrico	2		ácido cítrico	1,4167		ácido cítrico	1,1667
	EDTA	2		EDTA	1,5		EDTA	1
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
EDTA Média = 2	ácido fosfórico gel	2,9167	EDTA Média = 1,5	ácido fosfórico gel	1,5833	EDTA Média = 1	ácido fosfórico gel	1,3333
	ácido fosfórico líquido	1		ácido fosfórico líquido	1		ácido fosfórico líquido	1
	ácido cítrico	2		ácido cítrico	1,4167		ácido cítrico	1,1667
	controle	4		controle	3,75		controle	3,5
controle Média = 4	ácido fosfórico gel	2,9167	controle Média = 3,75	ácido fosfórico gel	1,5833	controle Média = 3,5	ácido fosfórico gel	1,3333
	ácido fosfórico líquido	1		ácido fosfórico líquido	1		ácido fosfórico líquido	1
	ácido cítrico	2		ácido cítrico	1,4167		ácido cítrico	1,1667
	EDTA	2		EDTA	1,5		EDTA	1

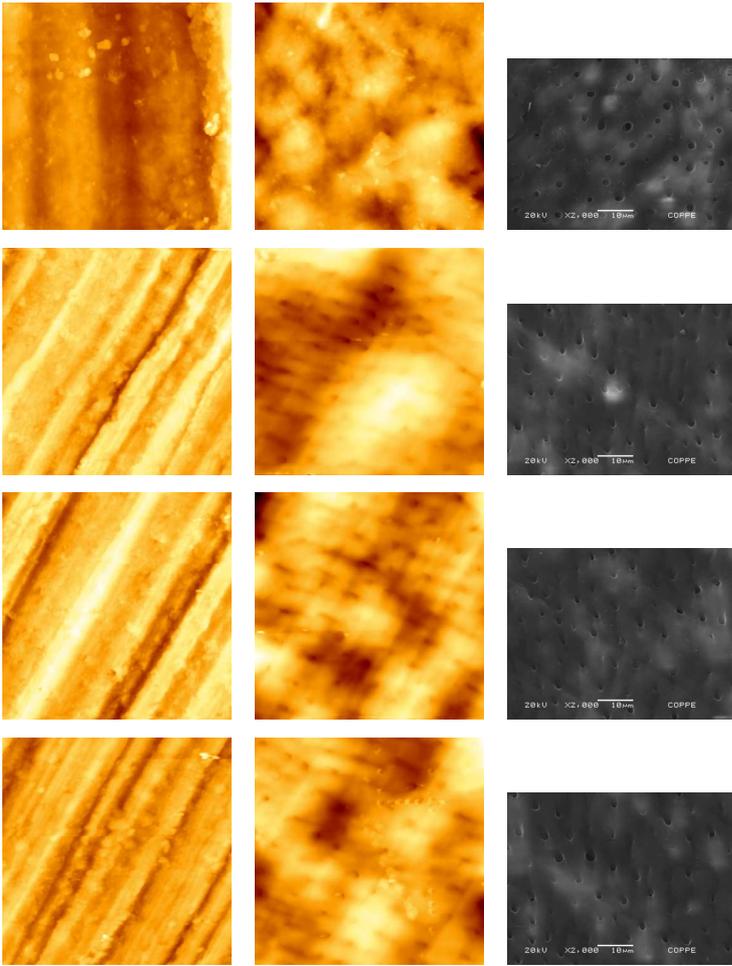
Apêndice 3

Imagens de uma mesma amostra através de duas diferentes técnicas de análise, microscopia de força atômica (AFM) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), avaliando a ação das soluções de ácido fosfórico, ácido cítrico e EDTA na remoção da “smear layer”.

Na coluna 1 encontra-se a imagem inicial de AFM, antes da ação da substância. Na coluna 2, a ação da solução por AFM e na coluna 3 a mesma amostra da coluna 2, agora com outra técnica de análise, MEV.

Ácido fosfórico:

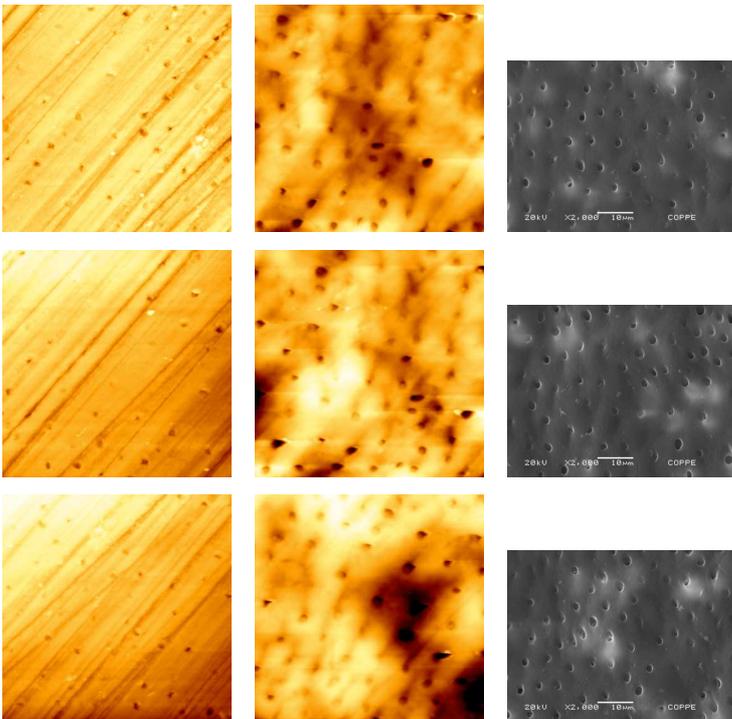


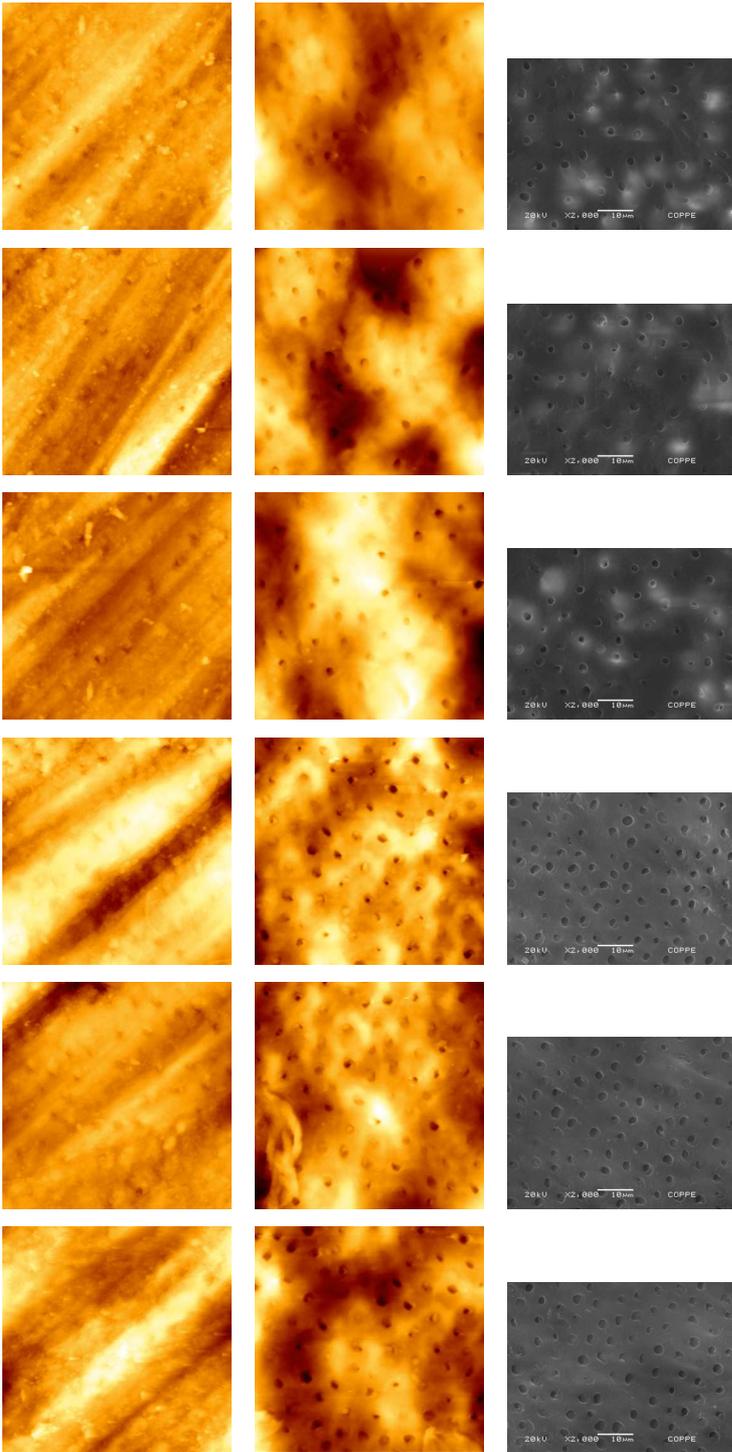


Inicial AFM

3 minutos AFM

3 minutos MEV



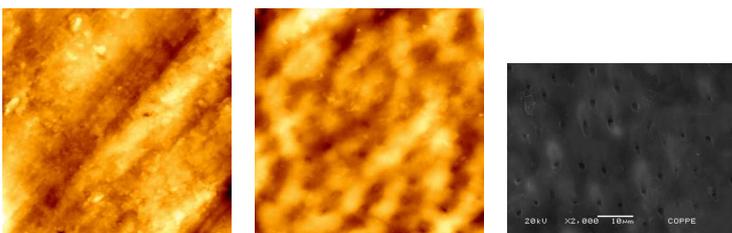


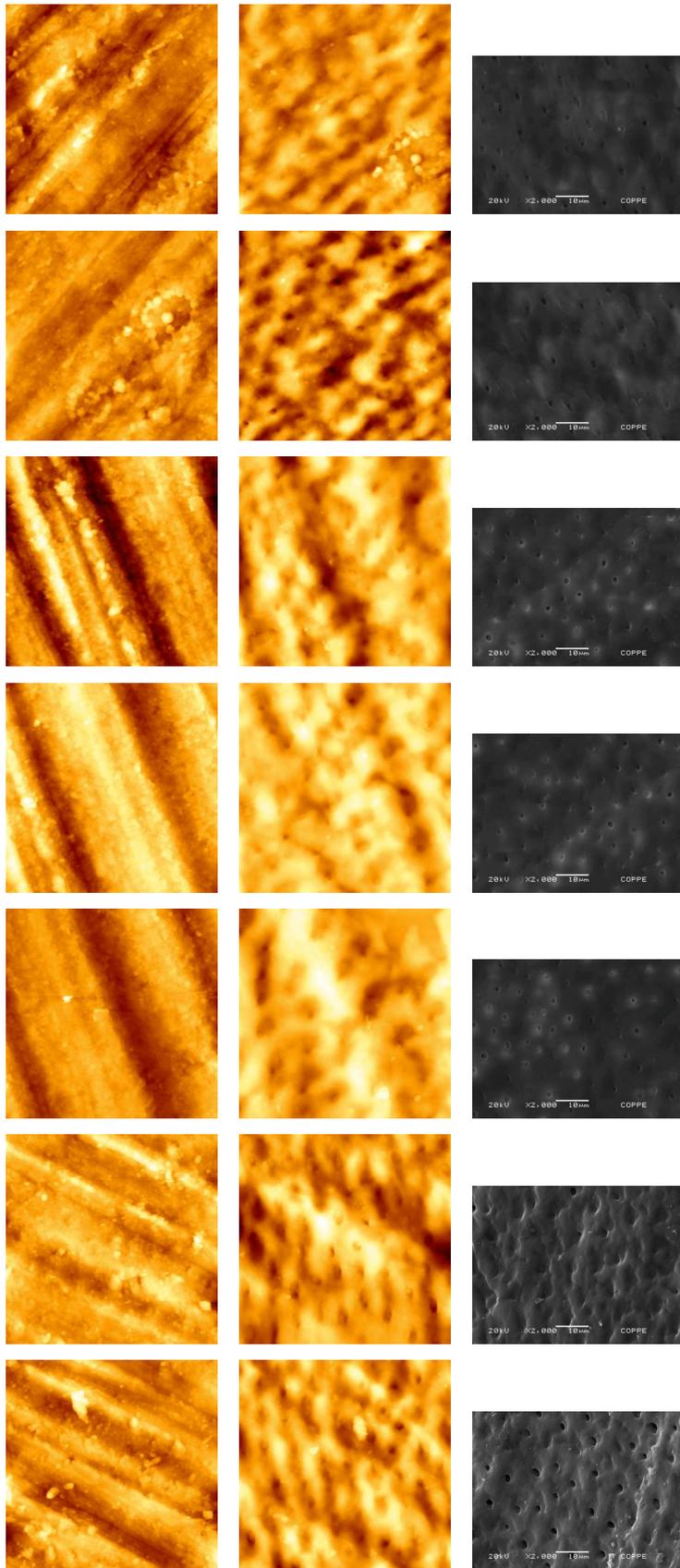
Ácido cítrico:

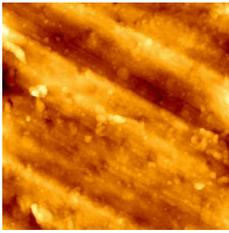
Inicial AFM

1 minuto AFM

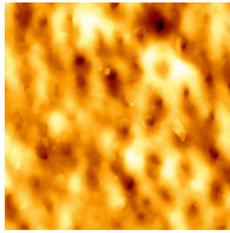
1 minuto MEV



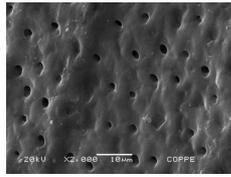




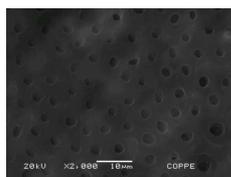
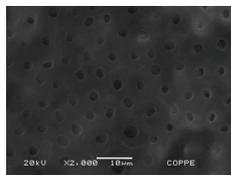
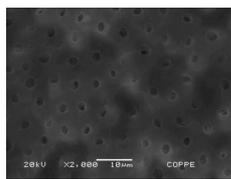
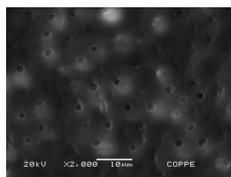
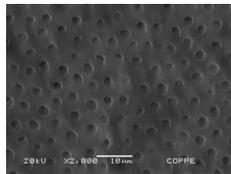
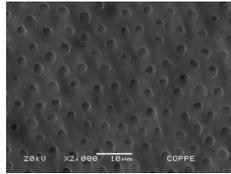
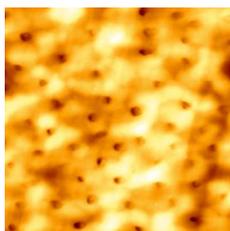
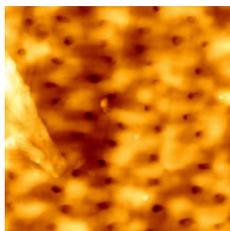
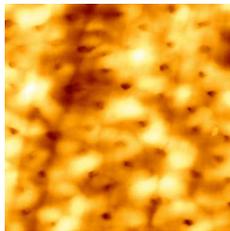
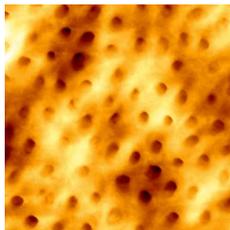
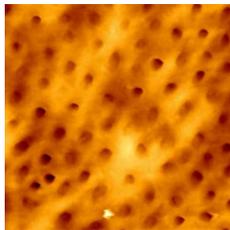
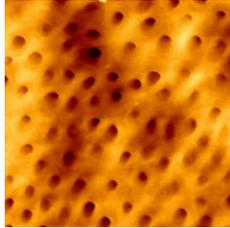
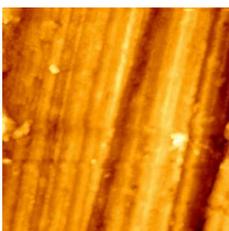
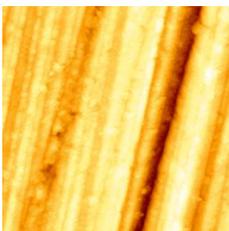
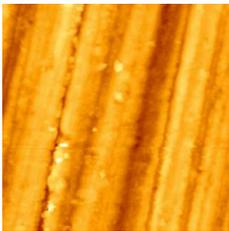
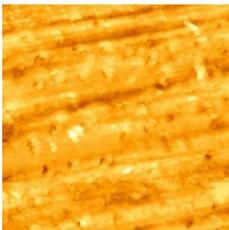
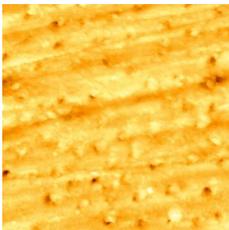
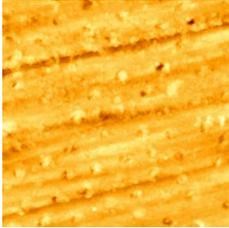
Inicial AFM

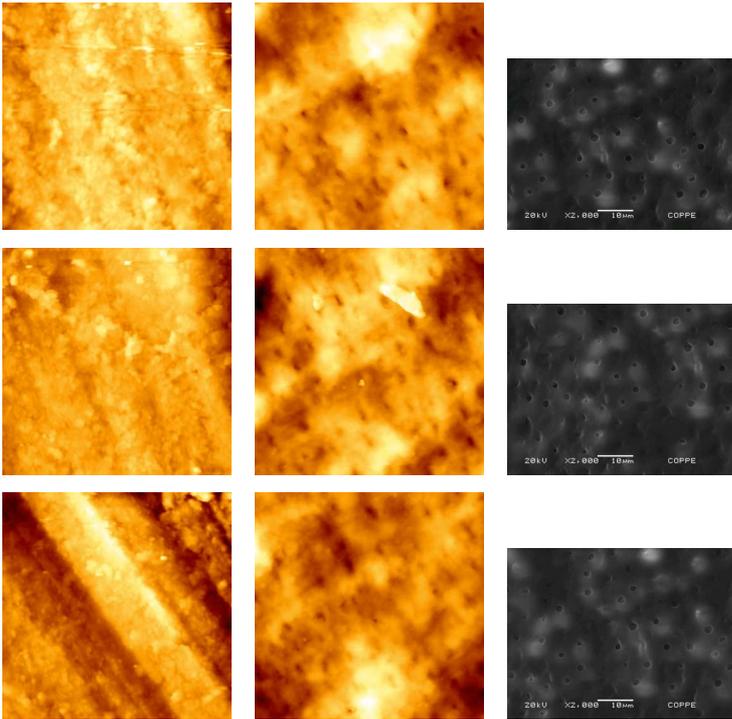


3 minutos AFM



3 minutos MEV



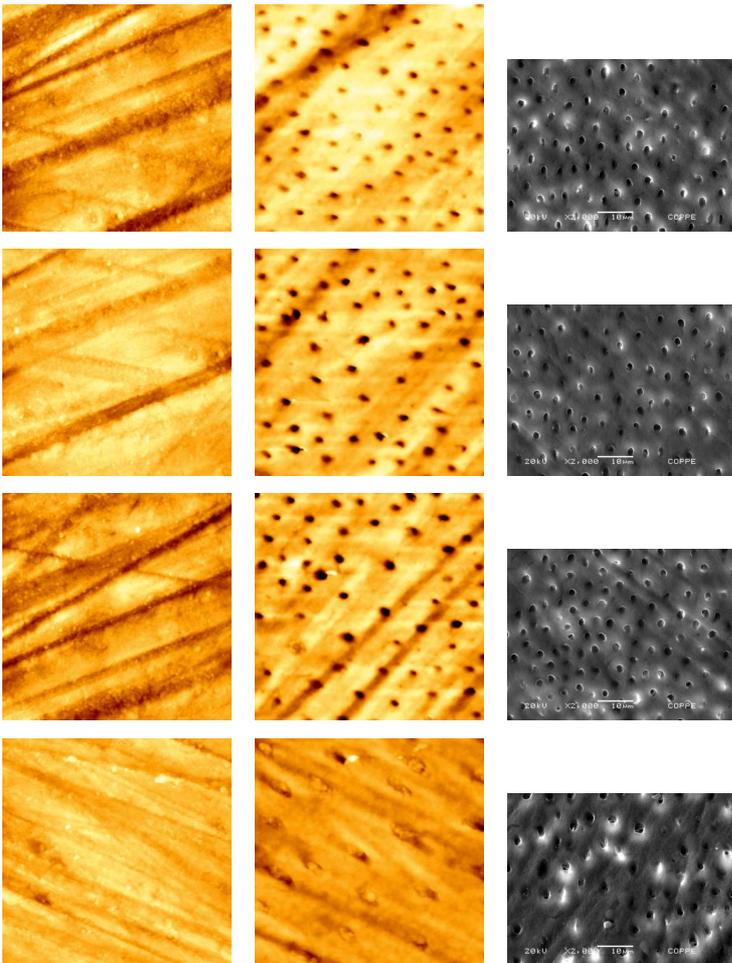


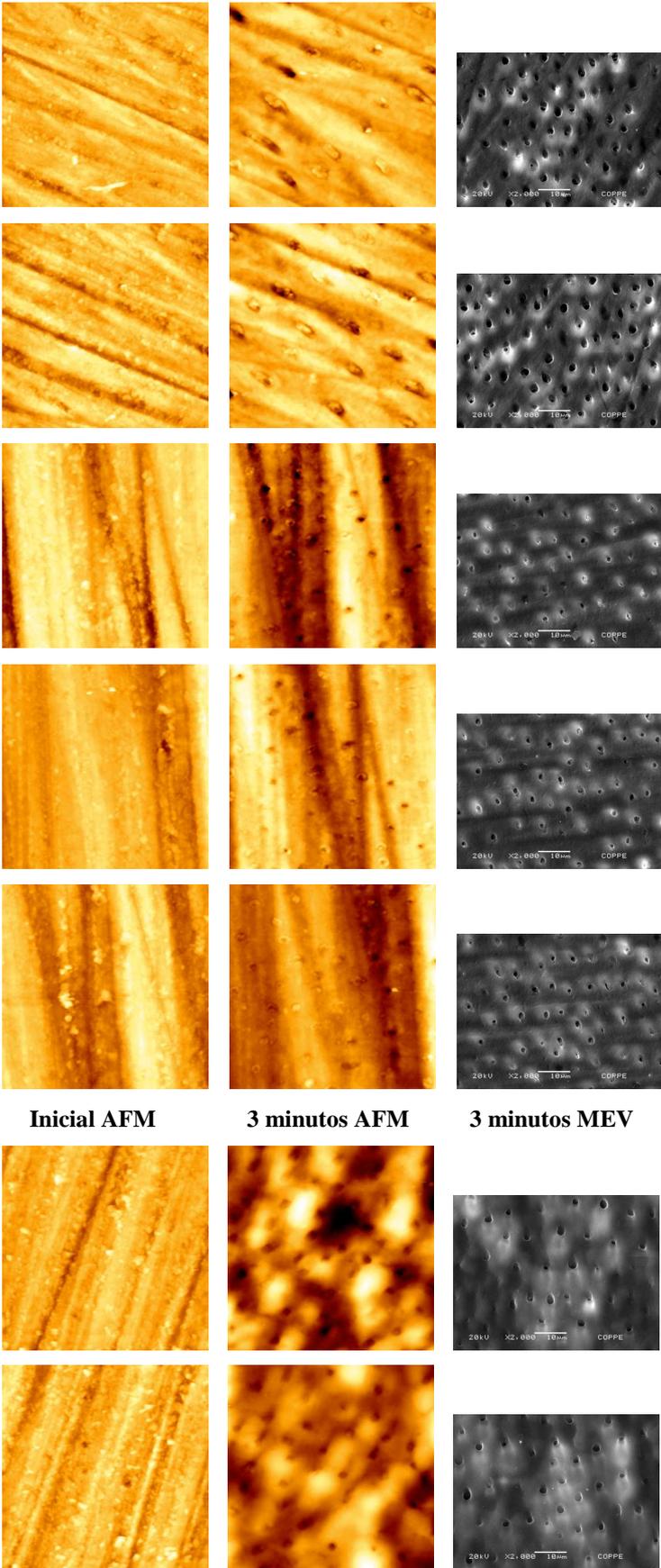
EDTA

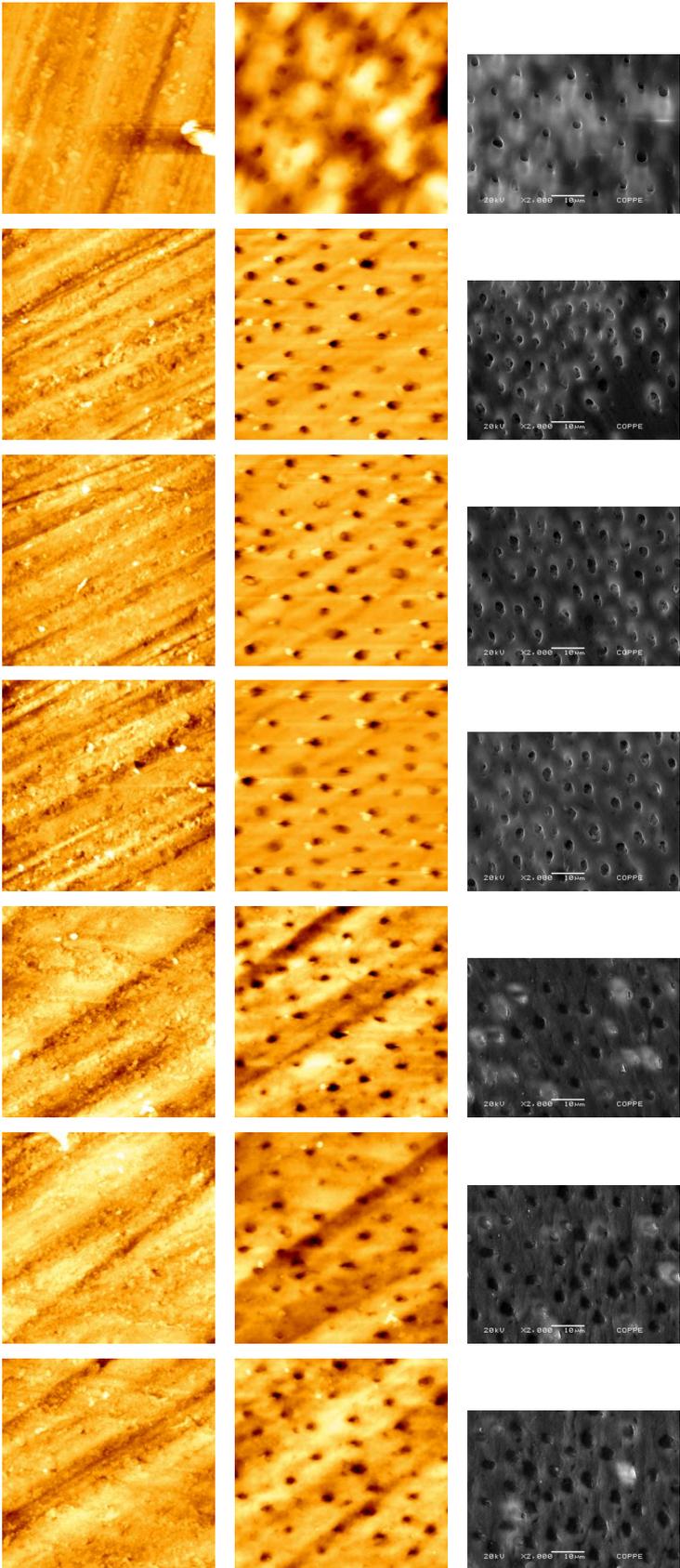
Inicial AFM

1 minuto AFM

1 minuto MEV







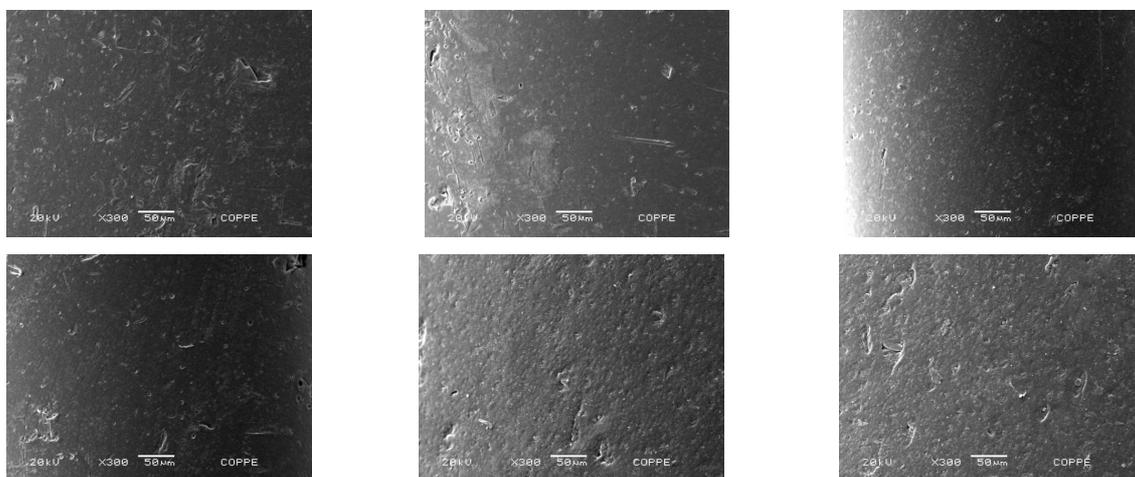
Apêndice 4

Fotomicrografias dos cones após desinfecção pelas soluções de hipoclorito de sódio a 5,25%, clorexidina 2% e MTAD seguida ou não da lavagem final com água destilada e a análise dos componentes químicos presentes na amostra por EDS.

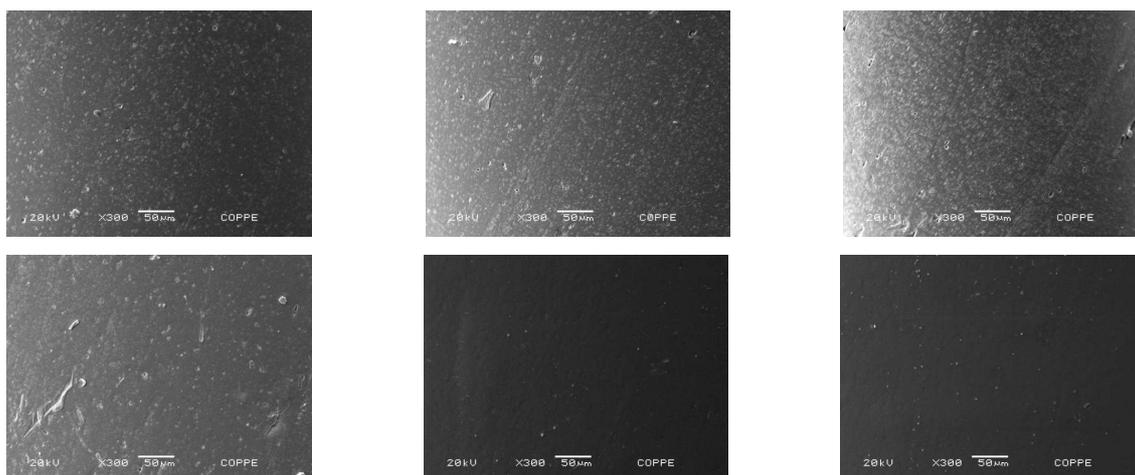
Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Controle

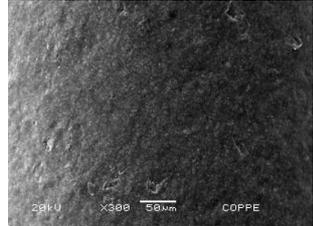
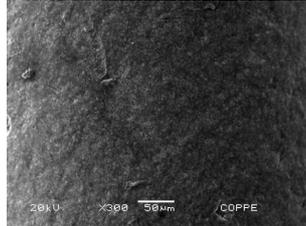
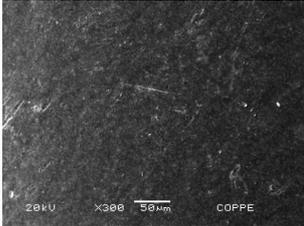
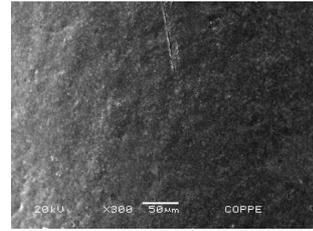
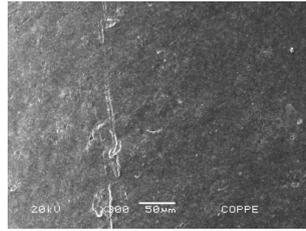
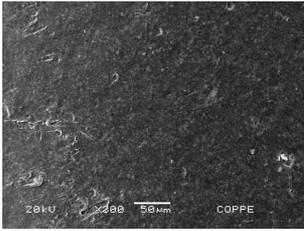
KONNE



ODOUS

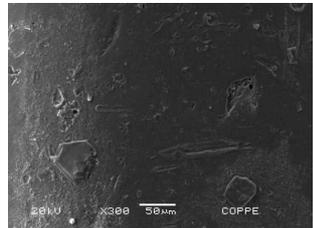
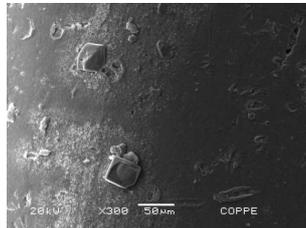
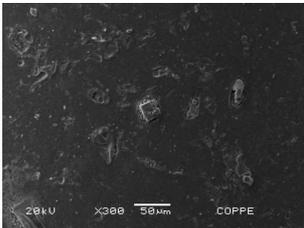
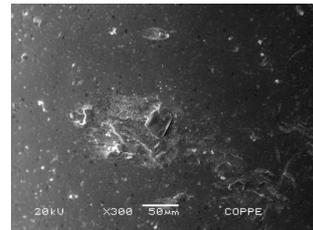
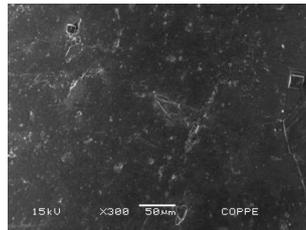
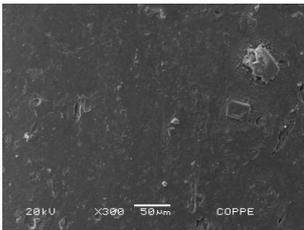


RESILON

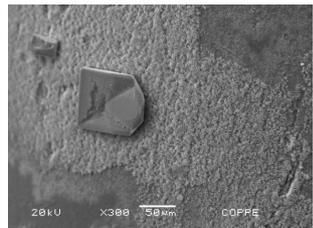
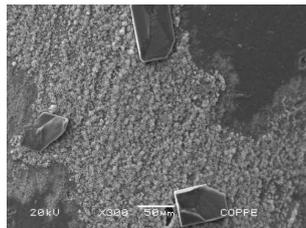
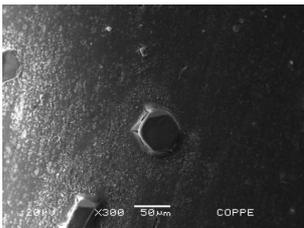
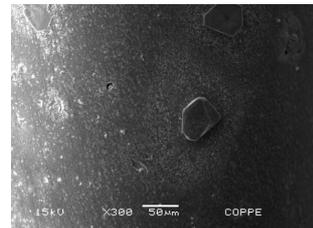
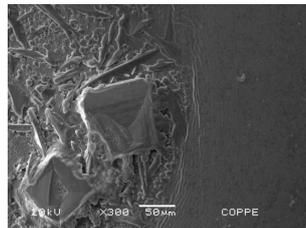
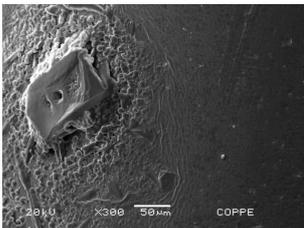


Hipoclorito de sódio sem lavagem final

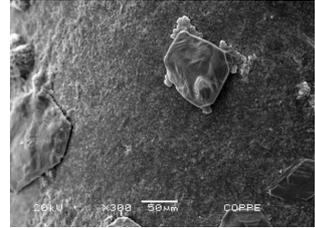
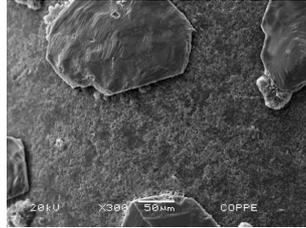
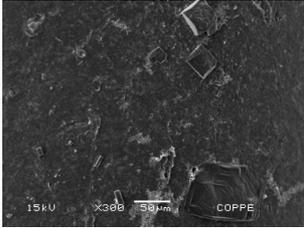
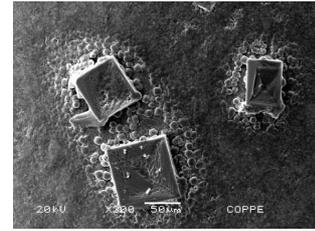
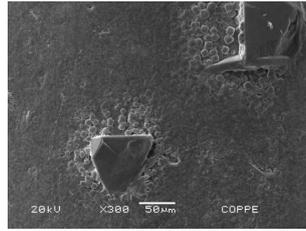
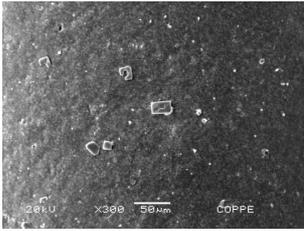
KONNE



ODOUS

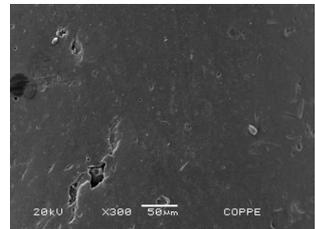
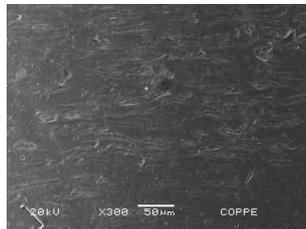
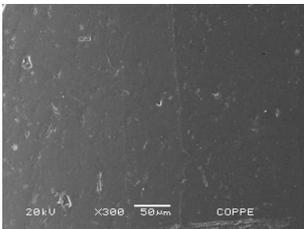
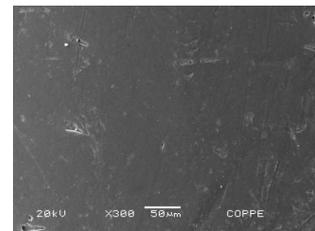
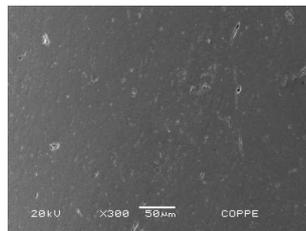
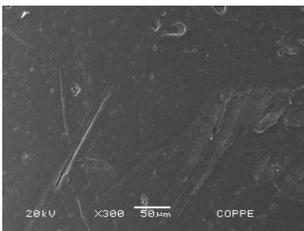


RESILON

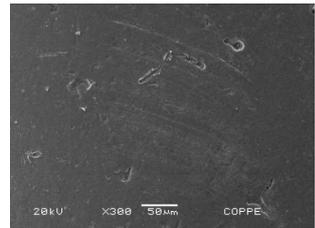
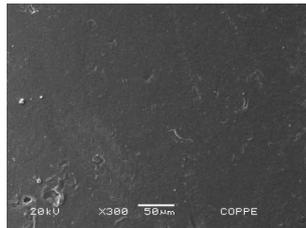
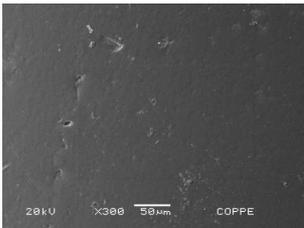
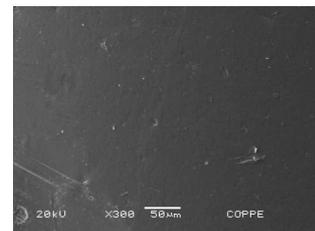
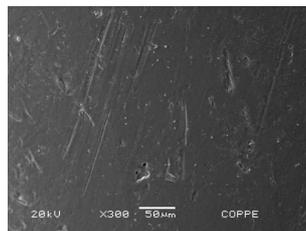
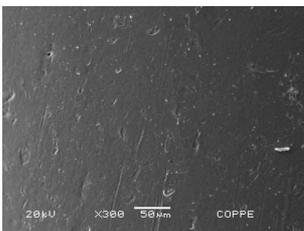


Hipoclorito de sódio com lavagem final

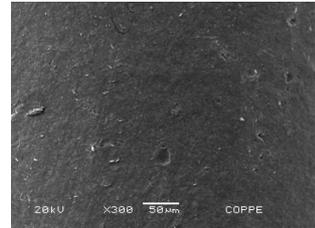
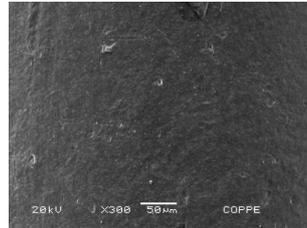
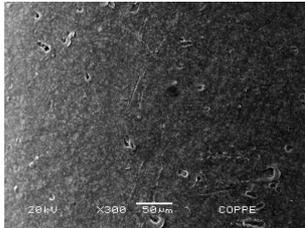
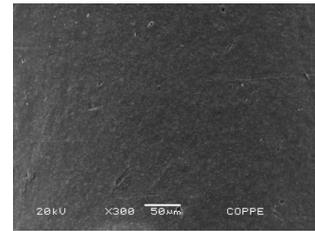
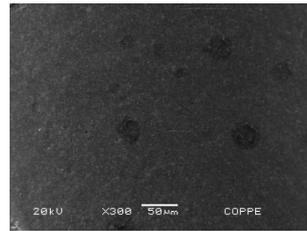
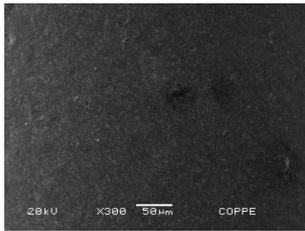
KONNE



ODOUS

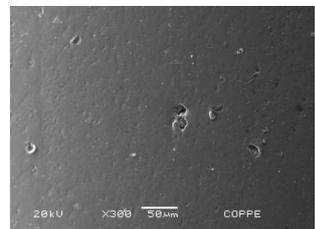
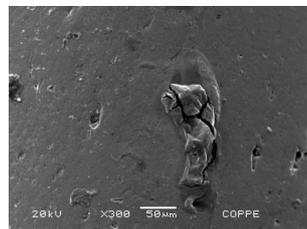
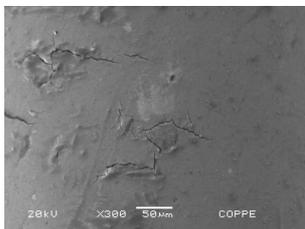
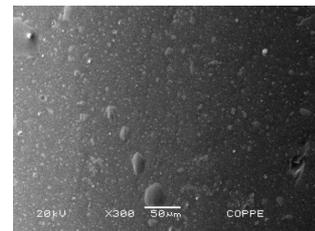
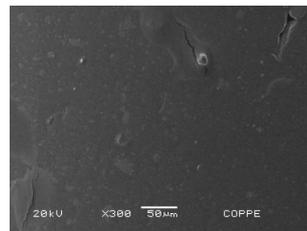
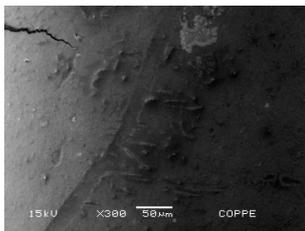


RESILON

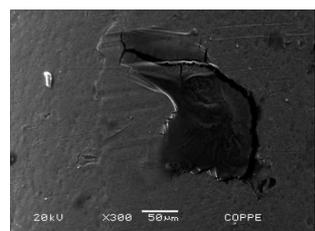
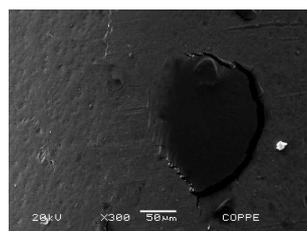
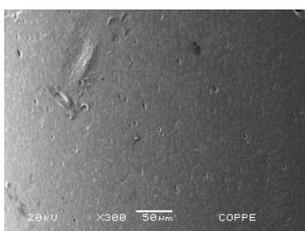
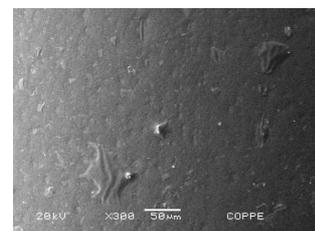
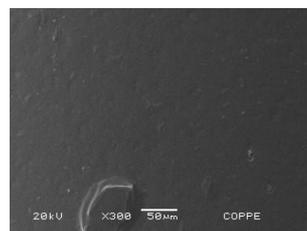
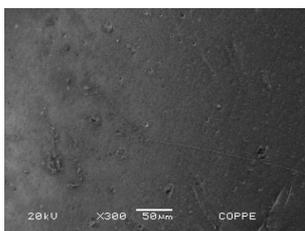


Clorexidina sem lavagem final

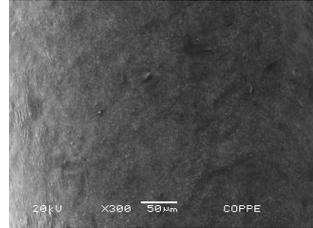
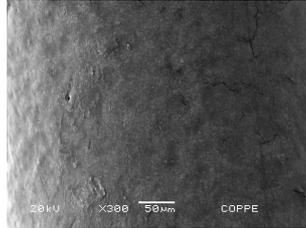
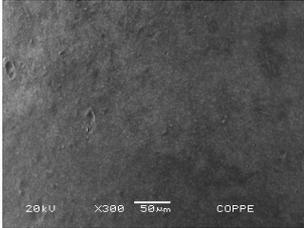
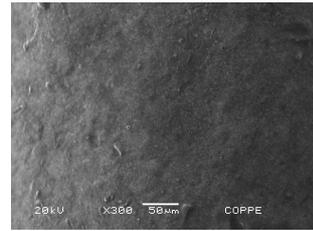
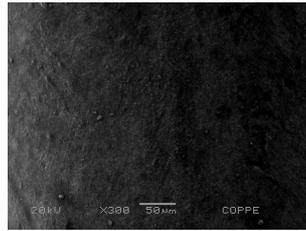
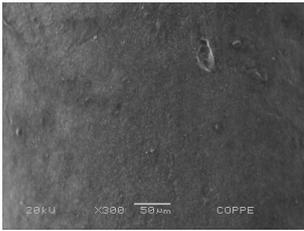
KONNE



ODOUS

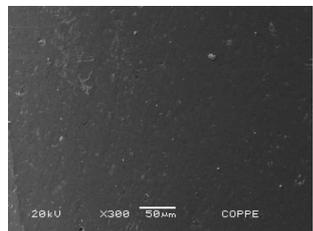
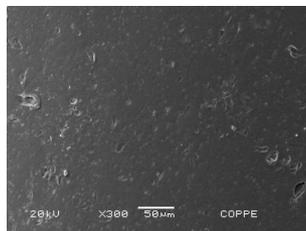
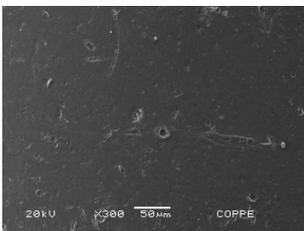
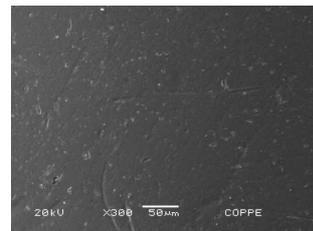
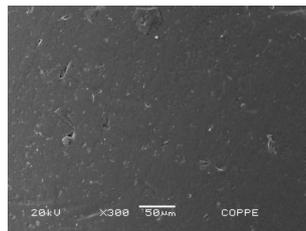
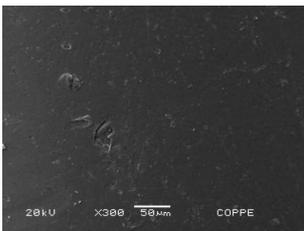


RESILON

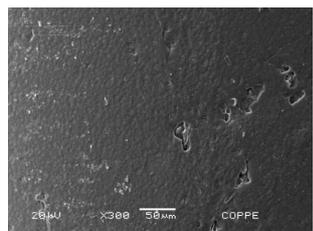
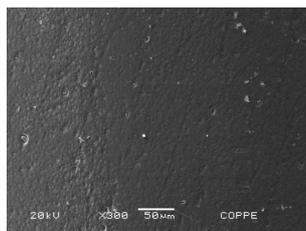
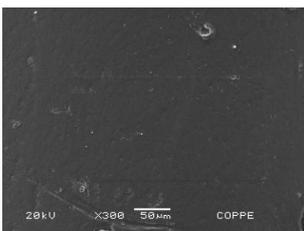
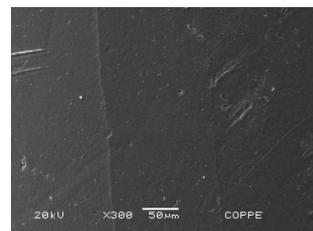
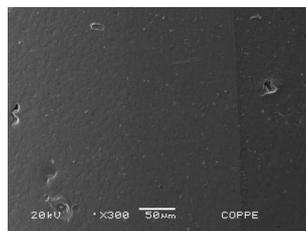
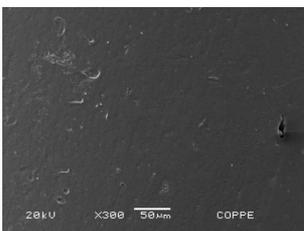


Clorexidina com lavagem final com água destilada

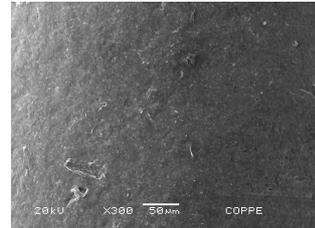
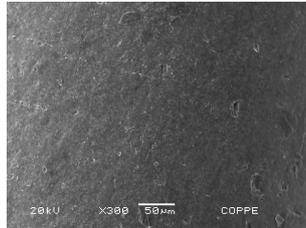
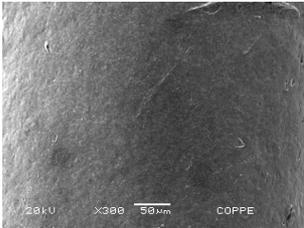
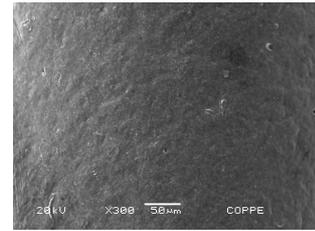
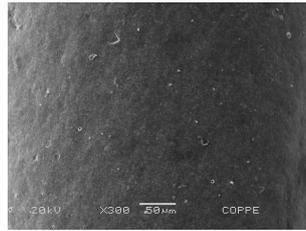
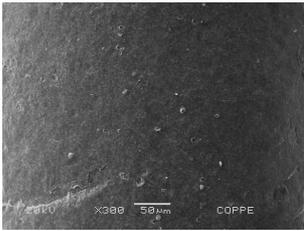
KONNE



ODOUS

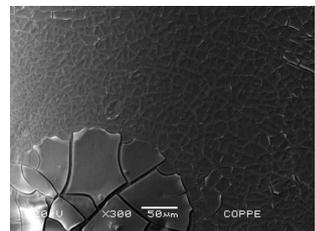
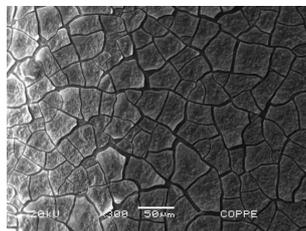
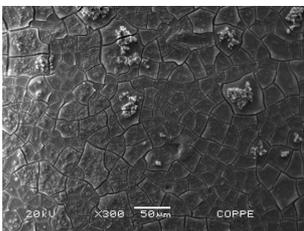
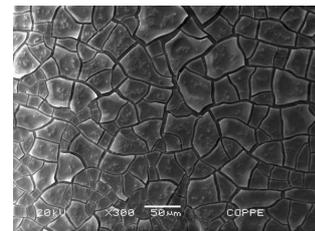
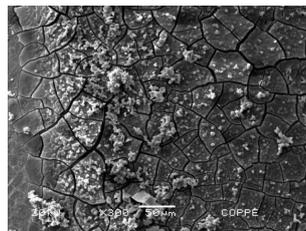
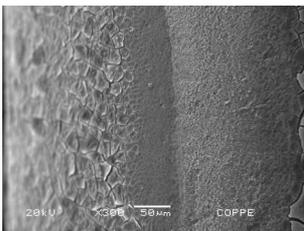


RESILON

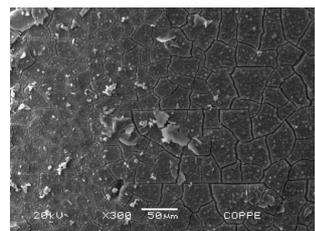
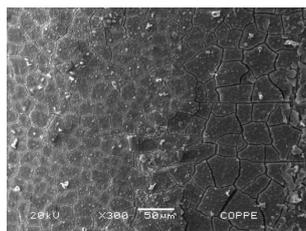
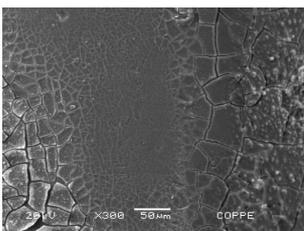
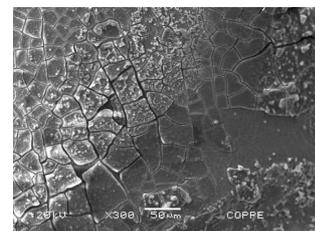
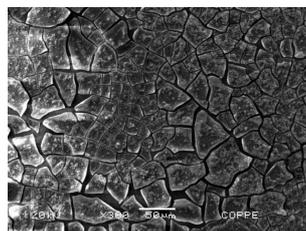
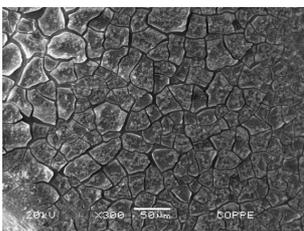


MTAD sem lavagem final com água destilada

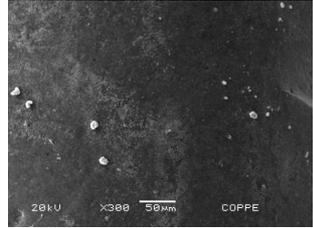
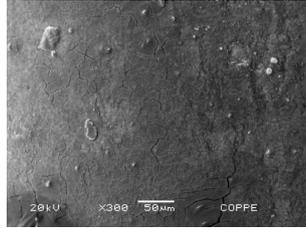
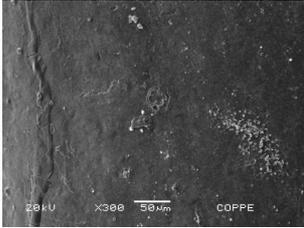
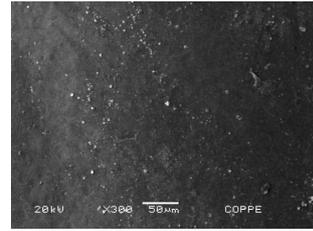
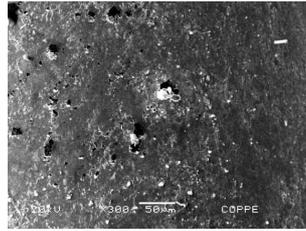
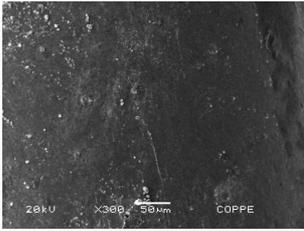
KONNE



ODOUS

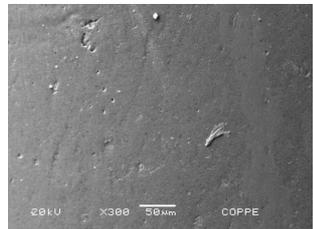
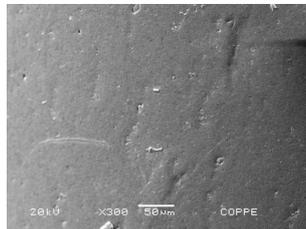
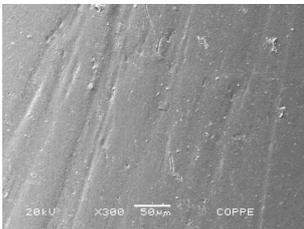
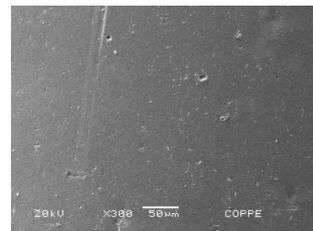
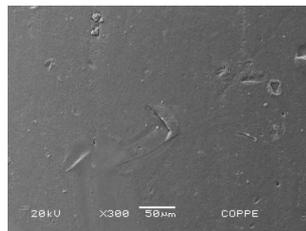
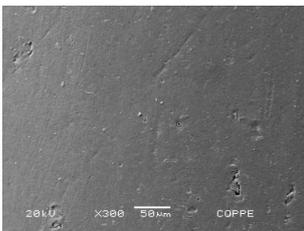


RESILON

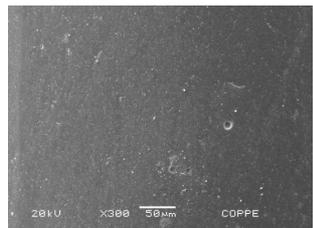
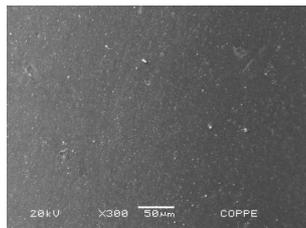
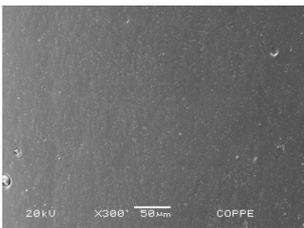
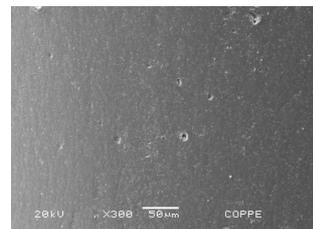
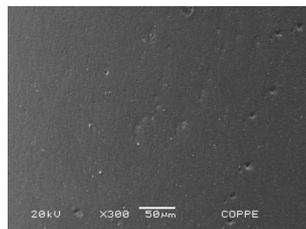
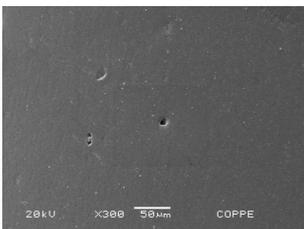


MTAD com lavagem final com água destilada

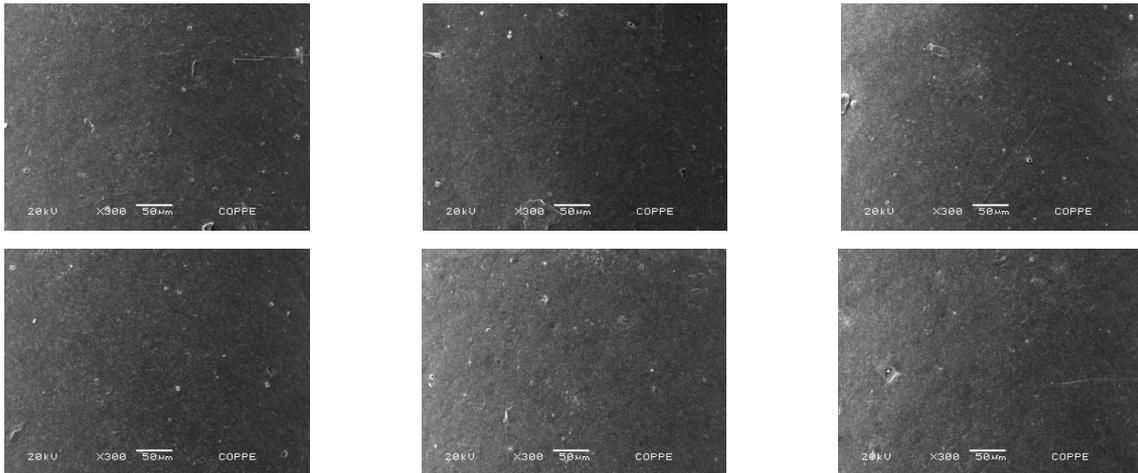
KONNE



ODOUS



RESILON

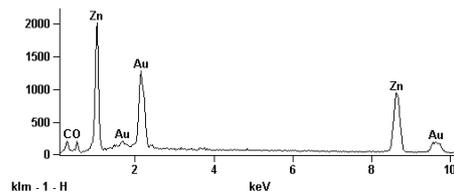
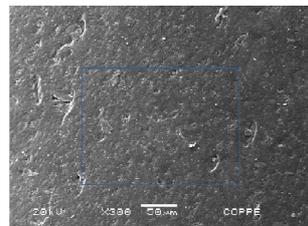
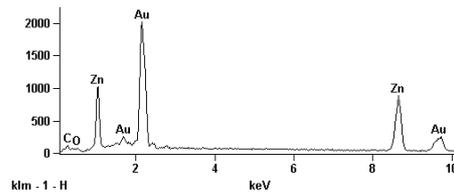
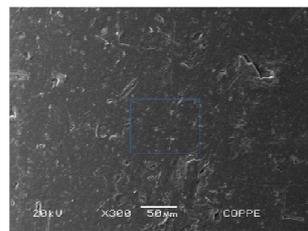
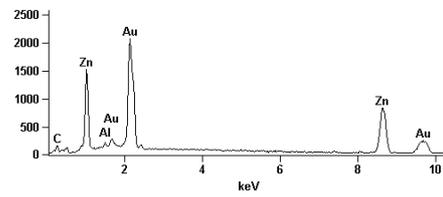
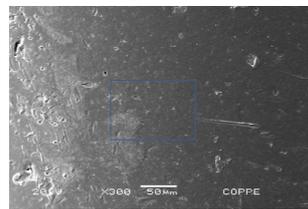


Espectroscopia de energia dispersiva de RX (EDS)

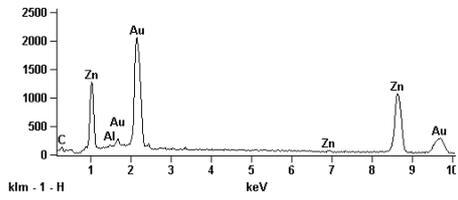
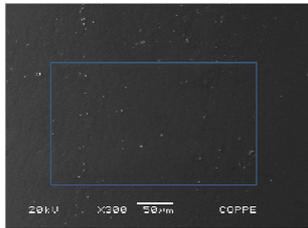
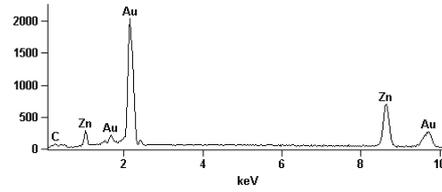
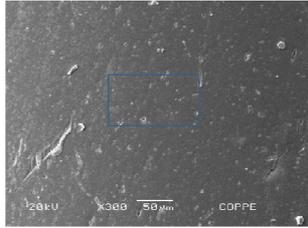
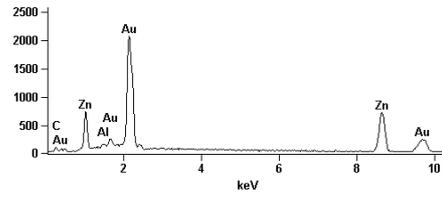
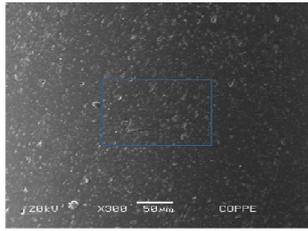
Identificação dos elementos químicos presentes na amostra.

Controle

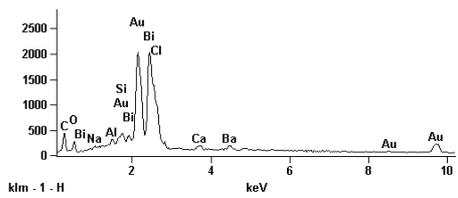
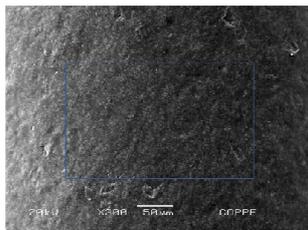
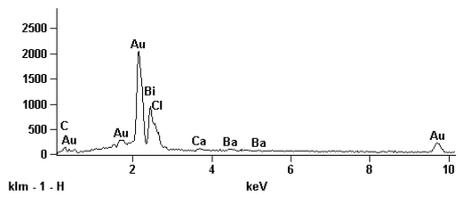
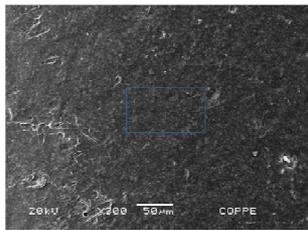
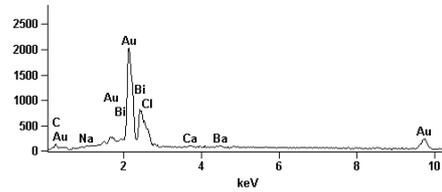
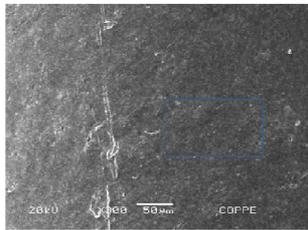
KONNE



ODOUS

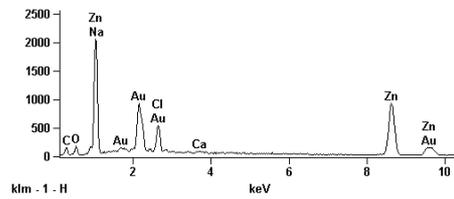
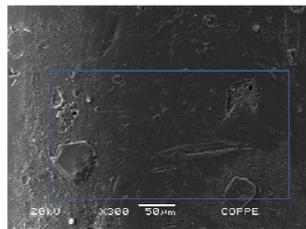
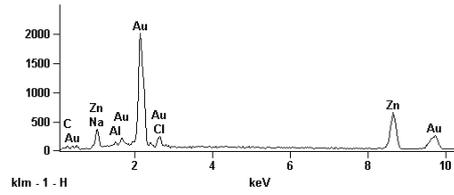
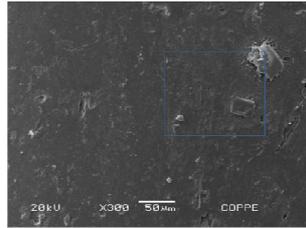
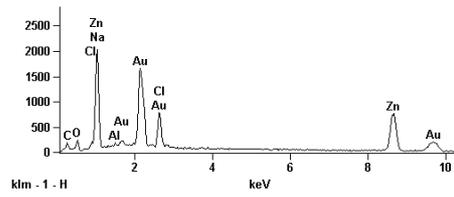
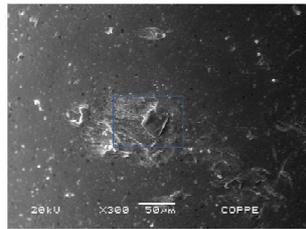


RESILON

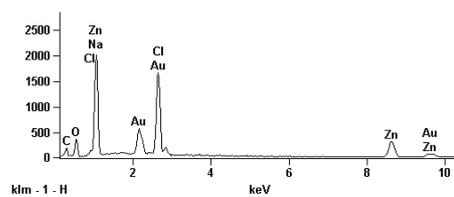
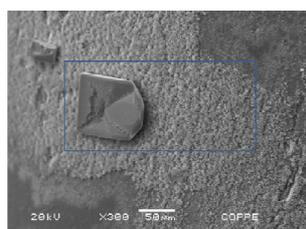
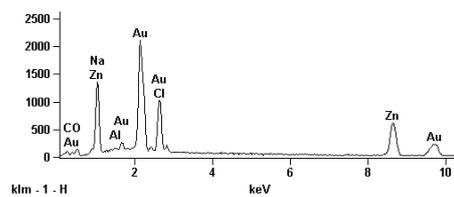
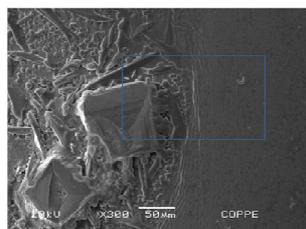
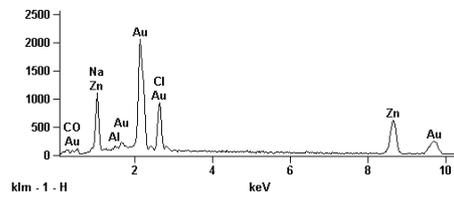
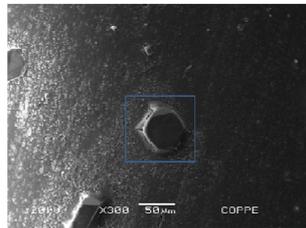


Hipoclorito de sódio sem lavagem final

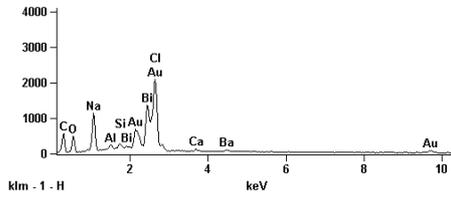
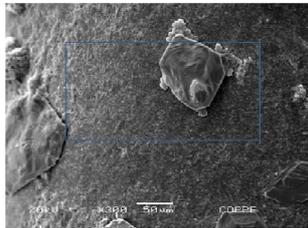
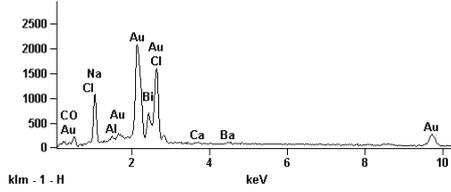
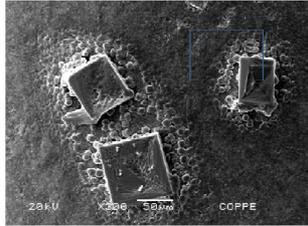
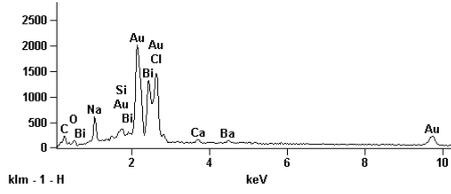
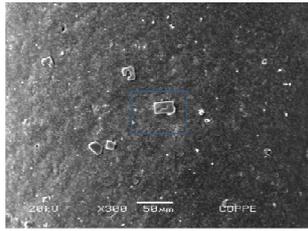
KONNE



ODOUS

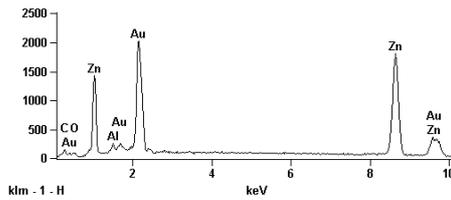
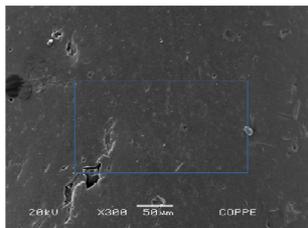
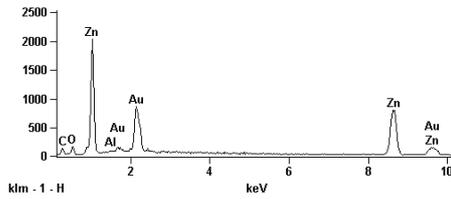
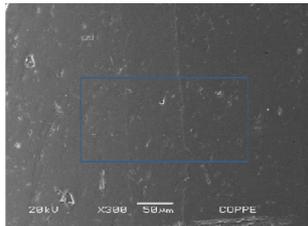
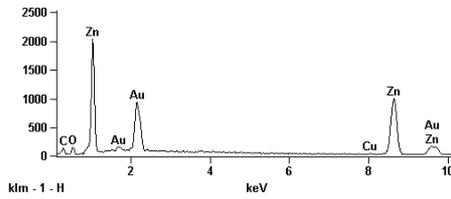
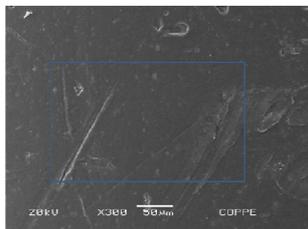


RESILON

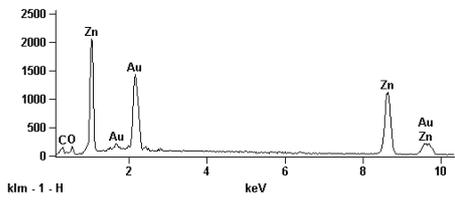
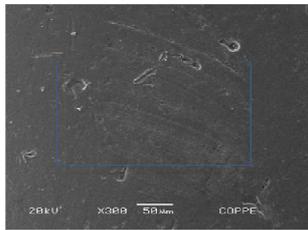
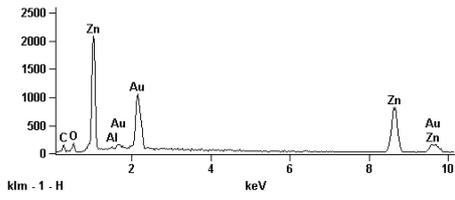
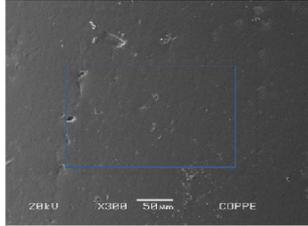
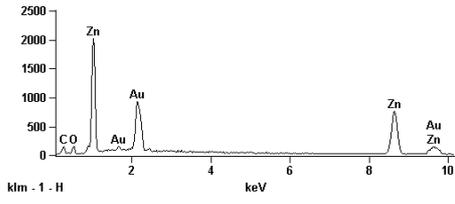
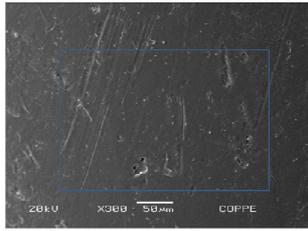


Hipoclorito de sódio com lavagem final

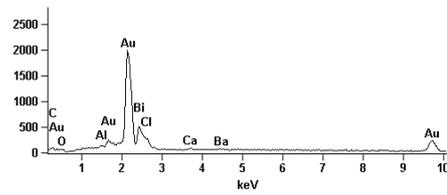
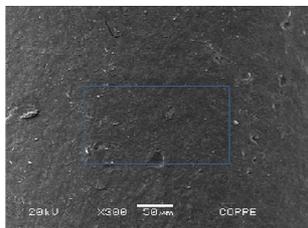
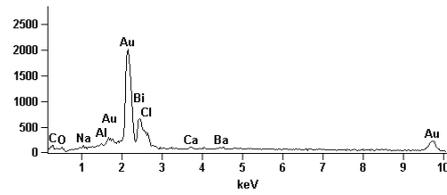
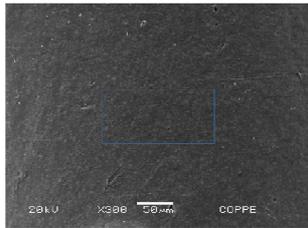
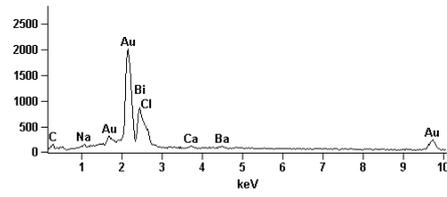
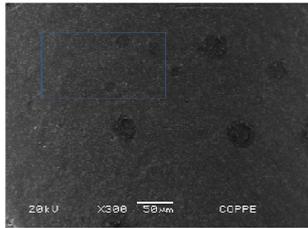
KONNE



ODOUS

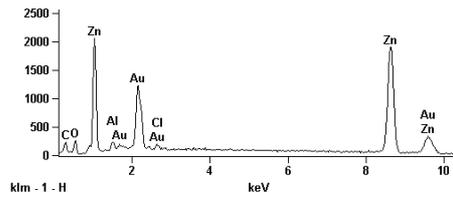
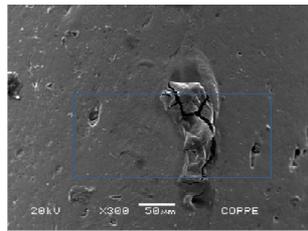
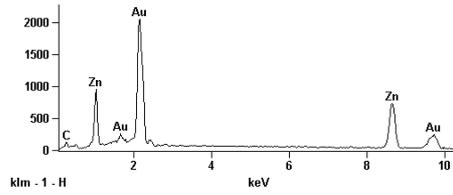
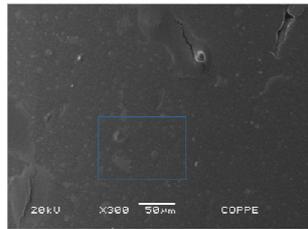
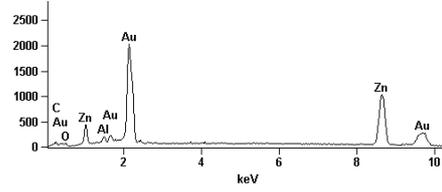
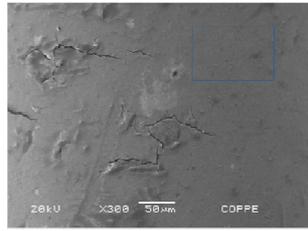


RESILON

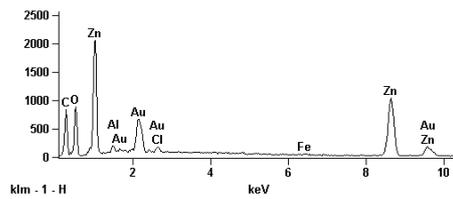
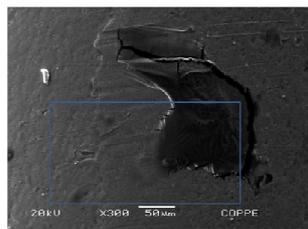
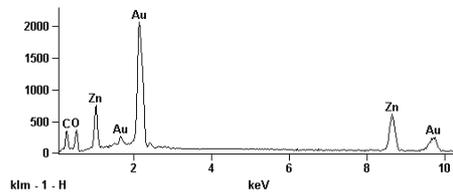
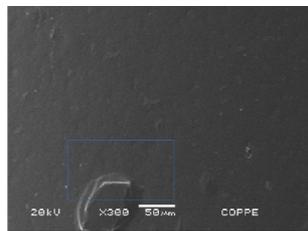
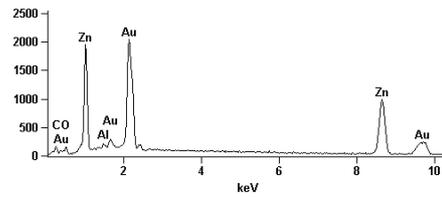
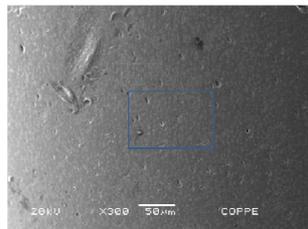


Clorexidina sem lavagem final

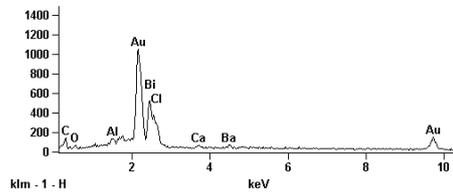
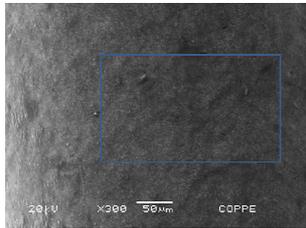
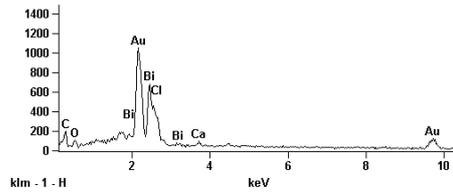
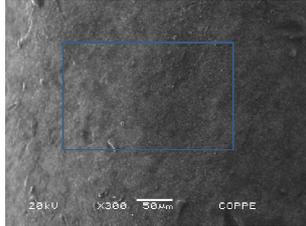
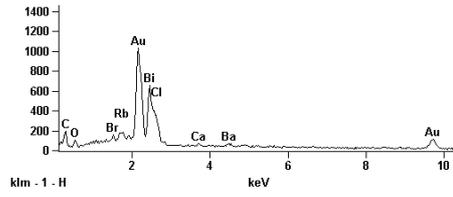
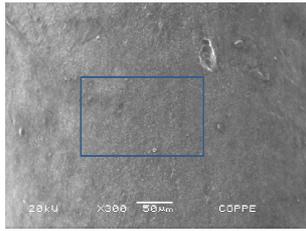
KONNE



ODOUS

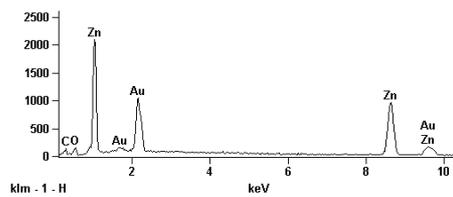
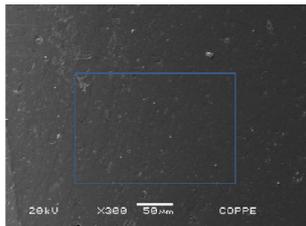
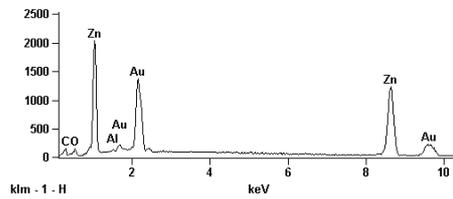
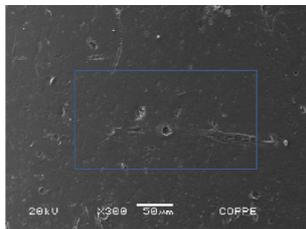
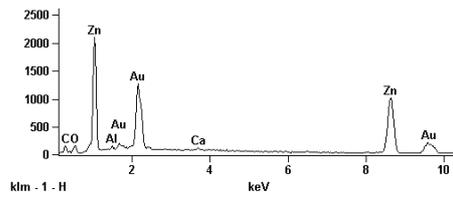
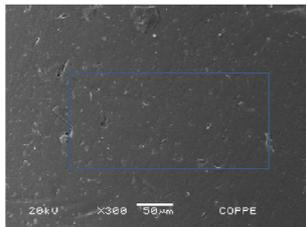


RESILON

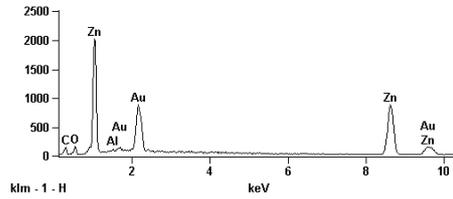
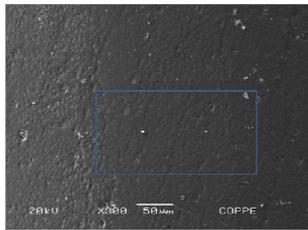
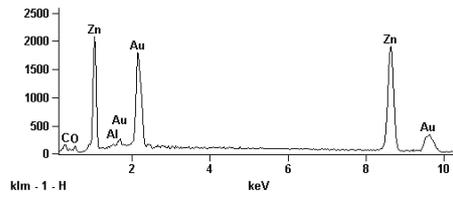
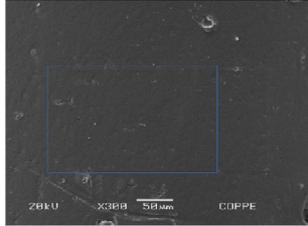
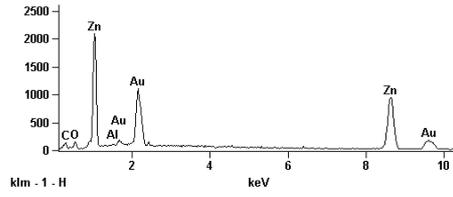
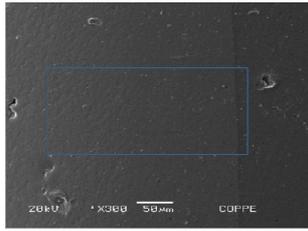


Clorexidina com lavagem final

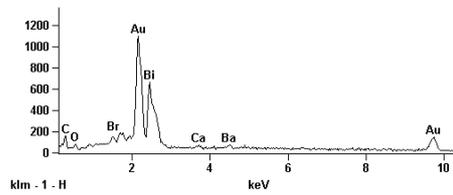
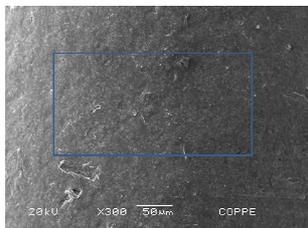
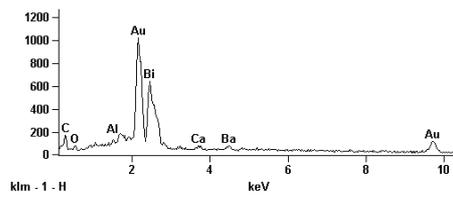
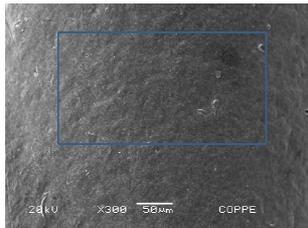
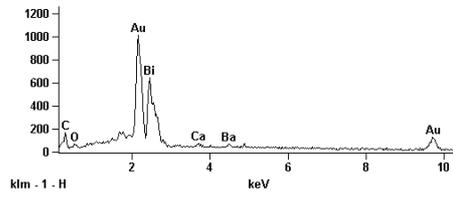
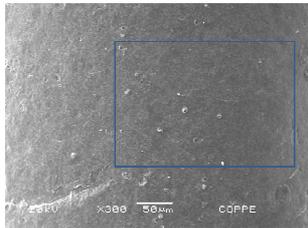
KONNE



ODOUS

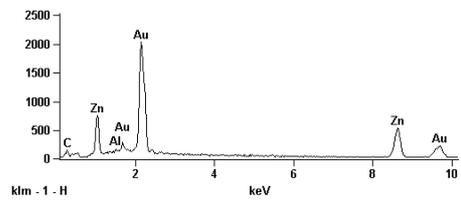
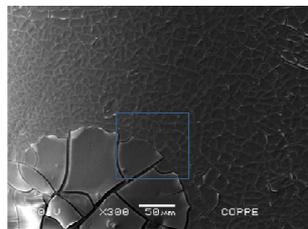
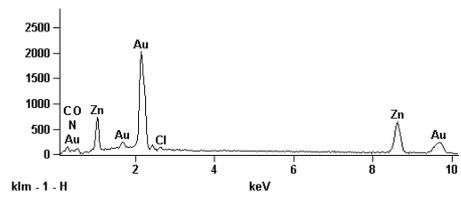
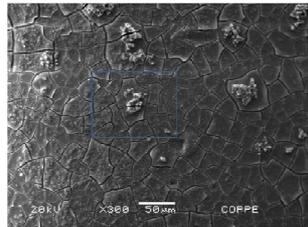
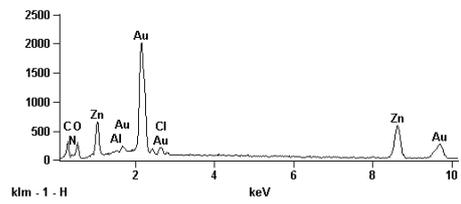
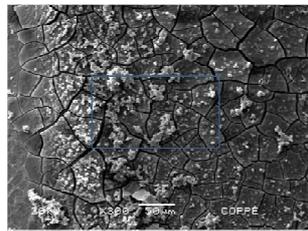


RESILON

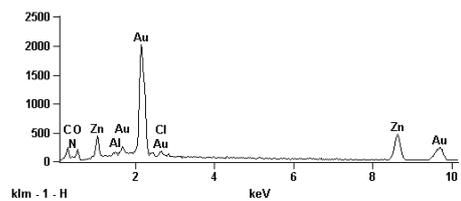
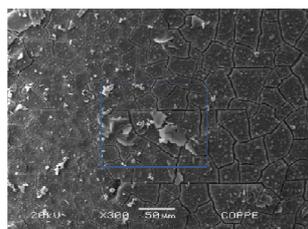
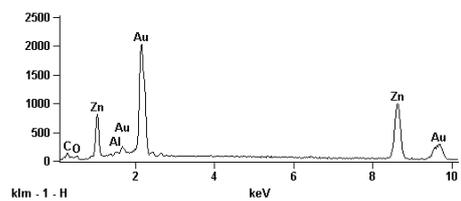
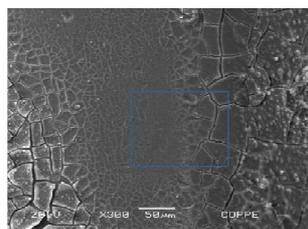
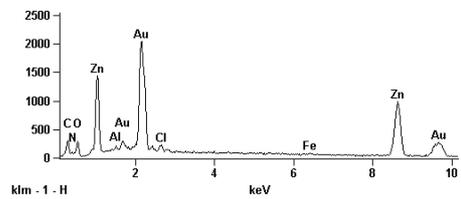
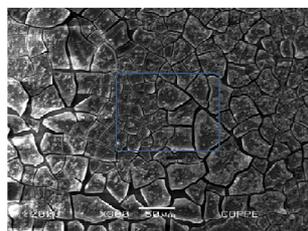


MTAD sem lavagem final

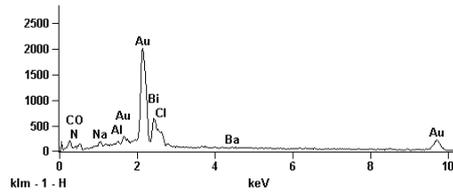
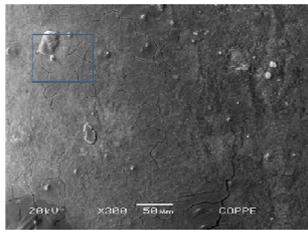
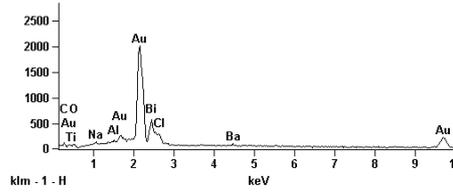
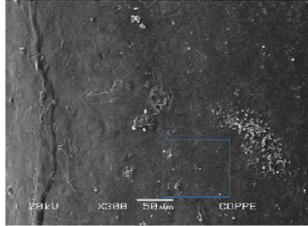
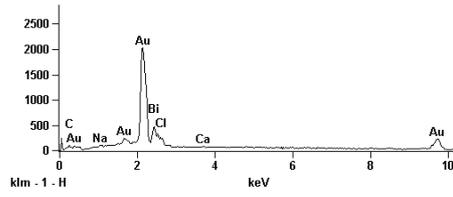
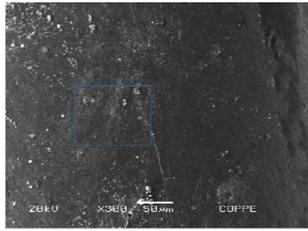
KONNE



ODOUS

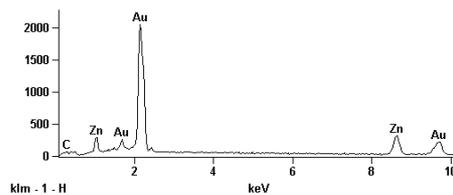
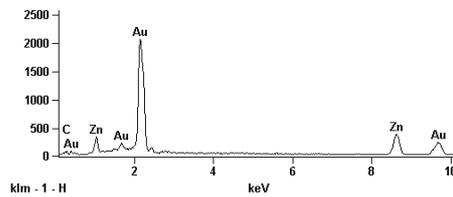
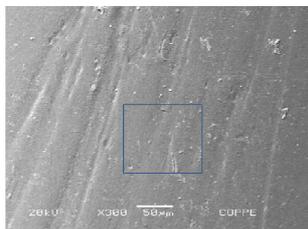
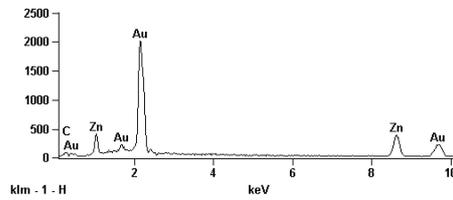
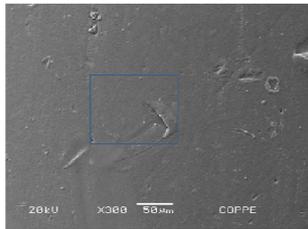


RESILON

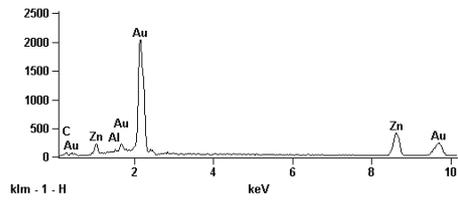
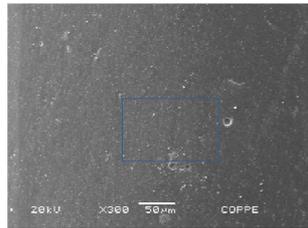
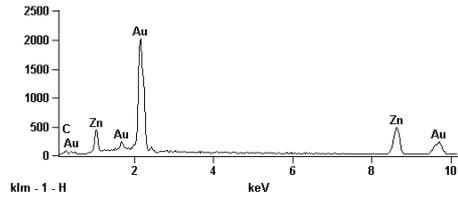
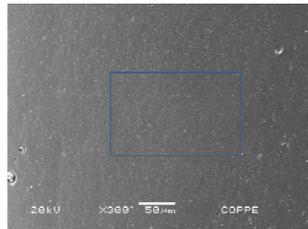
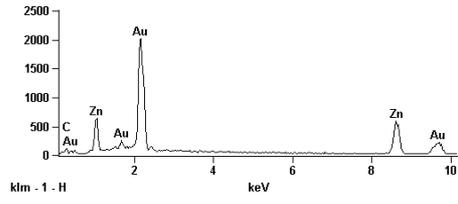
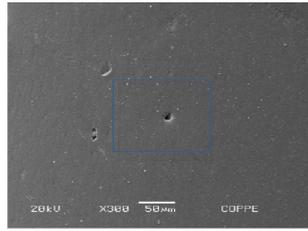


MTAD com lavagem final

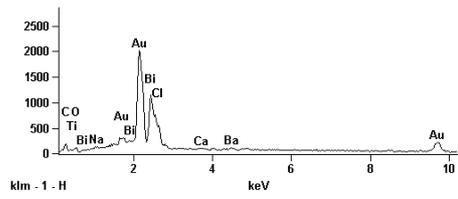
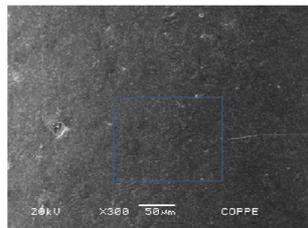
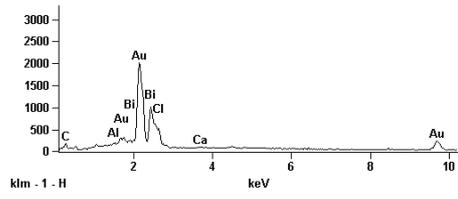
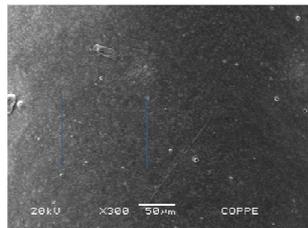
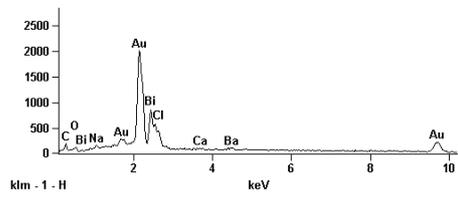
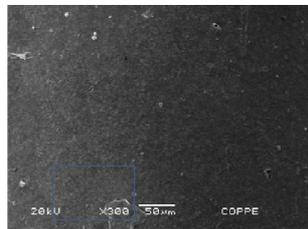
KONNE



ODOUS



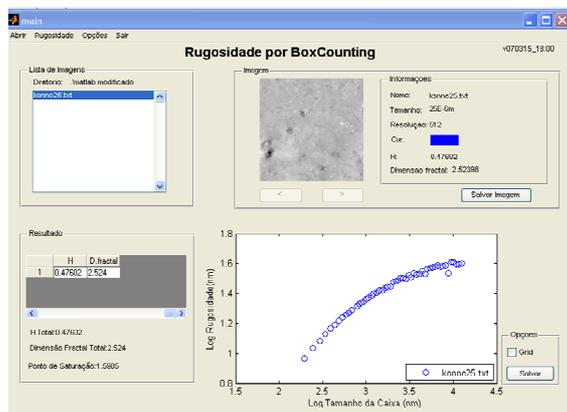
RESILON



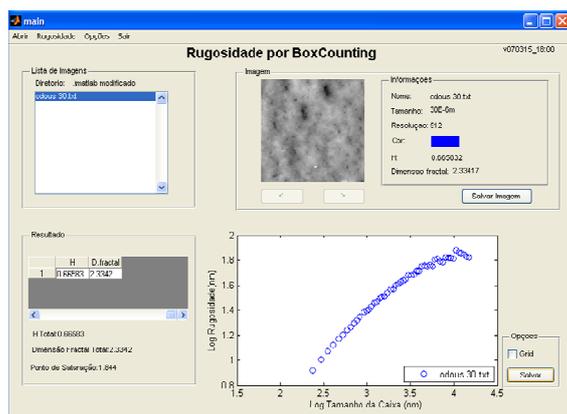
Apêndice 5

Determinação da rugosidade de saturação da amostra em programa desenvolvido em linguagem MatLab.

KONNE



ODOUS



RESILON

