



Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



# **CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

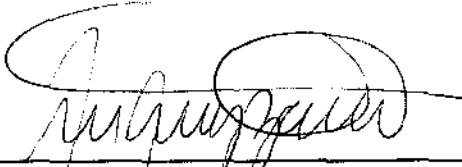
**Monografia de Final de Curso**

**Aluno: Leonardo Tribis**  
[tribis@fop.unicamp.br](mailto:tribis@fop.unicamp.br)

**Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia**

**Ano de Conclusão do Curso: 2008**

TCC 469



**Assinatura do Orientador**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
BIBLIOTECA

Leonardo Tribis



**Efeito da corrosão em limas de NiTi (Sistema Hero 642) por substâncias químicas auxiliares utilizadas no tratamento endodôntico**

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Alexandre Augusto Zaia

**PIRACICABA**

**2008**

Unidade FOP/UNICAMP
N. Chamada .....
.....
.....
Vol. .... Ex. ....
Tombo BC/ .....

07-482452

FICHA CATALOGRÁFICA

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

T731e	Tribis, Leonardo. Efeito da corrosão em limas de NiTi (Sistema Hero 642) por substâncias químicas auxiliares utilizadas no tratamento endodôntico. / Leonardo Tribis. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2008. 36f.  Orientador: Alexandre Augusto Zaia. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.  1. Endodontia. I. Zaia, Alexandre Augusto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.  (mg/fop)
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	05
RESUMO.....	06
ABSTRACT.....	07
1. INTRODUÇÃO.....	08
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	10
3. DISCUSSÃO.....	30
4. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

NaOCl – Hipoclorito de Sódio

MEV – Microscópio Eletrônico de Varredura

EDS – Espectroscopia por Dispersão de Energia

NiTi – Níquel-Titânio

## RESUMO

A limpeza do sistema de canais radiculares é alcançada por ação da instrumentação mecânica realizada pelas limas endodônticas associada à ação química de soluções empregadas simultaneamente à instrumentação. Atualmente, as limas mais empregadas na instrumentação rotatória são formadas por uma liga metálica de Níquel e Titânio (NiTi) que apresentam grande elasticidade. Dentre as substâncias químicas auxiliares, o hipoclorito de sódio (NaOCl) é o mais usado na endodontia pois sua propriedade solvente de matéria orgânica associada à sua ação bactericida de rápida atuação confere grande faixa de sucesso nos procedimentos endodônticos realizados. Entretanto, o potencial corrosivo do hipoclorito de sódio ao entrar em contato com a superfície dos metais é elevado. Assim como a corrosão, outras propriedades também estão diretamente associadas a sua concentração e ao tempo de contato com a superfície de trabalho.

O objetivo desse trabalho foi avaliar em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e análise da composição química por micro-análise de Raio-X por meio da Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS) alterações na estrutura de limas 25/06 NiTi sistema Hero 642 quando em contato direto por 5 minutos, 60 minutos e 24 horas em hipoclorito de sódio na concentração de 5,25% e soro fisiológico.

Como resultados mais importantes encontrados foi observado que em todas as amostras ocorreu à presença de falhas no processo de fabricação como rebarbas ou cavacos. No período de tempo de 5 minutos de contato com o NaOCl 5,25% não detectamos evidências de qualquer indício de corrosão. Entretanto, nos períodos de 60 minutos e 24 horas de contato com o NaOCl 5,25% foi possível observar indícios de corrosão que foram mais severos na amostra que ficou imersa por 24 horas.

## ABSTRACT

The cleaning of the root canal system is achieved by mechanical action of instrumentation performed by endodontic files associated with the action of chemical solutions used both the instrumentation. Currently, the files used in more instrumentation rotation are formed by a metal alloy of nickel and titanium that have great elasticity. Among the chemical auxiliaries, sodium hypochlorite (NaOCl) is the most commonly used in endodontics because its solvent property of organic matter related to its bactericidal action of quick action gives wide range of success in endodontic procedures performed.

However, the potential corrosion of sodium hypochlorite to come into contact with the surface of metals is high. As well as corrosion and other properties are also directly related to their concentration and the time of contact with the surface of work.

The aim of this study was to evaluate scanning electron microscopy (SEM) and analysis of the chemical composition of micro-analysis using X-Ray spectroscopy by the dispersion of Energy (SDS) changes in the structure of files 25/06 NiTi system when Hero 642 in direct contact by 5 minutos, 60 minutes and 24 hours in sodium hypochlorite at a concentration of 5.25% and saline.

Like most important results was observed that found in all samples was the presence of faults in the manufacturing process as burrs or chips. During the period of time of 5 minutes of contact with the NaOCl 5.25% did not find evidence of any evidence of corrosion. However, in periods of 60 minutes and 24 hours of contact with the NaOCl 5.25% was possible to see signs of corrosion that were more severe in the sample that was immersed for 24 hours.

## 1. INTRODUÇÃO

O sucesso da terapia endodôntica depende de muitos fatores, dentre eles uma boa realização do preparo do sistema de canais radiculares. Essa etapa torna-se essencial a partir do momento em que determina a eficácia de todos os outros procedimentos subseqüentes. Entretanto, o preparo deste sistema de canais é adversamente influenciado pela complexidade anatômica e a relativa inabilidade do operador em visualizar estas peculiaridades pela radiografia convencional (Mahran & Abo-Fotouh, 2008).

Buscando diminuir o tempo de trabalho requerido para simplificar a preparação dos canais, vários instrumentos e peças automatizadas têm sido propostos. Todavia, os problemas principais dos instrumentos acionados a motor, quando do seu emprego no preparo dos canais radiculares curvos, estavam relacionados às propriedades mecânicas do aço inoxidável empregado na sua fabricação (Lopes & Siqueira-Jr, 2004).

Avanços tecnológicos têm permitido a confecção de instrumentos endodônticos com novas ligas, como as de níquel-titânio. Se tentativas passadas de se acionarem instrumentos endodônticos de aço inoxidável por meio de motor fracassaram, com o advento da liga de NiTi isso se tornou uma realidade, pois essa liga apresenta uma flexibilidade e dureza mais adequadas para a realização da instrumentação rotatória (Lopes & Siqueira-Jr, 2004; Peter *et al.* 2001; Pettiette *et al.* 2001). A liga de NiTi foi desenvolvida por Buehler *et al.* em 1963, possuindo como principal característica memória de forma que possibilita sua adaptação em canais curvos durante o preparo químico-mecânico destes dentes, mas só em 1988 foi introduzida na Endodontia por Walia *et al.*

Atualmente, a Endodontia tem utilizado cada vez mais sistemas rotatórios o que acaba refletindo no tempo de trabalho, tornando este mais rápido em relação ao preparo manual. Entretanto, o custo deste tipo material continua alto, o que acaba gerando a sua reutilização. Assim, protocolos de limpeza e esterilização rígidos devem ser seguidos, lembrando que tais processos, bem como, o uso de determinadas substâncias químicas auxiliares durante o preparo químico-mecânico podem comprometer a estrutura dos



instrumentos endodônticos, sejam de aço inoxidável ou de NiTi (O'Hoy *et al.*, 2003; Lopes & Siqueira-Jr, 2004; Leonardo MR, Leonardo RT, 2002).

Dentre as substâncias químicas utilizadas no preparo químico-mecânico, o hipoclorito de sódio (NaOCl) tem sido utilizado por um longo período como substância química auxiliar do canal radicular, em diferentes concentrações, de acordo com a quantidade de cloro liberável. Entre as vantagens do hipoclorito de sódio podemos citar a baixa tensão superficial (ação umectante), lubrificante, solvente de matéria orgânica, desodorizante, clareador, bactericida, pH alcalino (11,8), rápida atuação e baixo custo. A atividade do NaOCl está diretamente associada à sua concentração. Na Endodontia, as concentrações utilizadas variam de 0.5% a 10%. O hipoclorito é uma solução instável, perde a eficiência com o aumento de temperatura, exposição à luz e ao ar, ou quando é armazenado por períodos longos. (O'Hoy *et al.*, 2003; Lopes & Siqueira-Jr, 2004).

Como desvantagens no uso do hipoclorito de sódio, há sua irritabilidade quando em contato com tecidos orgânicos, instável ao armazenamento, forte odor, descora tecidos, remove carbono da borracha e tem potencial altamente corrosivo para vários metais, removendo seletivamente níquel da liga de NiTi, o que pode levar a uma corrosão acentuada nas limas endodônticas enfraquecendo sua estrutura e favorecendo a fratura das mesmas (Sarkar *et al.*, 1983, Oshida *et al.*, 1992).

Desta forma, uma melhor elucidação a respeito das conseqüências do contato de substâncias químicas auxiliares como o hipoclorito de sódio, seja durante o preparo químico-mecânico ou para a limpeza e desinfecção de instrumentos rotatórios de NiTi, torna-se imprescindível para que haja um controle maior sobre a durabilidade e limitações de uso para este material.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Avanços tecnológicos têm permitido a confecção de instrumentos endodônticos com novas ligas, como as de níquel-titânio. Se tentativas passadas de se acionarem instrumentos endodônticos de aço inoxidável por meio de motor fracassaram, com o advento da liga de NiTi isso se tornou uma realidade, pois essa liga apresenta uma flexibilidade e dureza mais adequadas para a realização da instrumentação rotatória (Lopes & Siqueira-Jr, 2004; Peter *et al.* 2001; Pettiette *et al.* 2001).

A liga de níquel-titânio foi desenvolvida por *Buehler et al.* em 1963 no Naval Ordnance Laboratory, NOL, em Silver Springs, Maryland, EUA, razão pela qual recebeu o nome de NiTiNOL. A liga de NiTi possui como principal característica memória de forma que possibilita sua adaptação em canais curvos durante o preparo químico-mecânico (Lopes & Siqueira-Jr, 2004).

*Civjan et al.* (1975) foram os primeiros a relatar a possibilidade do uso das ligas NiTi na Odontologia. Estes autores estudaram o comportamento mecânico das ligas NiTi-55 e NiTi-60, sugerindo seu uso em diversas áreas, como Prótese, Cirurgia, Ortodontia, Endodontia e Implantodontia, levantando a possibilidade do seu emprego na fabricação de instrumentos e limas manuais ou rotatórias. Seu trabalho informa ainda que as ligas metálicas NiTi foram desenvolvidas para aplicação em peças e instrumentos dotados de propriedades anti-magnéticas e resistência contra corrosão pela água salgada.

*Walia et al.* (1988) foram pioneiros na investigação do uso de instrumentos endodônticos de NiTi. Esses instrumentos endodônticos manuais foram confeccionados a partir de fios ortodônticos submetidos a processo de microusinagem, já que a fabricação de tais limas por processo de torção do fio é impossível devido às suas propriedades superelásticas. Neste experimento, limas tipo K de tamanho 15 e de secção triangular e formato idênticos foram confeccionadas em NiTi e aço inoxidável, para permitir uma comparação em testes de flexão, torção horária, anti-horária e fratura. Estes autores afirmam que as limas de níquel-titânio obtidas em seu experimento demonstraram ser duas ou três vezes mais flexíveis que as limas de aço inoxidável, exibindo também maior resistência à fratura.

Chan & Cheung (1996) confirmam a importância das limas NiTi manuais, em um estudo comparativo entre instrumentos fabricados com essas ligas e as de aço inoxidável. Os autores afirmam que somente algumas poucas variações no desenho básico dos instrumentos de canal radicular vinham sendo realizadas, até que o surgimento da liga NiTi proporcionou uma inovação na flexibilidade das limas. Neste experimento, canais mesiais de molares foram instrumentados *in vitro* e as seções transversais obtidas das raízes foram analisadas por um programa de computador (NIH Image®). Os resultados apresentaram que os dois tipos de instrumentos removeram quantidades similares de dentina, sendo que as limas de NiTi proporcionaram preparos mais seguros, no que diz respeito ao desgaste da chamada zona de perigo.

Reis & Elias (2001) apresentaram didaticamente os principais conceitos relacionados com as ligas NiTi de aplicações médicas ou odontológicas: os fenômenos de memória de forma, proporcionando a volta à forma original da liga quando submetida ao aquecimento e à superelasticidade propiciam que essas ligas possam ser deformadas em até 8% de seu comprimento, com a capacidade de retornarem à sua conformação inicial. Os autores consideraram indubitáveis as vantagens das ligas NiTi sobre outros materiais utilizados na área biomédica. Entretanto, essa liga é susceptível ao efeito corrosivo de substâncias químicas auxiliares, como o hipoclorito de sódio, o que pode enfraquecer sua estrutura e favorecer a fratura das mesmas (Sarkar *et al.*, 1983, Oshida *et al.*, 1992).

Eichner *et al.*, (1976) realizaram um trabalho que demonstrou que, quando instrumentos endodônticos de aço carbono foram imersos em hipoclorito de sódio 1% por 10 minutos, não se pôde observar corrosão nos instrumentos, mas quando o hipoclorito de sódio a 5% foi empregado, houve a presença de corrosão. Os autores verificaram, ainda, a presença da corrosão quando o colágeno bovino purificado foi adicionado às duas concentrações de hipoclorito testadas, sendo maior na combinação com hipoclorito de sódio 5%. O colágeno foi adicionado no experimento na tentativa de simular a presença das proteínas encontradas nos canais radiculares durante a prática endodôntica. Quando instrumentos endodônticos de aço inoxidável foram imersos em concentrações de 1% e 5% de NaOCl, com ou sem a presença de colágeno bovino, as fotografias não mostraram corrosão nos instrumentos.

Oliet & Sorin (1978) produziram um trabalho que tinha como objetivo principal determinar o efeito corrosivo em instrumentos de aço carbono e aço inoxidável imersos em hipoclorito de sódio 5%, quando examinados em microscópio de luz. Estes instrumentos foram mantidos em um aparato específico que continha matéria de dentes humanos triturados em diversos períodos de tempo. Como resultado deste estudo, a solução com hipoclorito de sódio foi bastante corrosiva nos instrumentos de aço carbono, especialmente quando existiam matérias oriundas de dentes triturados. Aparentemente não houve efeitos sobre os instrumentos de aço inoxidável submetidos a condições idênticas.

Lopes *et al.*, (1994) avaliaram a corrosão de seis marcas de limas endodônticas de aço inoxidável imersas em soluções desinfetantes por 48 horas. Para tal, utilizaram-se de uma micro-sonda acoplada ao microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram que as amostras imersas em solução de hipoclorito de sódio de 4 a 6% apresentaram corrosão por pites, que é um tipo de degradação em pontos bem característicos que ocorre quando a superfície metálica entra em contato com íons cloro.

Marending *et al.*, (1998) utilizaram-se da microscopia eletrônica de varredura para avaliar a superfície de 108 pontas cortantes de instrumentos NiTi tipo Lightspeed®, usados clinicamente, quanto à presença de fragmentos (resíduos), corrosão, sulcos e desgastes, metal espanado, microfraturas, superfície de corte, rasgos e corrosão por pites. Notaram que somente 20% dos instrumentos limpos pelo ultra-som antes do exame microscópico apresentaram resíduos, quando comparados àqueles em que o ultra-som não foi utilizado. A prevalência de metal espanado foi igual em ambos os grupos. Microfraturas e rasgos foram mais prevalentes nos instrumentos usados em número maior de casos, quando comparados aos instrumentos usados somente em 20 casos. Observaram que o uso contínuo dos instrumentos Lightspeed® pode levar as estrias das cabeças cortantes à microfraturas. Relataram que a deformação de instrumentos níquel-titânio pode não ser detectada, embora seja facilmente visível em instrumentos de aço inoxidável, pelo revezamento e desenrolamento da estria. Concluíram que clínicos usando instrumentos NiTi não têm sinais visíveis que auxiliem a decidir quando descartar os instrumentos.

Stokes *et al.*, (1999) compararam a suscetibilidade à corrosão de limas manuais de aço inoxidável e NiTi quando ambas foram imersas em hipoclorito de sódio. Cada uma das marcas de limas de aço inoxidável (Kerr K-Flex<sup>®</sup>, Caulk Flex-O<sup>®</sup>, e Union Broach Flex-R<sup>®</sup>) e as NiTi (Union Broach NiTi<sup>®</sup> e Tulsa NiTi<sup>®</sup>), todas de calibre 20, foram imersas em hipoclorito de sódio 5,25%. Sua corrosão pôde ser avaliada por dois métodos: microscopia eletrônica de varredura e pela medição através de um circuito potencial aberto. Os resultados apontaram para diferenças significativas na corrosão entre marcas diferentes de cada um dos tipos de liga, porém não houve diferenças no padrão de corrosão entre as limas NiTi e as de aço inoxidável. Os resultados mostraram os seguintes percentuais de corrosão para cada lima. Sinais visuais de corrosão: K-Flex (8%), Flex-R (4%), Flex-O (25%), broca Union NiTi (8%), e Tulsa NiTi (0%).

Cabreira (2000) avaliou, quanto à resistência à corrosão, três marcas comerciais de instrumentos endodônticos NiTi acionados a motor (Quantec<sup>®</sup>, Tulsa<sup>®</sup> e Maillefer<sup>®</sup>). O ensaio acelerado por corrosão foi executado através de imersão dos corpos de prova em hipoclorito de sódio 2,4%. Os resultados foram expressados pela perda de peso dos espécimes, microscopia eletrônica de varredura e microanálise química semi-quantitativa dos resíduos e demonstraram padrão irregular de corrosão que se repetiu dentro dos grupos. A análise estatística não constatou diferenças significativas quanto à resistência à corrosão entre as marcas estudadas neste trabalho.

O' Hoy *et al.*, (2003) avaliaram o efeito da repetição de procedimentos de limpeza nas propriedades de fratura, flexão e corrosão das limas de NiTi. Em seu estudo, 140 limas novas foram utilizadas do sistema Profile de NiTi, taper 04 (Dentsply Maillefer), divididas em 7 grupos de 20 limas cada sendo um grupo destinado ao controle do experimento. Os instrumentos foram sujeitos a 2, 5 e 10 ciclos de limpeza utilizando-se hipoclorito de sódio (NaOCl 1%) ou solução de Milton (NaOCl 1% + NaCl 19%). Cada ciclo de limpeza consistia num esfregaço das limas com uma escova de nylon por 20 repetições. Em seguida as limas foram lavadas com água e imersas no NaOCl 1% ou na solução de Milton. As limas permaneceram durante 10 minutos na solução e depois mais 5 minutos na câmara de ultra-som na mesma solução.

Posteriormente as limas foram lavadas com água destilada e secas no período de “overnight”. As limas foram testadas quanto sua resistência à fratura, flexão e corrosão. Na verificação da corrosão utilizou-se o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). O trabalho ainda testou 4 marcas de limas novas de NiTi que foram imersas em solução de NaOCl 1% ou solução de Milton durante o período de 18 horas. O estudo concluiu que as limas podem passar pelos 10 ciclos de limpeza sem afetar significativamente a susceptibilidade de fratura ou corrosão, mas não podemos colocar as limas imersas no NaOCl durante o período de uma noite pois já ocorrem mudanças significativas nas limas. É fato também que a solução de Milton foi mais corrosiva que a solução com hipoclorito de sódio 1%.

Os instrumentos de NiTi devem ser cuidadosamente utilizados, incluindo aí, as substâncias químicas auxiliares de escolha para o preparo químico-mecânico que entrarão em contato com este material. Esta observação torna-se relevante a partir do momento que pode comprometer a estrutura de tais materiais e os mesmos sofrerem fraturas sem demonstrar qualquer indício prévio. Assim, mais estudos são necessários para avaliar a ação do hipoclorito de sódio na superfície dos instrumentos de NiTi e suas possíveis implicações clínicas.

### **3. PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi analisar a ocorrência ou não de corrosão em limas rotatórias de níquel-titânio do sistema Hero 642 após o contato com hipoclorito de sódio 5,25% pelos períodos de 5 minutos, 60 minutos e 24 horas.

#### 4. MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas um total de 9 limas novas de níquel-titânio Sistema Hero 642 25/06 divididas aleatoriamente em 3 grupos com 3 limas cada:

- ✓ **Grupo 1:** Cloreto de sódio 0,9% ( Controle)
- ✓ **Grupo 2:** Hipoclorito de sódio 5,25%

Uma análise paralela foi realizada com uma lima recém-tirada da caixa, que não entrou em contato com nenhuma substância química auxiliar, a fim de verificar quaisquer característica inerentes à fabricação.

Separadamente, as limas foram imersas em tubos de ensaio de vidro, devidamente identificados, de acordo com o grupo ao qual pertenciam e seguindo os períodos de tempo de acordo com a tabela 1:

**Tabela 1** – Distribuição das limas de acordo com a substância química auxiliar empregada e os tempos de permanência.

Tempo	Soro	NaOCl 5,25%
05 min	1	1
60 min	1	1
24 h	1	1

Como o cloro é uma substância instável ao armazenamento e reage com a luz como mostram alguns trabalhos da literatura (Lopes & Siqueira-Jr, 2004), os tubos de ensaio do grupo 2 foram envolvidos com papel alumínio para evitar que esta reação indesejável pudesse alterar os resultados (Figura 1).





**Figura 1** – Tubos de ensaio contendo limas 25/06 do sistema Hero 642 envolvidas com papel alumínio para proteção contra luz.

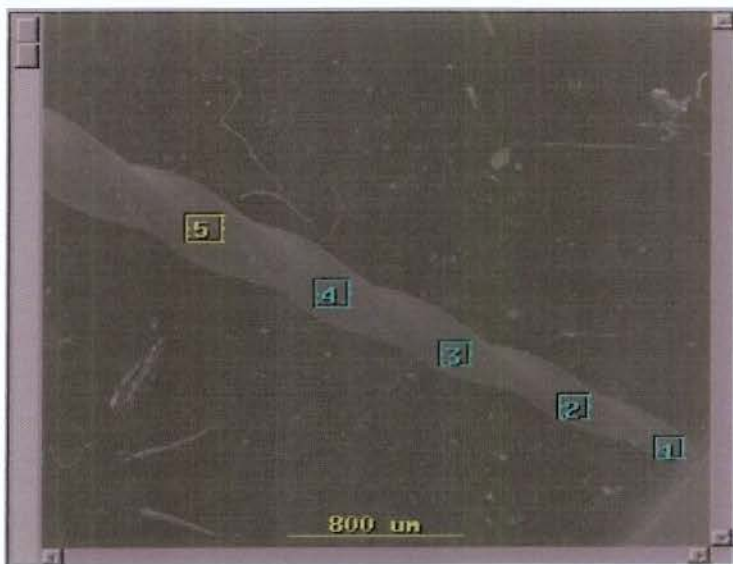
Após os períodos de imersão, as limas foram lavadas abundantemente em água destilada, secas em estufas à 37° C por 24 horas e analisadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (JSM-5600 VP, JEOL Tóquio, JP) (Figura 2) e por meio da Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS).



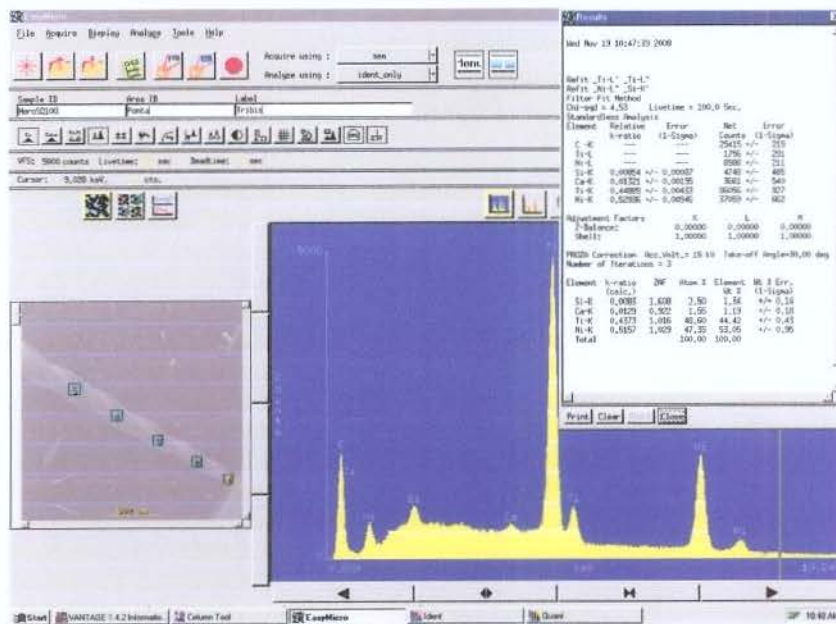
**Figura 2** – Microscópio eletrônico de varredura.

Vale ressaltar que na análise por meio de EDS, a intensidade de Raio-X emitidas por vários elementos em uma amostra é aproximadamente proporcional às frações em peso de cada elemento que emite radiação. Entretanto, a razão de intensidade da amostra em relação a um padrão de composição conhecida, não necessariamente reflete a razão de concentração com precisão suficiente, mas sim uma proporção dos elementos químicos encontrados na amostra. Assim, uma lima recém-tirada da caixa teve sua

superfície de contato analisada em MEV e EDS em cinco regiões diferentes (Figura 3), na mesma lima a partir da ponta ativa. Por meio da média obtida destas cinco áreas, foi feita uma comparação dos resultados com as outras médias obtidas após o contato do hipoclorito de sódio 5,25% nos diferentes períodos.



**Figura 3** – Imagem com as 5 áreas demarcadas para análise de EDS.

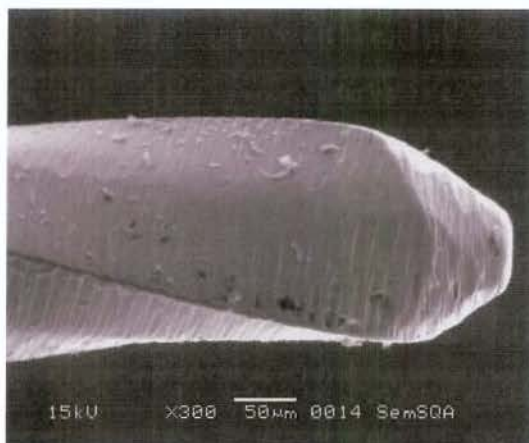


**Figura 4** – Análise quantitativa realizada através da espectroscopia de dispersão de energia (EDS).

## 5. RESULTADOS

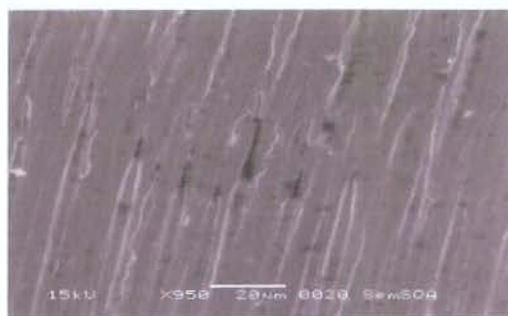
### *Superfície sem contato com substância química auxiliar*

Ao analisarmos a superfície da lima 25/06 do sistema Hero 642 com um aumento de 300 vezes em micrografias podemos notar uma presença harmoniosa de ranhuras paralelas helicoidais acompanhando a parte ativa da lima. Isso ocorre devido ao processo de usinagem durante a fabricação (Figura 5).



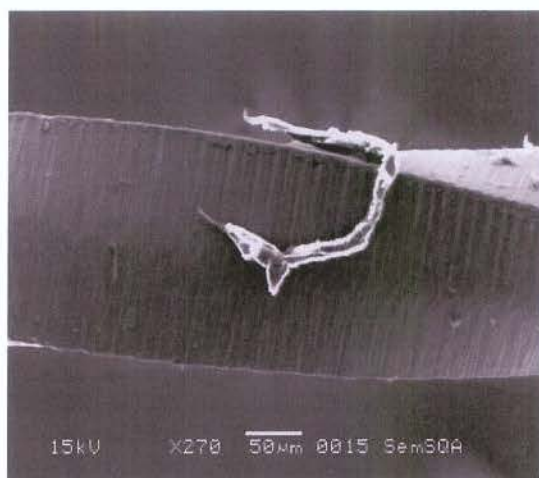
**Figura 5** – Lima Hero 25/06 recém-tirada da caixa demonstrando as ranhuras inerentes à usinagem.

Em um aumento de 950 vezes no MEV, notamos também alguns pontos localizados mais profundos na superfície da lima que são definidos como corrosão por Pitts (Lopes & Siqueira-Jr, 2004). Eles aparecem devido à remoção de núcleos e incrustações do metal durante o processo de usinagem (Figura 6).



**Figura 6** – Imagem de corrosão por Pitts devido à remoção núcleos e incrustações do metal durante o processo de usinagem.

Outro achado comum na superfície analisada das limas foram espécimes de formas variadas cuja identificação não podemos afirmar, mas existem algumas hipóteses como: acúmulo de sujeira durante a manipulação ou resíduos de cavacos do metal do processo fabricação (Figura 7).



**Figura 7** – Possíveis acúmulos de sujeira durante a manipulação ou resíduos de cavacos do metal do processo de fabricação.

Ao analisarmos a superfície da lima 25/06 do sistema Hero 642 recém-tirada da caixa de forma quantitativa, ou seja, através da proporção atômica em EDS, obtemos os seguintes resultados apresentados na tabela 2.

**Tabela 2** – Proporção atômica da lima 25/06 Hero 642 recém-tirada da caixa.

Porcentagem atômica realizada no EDS	Ni (%)	Ti (%)
Área 1	53,05	44,42
Área 2	55,01	44,11
Área 3	55,14	43,63
Área 4	55,15	44,23
Área 5	53,77	43,51
Média das áreas	54,42	43,98

**Superfície em contato com substância química auxiliar Soro fisiológico**

✓ Período 5 minutos

Ao analisarmos a superfície da lima 25/06 sistema Hero 642 em diferentes aumentos nas fotos de MEV, foi verificado que a presença harmoniosa das ranhuras paralelas helicoidais acompanhando a parte ativa da lima não sofreu alterações significativas. Foi encontrado partículas de sujeira ou cavaco em aumentos maiores assim como, os Pitts (Figura 8).

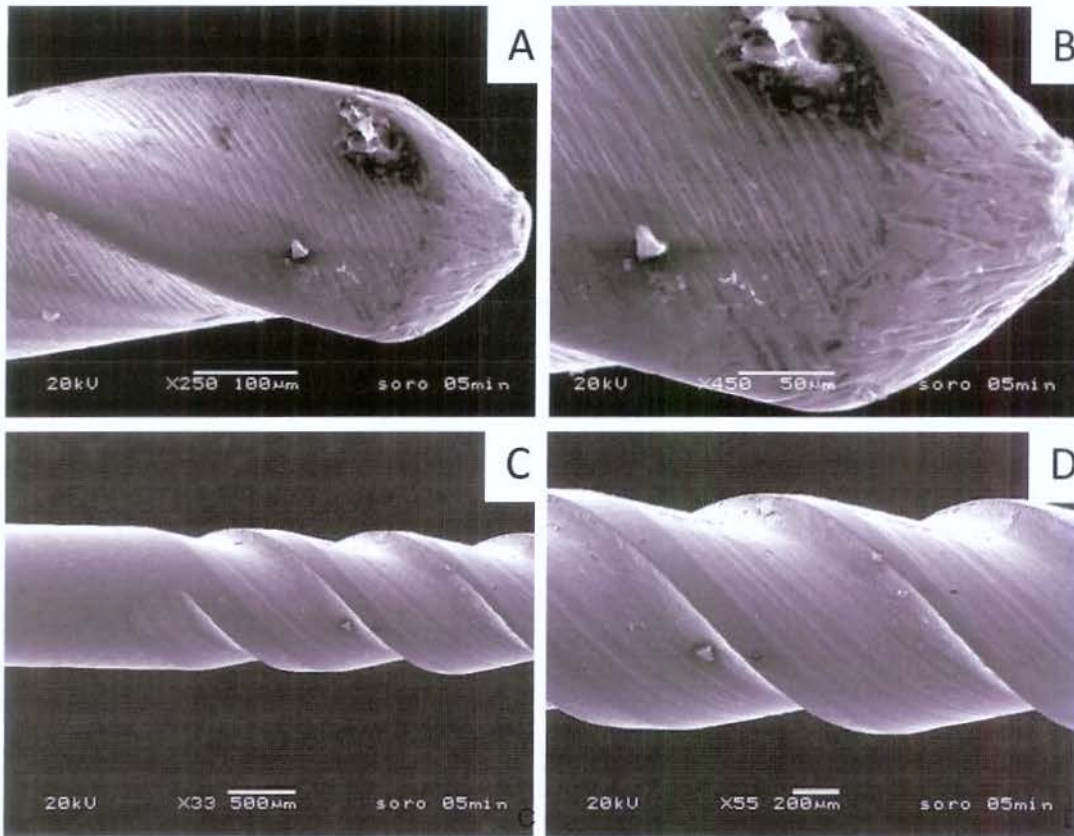


Figura 8 – Análise realizada em MEV da superfície da lima 25/06 do sistema Hero 642 após contato com cloreto de sódio 0,9% durante o período de 5 minutos. Temos os aumentos de 250, 450, 33 e 55 vezes em (A), (B), (C) e (D), respectivamente.

Ao analisarmos a superfície da lima 25/06 sistema Hero 642 em contato com cloreto de sódio 0,9% durante o período de 5 minutos através da

proporção atômica em EDS, obtemos os seguintes resultados apresentados na tabela 3.

**Tabela 3** – Proporção atômica da lima 25/06 Sistema Hero 642 em cloreto de sódio 0,9% após 5 minutos.

Porcentagem atômica realizada no EDS	Ni (%)	Ti (%)
Área 1	54,38	44,34
Área 2	54,92	44,81
Área 3	55,25	44,26
Área 4	55,13	44,43
Área 5	55,09	44,45
Média das áreas	54,95	44,45

✓ *Período 60 minutos*

Ao analisarmos a superfície da lima 25/06 sistema Hero 642 em diferentes aumentos nas fotos de MEV, foi verificado que a presença harmoniosa das ranhuras paralelas helicoidais acompanhando a parte ativa da lima não sofreu alterações significantes. Foi encontrado partículas de sujeira ou cavaco em aumentos maiores assim como, os Pitts (Figura 9).

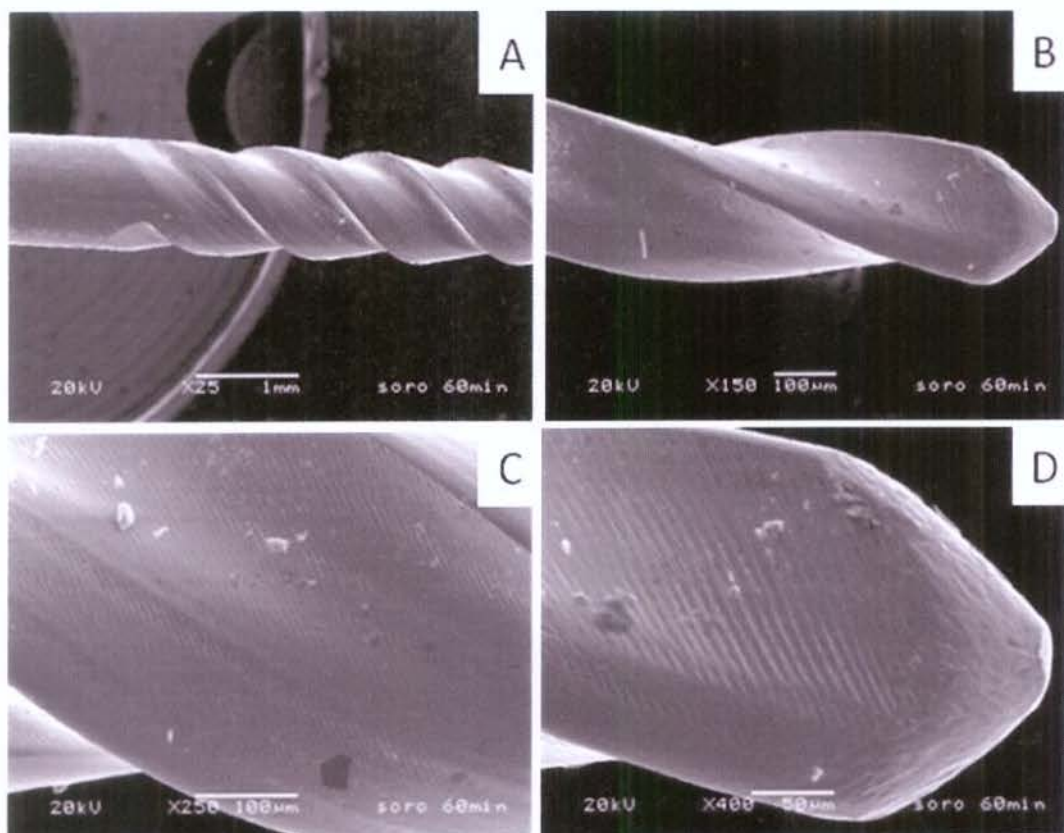


Figura 9 – Análise realizada em MEV da superfície da lima 25/06 do sistema Hero 642 após contato com cloreto de sódio durante o período de 60 minutos. Temos os aumentos de 25, 150, 250 e 400 vezes em A), (B), (C) e (D), respectivamente.

Ao analisarmos a superfície da lima 25/06 sistema Hero 642 em contato com cloreto de sódio 0,9% durante o período de 60 minutos através da proporção atômica em EDS, obtemos os seguintes resultados apresentados na tabela 4:

**Tabela 4** – Proporção atômica da lima 25/06 sistema Hero 642 em cloreto de sódio 0,9% após 60 minutos.

Porcentagem atômica realizada no EDS	Ni (%)	Ti (%)
Área 1	54,50	43,61
Área 2	55,56	43,83
Área 3	54,78	44,21
Área 4	55,01	44,32
Área 5	54,64	44,03
Média das áreas	54,89	44,00

✓ *Período 24 horas*

Ao analisarmos a superfície da lima 25/06 sistema Hero 642 em diferentes aumentos nas fotos de MEV, foi verificado que a presença harmoniosa das ranhuras paralelas helicoidais acompanhando a parte ativa da lima não sofreu alterações significantes. Como esperado, encontramos partículas de sujeira ou cavaco em aumentos maiores assim como os Pitts.

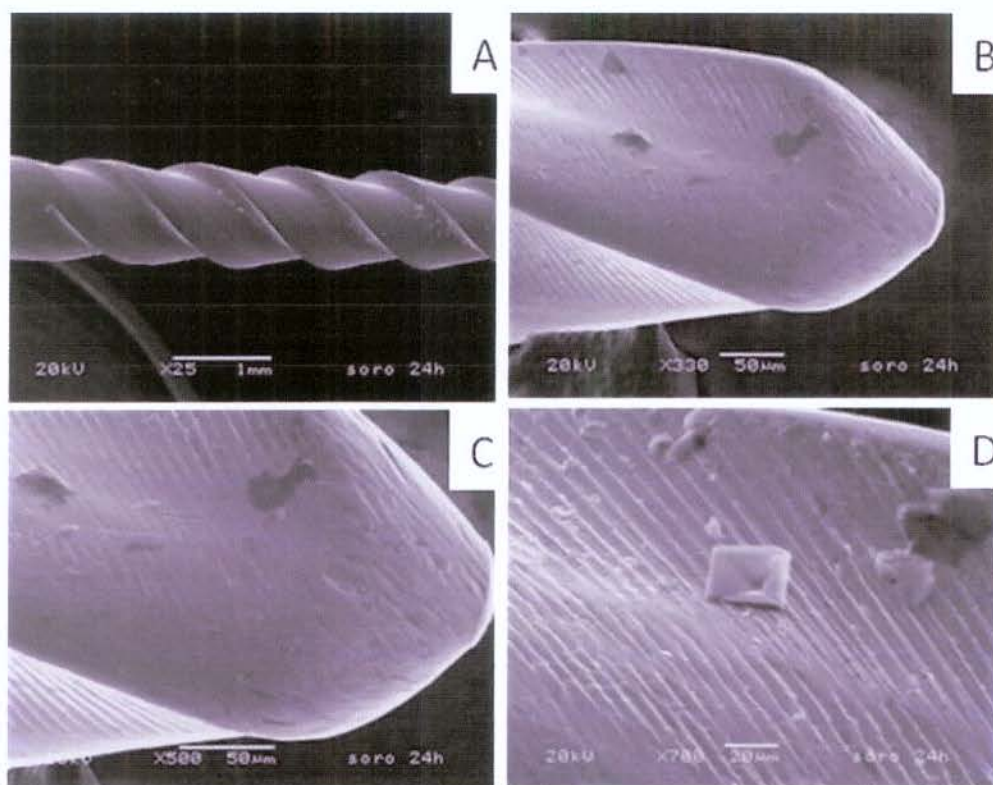


Figura 10 – Análise realizada em MEV da superfície da lima 25/06 do sistema Hero 642 após contato com cloreto de sódio 0,9% durante o período de 24 horas. Temos os aumentos de 25, 330, 500 e 700 vezes em (A), (B), (C) e (D), respectivamente.

Ao analisarmos a superfície da lima 25/06 sistema Hero 642 em contato com cloreto de sódio 0,9% durante o período de 24 horas através da proporção atômica em EDS, obtemos os seguintes resultados apresentados na tabela 5.



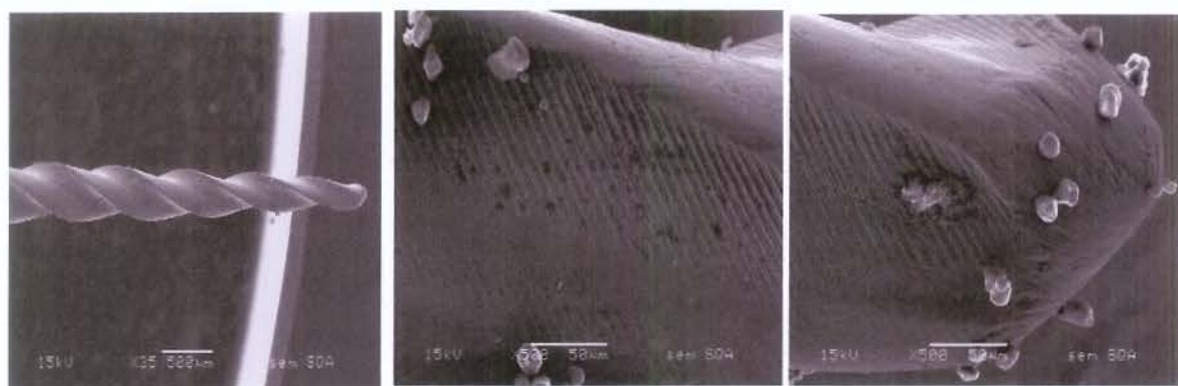
**Tabela 5** – Proporção atômica da lima 25/06 sistema Hero 642 em cloreto de sódio 0,9% após 24horas.

Porcentagem atômica realizada no EDS	Ni (%)	Ti (%)
Área 1	55,35	44,65
Área 2	55,53	44,47
Área 3	55,23	44,77
Área 4	55,54	44,46
Área 5	55,20	44, 80
Média das áreas	55,37	44,63

### ***Superfície em contato com substância química auxiliar NaOCl 5,25%***

✓ *Período 5 minutos*

Ao analisarmos a superfície da lima Hero 642 em diferentes aumentos, verificamos a presença harmoniosa das ranhuras paralelas helicoidais acompanhando a parte ativa da lima que não sofreu alterações significantes e, como esperado, encontramos partículas de sujeira ou cavaco em aumentos maiores assim como os Pitts (Figura 8).



**Figura 8** – Superfície da lima 25/06 sistema Hero 642 após 5 minutos em diferentes aumentos, mostrando a presença harmoniosa das ranhuras paralelas helicoidais ao longo da parte ativa da lima e a presença de partículas de sujeira ou cavaco.

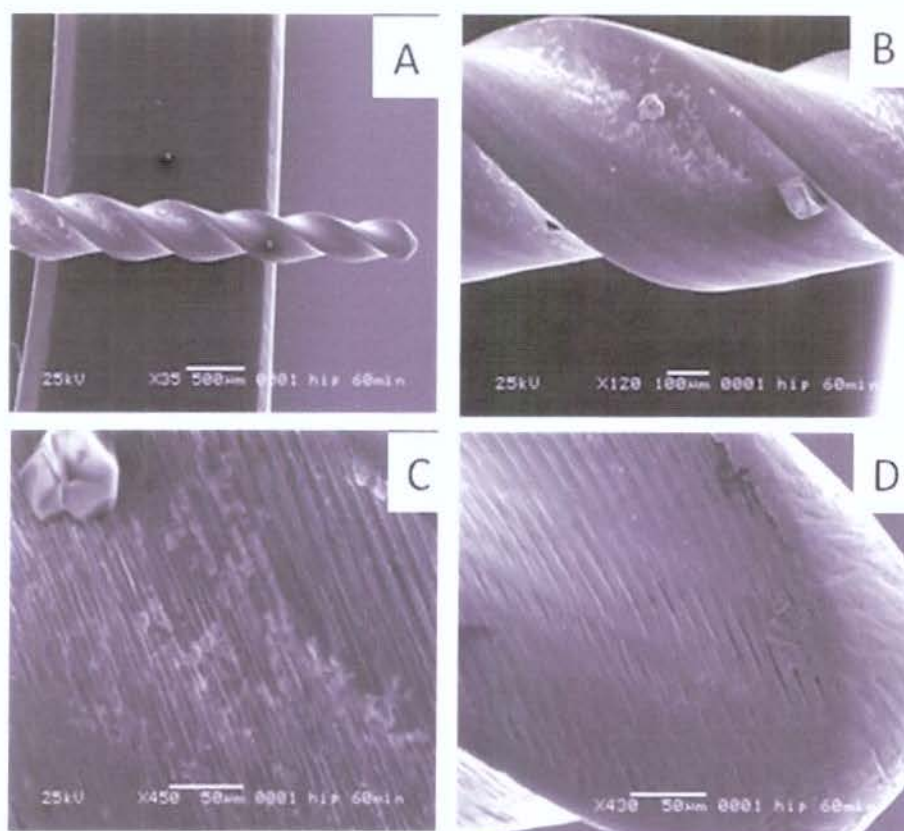
Ao analisarmos a superfície da lima Hero 642 em contato com NaOCl 5,25%, de forma quantitativa, durante o período de 5 minutos através da proporção atômica em EDS, obtemos os seguintes resultados apresentados na tabela 6.

**Tabela 6** – Proporção atômica da lima 25/06 do sistema Hero 642 após 5 minutos de contato com NaOCl 5,25%.

Porcentagem atômica realizada no EDS	Ni (%)	Ti (%)	Cl(%)
Área 1	54,67	42,91	1,64
Área 2	53,98	43,83	1,38
Área 3	52,40	42,36	4,77
Área 4	53,12	43,38	2,86
Área 5	53,63	42,72	3,14
Média das áreas	53,56	43,04	2,75

✓ *Período 60 minutos*

Ao analisarmos a superfície da lima Hero 642 em diferentes aumentos nas fotos de MEV, verificamos que a presença harmoniosa das ranhuras paralelas helicoidais parece sofrer alteração não uniforme e mais intensificada ao longo da parte ativa da lima, diferente do padrão demonstrado na amostra do período de tempo anteriormente proposto. Como esperado, encontramos partículas de sujeira ou cavaco em aumentos maiores assim como, os Pitts.



**Figura 9** – Análise realizado em MEV da superfície da lima hero 642 após contato com hipoclorito de sódio 5,25% durante o período de 60 minutos. Temos os aumentos de 35, 120, 450 e 430 vezes, respectivamente.

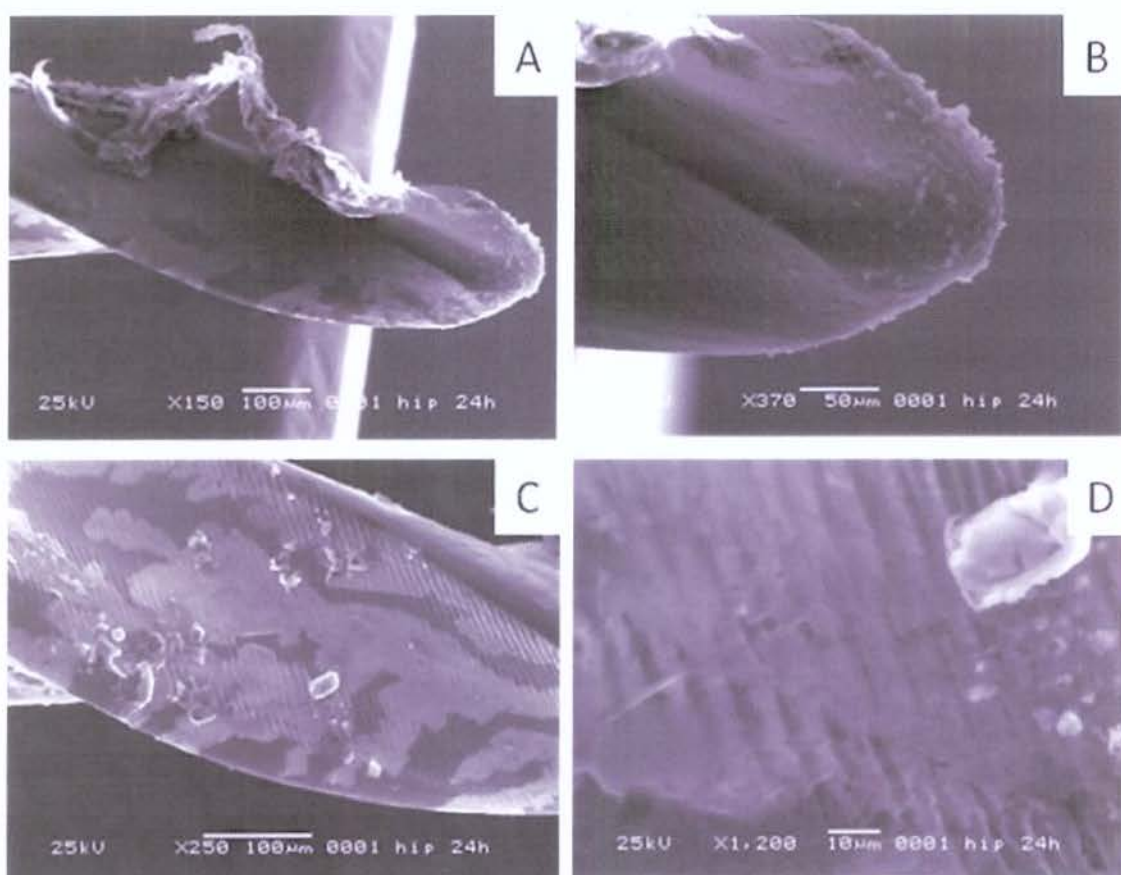
Ao analisarmos a superfície da lima Hero 642 em contato com NaOCl 5,25%, de forma quantitativa, durante o período de 60 minutos através da proporção atômica em EDS, obtemos os seguintes resultados apresentados na tabela 7.

**Tabela 7** – Proporção atômica da lima Hero 642 após 60 minutos de contato com NaOCl 5,25%.

Porcentagem atômica realizada no EDS	Ni (%)	Ti (%)	Cl(%)
Área 1	54,47	44,00	0,48
Área 2	55,25	44,21	0,15
Área 3	53,61	42,46	2,15
Área 4	54,42	43,29	1,10
Área 5	54,77	43,72	0,63
Média das áreas	54,50	43,53	0,90

✓ *Período de 24 horas*

Ao analisarmos a superfície da lima Hero 642 em diferentes aumentos nas fotos de MEV, verificamos que a presença harmoniosa das ranhuras paralelas helicoidais sofreram alterações não uniforme ao longo da parte ativa da lima de maneira muito severa e de padrão diferente dos períodos de tempos anteriormente testados. Como esperado, encontramos partículas de sujeira ou cavaco em aumentos maiores assim como os Pitts (Figura 10).



**Figura 10** – Análise realizado em MEV da superfície da lima25/06 do sistema Hero 642 após contato com hipoclorito de sódio 5,25% durante o período de 24 horas. Temos os aumentos de 150, 250, 370 e 1200 vezes em A), (B), (C) e (D), respectivamente. Tornam-se evidentes, através das fotos de MEV, a reação entre o NiTi da superfície da lima e o hipoclorito de sódio.

Ao analisarmos a superfície da lima 25/06 do sistema Hero 642 em contato com NaOCl 5,25%, de forma quantitativa, durante o período de 24 horas através da proporção atômica em EDS, obtemos os seguintes resultados apresentados na tabela 5 a seguir:

**Tabela 5** – Proporção atômica da lima 25/06 Hero 642 após 24 horas de contato com NaOCl 5,25%.

Porcentagem atômica realizada no EDS	Ni (%)	Ti (%)	Cl(%)
Área 1	49,73	40,85	3,86
Área 2	52,50	41,31	2,80
Área 3	46,74	38,36	7,40
Área 4	40,00	32,13	17,08
Área 5	46,70	39,08	6,95
Média das áreas	47,13	38,34	7,61

## 6. DISCUSSÃO

A partir do melhor entendimento sobre o comportamento e as propriedades físicas dos instrumentos de níquel-titânio, surgiu o interesse no desenvolvimento de instrumentos que pudessem ser usados sob rotação no preparo dos canais radiculares, aspecto esse, já testado e fracassado valendo-se de instrumentos de aço inoxidável, em razão da ausência do efeito memória de forma e insuficiente resistência à fratura por torção (Lauretti, 2006).

Muitos sistemas rotatórios foram lançados no mercado. Necessitava-se então, de novos estudos para avaliar as propriedades desses novos sistemas como o limite de resistência à torção e a qualidade do preparo do canal obtida com testes que simulassem melhor as condições clínicas. Além disso, a cinemática de rotação empregada trazia outras dúvidas em relação aos fatores que poderiam influenciar no desgaste ou fratura desses novos instrumentos (Lauretti, 2006).

A partir da década de 50, a fase mecânica da Endodontia passou a ter mais destaque e a interação entre as substâncias químicas auxiliares e os instrumentos endodônticos passou a ter importância fundamental no sentido de alcançar os objetivos biológicos e mecânicos do tratamento endodôntico (Paiva & Antoniazzi, 1988). Além da obtenção de um melhor desempenho dos sistemas rotatórios sem maiores riscos e comprometimentos destes.

Dentre as substâncias químicas utilizadas no preparo químico-mecânico, o hipoclorito de sódio (NaOCl) tem sido utilizado por um longo período como substância química auxiliar do canal radicular, em diferentes concentrações. Foi introduzido na Endodontia por Walker, em 1936, devido à sua excelente capacidade de dissolução tecidual e eficácia antimicrobiana e vem sendo empregado em Endodontia por mais de seis décadas. Entretanto, o hipoclorito de sódio é cáustico, irritante aos tecidos periapicais e pode causar manchamento de tecidos e corrosão de instrumentos (Seltzer & Farber, 1994).

Tanto na amostra recém-tirada da caixa como no grupo em que o soro fisiológico foi utilizado como substância química auxiliar houve uma similaridade dos resultados encontrados na análise de EDS. Foi constatada a presença dos íons Ni e Ti e as médias de proporção destes íons nas diversas regiões analisadas mantiveram um padrão de distribuição semelhante.

A análise das imagens obtidas por meio da microscopia eletrônica de varredura da amostra recém-tirada da caixa e do grupo do soro fisiológico mostrou a presença harmoniosa de ranhuras paralelas helicoidais acompanhando a parte ativa da lima. Isso ocorre devido ao processo de usinagem durante a fabricação e está em acordo com Kuhn *et al.* (2001).

Foi observado também alguns pontos localizados mais profundos na superfície da lima que são definidos como corrosão por Pitts. Eles aparecem devido à remoção de núcleos e incrustações do metal durante o processo de usinagem. Estes achados também são relatados na literatura (Sarkar *et al.*, 1983; Stokes *et al.*, 1999).

Outro achado comum na superfície analisada das limas, foi espécimes de formas variadas cuja identificação não podemos afirmar, mas existem algumas hipóteses como: acúmulo de sujeira durante a manipulação ou resíduos de cavacos ou rebarbas do metal do processo fabricação. Segundo Lopes *et al.* (2000), durante o processo de usinagem pode ocorrer a formação de rebarbas na aresta de corte dos instrumentos endodônticos.

Segundo Sarkar *et al.* (1983), o NaOCl remove seletivamente o níquel da liga de níquel-titânio. O que está em acordo com os resultados do presente estudo em que a média de remoção do íon níquel foi proporcionalmente maior que os demais íons encontrados no grupo experimental nos diversos períodos de tempo. Havendo uma remoção maior no período de 24 horas.

Um outro achado no presente estudo foi o aparecimento do íon Cl na análise de EDS no grupo em que o NaOCl 5,25% foi utilizado. O que não foi demonstrado nas amostras analisadas do grupo do soro fisiológico e na lima recém-tirada da caixa, resultado esperado, pois este íon não faz parte da composição das limas rotatórias de NiTi.

O fato da presença do íon Cl na superfície analisada das limas 25/06 do sistema Hero, nos diversos períodos de tempo, pode explicar o efeito corrosivo do NaOCl, pois este age por meio da remoção do níquel da superfície do metal. Assim, a solução de NaOCl parece atacar os defeitos estruturais já existentes devido ao processo de fabricação o que acaba por enfraquecer a estrutura da lima (O'Hoy *et al.*, 2003).

O íon Cl também pode vir a gerar a formação do pite, ocorrência esta achada nas amostras independente do período de tempo de contato do NaOCl 5,25% com a superfície da lima. A corrosão por pite, embora ocasione pequena perda de massa, é perigosa, podendo induzir à fratura do instrumento endodôntico durante preparo químico-mecânico do canal radicular. Os pites atuam como pontos de concentração de tensão e, portanto, local de alto potencial de nucleação de trinca (Lopes & Siqueira-Jr, 2004).

As imagens obtidas por meio da microscopia eletrônica de varredura das amostras do grupo do NaOCl 5,25%, no período de 5 minutos, demonstraram a presença harmoniosa das ranhuras paralelas helicoidais acompanhando a parte ativa da lima que não sofreu alterações significantes. Foram encontradas partículas de sujeira ou cavaco em aumentos maiores assim como os Pitts.

As imagens obtidas por meio da microscopia eletrônica de varredura das amostras do grupo do NaOCl 5,25%, no período de 60 minutos, demonstram que as ranhuras paralelas helicoidais parecem sofrer alteração não uniforme e mais intensificada ao longo da parte ativa da lima, diferente do padrão demonstrado na amostra do período de tempo anteriormente citado. Novamente foram encontradas partículas de sujeira ou cavaco em aumentos maiores assim como, os Pitts. O que está em acordo com o trabalho de Stokes *et al.*, 1999.

As imagens obtidas por meio da microscopia eletrônica de varredura das amostras do grupo do NaOCl 5,25%, no período de 24 horas, demonstraram que as ranhuras paralelas helicoidais sofreram alterações não uniforme ao longo da parte ativa da lima de maneira muito severa e de padrão diferente dos períodos de tempos anteriormente testados. Partículas de sujeira ou cavaco em aumentos maiores assim como os Pitts foram observados. Segundo O'Hoy *et al.* (2003) sinais de corrosão já podem ser observados com 18 horas de imersão de limas rotatórias de NiTi em solução de Milton.



## 7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos e frente à metodologia empregada, é possível concluir que:

- a) Em todas as amostras observadas, incluindo a lima recém-tirada da caixa, foi possível observar a presença de falhas no processo de fabricação como Pitts, rebarbas ou cavacos;
- b) Por meio da análise de EDS, o íon cloro foi detectado no grupo onde o NaOCl 5,25% foi utilizado independente do período de imersão;
- c) A média de remoção do íon níquel foi proporcionalmente maior que os demais íons encontrados no grupo experimental nos diversos períodos de tempo;
- d) No período de tempo de 5 minutos de contato com o NaOCl 5,25%, não foi possível detectar qualquer indício de corrosão,
- e) Nos períodos de 60 minutos e 24 horas de contato com o NaOCl 5,25%, foi possível observar indícios de corrosão. Estes indícios foram mais severos na amostra que ficou imersa por 24 horas.

## REFERÊNCIAS

1. *Buck et al (1999)*. Clorexidina como Substância Química Auxiliar em Endodontia. **Revista Espelho Clínico** abril 2006 p.10
2. *Cabreira MS*. **Corrosão em limas níquel-titânio**: análise comparativa entre três marcas comerciais de instrumentos acionados a motor [dissertação]. Taubaté: Universidade de Taubaté; 2000. 69p.
3. *Chan AW, Cheung GS*. A comparison of stainless steel and nickel-titanium K-files in curved root canals. **Int Endod J** 1996 Nov; 29(6): 370-5.
4. *Civjan S, Huget EF, DeSimon LB*. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. **J Dent Res** 1975 Jan-Feb; 54(1): 89-96.
5. *Delany et al (1982)*. Clorexidina como Substância Química Auxiliar em Endodontia. **Revista Espelho Clínico** abril 2006 p.9
6. *Eichner MA, Schoen DM, Goldman M et al*. Effect of protein and sodium hypochlorite on endodontic instruments. **J Endod** 1976 Nov; 2(11): 335-8.
7. *Fahid A, Taintor JF*. The influence of file size, cleaning, and time on effectiveness of bead sterilizers. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol** 1984 Oct; 58(4): 443-5.
8. *Ferraz CCR, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB; Souza Filho FJ (2001)* In Vitro Assessment of the Antimicrobial Action and the Mechanical Ability of Chlorhexidine Gel as an Endodontic Irrigant. **Journal of Endodontics**, 27, 452-55
9. *Ferraz CCR et al. (2001)* Clorexidina como Substância Química Auxiliar em Endodontia. **Revista Espelho Clínico** abril 2006 p.10
10. *Jeansonne et al. (1994)*. Clorexidina como Substância Química Auxiliar em Endodontia. **Revista Espelho Clínico** abril 2006 p.9
11. *Koskinen et al. (1975)*. Clorexidina como Substância Química Auxiliar em Endodontia. **Revista Espelho Clínico** abril 2006 p.9.
12. *Kuhn G ET AL*. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure. **Journal of Endodontics** 2001; 27:516-20.
13. *Lauretti LGB*. Influência da velocidade de rotação e do número de usos no tempo de trabalho e na fratura de instrumentos rotatórios de níquel-titânio. [tese] São Paulo: USP/FO; 2006.

14. *Lauretti M B, Andrade A P M, Isaac S (2005). Manual de Técnica Endodôntica, v1, 53-65.*
15. *Lopes HP, Siuqueira-Jr JF. Endodontia – Biologia e Técnica. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.*
16. *Lopes HP, Elias CN, Costa Filho AS. Corrosão em limas endodônticas de aço inoxidável. RBO 1994 jan-fev; 51(1): 26-28.*
17. *Mareending M, Lutz F, Barbakow F. Scanning electron microscope appearances of Lightspeed instruments used clinically: a pilot study. Int Endod J 1998 Jan; 31(1): 57-62.*
18. *Paiva JG, Antoniazzi JH. Endodontia: Bases para prática clínica. 2 ed. São Paulo: Artes Médicas; 1988.*
19. *Ohara PK, Torabinejad M, Kettering JD (1993). Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. Endodontic Dental Traumatol v9, 95-100.*
20. *Oliet S, Sorin SM. Inhibition of the corrosive effect of sodium hypochlorite on carbon steel endodontic instruments. J Endod 1978 Jan; 4(1): 12-6.*
21. *O'Hoy PYZ, Messer HH, Palamara JEA (2003). The effect of cleaning procedures on fracture properties and corrosion of nickel-titanium (NiTi) files. International Endodontic Journal 36, 724-32.*
22. *Peters OA, Schönenberger K, Laib A, (2001). Effects of for NiTi preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. International Endodontic Journal 34, 221-30.*
23. *Pettiette MT, Delano E, Trope M (2001). Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. Journal of Endodontics 27, 124-7.*
24. *Reis WP, Elias CN. Ligas de Ni-Ti com superelasticidade e memória de forma. RBO 2001 set-out; 58(5): 300-304.*
25. *Ramos CA S, Bramante CM (2001) ; Endodontia Fundamentos Biológicos e Clínicos, 2ª ed., p.209-24.*
26. *Sarkar NK, Redmond W, Schwaninger B, Goldgerg AJ. The chloride corrosion behavior of four orthodontic wires. Journal of Oral Rehabilitation. 1983; 10:121-8.*
27. *Seltzer S, Farber PA. Microbiologic factors in endodontology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1994; 78(5): 634-45.*
28. *Stokes OW, Fiore PM, Barss JT et al. Corrosion in stainless-steel and nickel-titanium files. J Endod 1999 Jan; 25(1): 17-20.*

29. *Walia HM, Brantley WA, Gerstein H.* An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. **J Endod** 1988 July; 14(7): 346-51.