

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Werington Borges Arantes**

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS  
SUPERFICIAIS DE INSTRUMENTOS  
ROTATÓRIOS DE NITI ANTES E APÓS O USO**

**Taubaté – SP**  
**2010**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Werington Borges Arantes**

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS  
SUPERFICIAIS DE INSTRUMENTOS  
ROTATÓRIOS DE NITI ANTES E APÓS O USO**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Odontologia do Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté

Área de concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Lage-Marques

Co-Orientador: Prof. Dr. João Marcelo Ferreira de Medeiros

**Taubaté – SP**  
**2010**

**WERINGTON BORGES ARANTES**

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Profa. Dra. \_\_\_\_\_ Universidade de Taubaté

Assinatura: \_\_\_\_\_

Profa. Dra. \_\_\_\_\_ Universidade

Assinatura: \_\_\_\_\_

Profa. Dra. \_\_\_\_\_ Universidade

Assinatura: \_\_\_\_\_

Profa. Dra. \_\_\_\_\_ Universidade

Assinatura: \_\_\_\_\_

Dedico esta conquista aos meus familiares, meus pais grandes incentivadores pela busca do conhecimento e às minhas irmãs Jane Arantes e Vânia Arantes que sempre apoiaram minhas decisões à procura de novos horizontes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. *José Luiz da Silva Lage-Marques* pela idéia e oportunidade de me proporcionar desenvolver este trabalho, em uma área que muito admiro na Endodontia, a área de tecnologia.

Ao Prof. Dr. *João Marcelo Ferreira de Medeiros* pelas horas de dedicação, paciência que para comigo teve neste período de procura por mais conhecimento.

A Profa. Dra. *Sandra Márcia Habitante* pelo acompanhamento durante o curso e principalmente pelos ensinamentos didáticos que me proporcionou.

A Profa. Dra. *Denise Pontes Raldi* pelos ensinamentos didáticos e a paciência de me passar conhecimento relacionados aos recursos de informática, área esta que eu apresentava grande deficiência.

Ao Prof. Dr. *Luiz Carlos Laureano da Rosa*, Economista e Pesquisador do NUPES-UNITAU, que realizou os cálculos estatísticos deste trabalho de forma ágil e sempre muito prestativo.

A todos os professores desta escola ligados ao Programa de Pós-graduação que contribuíram de forma decisiva para a minha formação e aquisição deste título.

Ao LNLS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, em Campinas-SP. na pessoa do Sr. *Sidnei Ramis de Araújo*, técnico do Laboratório de Microscopia Eletrônica e do Dr. *Antônio Ramirez* Coordenador deste laboratório que contribuíram diretamente para realização deste trabalho.

Ao Departamento de Engenharia Mecânica desta escola, em especial ao Sr. *José Arauto Ribeiro*, outro colaborador deste trabalho.

No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.

**Albert Einstein**

Arantes WB. Avaliação das características superficiais de instrumentos rotatórios de NiTi antes e após o uso [Dissertação de mestrado]. Taubaté: Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2010.143p.

## RESUMO

**Objetivos:** Avaliaram-se, por meio de MEV, instrumentos endodônticos do sistema rotatório Ni-Ti, antes e após o uso, considerando limpeza defeitos e deformações. **Método:** Vinte instrumentos, das marcas Twisted File®, BioRaCe®, Mtwo® e EndoWave® foram fotografados com aumento de 190 vezes quanto à presença de sujidade. As limas foram lavadas e novamente fotografadas para visualizar defeitos tendo como critérios a presença ou não de borda irregular, ranhura, microcavidade e rebarba. Realizou-se preparo dos canais radiculares simulados, nova limpeza e análise microscópica dos instrumentos após cinco usos. Após análise em MEV e de posse dos escores dos avaliadores, os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o Teste Exato de Fisher para os itens sujidade e defeitos e Teste “U” de Mann-Whitney com estatística descritiva, média, desvio padrão, coeficiente de variação e inferência estatística utilizando nível de significância de 5% no teste de Kolmogorov-Smirnov para o item deformações. A determinação do Coeficiente de Correlação Intraclasse para verificar concordância entre os avaliadores foi realizada pelo Teste de Kappa. **Resultados:** A diferença estatisticamente significativa ocorreu entre Mtwo® com outros instrumentos no item sujidade ( $p < 0,05$ ). Houve diferença estatisticamente significativa entre Twisted File® e outros instrumentos ( $p < 0,05$ ) quanto a defeitos. Não houve diferença estatisticamente significativa quanto a deformações entre os grupos ( $p > 0,05$ ). **Conclusão:** Todos os instrumentos estavam sujos, exceto a marca Mtwo®. A presença de defeitos foi observada em todos os instrumentos Twisted File®, enquanto que para os instrumentos BioRaCe® e Mtwo® este índice foi menor. Os instrumentos EndoWave® não apresentaram os defeitos citados. Quanto à deformação para os grupos avaliados, os mesmos comportaram-se de forma semelhante.

**Palavras-chave:** Instrumentos; Níquel; Titânio; Microscopia.

Arantes WB. Evaluation of the superficial characteristics of NiTi rotary instruments before and after they were used [Dissertação de mestrado]. Taubaté: Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2010.143p.

## ABSTRACT

**Objectives:** It was assessed, by using SEM, some endodontic instruments of Ni-ti rotary system, before and after using them, considering their cleanness, defects and deformities. **Method:** Twenty instruments from the trademarks Twisted File®, BioRaCe®, Mtwo® and EndoWave® were micrographed by increasing them 190 times to check their cleanness. The files were washed and micrographed again to visualize alterations as the presence or absence of irregular edge, groove, microcavity and scraping. Simulated root canal preparation was performed using these instruments. The instruments were cleaned and received a microscopic analysis after they were used five times. After the analysis using SEM and having the evaluators scores, the results were statistically compared using the Fisher's Exact Test for the items dirt and defects, and the "U" Mann-Whitney's Test with descriptive statistics, the average data, the standard deviation, the coefficient variation and statistical inference, using a significance level of 5% in the Kolmogorov-Smirnov Test for the item deformations. The determination of the intraclass correlation coefficient for evaluating agreement between the evaluators was done using the Kappa Test. **Results:** A statistically significant difference occurred between Mtwo® and the other instruments analyzed, on the item dirt ( $p < 0.05$ ). There was, also, a statistically significant difference related to deformities between the Twisted File® and the other instruments ( $p < 0.05$ ). There was no statistically significant difference on deformities between the groups ( $p > 0.05$ ). **Conclusion:** All instruments were dirty, except the brand Mtwo®. All instruments Twisted File® showed some defects, however damage was lower on the BioRaCe® and Mtwo®. The EndoWave® instruments didn't show the related defects. On the other hand, all groups of instruments evaluated showed similar deformation.

**Keywords:** Instruments; Nickel; Titanium; Microscopy.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA – Análise de Variância

CD – Compact Disk

EDTA – Ácido DiAmino Tetraacético

ISO – International Organization for Standardization

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

MM – Milímetros

N – Newton

Ni-Ti – Níquel Titânio

® - Marca Registrada

rpm – rotações por minuto

SEM – Scanning Electron Microscope

X – Vezes

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Limas Twisted File	48
Tabela 2 -	Limas BioRaCe	49
Tabela 3 -	Limas Mtwo	49
Tabela 4 -	Limas EndoWave	49
Tabela 5 -	Frequência em números e porcentagens da presença ou ausência de sujidade na superfície de corte da ponta do instrumento	56
Tabela 6 -	Comparação da presença de sujidade entre as quatro diferentes marcas	56
Tabela 7 -	Presença ou não de defeitos da ponta do instrumento das diferentes limas	68
Tabela 8 -	Presença ou não de defeitos a 5mm da ponta do instrumento das diferentes limas	68
Tabela 9 -	Comparação entre os grupos quanto ao defeito da borda irregular da ponta do instrumento	69
Tabela 10 -	Comparação entre os grupos quanto ao defeito ranhura da ponta do instrumento	69
Tabela 11 -	Comparação entre os grupos quanto ao defeito microcavidade da ponta do instrumento	69

Tabela 12 - Comparação entre os grupos quanto ao defeito rebarba da ponta do instrumento	70
Tabela 13 - Comparação entre os grupos quanto ao defeito borda irregular a 5mm da ponta do instrumento	70
Tabela 14 - Comparação entre os grupos quanto ao defeito ranhura a 5mm da ponta do instrumento	71
Tabela 15 - Comparação entre os grupos quanto ao defeito microcavidade a 5mm da ponta do instrumento	71
Tabela 16 - Comparação entre os grupos quanto ao defeito rebarba a 5mm da ponta do instrumento	71
Tabela 17 - Resultado dos escores entre os avaliadores (ponta do instrumento)	93
Tabela 18 - Resultado dos escores entre os avaliadores (5mm da ponta)	93
Tabela 19 - Estatística descritiva dos grupos (ponta do instrumento)	94
Tabela 20 - Teste "U" de Mann-Whitney (ponta do instrumento)	94
Tabela 21 - Estatística descritiva dos grupos (5mm da ponta do instrumento)	95
Tabela 22 - Teste "U" de Mann-Whitney (5mm da ponta do instrumento)	95
Tabela 23 - Escores médios da ponta do instrumento em comparação com 5mm da ponta do grupo A	96

Tabela 24 - Escores médios da ponta do instrumento em comparação com 5mm da ponta do grupo B	96
Tabela 25 - Escores médios da ponta do instrumento em comparação com 5mm da ponta do grupo C	97
Tabela 26 - Escores médios da ponta do instrumento em comparação com 5mm da ponta do grupo D	97
Tabela 27 - Escores médios da ponta do instrumento em comparação com 5mm da ponta de todos os grupos	98

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12)	58
Figura 2 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10)	58
Figura 3 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08)	59
Figura 4 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/06)	59
Figura 5 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04)	60
Figura 6 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08)	60
Figura 7 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05)	61
Figura 8 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04)	61
Figura 9 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06)	62
Figura 10 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04)	62

Figura 11 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04)	63
Figura 12 -	Ausência de sujidade nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04)	63
Figura 13 -	Ausência de sujidade nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05)	64
Figura 14 -	Ausência de sujidade nas lâminas dos instrumentos Mtwo (20/06)	64
Figura 15 -	Ausência de sujidade nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06)	65
Figura 16 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08)	65
Figura 17 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (30/06)	66
Figura 18 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06)	66
Figura 19 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06)	67
Figura 20 -	Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (15/02)	67
Figura 21 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12) – ponta	73

Figura 22 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12) – 5mm	73
Figura 23 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10) – ponta	74
Figura 24 -	Presença defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10) – 5mm	74
Figura 25 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08) – ponta	75
Figura 26 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08) – 5mm	75
Figura 27 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/06) – ponta	76
Figura 28 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/06) – 5mm	76
Figura 29 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04) – ponta	77
Figura 30 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04) – 5mm	77
Figura 31 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08) – ponta	78
Figura 32 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08) – 5mm	78

Figura 33 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05) – ponta	79
Figura 34 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05) – 5mm	79
Figura 35 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04) – ponta	80
Figura 36 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04) – 5mm	80
Figura 37 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06) – ponta	81
Figura 38 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06) – 5mm	81
Figura 39 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04) – ponta	82
Figura 40 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04) – 5mm	82
Figura 41 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04) – ponta	83
Figura 42 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04) – 5mm	83
Figura 43 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04) – ponta	84

Figura 44 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04) – 5mm	84
Figura 45 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05) – ponta	85
Figura 46 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05) – 5mm	85
Figura 47 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (20/06) – ponta	86
Figura 48 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (20/06) – 5mm	86
Figura 49 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06) – ponta	87
Figura 50 -	Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06) – 5mm	87
Figura 51 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08) – ponta	88
Figura 52 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08) – 5mm	88
Figura 53 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (30/06) – ponta	89
Figura 54 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (30/06) – 5mm	89

Figura 55 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06) – ponta	90
Figura 56 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06) – 5mm	90
Figura 57 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06) – ponta	91
Figura 58 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06) – 5mm	91
Figura 59 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (15/02) – ponta	92
Figura 60 -	Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (15/02) – 5mm	92
Figura 61 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12) – ponta	100
Figura 62 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12) – 5mm	100
Figura 63 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10) – ponta	101
Figura 64 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10) – 5mm	101
Figura 65 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08) – ponta	102

Figura 66 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08) – 5mm	102
Figura 67 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/06) – ponta	103
Figura 68 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/06) – 5mm	103
Figura 69 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04) – ponta	104
Figura 70 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04) – 5mm	104
Figura 71 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08) – ponta	105
Figura 72 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08) – 5mm	105
Figura 73 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05) – ponta	106
Figura 74 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05) – 5mm	106
Figura 75 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04) – ponta	107
Figura 76 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04) – 5mm	107

Figura 77 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06) – ponta	108
Figura 78 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06) – 5mm	108
Figura 79 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04) – ponta	109
Figura 80 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04) – 5mm	109
Figura 81 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04) – ponta	110
Figura 82 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04) – 5mm	110
Figura 83 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04) – ponta	111
Figura 84 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04) – 5mm	111
Figura 85 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05) – ponta	112
Figura 86 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05) – 5mm	112
Figura 87 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (20/06) – ponta	113

Figura 88 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (20/06) – 5mm	113
Figura 89 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06) – ponta	114
Figura 90 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06) – 5mm	114
Figura 91 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08) – ponta	115
Figura 92 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08) – 5mm	115
Figura 93 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (30/06) – ponta	116
Figura 94 -	Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (30/06) – 5mm	116
Figura 95 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06) – ponta	117
Figura 96 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06) – 5mm	117
Figura 97 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06) – ponta	118
Figura 98 -	Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06) – 5mm	118

Figura 99 - Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos 119  
EndoWave (15/02) – ponta

Figura 100 - Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos 119  
EndoWave (15/02) – 5mm

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	23
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	28
<b>3 PROPOSIÇÃO</b>	47
<b>4 MATERIAL E MÉTODO</b>	48
4.1 MATERIAL	48
4.1.1 Instrumentos endodônticos	48
4.2 MÉTODO	50
<b>5 RESULTADOS</b>	56
<b>6 DISCUSSÃO</b>	120
<b>7 CONCLUSÕES</b>	131
<b>REFERÊNCIAS</b>	132
<b>APÊNDICES</b>	137

## 1 INTRODUÇÃO

O preparo do canal radicular constitui etapa de importância fundamental da terapia endodôntica e, para tal, utiliza-se o instrumento endodôntico capaz de dar conformação da cavidade endodôntica promovendo, ademais, a desinfecção e limpeza do sistema de canais radiculares.

Na realidade o preparo do canal depende fundamentalmente de uma tríade, o instrumento, a técnica e o operador.

Com relação ao instrumento endodôntico cabe comentar a respeito da variedade de instrumentos comumente usados nesta importante fase da preparação do canal radicular, especialmente o instrumento fabricado em aço e em liga de níquel-titânio. Dentre os instrumentos de níquel-titânio, sobressaem àqueles movidos a motor, muito embora instrumentos de uso manual, também sejam utilizados na preparação do canal.

Aliás, destacam-se entre as limas do sistema rotatório recentemente lançadas no mercado odontológico as Twisted File®, BioRaCe®, EndoWave® e uma lima já disponibilizada no comércio a Mtwo®.

Na Endodontia, para que ocorra o sucesso do tratamento proposto, os instrumentos endodônticos são de fundamental importância, já que são eles, independentemente da sua composição e fabrico que promovem o alargamento, promovendo dilatação do canal radicular, facilitando sua limpeza e desinfecção.

O século XX sem dúvida foi o período da história que a humanidade vislumbrou seu maior desenvolvimento tecnológico, e este momento certamente influenciou todas as áreas, incluindo a Odontologia e, por conseguinte, a Endodontia.

Na década de 60, no auge da “Guerra Fria”, travada entre o dito mundo Capitalista e Socialista, houve grande desenvolvimento tecnológico, mesmo quando este tinha objetivos militares. Como tudo que o homem cria tem suas aplicações a serviço do bem e também do mal, em um laboratório da Marinha Americana, no Estado de Maryland, nesta década citada, foi criada uma nova liga metálica. A esta liga deu-se o nome de NITINOL, onde se lê Ni de Níquel, Ti de Titânio e NOL de Naval Ordnance Laboratory. Dentre suas aplicações, era utilizada na confecção de painéis solares de satélites e na indústria naval, graças a características específicas como resistência à corrosão e alta flexibilidade com efeito “memória”.

A partir daí gerou um conhecimento e interesse em torno do assunto na Odontologia, sobretudo, na especialidade endodôntica, inclusive resultou em avanço tecnológico começando suas aplicações inicialmente na Ortodontia e na década de 80 estes fios ortodônticos já foram usados para confecção de limas endodônticas.

Iniciou-se a partir deste momento, uma corrida tecnológica por parte da indústria, para inicialmente produzir instrumentos endodônticos de níquel-titânio manuais e num segundo momento as limas movidas a motor. Num espaço de tempo relativamente pequeno, principalmente quando se fala de ciência, temos hoje uma alta tecnologia a serviço da Endodontia, instrumentos de níquel-titânio de qualidade e motores também de igual valor.

Esta tecnologia apesar de ter crescido muito, é de domínio de poucos, existem diferentes marcas no mercado, porém poucos fabricantes, sediados principalmente na Europa, Estados Unidos e Japão. Mas, já existem limas de níquel-titânio de fabricação Chinesa.

Convém salientar que de nada adianta recursos tecnológicos jamais imaginados, se não utilizá-los adequadamente, promovendo treinamento adequado,

conhecer suas limitações e acima de tudo não esquecer os princípios biológicos indispensável para um tratamento endodôntico de sucesso.

Torna-se importante dizer, que por melhor que seja a instrumentação rotatória, as limas de níquel-titânio ainda agem como sistema alargador de canais radiculares, no entanto, sabe-se que é fundamental para o sucesso da terapia endodôntica o conjunto de movimentos, isto é, limagem e alargamento, sendo estes melhor executados manualmente.

Deve-se ainda entender que, o uso de instrumento rotatório, apresenta limitações, ou seja, os riscos relacionados a procedimentos operatórios incorretos durante sua cinemática, a exemplo, do tempo de permanência, força excessiva, uso incorreto do instrumento com movimentos pendulares, rotação inadequada, torque elevado e uso exagerado do instrumento.

Por derradeiro, a idéia de facilitar a vida do profissional da Endodontia, o fato deste recurso de alta tecnologia objetivar uma melhor qualidade do trabalho proporcionando execução facilitada do preparo do canal é proposta deste estudo acrescentar recursos tecnológicos, sem esquecer, os princípios biológicos fundamentais para o sucesso de qualquer tratamento endodôntico.

Com relação à técnica de execução do preparo do canal valendo-se deste tipo instrumento e sistema de rotação contínua é importante salientar que as mesmas são progressivas recomendando a técnica coroa-ápice especialmente em canais radiculares curvos o que propicia instrumentação segura e eficaz nunca esquecendo que o preparo cervical que precede o preparo do canal é sem sombra de dúvida um procedimento que jamais deverá ser ignorado.

No que concerne o operador acredita-se que o profissional habilitado para estes sistemas realizará um preparo do canal mais apropriado. Assim sendo, parece

correto afirmar que o profissional bem treinado e acostumado em sistemas rotatórios deve ser escolhido para realizar a instrumentação rotatória a fim de evitar possíveis complicações decorrentes das técnicas de instrumentação rotatória, principalmente frente ao tratamento de canais curvos exercendo influência significativa, maior eficiência considerando que a falta de cuidado, o erro no emprego e a seleção inadequada dos instrumentos endodônticos ou o desconhecimento de suas propriedades mecânicas podem causar acidentes ou induzir danos permanentes ao sistema dentário do paciente. Ademais três fatores importantes a ser observado pelo operador: controle de torque, sistema de auto-reverso e controle de velocidade auxiliam o trabalho do profissional minimizando a ocorrência de insucessos no tratamento endodôntico.

Para a utilização dos instrumentos acionados a motor, o profissional deverá levar em consideração alguns fatores para diminuir o risco indesejável de fraturas: o treino é fundamental para o uso de instrumentos rotatórios Ni-Ti, as limas devem ser trocadas sob orientação do fabricante ou sempre que observado alterações visuais em sua superfície após cada emprego, utilizá-las sempre depois de acessado os canais com limas manuais de número 10 ou 15, os condutos devem sempre estar inundados com a solução irrigadora, a velocidade do motor deve estar entre 250 e 350rpm ou de acordo com o sistema em questão, com níveis de torque moderados, pois com velocidade de 350rpm ocorre alta incidência de travamento, deformação e fratura do instrumento. Para evitar fratura por torção quando a ponta do instrumento fica presa no interior do conduto e o corpo do instrumento continua girando, o operador deve executar movimentos suaves de compressão e alívio. Vale lembrar que se deve sempre guardar fragmentos resultantes de fraturas de lima e as respectivas limas, pois assim podemos redimir de culpa o operador em caso de

falhas pré-existentes.

Finalmente fica claro que, apesar de inúmeros recursos no mercado ainda persistem arestas não definidas. Deste modo, todas as técnicas e instrumentos necessitam de grande percepção tátil e aplicação de princípios sinestésicos por parte do operador, associadas aos conhecimentos anatômicos básicos e ao treinamento adequado, com vistas a associar a ação dos instrumentos ao interior do canal radicular. Entretanto, a não observação de tais particularidades pode comprometer o uso destes sistemas, fazendo-se imperiosa a necessidade de um treinamento profissional bem como estudos na região apical, no sentido de observar seus resultados no tocante à qualidade do preparo.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Walia et al. (1988) compararam as recém-lançadas limas endodônticas de Ni-Ti com as tradicionais limas de aço inoxidável. Os dois grupos passaram por testes a fim de analisar a flexibilidade e a resistência à torção no sentido horário e anti-horário. Sob as condições do estudo, os autores concluíram que as limas de Ni-Ti apresentaram flexibilidade de duas a três vezes mais, bem como possuíam maiores valores na resistência à fratura, tanto no sentido horário quanto anti-horário, quando comparadas com limas de aço inox.

Murgel et al. (1990) utilizaram 110 limas endodônticas de número 25 K-Flex® novas que antes de utilizadas foram colocadas em água quente e depois limpas em cuba ultra-sônica com auxílio de solução de limpeza com a finalidade de remover dos instrumentos qualquer material ou detritos proveniente do processo de fabricação e só depois foram utilizadas para preparar os canais e posteriormente foram limpos utilizando três técnicas diferentes: (a) gaze embebida em álcool, (b) esponja embebida em álcool, e (c) banho ultra-sônico contendo solução de limpeza por cinco minutos. Para as duas primeiras técnicas de limpeza o número de movimentos das limas foi de duas vezes. Os métodos de limpeza foram testados sob duas condições: imediatamente após o uso e após uma hora do uso. Os instrumentos foram avaliados nos três terços de sua ponta ativa por microscopia eletrônica de varredura. Para o grupo controle, de limas que foram retiradas de suas embalagens e levadas ao microscópio, o estudo demonstrou presença predominantemente de plástico e metal. Para os instrumentos utilizados em instrumentação endodôntica nenhuma das técnicas de limpeza removeu todos os

detritos dos instrumentos. Duas técnicas foram superiores, a ultra-sônica e a gaze/álcool. Quanto à limpeza imediatamente após o uso ou uma hora depois, não demonstrou diferença significativa.

Zemener & Spielberg (1995) avaliaram em microscopia eletrônica de varredura 120 instrumentos endodônticos tipo K e Hedströen® de três diferentes fabricantes onde foram examinados restos na superfície dos mesmos. Os instrumentos foram analisados imediatamente após sua remoção da embalagem sem nenhum preparo prévio e depois de lavados em cuba de ultra-som com auxílio de solução desincrostante. Nenhum dos instrumentos que foram avaliados, antes e depois da lavagem, estava livre de partículas metálicas ou partículas estranhas. Concluíram que a pré-lavagem em cuba de ultra-som associada a solução desincrostante pareceu ser um método eficaz para minimizar partículas metálicas ou estranhas provenientes do fabricante e portanto importante esta limpeza dos instrumentos antes do uso em pacientes.

Johnson et al. (1997) avaliaram 92 novos instrumentos tipo K número 25. Os referidos instrumentos endodônticos foram submetidos a uma pré-limpeza segundo o método proposto por Murgel et al. (1990). Os instrumentos foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos com diferentes parâmetros de contaminação, método de limpeza e esterilização (vapor ou química). Com estas limas foram instrumentados dentes bovinos para acumular *Bioburden* e serem contaminadas pela bactéria *Bacillus stearothermophilus*. Este estudo foi avaliado em microscopia eletrônica de varredura que evidenciou detritos nas limas antes do uso considerando seu estado final de comercialização. Mostrou também que o *Bioburden* foi removido pela pré-limpeza e que este quando presente nas limas que não passaram por

limpeza, porém esterilizadas, não exibiu desenvolvimento bacteriano. Os resultados do trabalho não demonstraram significância estatística entre os instrumentos contaminados que não foram limpos antes da esterilização e os instrumentos que foram limpos antes da esterilização. Portanto o *Bioburden* presente nos instrumentos endodônticos parece não afetar o processo de esterilização.

Stokes et al. (1999) estudaram, avaliaram e depois compararam a susceptibilidade à corrosão de limas endodônticas de aço inoxidável e de níquel-titânio imersas em hipoclorito de sódio a uma concentração de 5,25%. Foi observada corrosão em ambos os tipos de limas, porém, não houve diferença significativa entre o grupo aço inoxidável e níquel-titânio.

Tanomaru Filho et al. (2001), com o objetivo de avaliar a eficácia da cuba de ultra-som na limpeza da superfície de instrumentos endodônticos de ligas de aço inoxidável e de níquel-titânio, examinaram quarenta instrumentos endodônticos novos sendo vinte fabricados em níquel-titânio e vinte de aço inoxidável. Inicialmente os instrumentos foram removidos de sua embalagem original com pinça clínica tomando o cuidado de evitar qualquer contato com as lamina de corte e a ponta do instrumento. Os instrumentos foram montados sobre uma plataforma metálica e avaliados usando microscopia eletrônica de varredura. Os instrumentos foram marcados permitindo padronização do posicionamento da limas em análise comparativas, antes e depois da limpeza. Os dez instrumentos de cada tipo foram aleatoriamente divididos em oito grupos, sendo cinco limas de cada tipo que foram limpas com ultra-som e detergente e cinco limas de cada tipo que foram limpas com ultra-som e água. O aumento para exame da microscopia eletrônica de varredura foi de 150 vezes para avaliar 3mm da ponta da lima. Os instrumentos foram reavaliados

após limpeza. Todos os quarenta instrumentos não usados mostraram resíduos metálicos antes da limpeza. Antes da limpeza, uma maior quantidade de detritos metálicos foi observada nos instrumentos de níquel-titânio. Concluíram os autores que, os instrumentos endodônticos antes da esterilização e uso clínico são necessários remover resíduos metálicos sendo que o ultra-som um método eficiente na remoção destas partículas metálicas. Recomendaram que instrumentos recém fabricados devessem ser limpos em cuba ultrasônica antes de embalados e colocados a venda.

Tripi et al. (2001) utilizaram de microscopia eletrônica de varredura para avaliar defeitos em instrumentos rotatórios de níquel-titânio da marca GT®(Dentsply/Maillefer) após o uso. Examinaram instrumentos de número 20 e conicidade .10; .08; e .06 e número 35 de conicidade .12 utilizados para instrumentar 12 canais. Depois de usados na biomecânica dos canais os mesmos foram limpos e novamente examinados em microscopia eletrônica de varredura. Nas fotomicrografias foram analisados 11 tipos de variações na superfície dos instrumentos, obtendo o seguinte resultado: as superfícies de todos os instrumentos apresentaram pequenos defeitos antes do uso. Riscos no metal foram os defeitos mais identificados, encontraram fragmentos metálicos, sendo que após o terceiro uso os defeitos aumentaram em todos os instrumentos. Após 12 usos, as pontas dos instrumentos apresentaram suas superfícies modificadas com presença de crateras, porém sem presença de fratura durante o estudo.

A correta execução da endodontia exige a observação de vários detalhes de fundamental importância, e, dentre eles, cumpre considerar materiais, equipamentos, produtos e instrumentos endodônticos são em parte essencial à

especialidade. De tal sorte importa empregá-los corretamente levando em consideração esterilização, desinfecção e acondicionamento desse arsenal em lugar próprio, além é claro da limpeza da superfície dos instrumentos (Lage-Marques & Antoniazzi, 2002).

Linsuwanont et al. (2004) com vistas a avaliar a eficácia de vários procedimentos de limpeza, usando a combinação de técnicas mecânicas e químicas na remoção de detritos, propõem-se a desenvolver uma sequência de limpeza simples que poderia ser prontamente incorporada na prática clínica. O objetivo final desejado deste estudo foi tomar um instrumento isento de material orgânico, para que fosse considerado livre de risco biológico, sem a presença de *Bioburden*. Para tanto instrumentos rotatórios de níquel-titânio, ProFile®, Flexmaster®, K3® e Quantec®, foram avaliados antes de sua utilização e depois contaminados durante o preparo de canais em dentes extraídos. A eficácia do número de procedimentos de limpeza foi avaliada separadamente e em combinação. Os instrumentos foram avaliados sob microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura em toda sua extensão da lâmina de corte. Depois de instrumentados os canais contaminados para que pudesse aderir na superfície dos instrumentos o *Bioburden*, os mesmos foram submetidos basicamente a três tipos de lavagem, por escovação, em água corrente e em cuba ultra-sônica associando a estes o hipoclorito de sódio. Avaliaram também o fato de deixar os instrumentos em ambiente seco e úmido, sendo estes lavados logo após o trabalho executados ou depois de armazenados sujos e posteriormente lavados. O resultado deste estudo mostrou que os instrumentos devem ser lavados antes do seu uso, já que quando avaliados do modo que vem de fábrica mostrou presença de sujidade como restos metálicos em sua superfície. Este estudo também recomendou que os instrumentos antes de serem lavados devem

permanecer em ambiente úmido, pois os melhores resultados mostraram que o melhor método de limpeza é quando associaram os três modos, químico, mecânico e banho ultra-sônico quando os instrumentos são armazenados em ambiente úmido. Todavia sob condições cuidadosamente controladas a maior parte dos instrumentos estava totalmente limpa de debris orgânico com esta sequência de combinação de procedimentos mecânicos e químicos.

Koch & Brave (2005) afirmaram que o sistema EndoWave® apresentou na sua parte ativa pontos de contatos alternados ao longo da sua superfície de corte. Tal desenho não somente mantém a lima centralizada no canal como também, os referidos pontos de contato alternado limitam o enroscamento e reduzem o torque necessário para o funcionamento da lima. As limas EndoWave® são submetidas a um processo denominado polimento eletroquímico que retira os defeitos da liga, imperfeições estas que pode levar à fratura, recurso tecnológico este que quando utilizado resulta num instrumento rotatório com melhor eficiência de corte, menor resistência lateral incrementando a resistência de uso.

Yoshimine et al. (2005) compararam as marcas ProTaper®, K3® e RaCe®, de instrumentos endodônticos rotatórios, com ênfase no transporte do canal. Para tanto utilizaram blocos de resinas acrílicas que foram instrumentados a uma velocidade de 250rpm. Observaram neste estudo que o sistema ProTaper® foi o que com maior intensidade promoveu o transporte do canal e formação de *zip*, conclusão esta chegada pelo fato de que os demais instrumentos, K3® e RaCe® apresentarem maior flexibilidade. Concluíram também que o sistema ProTaper® deve ser usado associado a outros sistemas para que estas intercorrências possam ser evitadas.

Rangel et al. (2005) avaliaram *in vitro* a capacidade de modelagem dos canais com os instrumentos rotatórios de níquel-titânio da marca RaCe®, utilizando para o

experimento quarenta canais simulados em blocos de resina. Analisaram por comparação de imagens antes e depois do preparo dos canais. Concluíram que os instrumentos testados são seguros no preparo do canal produzindo formas adequadas com pouca mudança no comprimento de trabalho e com pequenas deformidades do instrumento respeitadas as condições do estudo.

Com vistas a avaliar a limpeza dos instrumentos Aasim et al. (2006) realizaram um estudo no qual utilizaram de pré-imersão em detergente enzimático antes da lavagem dos mesmos em cuba de ultra-som e também para determinar o efeito do tempo que estas limas endodônticas levam em banho ultra-sônico antes da sua esterilização. Foram selecionados canais radiculares de pacientes e utilizadas limas novas tipo K-Flex® de aço inoxidável. As limas foram divididas em grupos com e sem pré-imersão. Os instrumentos esterilizados foram visualizados para detectar detritos, sangue ou agentes contaminantes usando microscópio. Os resultados mostraram que não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre as limas pré-imersas ou não antes da limpeza ultra-sônica. Concluíram que não houve benefício em manter os instrumentos pré-embebidos em solução de detergente enzimático antes da limpeza em cuba ultra-sônica. Observaram ainda que para o grupo de dentes que foram instrumentados e colocados curativos de demora de hidróxido de cálcio com os instrumentos endodônticos, este produto demonstrou dificuldade de ser removido pela lavagem ultrassônica. Uma ótima limpeza ultra-sônica considerando o tempo para os instrumentos endodônticos, está entre cinco e dez minutos. Como todos os instrumentos não estavam livres de detritos, mesmo com limpeza ultra-sônica até uma hora, os autores recomendaram o uso de instrumentos endodônticos apenas por uso único.

Uyanik et al. (2006) avaliaram os instrumentos rotatórios de níquel-titânio das

marcas HERO®, ProTaper® e RaCe®, utilizando como parâmetros mudanças no volume do canal, transporte e tempo de trabalho. Como recurso para medir estas características foi utilizado a tomografia computadorizada em dentes extraídos. Concluíram que quanto ao tempo não houve diferença entre os sistemas e os demais itens relacionados não houve diferença estatisticamente significativa.

Kuber et al. (2006) avaliaram em MEV, três marcas de instrumentos rotatórios de níquel-titânio, EndoWave®, ProTaper® e RaCe® quanto a limpeza (lavagem) em solução de hipoclorito de sódio e esterilização por repetidas vezes, sendo que o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de limpeza e esterilização quanto ao desgaste dos instrumentos e concluíram que todos apresentaram leve corrosão, e o menor índice ocorreu nos instrumentos EndoWave®, fato este atribuído possivelmente aos tratamentos superficiais, de polimento eletroquímico, incluídos no processo de fabricação destes instrumentos.

Yao et al. (2006) avaliaram sob MEV os instrumentos rotatórios de níquel-titânio das marcas ProFile®, K3® e RaCe® quanto a resistência à fadiga cíclica. Utilizaram como método canal artificial em tubo de aço inoxidável com 60° de curvatura a uma velocidade de 300rpm. Sob este parâmetro do estudo, os instrumentos K3® foram significativamente mais resistentes à fadiga cíclica que os demais aqui analisados.

Merrett et al. (2006) compararam a capacidade de modelagem dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio das marcas RaCe® e FlexMaster®, utilizando para tal oitenta canais simulados. Foram registradas imagens pré e pós operatórias sendo posteriormente analisadas por *software Image-Pro Plus*. Todos os instrumentos trabalharam a uma velocidade constante de 250rpm. Concluíram que os instrumentos testados, nestas condições de uso, promoveram pouca

mudança no comprimento de trabalho com uma tendência levemente maior para o FlexMaster®, provavelmente por este apresentar maior rigidez.

Al-Sudani & Al-Shabrani (2006), com o propósito de investigar e comparar a instrumentação rotatória no que se refere a capacidade de manutenção da centralização do preparo do canal e determinar a localização do canal a distância de transporte destes, avaliaram três marcas de instrumentos, ProFile®, K3® e RaCe®, utilizando sessenta canais mesiais de molares inferiores. Os canais foram instrumentados de acordo com o fabricante e escaneados digitalmente antes e depois do preparo. Os três grupos foram comparados estatisticamente com análise de variância e teste de Tukey. Concluíram neste estudo que os instrumentos testados demonstraram a capacidade de manter centrados os canais com um risco mínimo de seu transporte. Dentro dos parâmetros do estudo o sistema que melhor resultado apresentou foi o ProFile®.

Schäfer et al. (2006a) avaliaram a efetividade na limpeza e à configuração final da cavidade endodôntica utilizando de limas de níquel-titânio Mtwo®, K3®, e RaCe® usadas na preparação de canais radiculares curvos de dentes humanos extraídos. Utilizaram de sessenta canais radiculares de molares superiores e inferiores com curvaturas que variavam entre 25° e 35° sendo divididos em três grupos de vinte canais cada. Os preparos dos canais radiculares foram realizados com sistema rotatório e baixo-torque. Usando análise radiográfica antes e depois da instrumentação o desgaste das porções curvas do canal radicular foi definido com auxílio de um programa de computador cuja imagem foi analisada. A quantidade de debris e camada residual de magma dentinário foram quantificadas com base na avaliação de escala numérica. Dos dados obtidos, escores dos debris e da camada residual de magma foi registrado separadamente e realizados análise estatística

valendo-se do teste de Kruskal-Wallis. Uma vez terminada a fase de limpeza dos canais radiculares os mesmos foram novamente observados. Concluíram que os instrumentos Mtwo® determinou melhor limpeza mantendo ainda a curvatura original dos canais radiculares preparados significativamente melhor do que os instrumentos K3® ou RaCe®.

Schäfer et al. (2006b) analisaram comparativamente a conformação morfológica da cavidade endodôntica resultante do uso de instrumentos Mtwo® com K3® e RaCe®. Este trabalho descreveu a eficácia destes instrumentos confeccionados em liga de níquel-titânio em canais curvos simulados com 28° e 35° de curvaturas em blocos de resina onde realizou preparo dos canais com os instrumentos Mtwo® valendo-se da técnica seriada de comprimento único e com K3® e RaCe® valeu-se da técnica de preparo *crown down* com vinte canais de cada caso. As imagens antes e depois da instrumentação foram registradas, assim como o tempo de preparação, mudanças no comprimento de trabalho, falhas e fraturas dos instrumentos. Os dados foram analisados do ponto de vista estatístico usando ANOVA e teste de Student-Newman-Keuls. Observaram que na media, os canais preparados com instrumentos Mtwo® permaneceram mais centrados quando comparados com aqueles alargados com K3® ou RaCe®. Em ambos os tipos de canais radiculares avaliados o instrumento Mtwo® foi significativamente mais rápido. Foi possível avaliar em todos os tipos de instrumentos o controle do comprimento de trabalho. Concluíram que os instrumentos Mtwo® prepararam mais rapidamente canais curvos, respeitando a curvatura original do canal e de uso confiável.

Miyai et al. (2006) pesquisaram a relação entre as propriedades funcionais e a fase de transformação de instrumentos endodônticos de níquel-titânio. Cinco tipos de instrumentos endodônticos do sistema rotatório com uma ponta de 0.30mm de

diâmetro (EndoWave®, HERO 642®, K3®, ProFile.06®, e ProTaper®) foram selecionados para investigar propriedades de torção e curvatura e o comportamento das fases de transformação. Um teste de torção foi executado segundo ISO publicação 3630-1, e foram medidas, torque máximo e deflexão angular a fratura. Foi aplicada uma carga para encurvar os instrumentos medida em um dispositivo próprio, ou seja, um teste com suporte flexor de curvatura a 37°C com deflexão máxima de 4mm. Um instrumento tipo K de aço inoxidável foi usado como referência. O comportamento da fase de transformação foi medida por Diferencial Calorimétrico de Varredura (DSC). O valor de torque da torção máxima das limas HERO®, K3® e ProTaper® foram significativamente mais alto do que aqueles do EndoWave®, ProFile® e K-File®. As limas tipo K tinham valor de mais baixo torque. Deflexão angular a fratura foi significativamente mais alta para limas K-Files® do que qualquer instrumento de níquel-titânio. O valor da carga aplicada para encurvar os instrumentos da HERO® e K3® foram significativamente mais alta do que aqueles do EndoWave®, ProFile®, ProTaper® e K-File®.

Troian et al. (2006) avaliaram por meio de microscopia eletrônica de varredura, os instrumentos K3® e RaCe® quanto a deformação e fratura utilizando como método canais simulados em resina epóxica. Utilizando os instrumentos para o preparo de cinco canais simulados, examinaram distorção e desgaste das espiras além de fratura dos instrumentos. Nos resultados observaram seis instrumentos fraturados da marca RaCe®, enquanto nenhuma fratura para K3®. Nas condições do estudo os instrumentos K3® apresentaram melhores resultados que os da marca RaCe®.

Anderson et al. (2007) avaliaram os instrumentos rotatórios de níquel titânio das marcas EndoWave®, RaCe® e ProFile®, utilizando como referência a fadiga por

torção e flexão em MEV, sendo que todos os instrumentos tinham o tamanho 30, padrão ISO e conicidade 4, e observaram que os instrumentos que não receberam polimento eletroquímico apresentavam maior número de falhas de fabricação, como ranhuras, fendas e cavitações e conseqüentemente constataram desempenho melhor dos instrumentos que recebem polimento eletroquímico em relação aos que não receberam o mesmo tipo de tratamento. Os autores acreditaram que o melhor resultado destes instrumentos que receberam polimento eletroquímico, possa estar associado ao fato de sua superfície apresentar menor irregularidade que servem para aumentar os pontos de concentração de estresse do instrumento.

Peters et al. (2007) investigaram o efeito da imersão em hipoclorito de sódio a 5,25% em temperatura ambiente de 21°C e também aquecido a 60°C, utilizando para tal os instrumentos rotatórios ProFile® e RaCe® que posteriormente eram utilizados para medir sua resistência a fadiga por torção. Chegaram a conclusão, que os instrumentos independentemente da marca, que foram submetidos ao hipoclorito aquecido foram significativamente menos resistentes à fadiga por torção enquanto os que foram imersos à temperatura ambiente não tiveram variação estatisticamente significativa.

Sonntag & Peters (2007) avaliaram a descontaminação para reutilização de instrumentos rotatórios de níquel-titânio das marcas Alpha File®, FlexMaster®, K3®, Mtwo®, ProTaper®, ProFile® e RaCe®, após utilização destes em canais de dentes extraídos e imersos por 24 horas em solução de hidróxido de cálcio e hipoclorito de sódio. Depois de passar por este processo foram lavados em cubas de ultra-som e esterilizados. Concluíram que apesar de meticulosa limpeza em laboratório, todas as soluções não foram capazes de limpar completamente os restos orgânicos dos instrumentos além de observar significativa corrosão nos instrumentos do grupo

submetido ao hipoclorito de sódio e restos de matéria orgânica na maioria deles. Diante disto recomendaram o uso único destes instrumentos para reduzir o risco de transmissão de doenças e redução da corrosão.

Javaheri & Javaheri (2007), com o objetivo de comparar o transporte apical e as alterações de curvatura, avaliaram três marcas de instrumentos rotatórios de níquel-titânio, sendo eles: HERO 642®, RaCe® e ProTaper®, prepararam sessenta canais de molares que eram radiografados em uma plataforma que permitia tomadas radiográficas padronizadas que depois eram analisadas as imagens por sobreposição e estatisticamente avaliadas pelo teste ANOVA. O grupo ProTaper® apresentou valores estatisticamente significantes no item transporte de canal o que sugeriu sua associação a sistemas mais flexíveis como os instrumentos do sistema RaCe®. Quanto ao sistema Hero 642®, este apresentou resultados homogêneos com o sistema RaCe®.

Herold et al. (2007) avaliaram em microscopia eletrônica de varredura, utilizando aumentos de quinhentos, mil e duas mil vezes, o desenvolvimento de microfraturas nos instrumentos rotatórios de níquel-titânio das marcas EndoSequence® e ProFile® depois de sete e 14 usos. Para este estudo utilizaram dentes com curvatura de 37° que foram divididos aleatoriamente em três grupos usando como critério a velocidade utilizada. EndoSequence® em dois grupos um a 300 e outro a 600rpm, enquanto o ProFile® a 300rpm. Observaram microfraturas em todos instrumentos EndoSequence®, instrumentos estes que receberam polimento eletroquímico durante o processo de fabricação, enquanto nos ProFile® não havia microfraturas. Concluíram que o polimento eletroquímico não inibiu estas microfraturas nos instrumentos EndoSequence®.

Chianello et al. (2008) avaliaram por meio de MEV a qualidade do acabamento

superficial de instrumentos rotatórios, da maneira que estes chegam ao mercado. Examinaram os instrumentos das marcas ProFile®, ProTaper®, RaCe®, HERO® e K3 Endo®, utilizando uma amostra de cinquenta instrumentos escolhidos aleatoriamente, sendo estes fotomicrografados nos seus 3mm finais com uma ampliação de 190 vezes. Concluíram que todos os instrumentos apresentaram defeitos ou falhas de fabricação no acabamento de superfície, já que nenhum instrumento apresentou defeito zero.

Leonardo (2008) relatou que os sistemas de ligas de níquel-titânio representam atualmente uma verdadeira “evolução tecnológica na Endodontia”, principalmente por possibilitar a realização de tratamentos de canais radiculares atrésicos, retos e curvos de uma forma muito mais rápida do que se fazia no passado.

Somma et al. (2008) compararam a eficácia na instrumentação em retratamento, utilizando os instrumentos rotatórios de níquel-titânio Mtwo® retratamento e o ProTaper® retratamento com a instrumentação manual com limas tipo Hedströen® na remoção do material obturador. Utilizaram dentes extraídos que foram obturados e depois submetidos a nova instrumentação mecânica e/ou manual e depois submetidos a avaliação em MEV. Concluíram que a instrumentação rotatória diminui sensivelmente o tempo, contudo o melhor método de instrumentação é a associação de ambas, ou seja o acabamento final deve ser manual.

Schäfer & Oitzinger (2008) compararam a eficiência de corte de instrumentos rotatórios de níquel-titânio das marcas Alfa-File®, FlexMaster®, ProFile®, Mtwo® e RaCe®, in vitro, sendo que estes foram usados conforme indicação do fabricante, sem nenhum preparo especial. Utilizaram como método um motor controlado por computador em canais artificiais em acrílico e utilizando os mesmos em

profundidade máxima no interior do canal a uma velocidade de 250rpm. Concluíram, então que os instrumentos Mtwo® e RaCe® obtiveram melhor rendimento quanto a eficiência de corte. Este trabalho de comparação de corte foi feito levando em consideração que os instrumentos em estudo apresentaram superfície de corte semelhante.

Gambarini et al. (2008) avaliaram a resistência de instrumentos rotatórios de níquel-titânio quanto a fadiga cíclica considerando novos processos de manufatura. Assim foi objeto de estudo os instrumentos Twisted File® produzido por torção e ProFile GT® série X produzido pelo método M-fio e comparados ao K3® produzido por métodos convencionais de usinagem. Todos os instrumentos foram avaliados antes dos testes em MEV para eliminar os que apresentavam falhas de fabricação e foram testados em canais artificiais em blocos de aço, sendo os instrumentos movidos a motor elétrico. Os resultados mostraram que o método de produção por torção mostrou-se superior aos métodos convencionais enquanto que o novo método dos instrumentos GT® série X não mostrou diferença em relação aos instrumentos produzidos por usinagem.

Bonaccorso et al. (2008a) avaliaram em microscopia eletrônica de varredura instrumentos rotatórios de níquel-titânio quanto a corrosão em solução de EDTA a 17% e solução isotônica de cloreto de sódio a 0,9%. Foram avaliados os instrumentos de acordo com o método de fabrico, sendo estes divididos em dois grupos, um de instrumentos que recebe polimento eletroquímico e o outro dos que não recebe este tipo de tratamento. Utilizaram os instrumentos da marca RaCe® e concluíram que os instrumentos que recebem polimento eletroquímico apresentam maior resistência à corrosão.

Bonaccorso et al. (2008b) analisaram quimicamente instrumentos rotatórios de

níquel-titânio com e sem polimento eletroquímico diante do efeito frente ao uso de hipoclorito de sódio a 5,25% de concentração. Utilizaram para este estudo instrumentos da marca RaCe®. Os instrumentos foram analisados antes e depois da limpeza com hipoclorito de sódio em microscopia eletrônica de varredura e concluíram que os instrumentos que não receberam o acabamento eletroquímico sofreram maior corrosão em relação aos instrumentos que receberam o acabamento citado.

EIAyouti et al. (2008) utilizaram-se das marcas de instrumentos rotatórios de níquel-titânio, Mtwo® e ProTaper® e também de instrumentos manuais de níquel-titânio para avaliar o preparo destes em canais achatados. O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade destes sistemas rotatórios, de maior conicidade, em comparação com o sistema manual. Os resultados não mostraram diferença estatística quando comparados os sistemas rotatórios, sendo que ambos mostraram-se superior quando comparados as limas manuais de níquel-titânio. Concluíram que nenhuma técnica foi capaz de instrumentar de forma anatomicamente correta os canais radiculares, contudo com vantagens superiores para os sistemas rotatórios que neste estudo foram avaliados.

Larsen et al. (2009) avaliaram os instrumentos Twisted File®, ProFile GT® série X recentemente lançado no mercado, comparando-o aos instrumentos EndoSequence® e ProFile®, quanto a resistência à fadiga cíclica. Utilizaram como método, canais artificiais em blocos de metal, sendo os instrumentos movidos a motor elétrico utilizando óleo sintético no interior do canal como lubrificante e utilizando a velocidade recomendada para cada sistema de acordo com o fabricante. Concluíram que o processo de produção por torção das limas Twisted File® e o novo método do ProFile GT® série X, são superiores aos tradicionais métodos

existentes, porém os dois novos métodos citados necessitam de maiores estudos para que uma comparação entre eles seja melhor avaliada.

Shen et al. (2009) avaliaram exclusivamente os instrumentos RaCe®, que recebe acabamento de polimento eletroquímico, depois de descartados de uso clínico num total de 414 peças num período de dois anos. Estes instrumentos foram observados por microscopia eletrônica de varredura e avaliados os seus defeitos. Destes 388 tiveram alteração estrutural e 26 foram fraturados. Concluíram que houve aumento significativo de defeitos após o sétimo uso dos instrumentos e, portanto, uma taxa de defeitos estatisticamente significativa já que esta superou 45% dos casos de defeitos dos instrumentos.

Uroz-Torres et al. (2009), com o objetivo de avaliar desvio apical na instrumentação do canal radicular, compararam o uso de instrumentos manuais antes da instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio da marca Mtwo® com o uso exclusivo destas na preparação de canais curvos. Não observaram em seus resultados diferenças estatisticamente significante na alteração do ângulo de curvatura dos canais, transporte apical e tempo de trabalho. Concluíram que o uso de instrumentos manuais antes do uso da instrumentação rotatória não influenciou no transporte apical de dentes com canais curvos.

Segundo Flores & Moura (2009) o sistema EndoSequence® foi desenvolvido pela *Real World Endo* em conjunto com a *Brasseler®* – USA. Esse sistema oferece limas de 0,06 e 0,04mm de conicidades constantes. Seu desenho é considerado revolucionário, pois foi desenvolvido com Pontos Alternados de Contatos (ACPS), o que permite que a lima fique centralizada nos canais, bem como, reduzem o torque da lima e, conseqüentemente, a resistência ao giro.

Inan & Ganulol (2009) avaliaram em microscopia eletrônica de varredura 593

instrumentos rotatórios de níquel-titânio, da marca Mtwo® (VDW®-Alemanha) descartados ao longo de 12 meses da prática clínica. O objetivo deste estudo foi avaliar a taxa de deformação e fratura destes instrumentos. Observaram que quanto aos instrumentos fraturados a causa maior deste fato foi à fadiga cíclica e o instrumento de maior incidência desta causa foi o de número 10, ou seja, o mais fino e primeiro da série. Daí a recomendação dos autores para que os instrumentos não sejam utilizados além da recomendação do fabricante e que o instrumento citado seja de uso único.

Kell et al. (2009) avaliaram um novo método de produção de limas de níquel-titânio do sistema rotatório chamado de GT® série X (Dentsply/Tulsa Dental), onde uma nova derivação de níquel-titânio que eles chamam de M-Wire e que durante o processo de produção estes instrumentos sofrem alterações de temperatura. O objetivo do estudo foi comparar as possíveis vantagens dos diferentes métodos de fabricação deste instrumento e dos tradicionais instrumentos da série GT® do mesmo fabricante. Os autores concluíram que apesar de poucos estudos a esse respeito estes novos instrumentos apresentaram maior resistência à torção.

Reis (2009) avaliou, *in vitro*, a capacidade de corte dos instrumentos de níquel-titânio das marcas ProTaper® e EndoSequence® em microscopia eletrônica de varredura, em três pontos de leitura, sendo de 1 a 3mm da ponta, outro a 9mm e o último a 15mm da ponta. Apesar dos instrumentos EndoSequence® apresentarem em seu método de produção o polimento eletroquímico, esta característica não demonstrou nas condições deste trabalho, diferenças estatísticas significativas favoráveis tanto na deformação quanto na capacidade de corte dos mesmos.

Medeiros et al. (2009) com o objetivo de criar novos métodos de estudo em canais simulados curvos com materiais com grau de dureza semelhante à dentina,

desenvolveu a confecção de blocos em resina fenólica com 75° de curvatura, a partir de cálculos trigonométricos, utilizando fio metálico cilíndrico para reprodução do canal simulado. Concluíram que este estudo para determinar curvatura dos canais simulados mostrou-se reprodutível e a avaliação do processo de determinação do grau de curvatura das amostras demonstrou ser apropriado.

Analisando a evolução que a instrumentação rotatória teve desde sua introdução na Endodontia, mostra a literatura várias mudanças nos sistemas no que se refere ao número de instrumentos utilizados e métodos de fabricação, justificando novos estudos a este respeito diante dos sucessivos lançamentos feitos pela indústria deste seguimento.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar, in vitro, por meio de microscopia eletrônica de varredura, a superfície de corte de instrumentos endodônticos do sistema rotatório de níquel-titânio, antes e após o uso, considerando limpeza defeitos e deformações.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 MATERIAL

#### 4.1.1 Instrumentos endodônticos

Para realização deste estudo, in vitro, foi utilizada uma amostra não aleatória por conveniência de limas do sistema rotatório de níquel-titânio das marcas, Twisted File®, BioRaCe®, Mtwo® e EndoWave® utilizadas no preparo do canal radicular. As limas foram divididas em quatro grupos sendo estes os *kits* básicos de cada uma das marcas abaixo representados.

Tabela 1 – Limas Twisted File

CONICIDADE	n=5	TAMANHO
12	1	25
10	1	25
08	1	25
06	1	25
04	1	25

FABRICANTE - SybronEndo, Sybron Dental Specialties, Orange, CA/USA

Tabela 2 – Limas BioRaCe

CONICIDADE	n=6	TAMANHO
08	1	25
05	1	15
04	1	25
06	1	25
04	1	35
04	1	40

FABRICANTE - FKG DENTAIRE Swiss Dental Products LA CHAUX-DE-FONDS-SWISS

Tabela 3 – Limas Mtwo

CONICIDADE	n=4	TAMANHO
04	1	10
05	1	15
06	1	20
06	1	25

FABRICANTE - VDW GmbH Munq̄en/Germany

Tabela 4 – Limas EndoWave

CONICIDADE	n=5	TAMANHO
08	1	35
06	1	30
06	1	25
06	1	20
02	1	15

FABRICANTE - J Morita Corporation Osaka Japan

## 4.2 MÉTODO

Foram confeccionados vinte blocos com canais simulados de resina fenólica (Baquelite®) de cor vermelha “Multfast Brown” (marca Struers/EUA) com 75° de curvatura (Medeiros et al. 2009) os quais foram fabricados no Laboratório de Materiais, Tratamentos de Superfície e Nanotecnologia do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, sendo numerados de um a vinte.

Vinte limas novas foram removidas uma marca de cada vez das suas caixas para análise microscópica sem nenhum tratamento de limpeza ou esterilização valendo-se de pinça clínica sendo que o operador estava calçado com luva de procedimento. Tais amostras foram analisadas por meio do microscópio eletrônico de varredura (MEV-JEOL® JSM 5900 LV do LME-LNLS – Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Campinas, SP). Após visualização de cada amostra realizou-se processamento das imagens da lâmina de corte (parte ativa) das limas sendo as fotomicrografias tomadas na ponta dos instrumentos com aumento padrão de 190 vezes a partir do diâmetro inicial (Chianello et al. 2008).

A sequência de limas utilizadas das diferentes marcas para leitura no microscópio foram Grupo A - TwistedFile®, Grupo B - BioRaCe®, Grupo C - Mtwo® e Grupo D - EndoWave® (Apêndice B).

Aguardou-se formação do vácuo e em seguida iniciou-se a leitura microscópica da ponta do instrumento procedendo-se gravação de todas as micrografias em CD sendo, a seguir, inseridas no programa *Power Point*® para avaliação dos observadores.

Neste sítio considerou-se à presença ou não de sujidade na superfície de corte

destas limas. Os instrumentos passaram por um rigoroso processo de limpeza associando métodos de limpeza como o recurso termo-químico na lavagem em cuba ultrasônica. Para o processo de limpeza foi utilizado cuba ultrasônica (ODONTOBRÁS®) com sistema de aquecimento por dez minutos utilizando água/detergente enzimático na diluição de 5mL por litro de água (Murgel et al., 1990; Linsuwanont et al., 2004; Aasim et al., 2006).

Concluído o processo de limpeza os instrumentos foram devidamente secos e armazenados em um recipiente de vidro fechado em ambiente livre de poeira ou impurezas para novamente realizar a leitura em MEV e obtenção das fotomicrografias com o mesmo padrão de aumento do local examinado, isto é, com aumento de 190X (Chianello et al. 2008) sendo novamente fotografados, identificadas as imagens, registradas digitalmente. Colocados cada conjunto de limas no suporte metálico, observando como referência para leitura da superfície de corte (parte ativa) de cada lima de ambas as marcas um ponto no cabo do instrumento que foi o sulco de entalhe voltado para cima a fim de que a parte ativa da lima seja sempre visualizada no mesmo lado valendo-se da mesma referência. Segue-se como área padrão, na leitura da lâmina de corte, dois pontos: sendo um na ponta do instrumento e outro a 5mm da ponta do instrumento (Reis, 2009).

Em continuidade, as imagens obtidas foram avaliadas por três avaliadores com vistas a analisar alterações e falhas de fabricação das limas com aumento de 190X (Chianello et al., 2008). Os critérios utilizados para a avaliação destas alterações e falhas de fabricação foram a presença ou não de: borda irregular, ranhura, microcavidade e rebarba.

Os avaliadores receberam uma planilha contendo de um lado instrumentos que foram analisados e de outro, os critérios de avaliação juntamente com o CD com

as imagens das fotomicrografias sendo que os critérios utilizados nesta análise foram os mesmos realizados por Chianello et al. (2008).

Mediante as planilhas dos avaliadores, foi montada uma única com todos os resultados, visualizando-se os defeitos observados em cada instrumento.

Depois desta segunda leitura foi realizado preparo químico cirúrgico dos canais valendo-se de blocos com canal simulado de resina fenólica. Para a realização desta etapa foram divididos aleatoriamente os fabricantes das limas em quatro grupos A, B, C e D.

No grupo A, utilizou-se as limas Twisted File® tendo como critério para instrumentação a seguinte sequência: Twisted File® .12 (#25), Twisted File® .10 (#25), Twisted File® .08 (#25), Twisted File® .06 (#25) Twisted File® .04 (#25).

No grupo B, utilizou-se o mesmo critério adotado, ou seja, sequência para instrumentação das limas BioRaCe®, a saber: BioRaCe® .08 (#25), BioRaCe® .05 (#15), BioRaCe® .04 (#25), BioRaCe® .06 (#25), BioRaCe® .04 (#35) e BioRaCe® .04 (#40).

Para o grupo C, valeu-se de limas do sistema rotatório de forma sequencial começando com Mtwo® .04 (#10) e seguida da Mtwo® .05 (#15), Mtwo® .06 (#20) e Mtwo® .06 (#25).

No grupo D, as limas da marca EndoWave® foram sequencialmente assim utilizada: EndoWave® .08 (#35), EndoWave® .06 (#30), EndoWave® .06 (#25), EndoWave® .06 (#20) e EndoWave® .02(#15).

Todos os instrumentos acima das quatro diferentes marcas foram utilizados durante cinco vezes nos blocos com canais simulados e todas as vezes que eram utilizados, realizaram-se procedimentos de limpeza em cuba ultrassônica e esterilização em autoclave (KAVOKLAVE 2100®–Kavo Dental Ltd/England) a 121°C

durante trinta minutos e tais manobras foram repetidas antes de sua utilização, ou seja, no primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto usos.

Para ambos os grupos utilizou-se motor *X-Smart®* (Dentsply/Maillefer- Suíça) para instrumentação rotatória, aparelho este que permite de acordo com o fabricante usar controle de torque e controle de velocidade, além é claro, sistema de auto-reverso automático.

Relativamente a velocidade utilizada neste estudo, foi de 300rpm, com controle de torque programado e 1,6N de força.

Antes do preparo químico-cirúrgico irrigou-se o canal simulado com 5mL de hipoclorito de sódio a 1% (Officinalis®/São Paulo) valendo-se de agulha fina (ULTRADENT® NaviTip 30a).

Foi utilizado como substância química auxiliar da instrumentação o creme de Endo PTC® (BIODINÂMICA®/Paraná) neutralizado por hipoclorito de sódio a 1% (Officinalis®/São Paulo), efetuando-se irrigação/aspiração do canal com 5mL de solução de hipoclorito de sódio a 1% (Officinalis®/São Paulo) substituindo um instrumento da sequência por outro, ao final da instrumentação, repetindo-se o mesmo procedimento de irrigação. Concluída esta etapa, foi realizada irrigação com 10mL de Tergensol® (INODON®/Rio Grande do Sul).

Cumprir dizer que em média o tempo máximo de utilização de cada instrumento no canal radicular simulado foi de dez segundos sendo interrompido durante as trocas de limas e após a irrigação.

Após isso, foi realizada nova leitura dos mesmos instrumentos anteriormente analisados em microscopia eletrônica de varredura cujo objetivo foi visualizar naquele mesmo sítio anteriormente examinados possíveis deformações das superfícies das limas (parte ativa) após cinco utilizações, sendo as limas novamente

examinadas no mesmo local com aumento de 190X (Chianello et al., 2008), e novamente fotografados, identificadas as imagens e registradas digitalmente.

A seguir, procedeu-se atribuição por parte de três avaliadores dos escores (Apêndice A) tendo como área padrão de leitura da lâmina de corte, os mesmos dois pontos anteriormente analisados na ponta do instrumento e a 5mm da ponta do instrumento.

Para estabelecimento dos escores os avaliadores observavam e analisavam as imagens das limas na tela de um computador antes e depois do quinto uso usando quatro diferentes critérios segundo Troian et al. (2006), a conhecer: 1 - longo eixo da lima com espiras sem distorção, ou seja, sem estiramento ou encurtamento e sem nenhum desgaste da superfície examinada; 2 - longo eixo da lima com uma espira distorcida, ou seja, com estiramento ou encurtamento e com cerca de uma a três áreas com defeitos de desgaste da superfície examinada; 3 - longo eixo da lima com mais de uma espira distorcida, ou seja, com estiramento ou encurtamento e com cerca de quatro a cinco áreas com defeitos de desgaste da superfície examinada; 4 - desgaste severo da espira sendo mais de cinco áreas com defeitos de desgaste da superfície examinada.

Para análise estatística foi utilizado o programa *BioEstat* versão 5.0 (Programa do Professor Manuel Ayres, Universidade Federal do Pará, Belém-Pa).

Concluída as análises em microscopia eletrônica de varredura, os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise e aplicado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) valendo-se do teste de Kappa, Teste Exato de Fisher, Teste “U” de Mann-Whitney, para análise das deformações foi usado estatística descritiva com valores mínimos e máximos, média, desvio padrão, coeficiente de variação e Inferência estatística utilizando nível de significância de 5% no teste de

Kolmogorov-Smirnov.

## 5 RESULTADOS

Quanto à sujidade os resultados deste estudo são apresentados nas tabelas 5 e 6 e nas figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20.

A tabela 5 aponta a presença ou não de sujidade dos instrumentos avaliados. Observa-se nesta tabela na coluna horizontal a ocorrência de resíduos na superfície dos instrumentos avaliados, sobretudo Twisted File®, BioRaCe®, EndoWave®, exceção feita aos instrumentos da marca Mtwo®, que não apresentaram em nenhuma das amostras analisadas sujidade em sua superfície de corte (Figuras 12, 13, 14 e 15).

Tabela 5 – Frequência em números e porcentagens da presença ou ausência de sujidade na superfície de corte da ponta do instrumento

	Twisted File	BioRaCe	Mtwo	EndoWave
Presença	5 (100%)	6 (100%)	-	5 (100%)
Ausência	-	-	4 (100%)	-

H=0,1158 - Pvalor = 0,9899

Em decorrência do tamanho da amostra menor que 15 foi utilizado o teste Exato de Fisher, que forneceu valor igual H=0,1158 para o nível de significância de 5%. Admite-se que quando comparadas a presença e ausência de sujidade da ponta do instrumento percebem-se disparidades que representa comportamentos diferentes quanto a frequência de presença e ausência de sujidade.

Tabela 6 – Comparação da presença de sujidade entre as quatro diferentes marcas

Marca	Pvalor
A X B	1,0000
A X D	1,0000
A X C	0,0079
B X D	1,0000
B X C	0,0048

Tabela 6 – Comparação da presença de sujidade entre as quatro diferentes marcas

Marca	Pvalor
D X C	0,0079

Conforme define as tabelas 5 e 6, o instrumento Mtwo® tem índice de sujidade, diferente das outras limas, uma vez que Pvalor quando se confrontam com as demais marcas é menor que 0,05, portanto, com significado estatístico. Contrariamente quando se comparam as outras marcas percebe-se que não existe diferença entre elas, isto é, Pvalor maior que 0,05. Isto quer dizer que, a frequência de presença de sujidade entre as limas Twisted File®, BioRaCe® e EndoWave® é semelhante entre si e, portanto, sem significado estatístico.

Com relação às imagens da presença ou não de sujidade das lâminas de corte dos instrumentos depois de retirada de suas embalagens estão representados nas figuras 1 a 20.

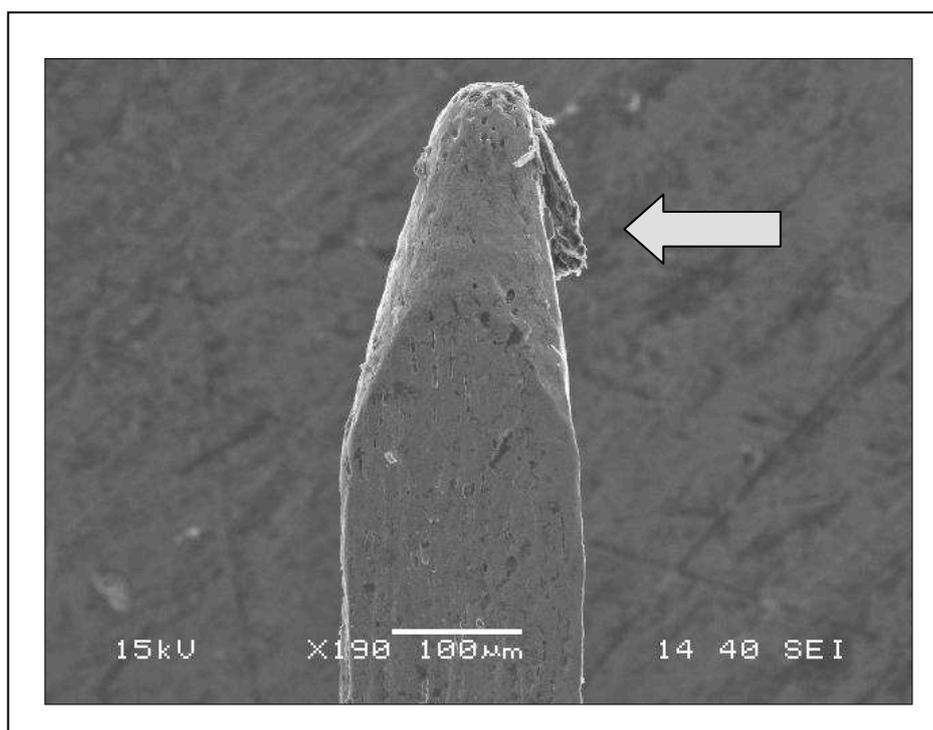


Figura 1 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12)

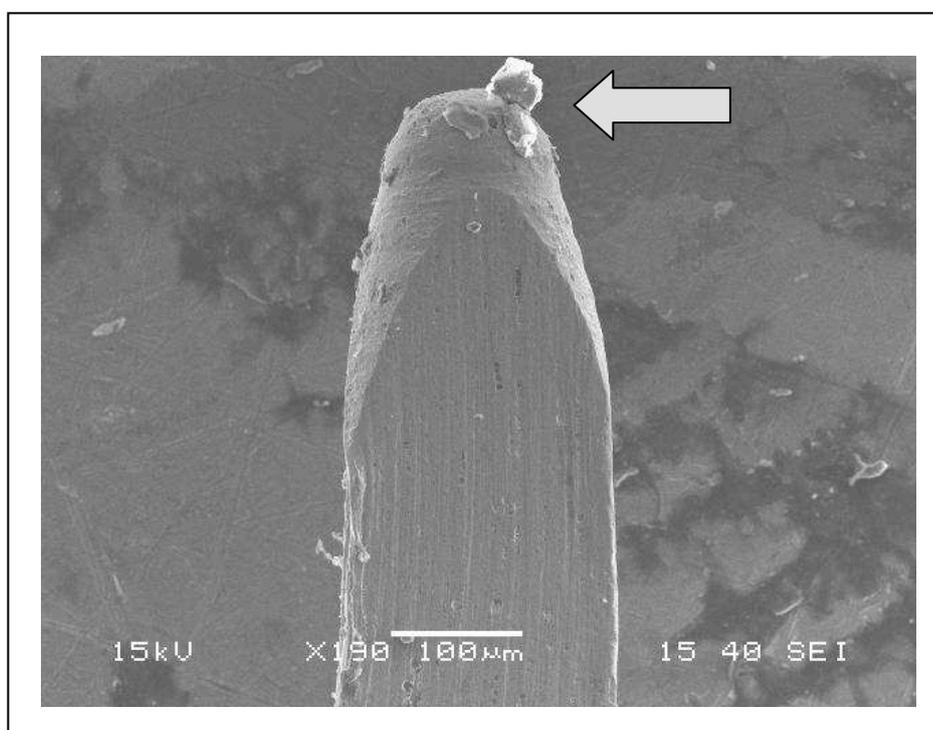


Figura 2 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10)

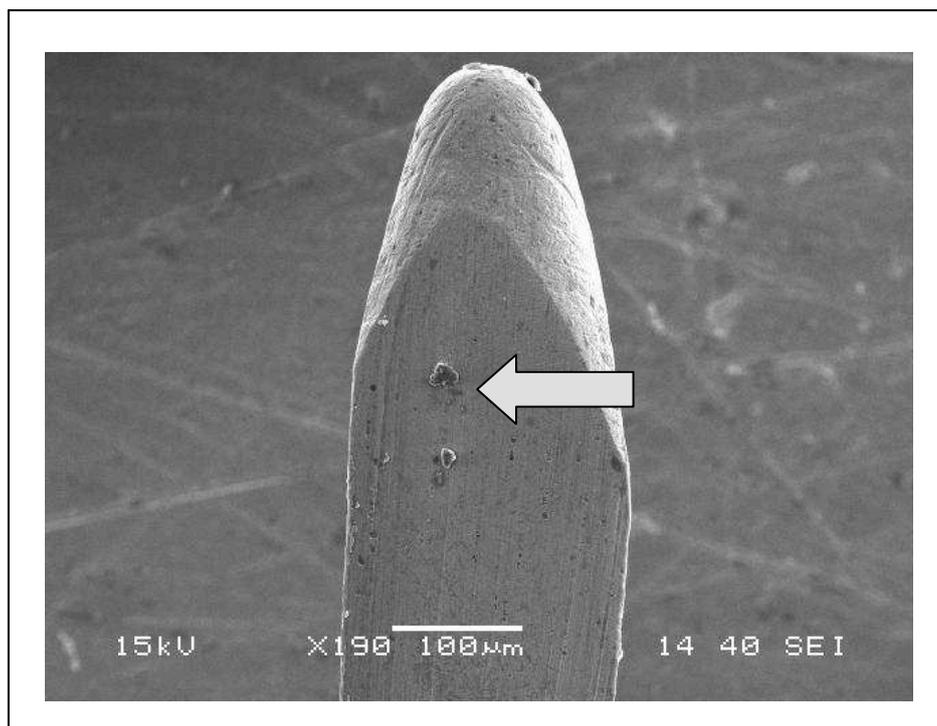


Figura 3 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08)

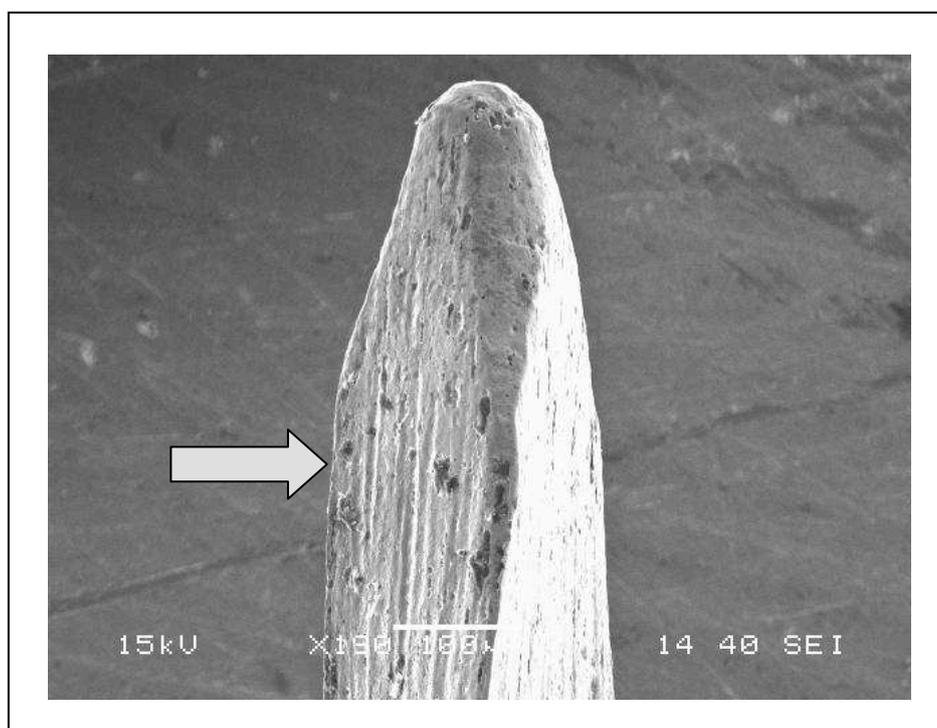


Figura 4 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/06)

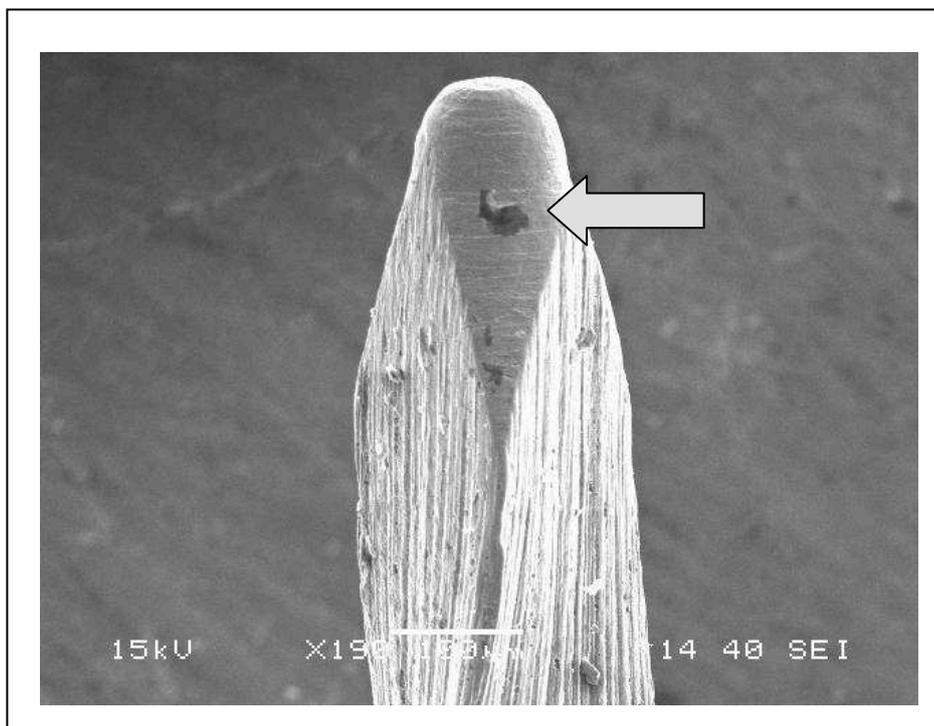


Figura 5 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04)

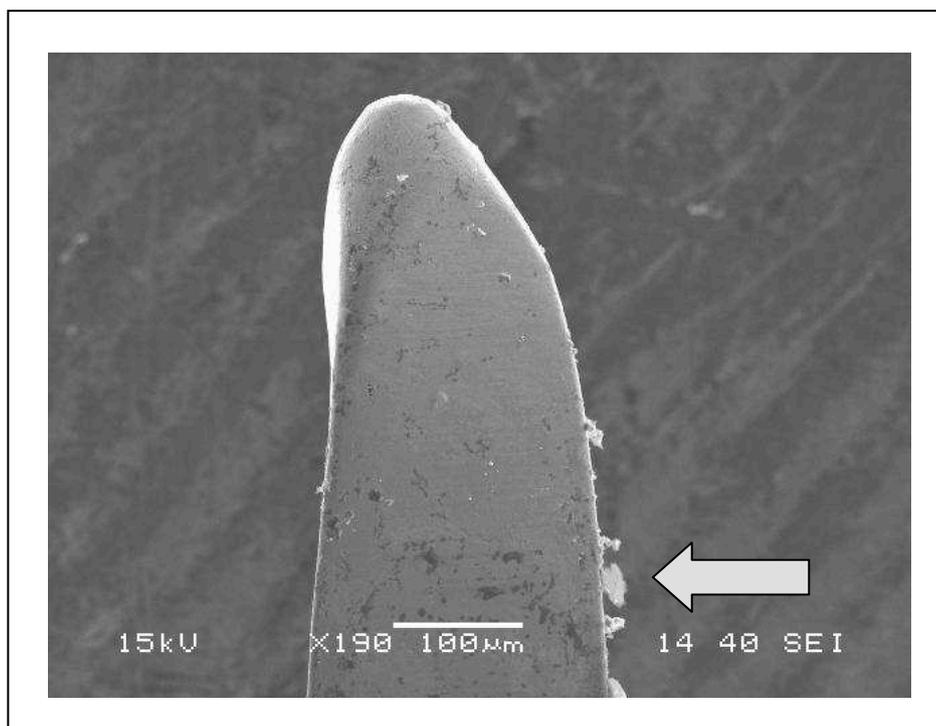


Figura 6 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08)

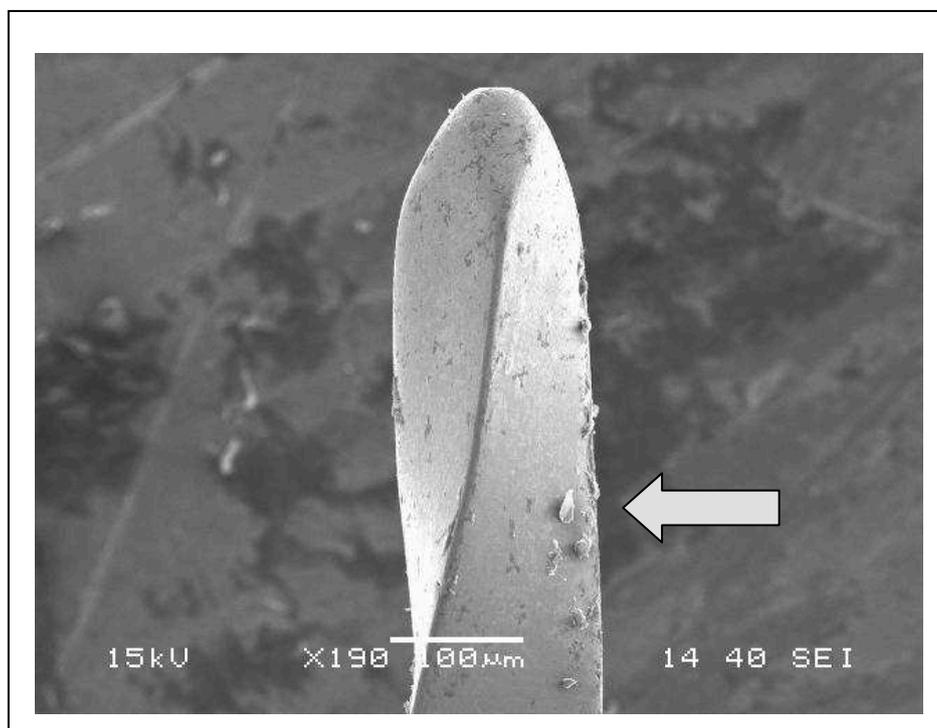


Figura 7 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05)

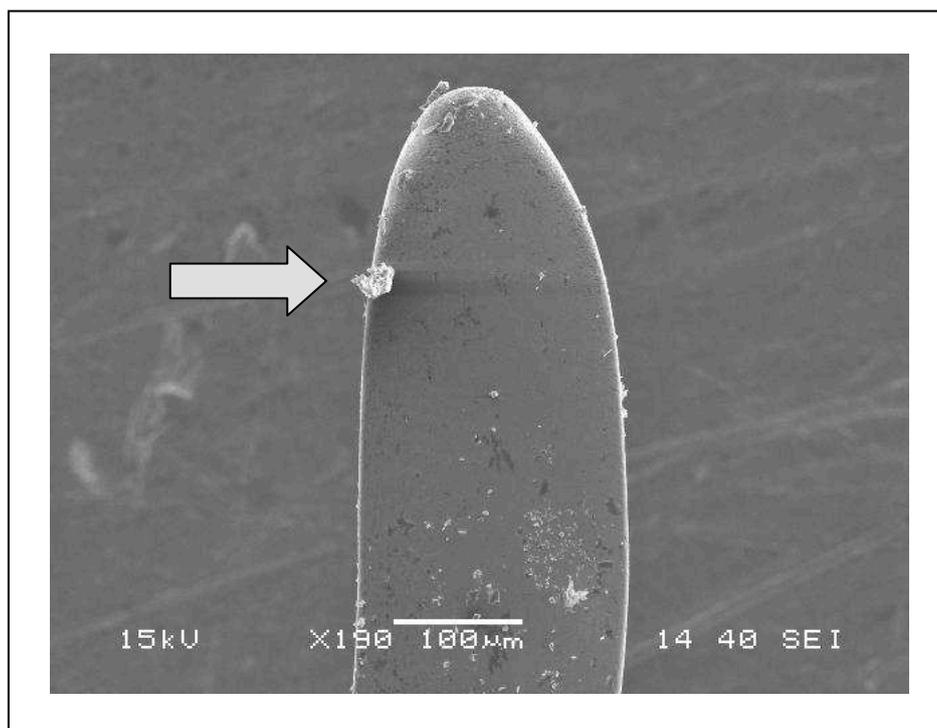


Figura 8 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04)

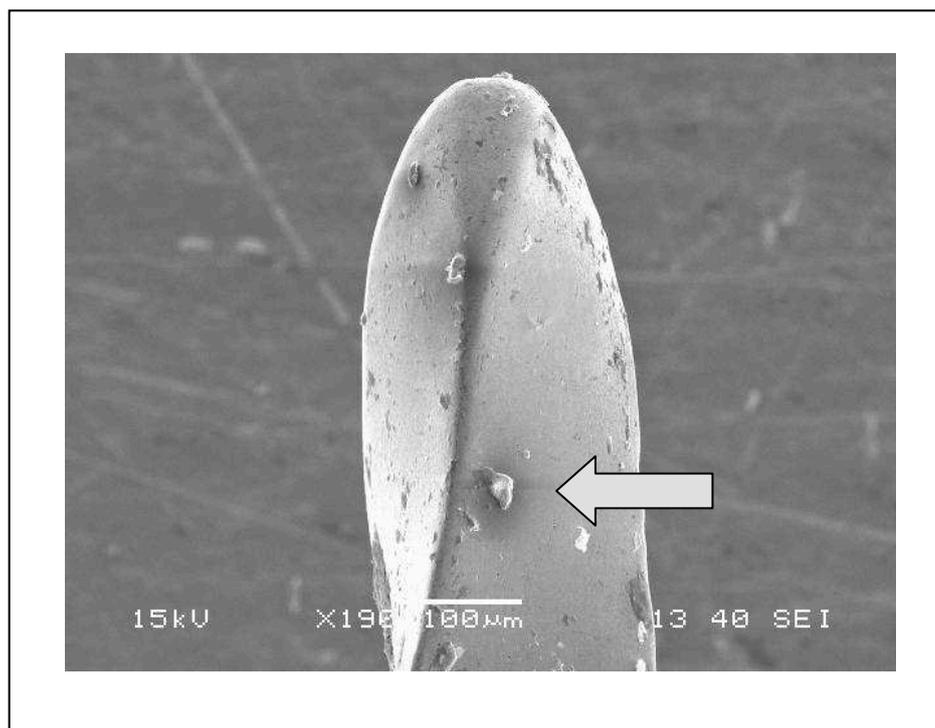


Figura 9 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06)

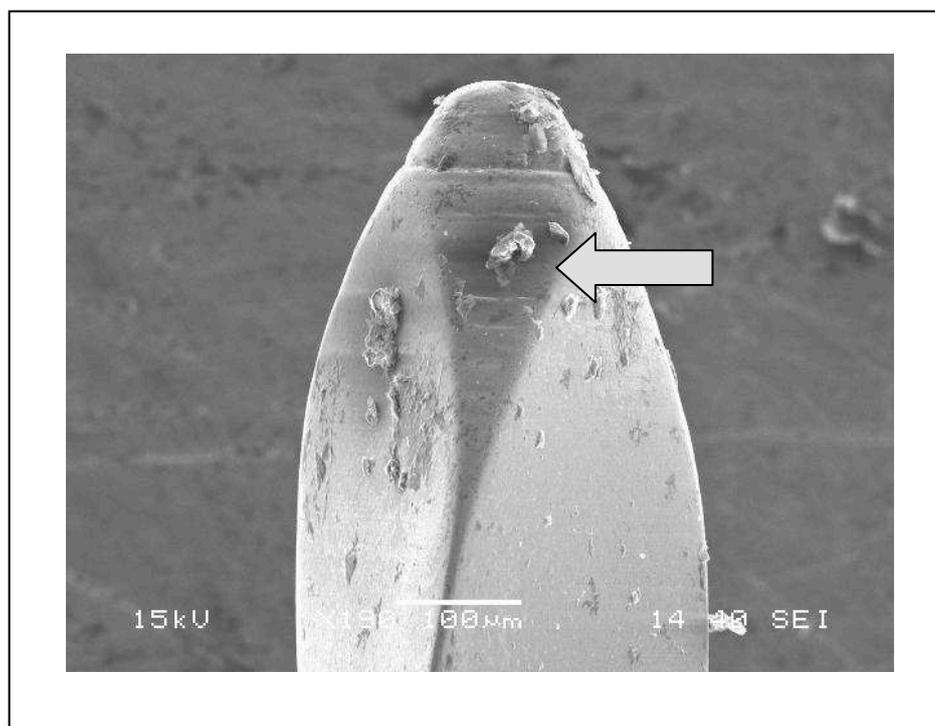


Figura 10 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04)

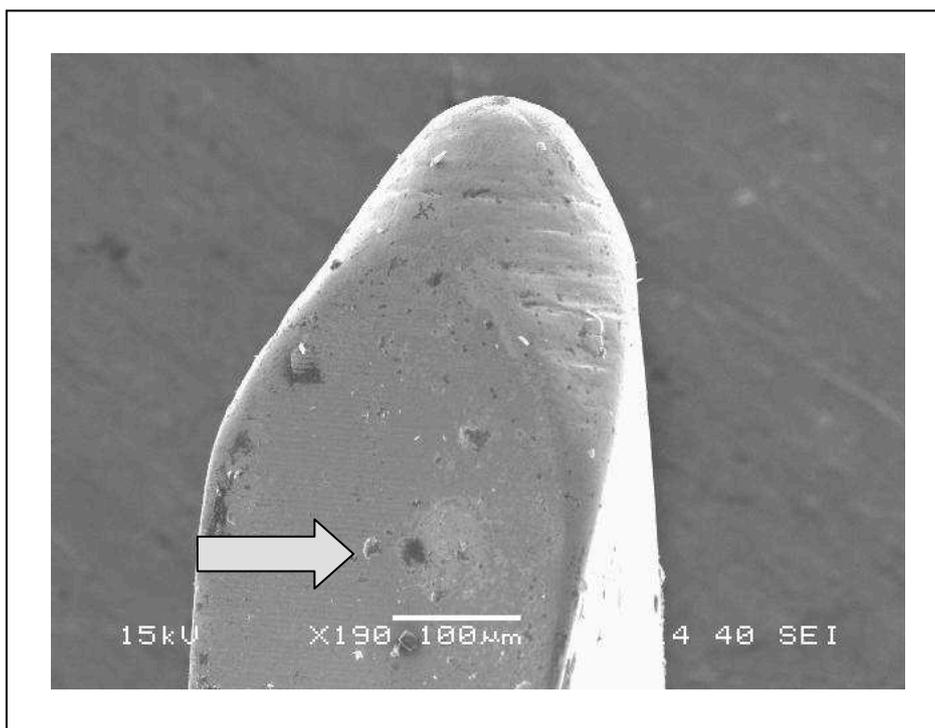


Figura 11 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04)

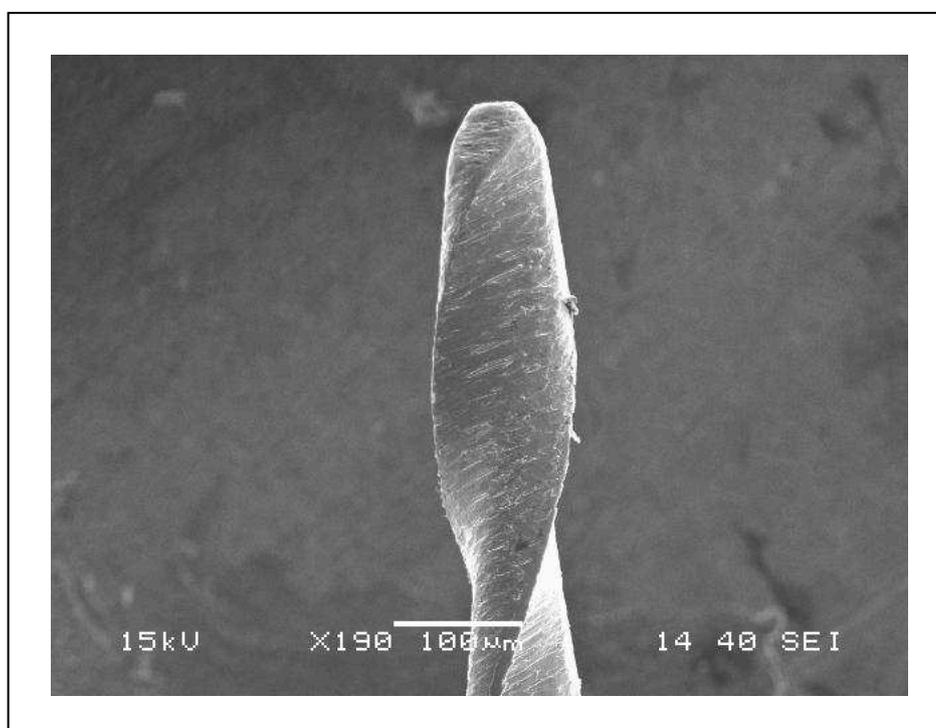


Figura 12 – Ausência de sujidade nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04)

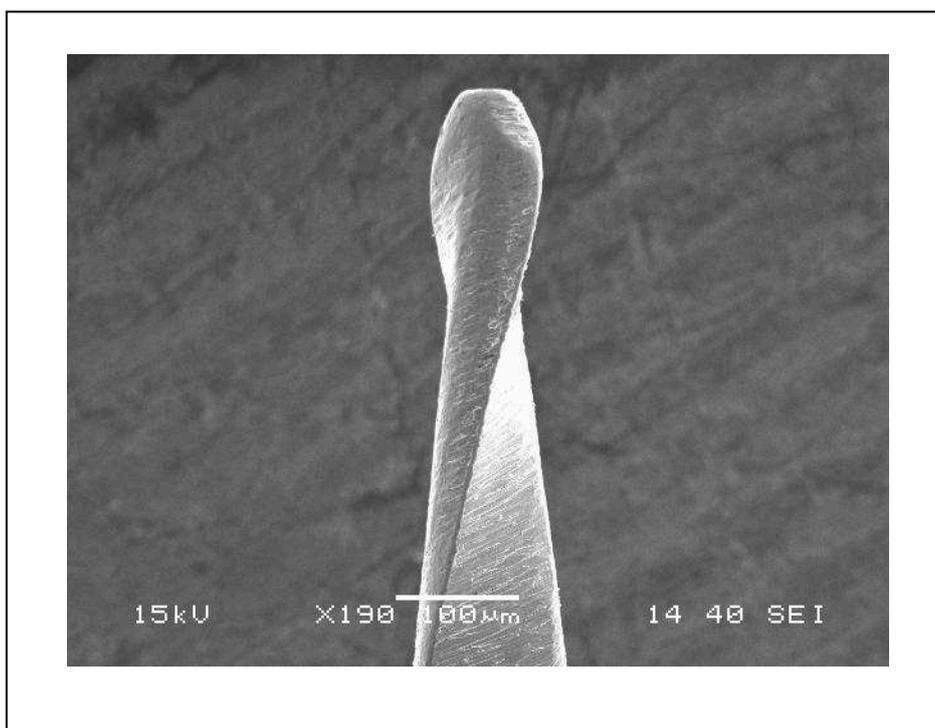


Figura 13 – Ausência de sujidade nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05)

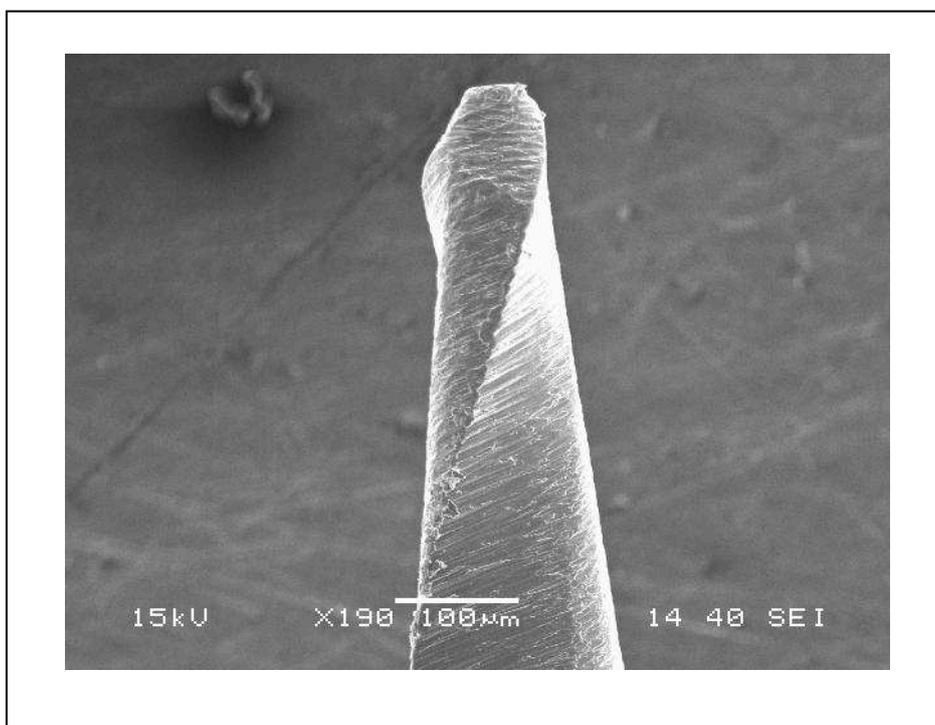


Figura 14 – Ausência de sujidade nas lâminas dos instrumentos Mtwo (20/06)

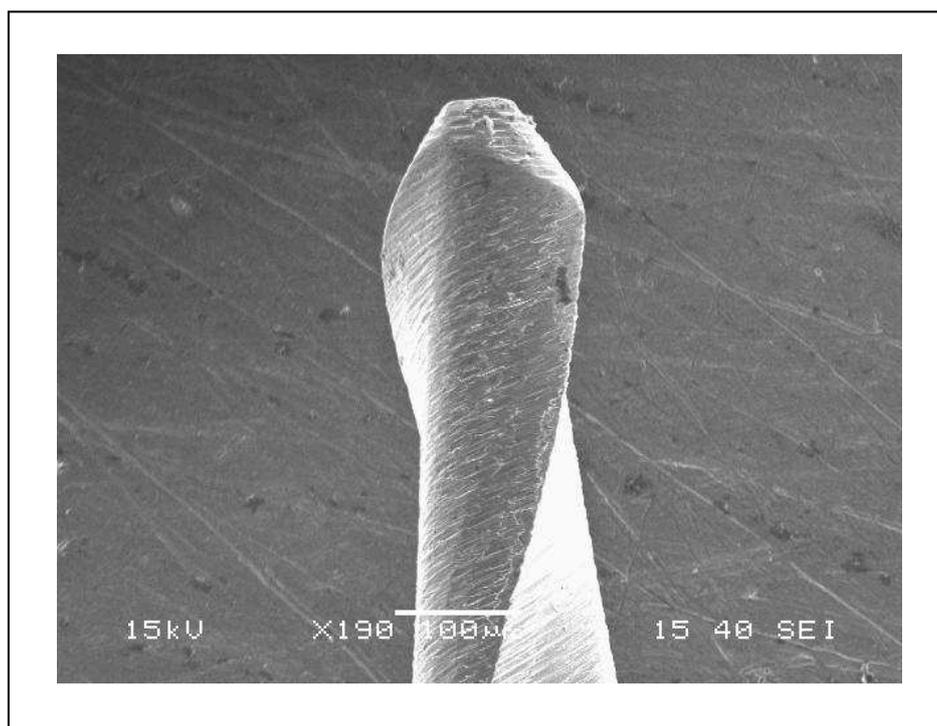


Figura 15 – Ausência de sujidade nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06)

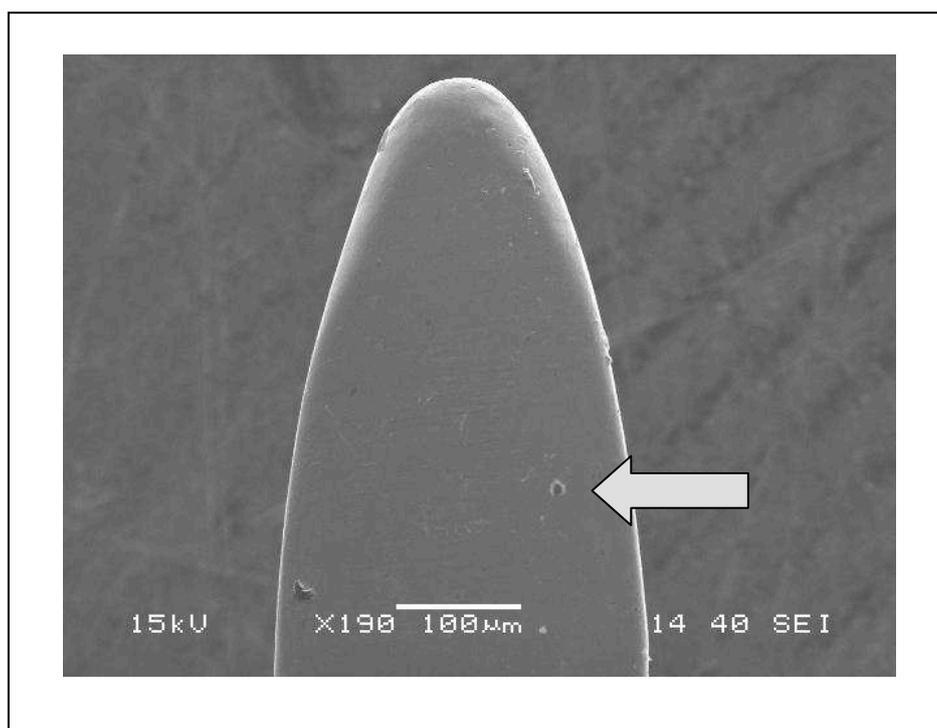


Figura 16 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08)

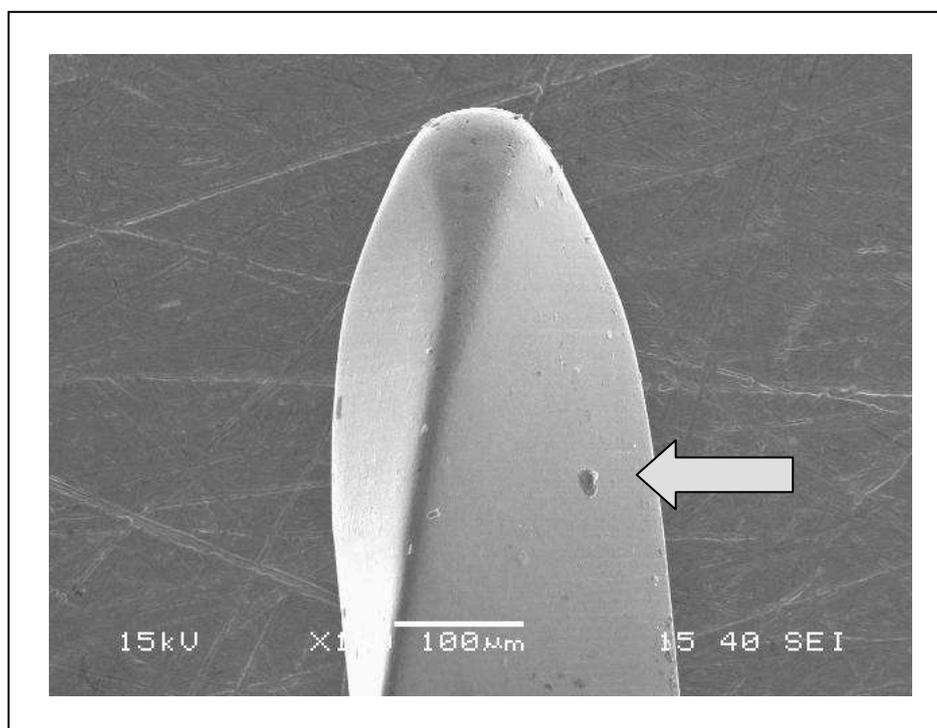


Figura 17 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (30/06)

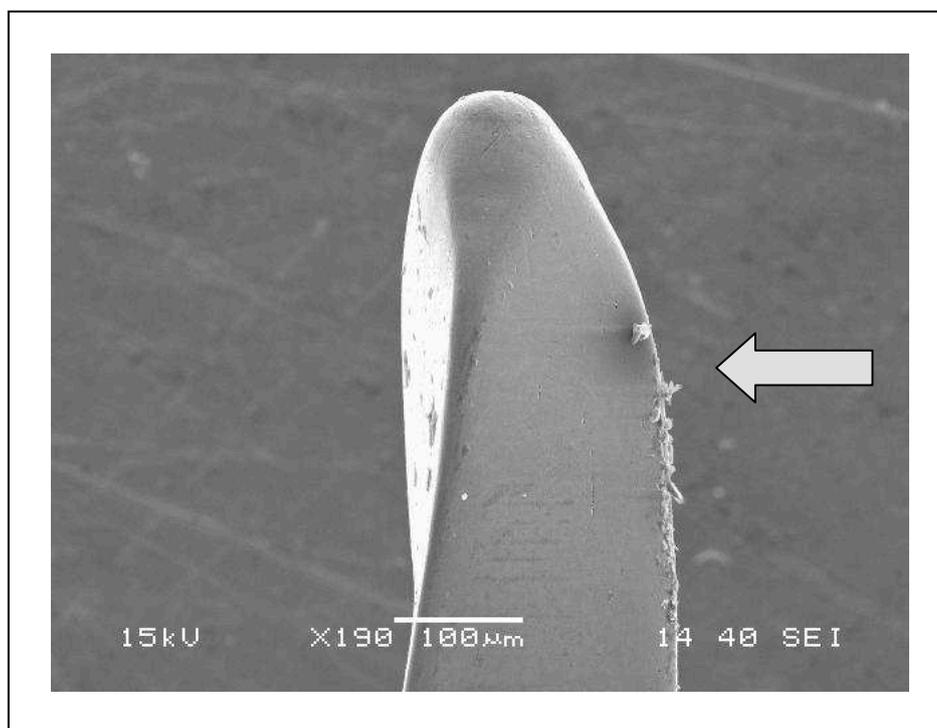


Figura 18 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06)

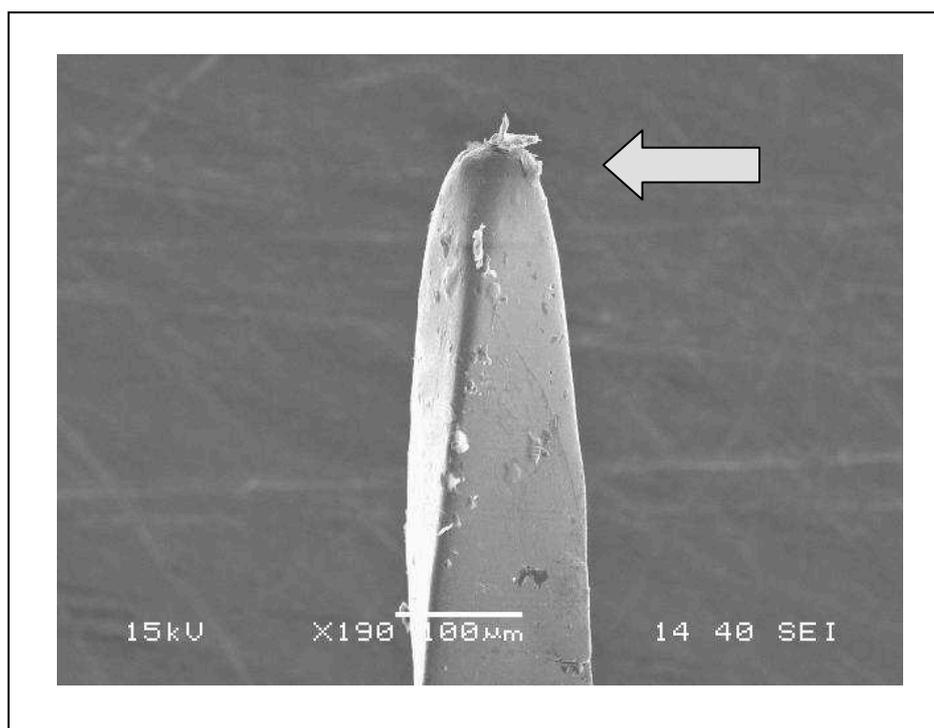


Figura 19 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06)

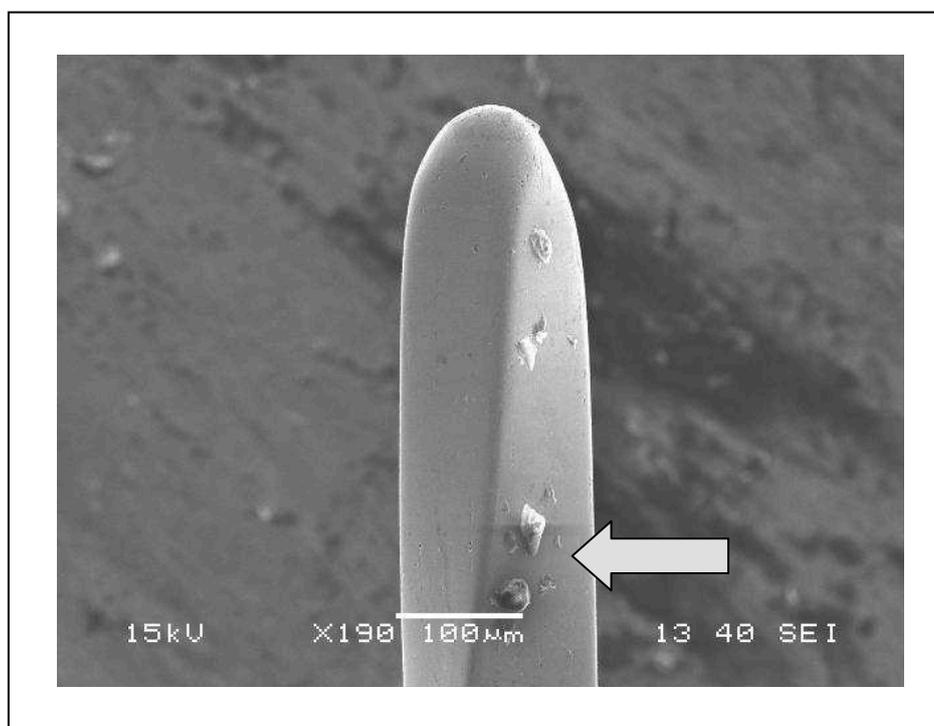


Figura 20 – Presença de sujidade nas lâminas dos instrumentos EndoWave (15/02)

Com relação aos defeitos dos instrumentos (borda irregular, ranhura microcavidade e rebarba) após limpeza foram novamente levados a microscopia eletrônica de varredura para análise da superfície na ponta e a 5mm desta cujos resultados estão dispostos nas tabelas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 e nas figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 e 60.

Tabela 7 – Presença ou não de defeitos da ponta do instrumento das diferentes limas

GRUPO	Borda irregular	Ranhura	Microcavidade	Rebarba
A (5 limas)	5	5	5	0
B (6 limas)	1	1	0	0
C (4 limas)	0	0	0	1
D (5 limas)	0	0	0	0

Tabela 8 – Presença ou não de defeitos a cinco milímetros da ponta do instrumento das diferentes limas

GRUPO	Borda Irregular	Ranhura	Microcavidade	Rebarba
A (5 limas)	5	5	5	0
B (6 limas)	1	0	0	0
C (4 limas)	0	0	0	1
D (5 limas)	0	0	0	0

Segundo as duas tabelas (7 e 8) acima, dos vinte instrumentos em cinco do grupo D analisados na microscopia eletrônica de varredura, não apresentaram defeitos em suas superfícies de corte tanto na ponta como a 5mm da ponta do instrumento, enquanto que, nas limas do grupo A ocorreram todos defeitos exceto rebarba.

Tabela 9 – Comparação entre os grupos quanto ao defeito da borda irregular da ponta do instrumento

Marca das Limas	Pvalor
Twisted File X BioRaCe	0,0152
Twisted File X Mtwo	0,0079
Twisted File X EndoWave	0,0079
BioRaCe X Mtwo	0,6000
BioRaCe X EndoWave	0,5455
Mtwo X EndoWave	1,0000

A marca Twisted File® contém defeitos diferentes das demais limas analisadas como borda irregular, ranhura e microcavidade, isto é, o Pvalor no confronto entre este instrumento e as outras marcas é menor do que 0,05 e, portanto, com significado estatístico. De outro modo, na comparação entre as outras marcas entre si o Pvalor sendo maior que 0,05 não ocorreram diferença estatisticamente significante.

Tabela 10 - Comparação entre os grupos quanto ao defeito ranhura da ponta do instrumento

Marca das Limas	Pvalor
Twisted File X BioRaCe	0,0152
Twisted File X Mtwo	0,0079
Twisted File X EndoWave	0,0079
BioRaCe X Mtwo	0,6000
BioRaCe X EndoWave	0,5455
Mtwo X EndoWave	1,0000

Tabela 11 – Comparação entre os grupos quanto ao defeito microcavidade da ponta do instrumento

Marca das Limas	Pvalor
Twisted File X BioRaCe	0,0022
Twisted File X Mtwo	0,0079
Twisted File X EndoWave	0,0079
BioRaCe X Mtwo	1,0000
BioRaCe X EndoWave	1,0000
Mtwo X EndoWave	1,0000

A marca Twisted File® tem quantidade maior de microcavidade diferente das limas dos outros grupos, uma vez que Pvalor em todas comparações entre esta marca e as BioRaCe®, Mtwo® e EndoWave® é menor que 0,05. Por outro lado, ao cotejar as outras marcas entre si não houve diferença estatisticamente significativa, já que, o Pvalor é maior que 0,05.

Tabela 12 - Comparação entre os grupos quanto ao defeito rebarba da ponta do instrumento

Marca das Limas	Pvalor
Twisted File X BioRaCe	1,0000
Twisted File X Mtwo	1,0000
Twisted File X EndoWave	1,0000
BioRaCe X Mtwo	0,4545
BioRaCe X EndoWave	1,0000
Mtwo X EndoWave	1,0000

Relativamente ao item rebarba, apresentado nas limas Mtwo®, não existiu diferença significativa entre as marcas, isto é, Pvalor > 0,05.

Tabela 13 – Comparação entre os grupos quanto ao defeito borda Irregular a cinco milímetros da ponta do instrumento

Marca das Limas	Pvalor
Twisted File X BioRaCe	0,0152
Twisted File X Mtwo	0,0079
Twisted File X EndoWave	0,0079
BioRaCe X Mtwo	0,6000
BioRaCe X EndoWave	0,5455
Mtwo X EndoWave	1,0000

A marca Twisted File® apresentou número maior de instrumentos com borda irregular em relação às outras marcas com significado estatístico, porquanto, com Pvalor menor que 0,05. Ao contrário, ao comparar as outras marcas entre si não ocorreu diferença significativa entre elas, ou seja, Pvalor maior que 0,05.

Tabela 14 – Comparação entre os grupos quanto ao defeito ranhura a cinco milímetros da ponta do instrumento

Marca das Limas	Pvalor
Twisted File X BioRaCe	0,0022
Twisted File X Mtwo	0,0079
Twisted File X EndoWave	0,0079
BioRaCe X Mtwo	1,0000
BioRaCe X EndoWave	1,0000
Mtwo X EndoWave	1,0000

A marca Twisted File® apresentou maior quantidade de ranhura e microcavidade que as demais marcas, e portanto com significado estatístico, uma vez que, Pvalor em todos os casos menor que 0,05. E, na comparação entre as outras marcas não ocorreu diferença estatística entre elas, com Pvalor maior que 0,05 conforme atestam as tabelas 14 e 15.

Tabela 15 – Comparação entre os grupos quanto ao defeito microcavidade a cinco milímetros da ponta do instrumento

Marca das Limas	Pvalor
Twisted File X BioRaCe	0,0022
Twisted File X Mtwo	0,0079
Twisted File X EndoWave	0,0079
BioRaCe X Mtwo	1,0000
BioRaCe X EndoWave	1,0000
Mtwo X EndoWave	1,0000

Tabela 16 – Comparação entre os grupos quanto ao defeito rebarba a cinco milímetros da ponta do instrumento

Marca das Limas	Pvalor
Twisted File X BioRaCe	1,0000
Twisted File X Mtwo	1,0000
Twisted File X EndoWave	1,0000

Tabela 16 – Comparação entre os grupos quanto ao defeito rebarba a cinco milímetros da ponta do instrumento

Marca das Limas	Pvalor
BioRaCe X Mtwo	0,4545
BioRaCe X EndoWave	1,0000
Mtwo X EndoWave	1,0000

Quanto ao item rebarba não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os grupos de instrumentos da presença deste item, porque, o Pvalor é maior que 0,05.

Com vistas às ilustrações da presença ou não de defeitos nas lâminas de corte (borda irregular, ranhura, microcavidade e rebarba) tanto da ponta do instrumento como a 5mm da ponta do instrumento após limpeza em cuba ultrassônica os resultados das imagens obtidas são mostradas nas figuras de 21 a 60.

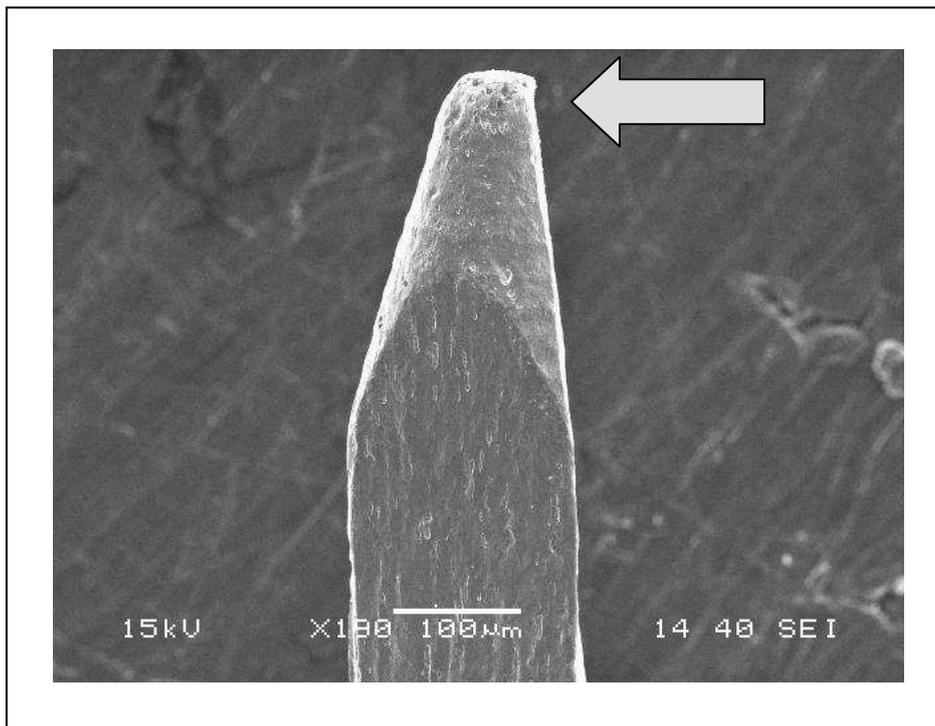


Figura 21 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12) - ponta

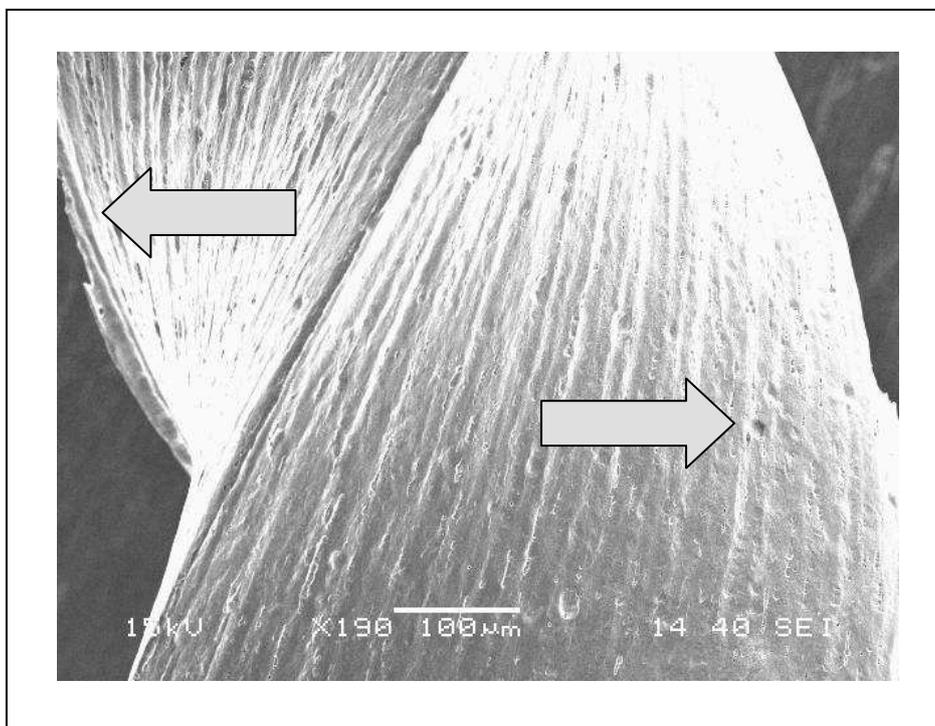


Figura 22 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12) – 5mm

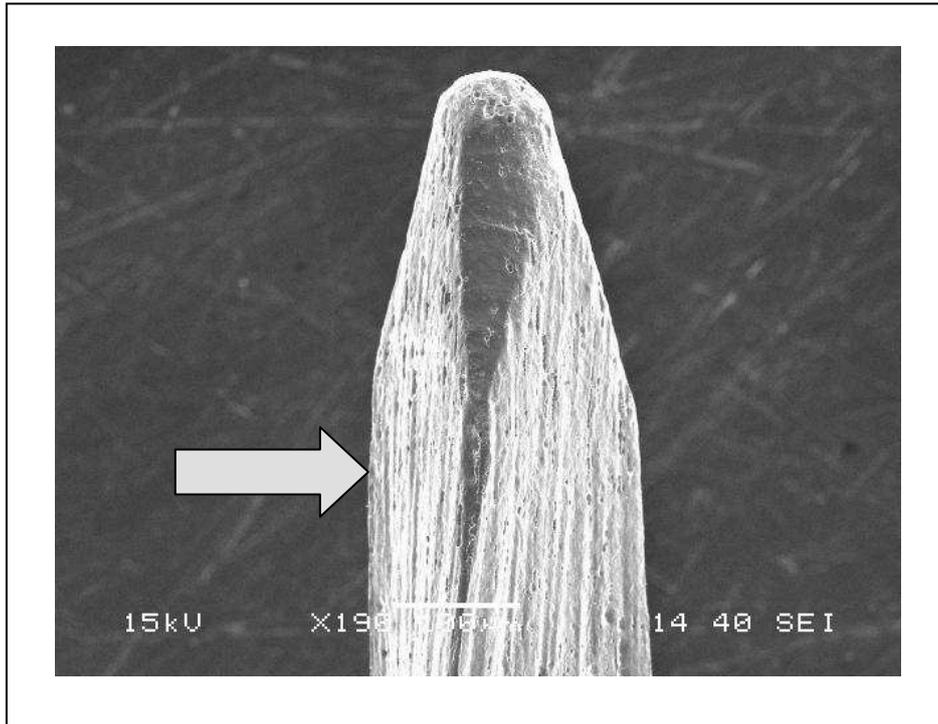


Figura 23 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10) - ponta

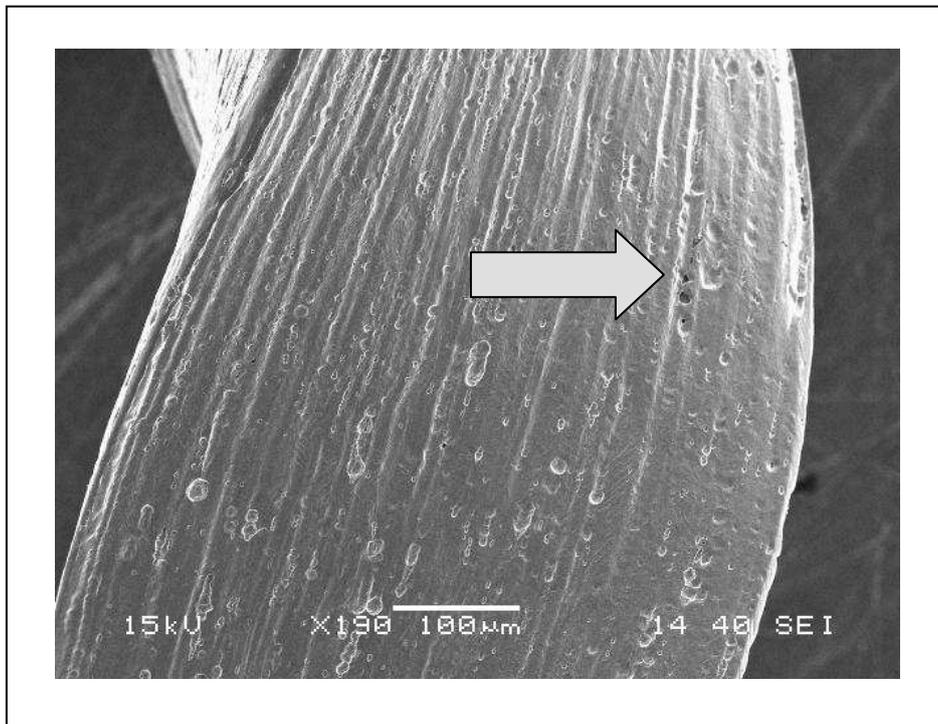


Figura 24 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10) – 5mm

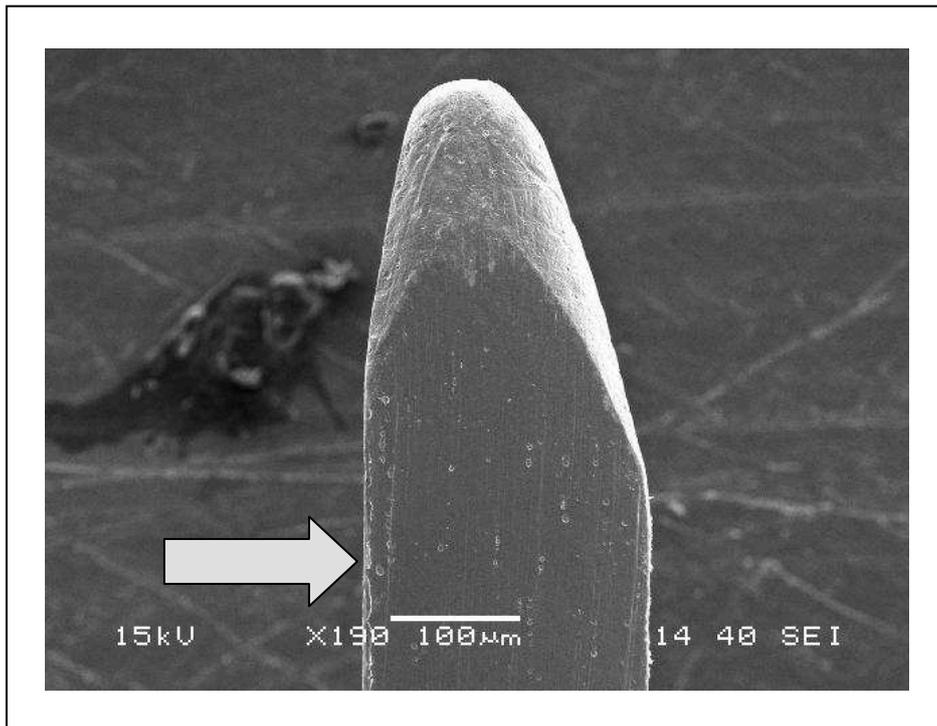


Figura 25 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08) - ponta

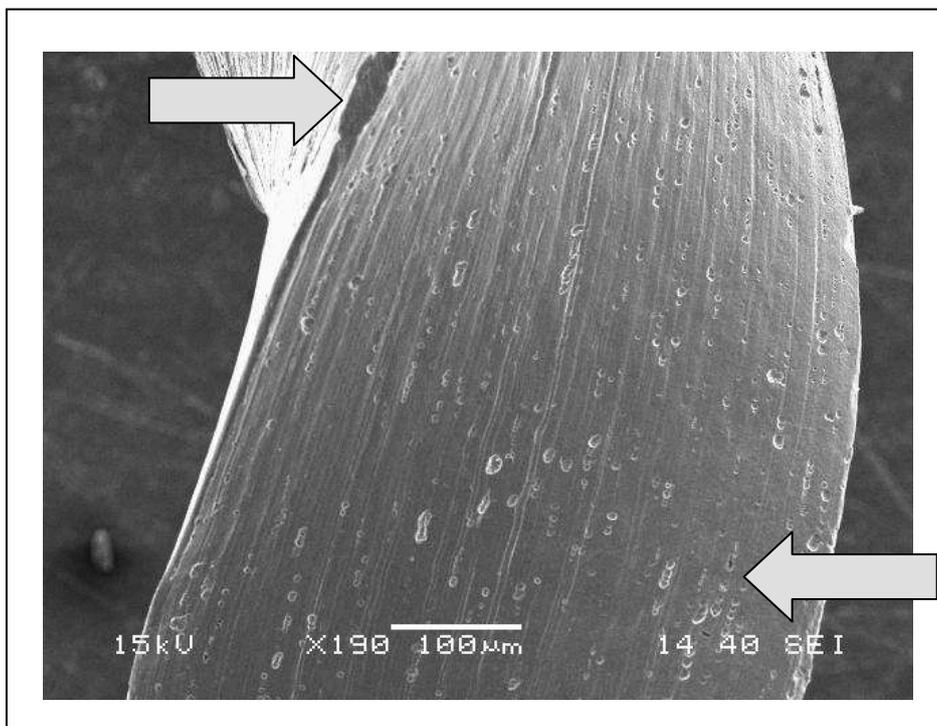


Figura 26 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08) – 5mm

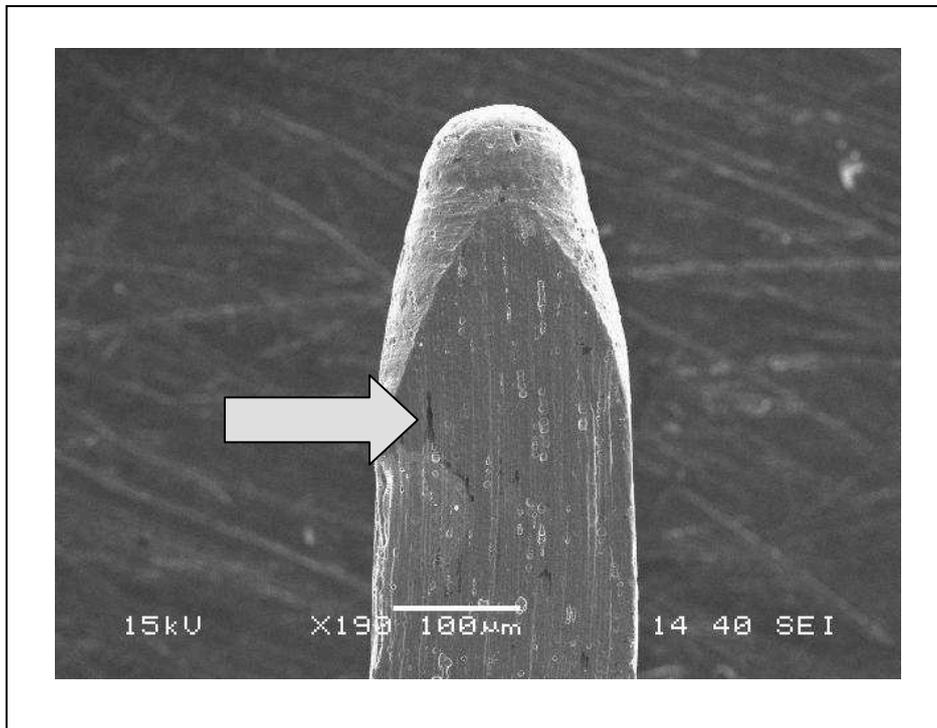


Figura 27 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/06) - ponta

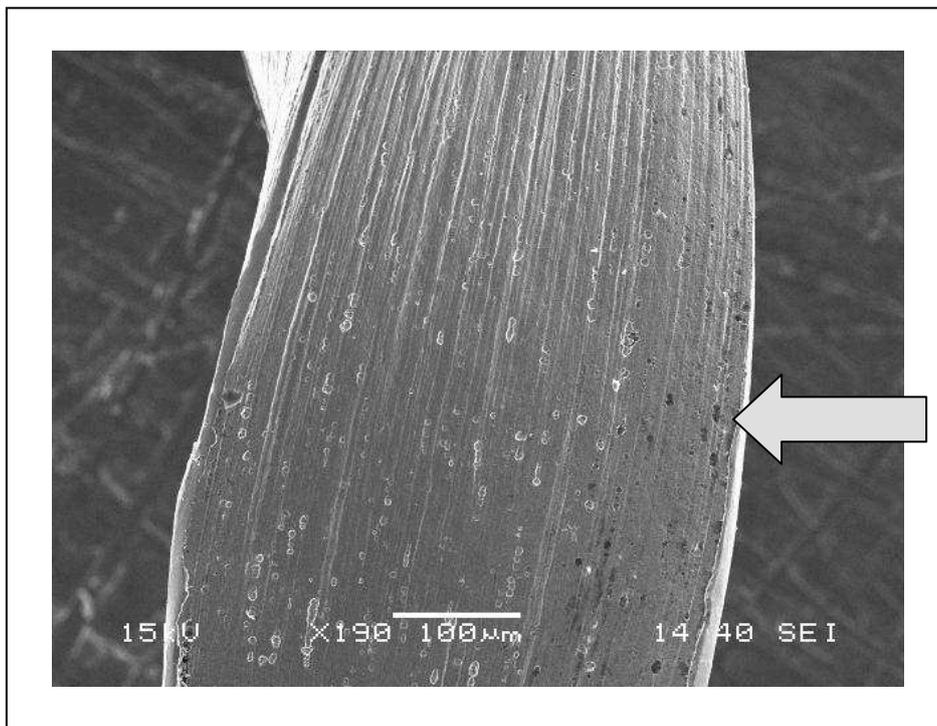


Figura 28 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/06) – 5mm

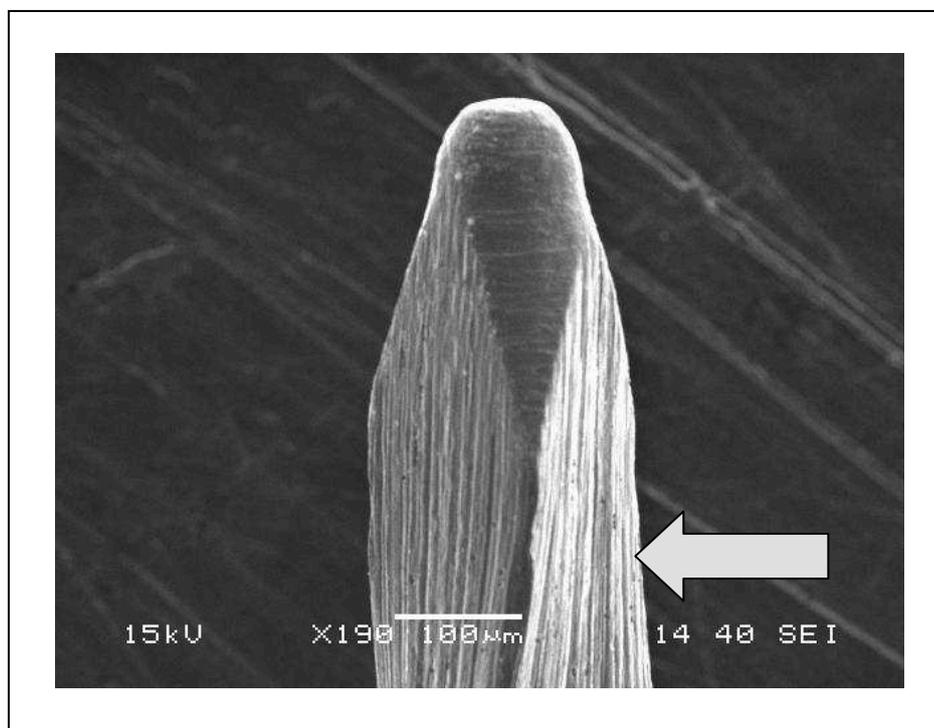


Figura 29 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04) - ponta

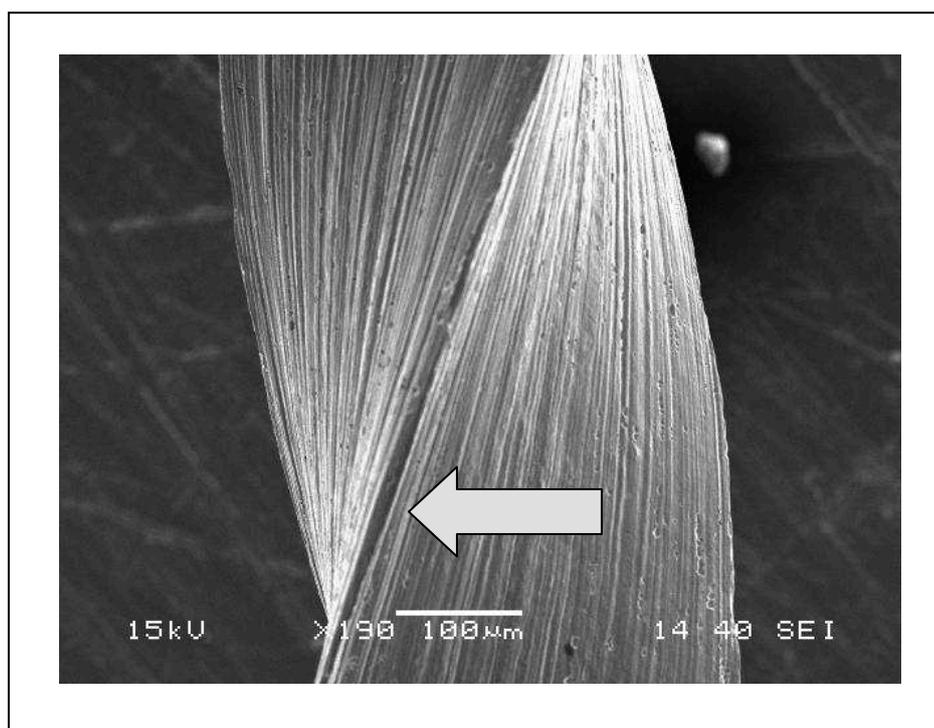


Figura 30 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04) 5mm

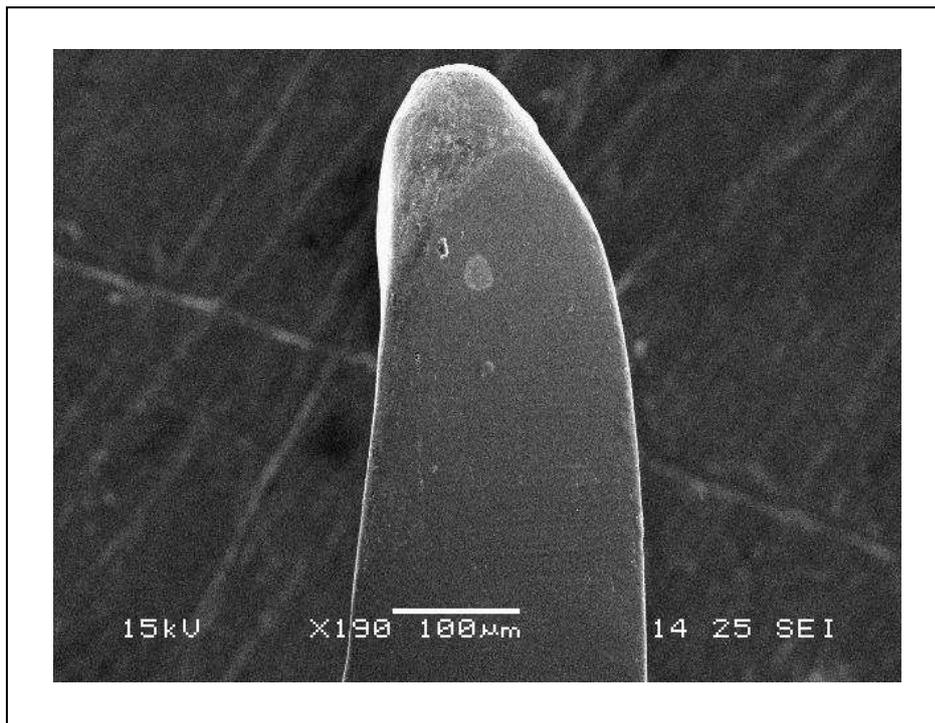


Figura 31 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08) – ponta

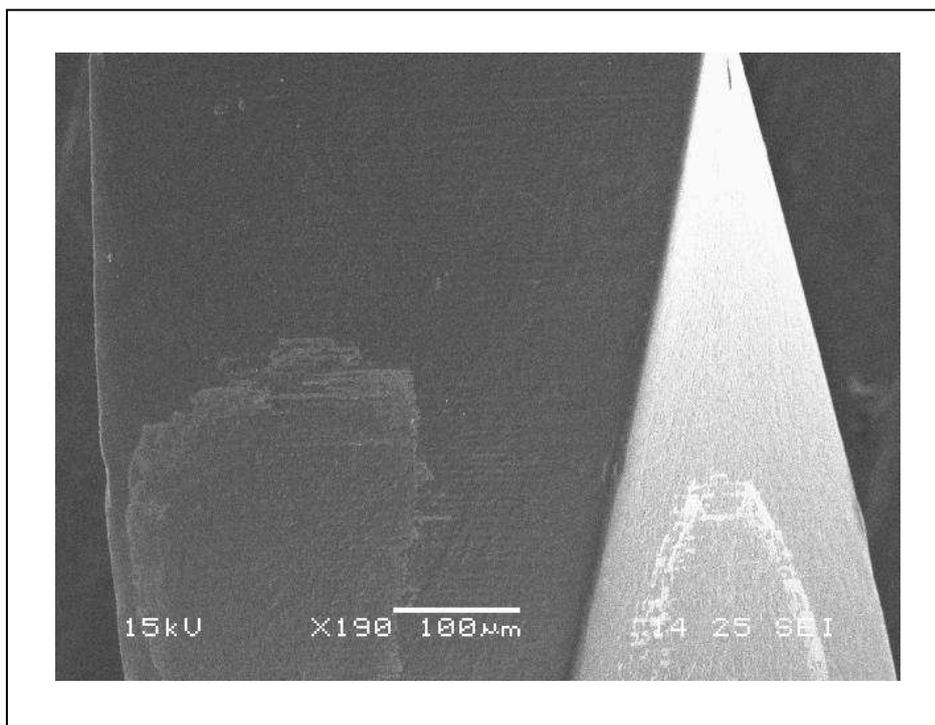


Figura 32 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08) – 5mm

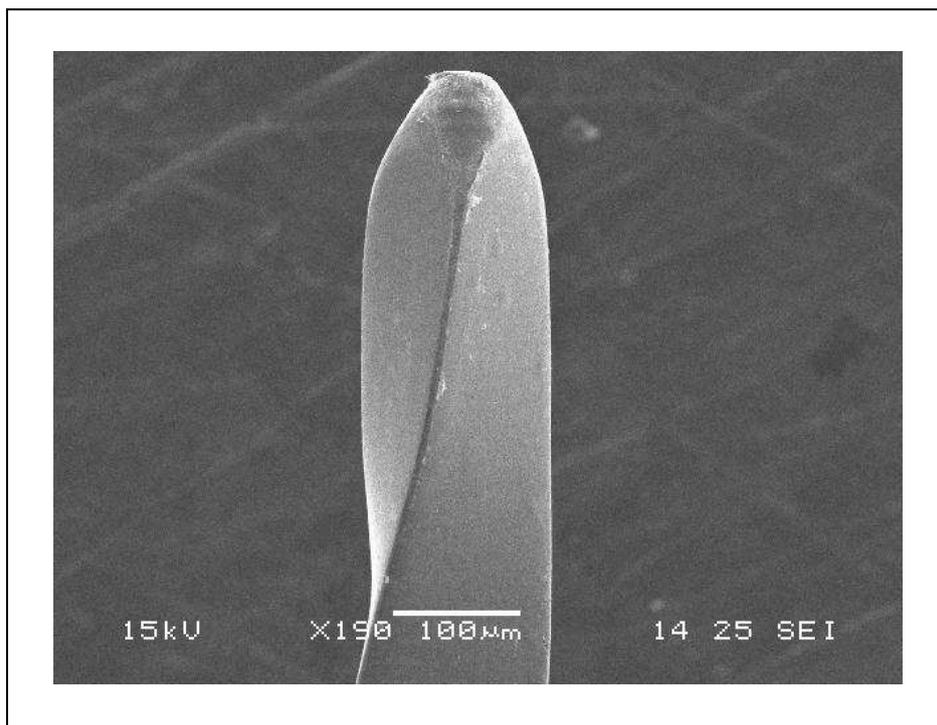


Figura 33 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05) - ponta

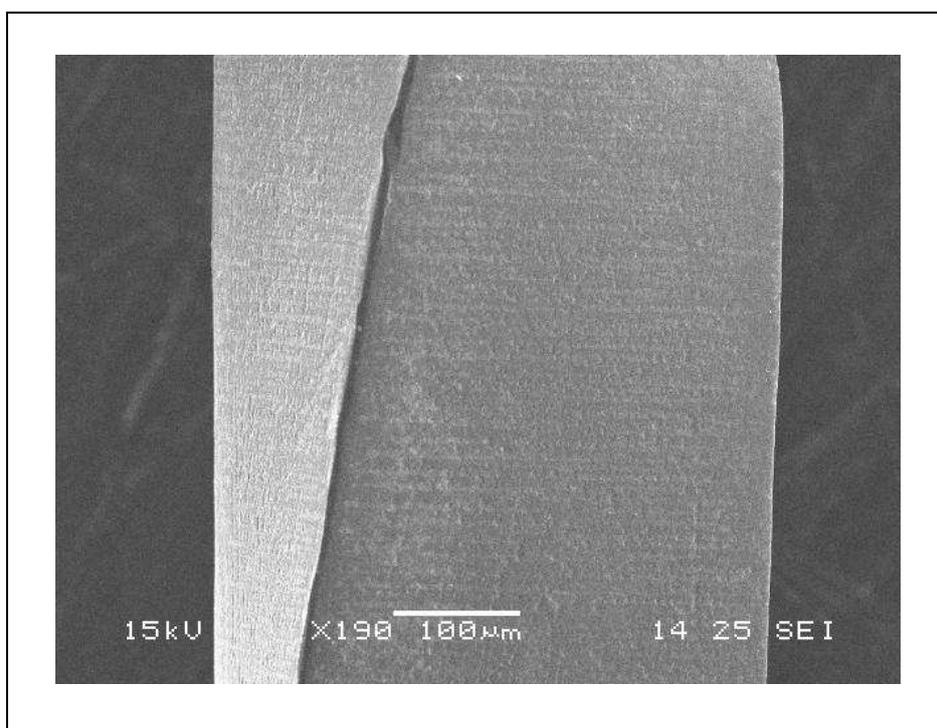


Figura 34 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05) – 5mm

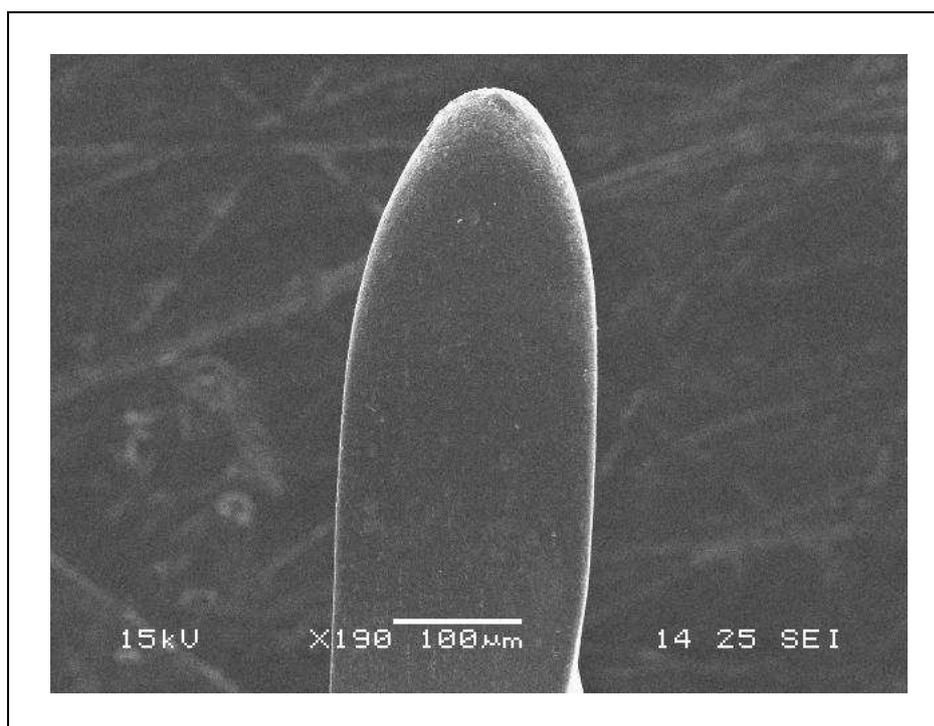


Figura 35 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04) - ponta

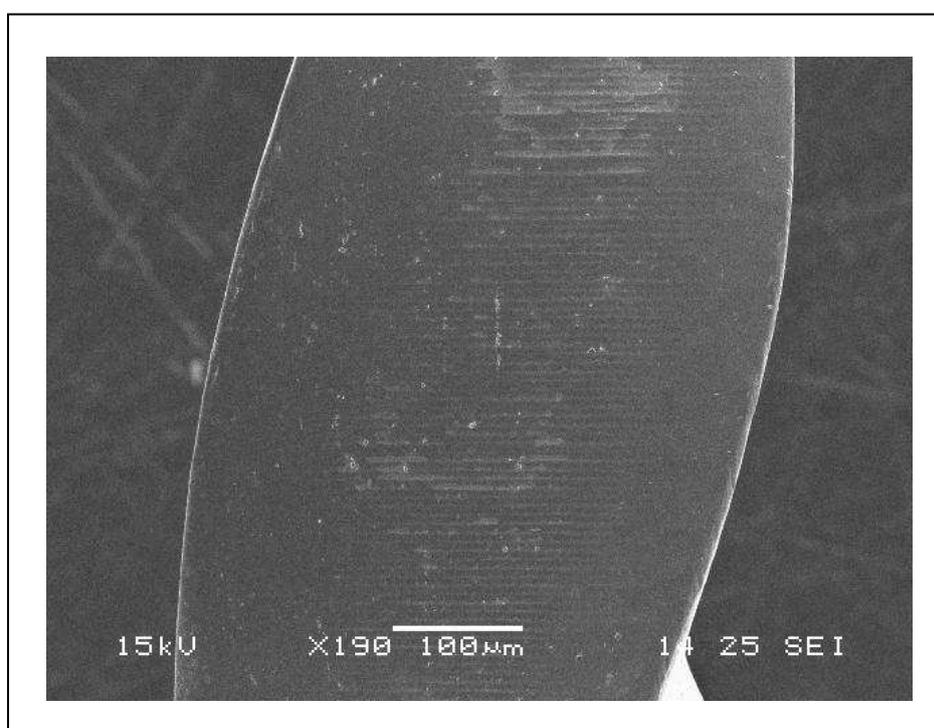


Figura 36 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04) – 5mm

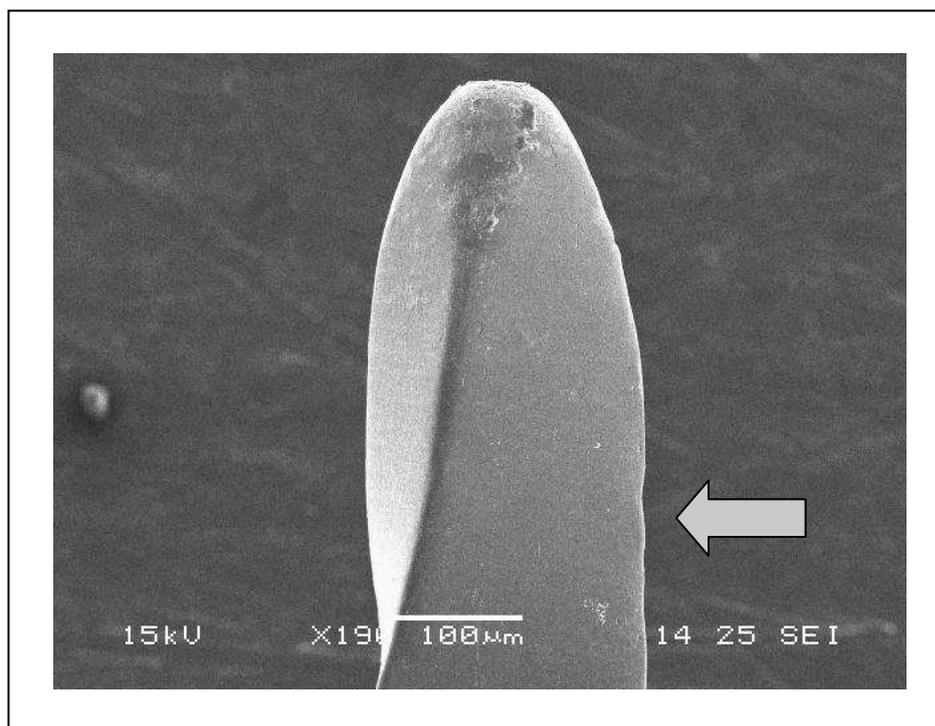


Figura 37 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06) - ponta

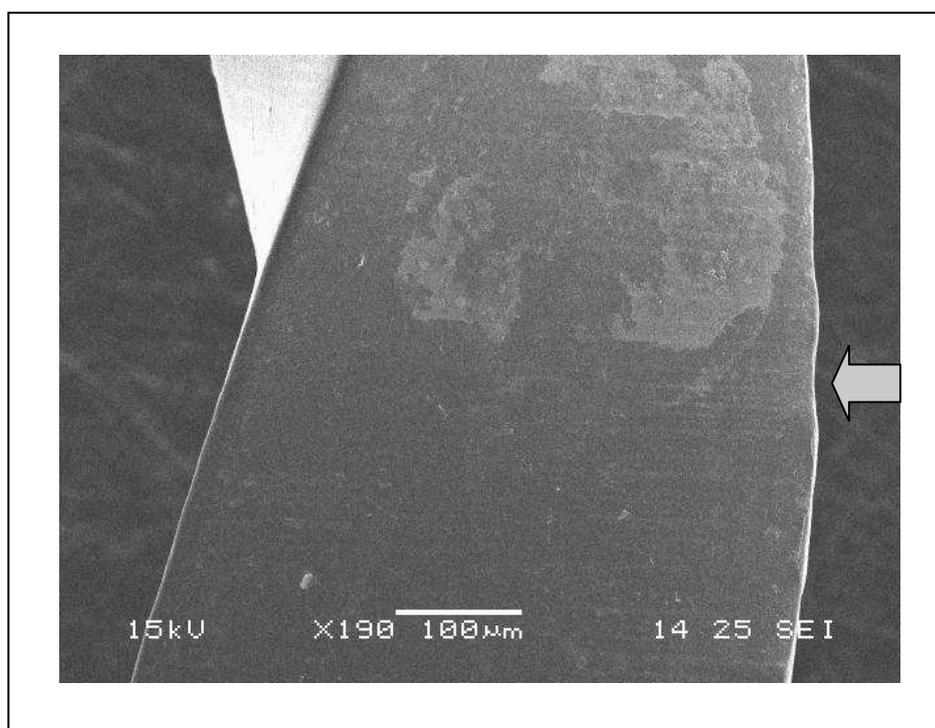


Figura 38 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06) – 5mm

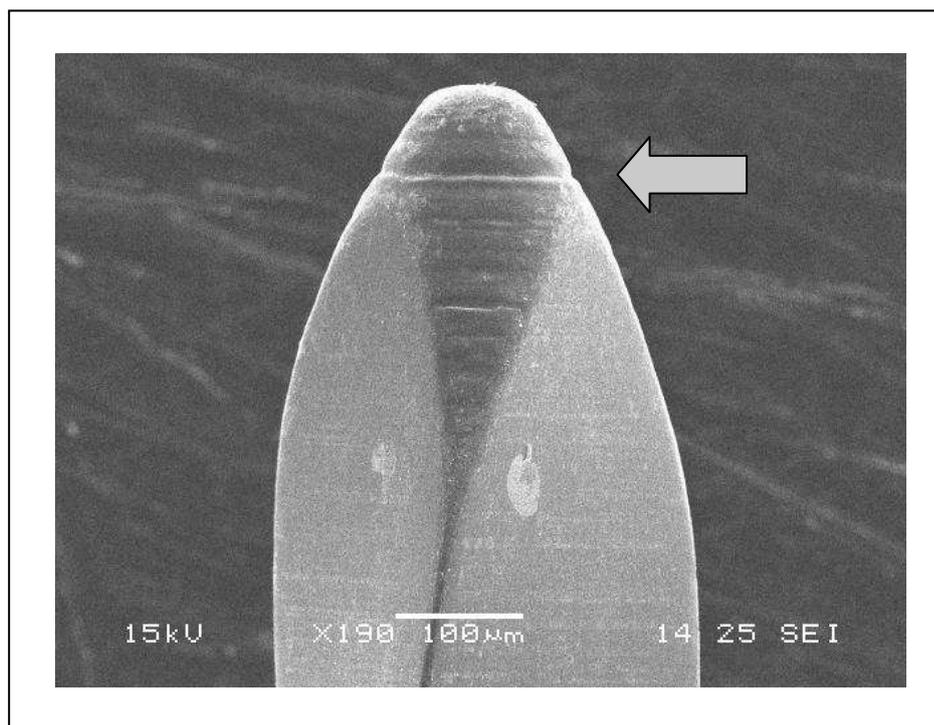


Figura 39 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04) - ponta

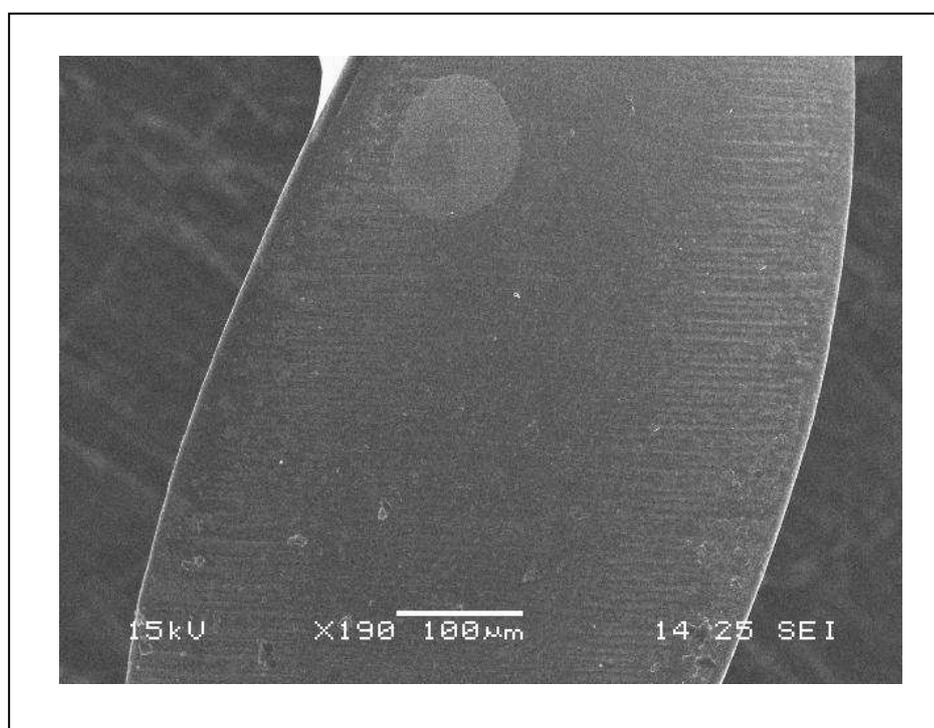


Figura 40 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04) – 5mm

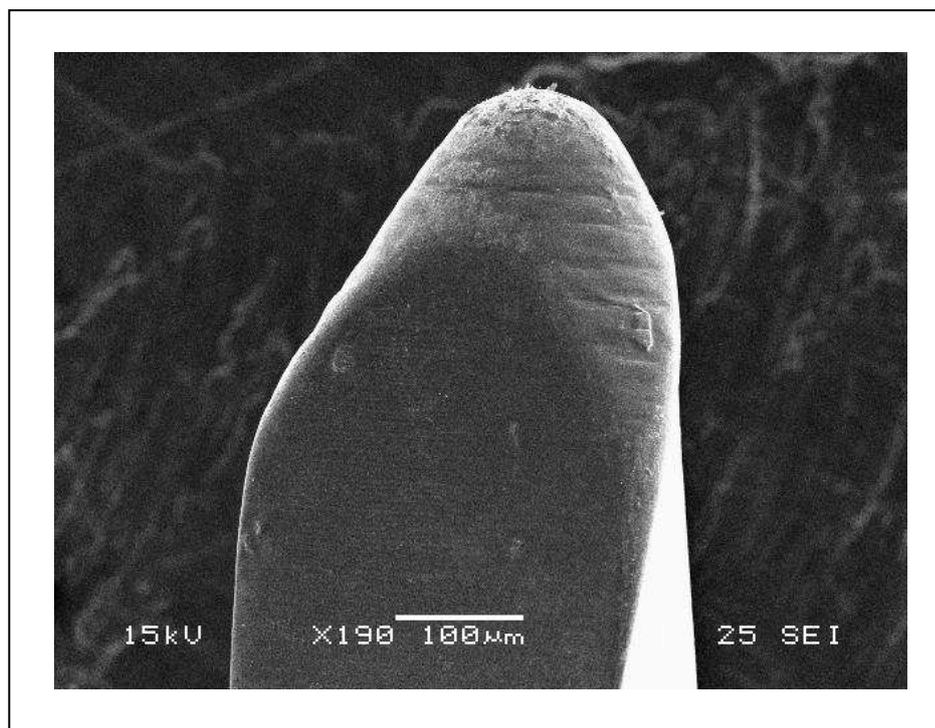


Figura 41 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04) - ponta

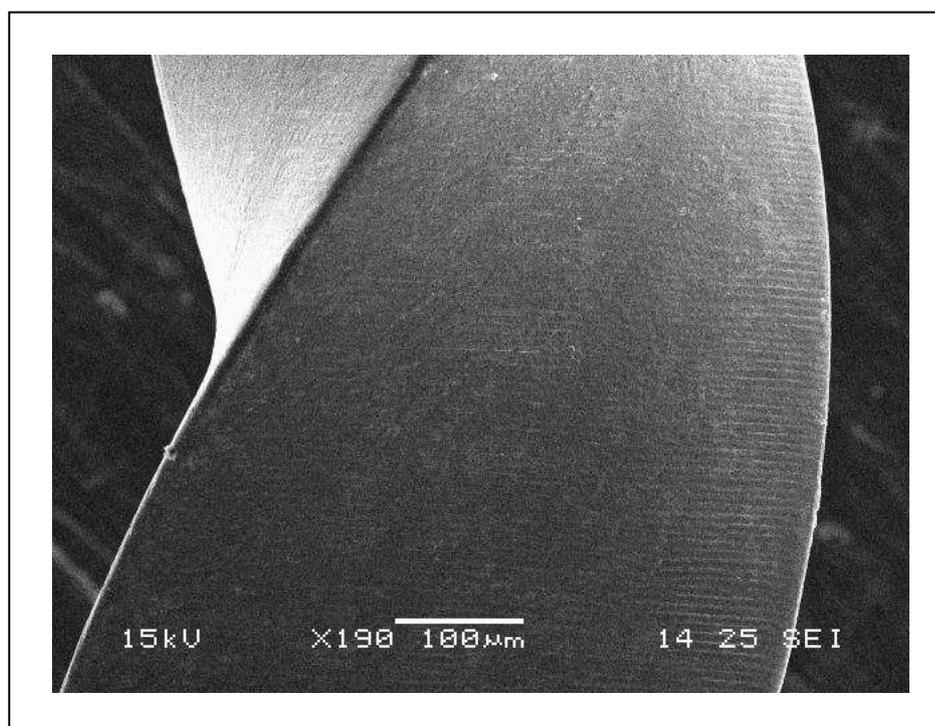


Figura 42 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04) – 5mm

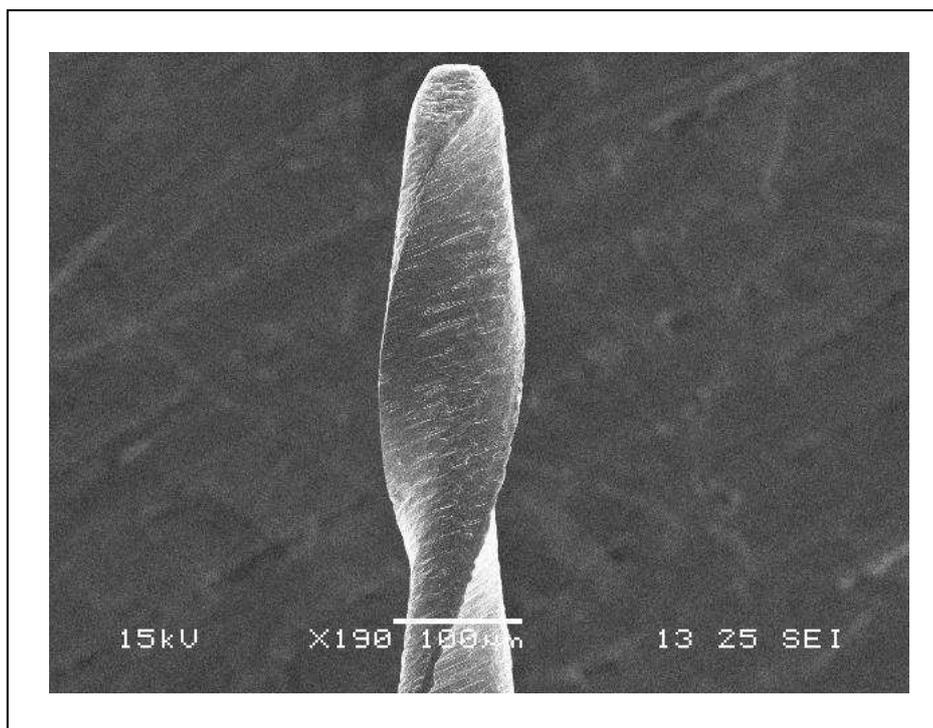


Figura 43 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04) - ponta

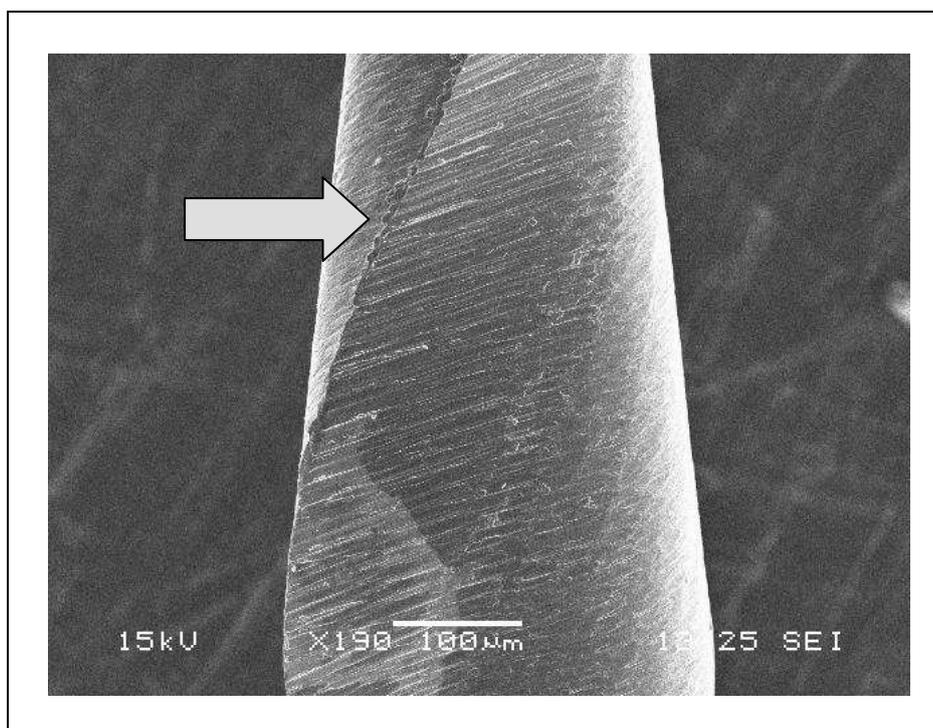


Figura 44 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04) – 5mm

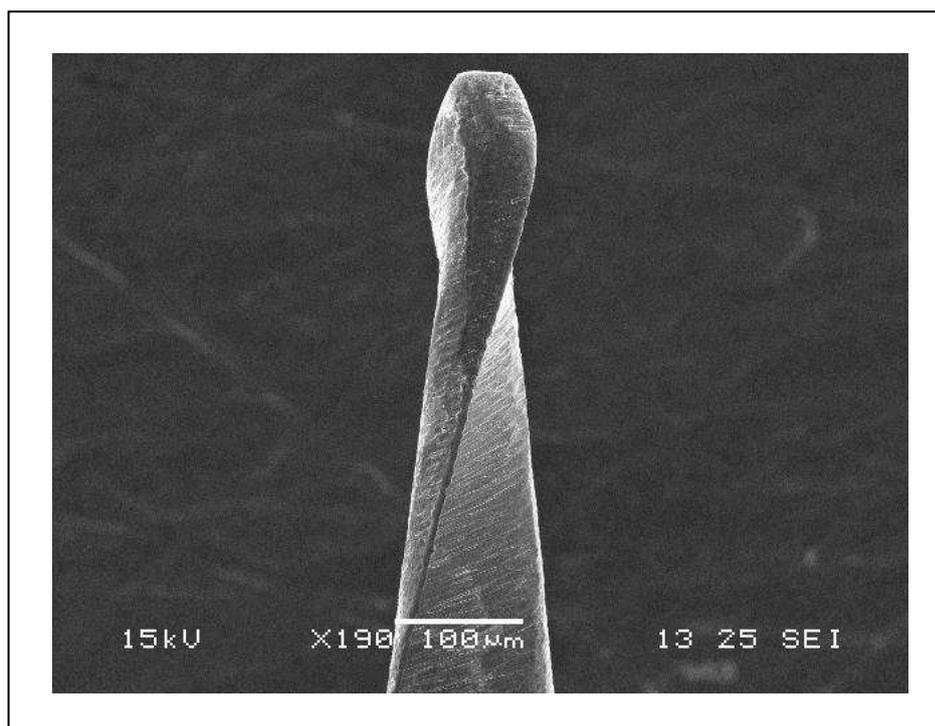


Figura 45 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05) - ponta

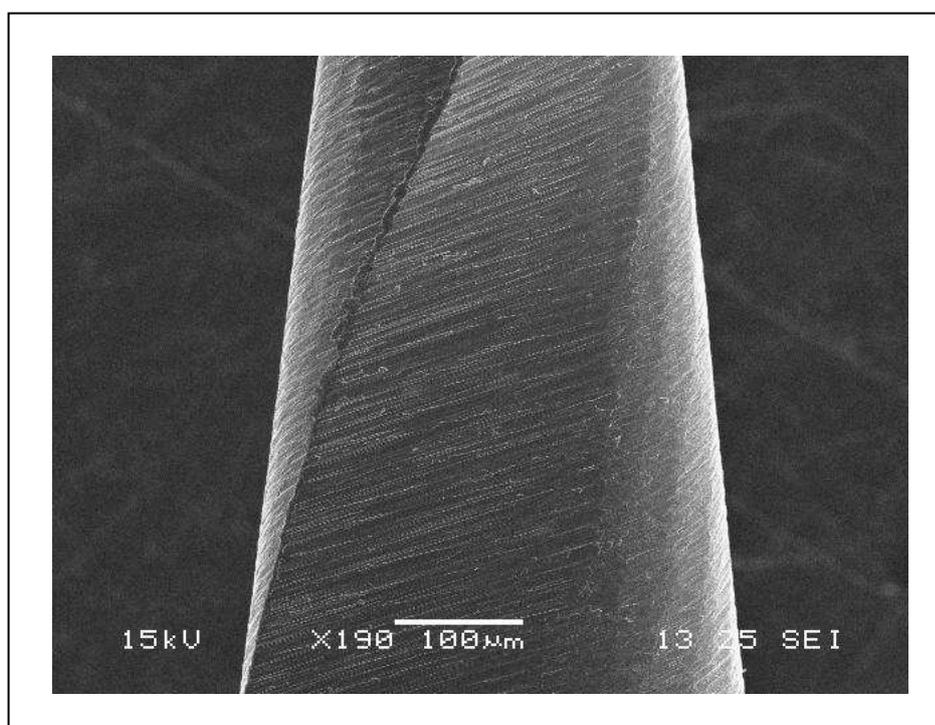


Figura 46 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05) – 5mm

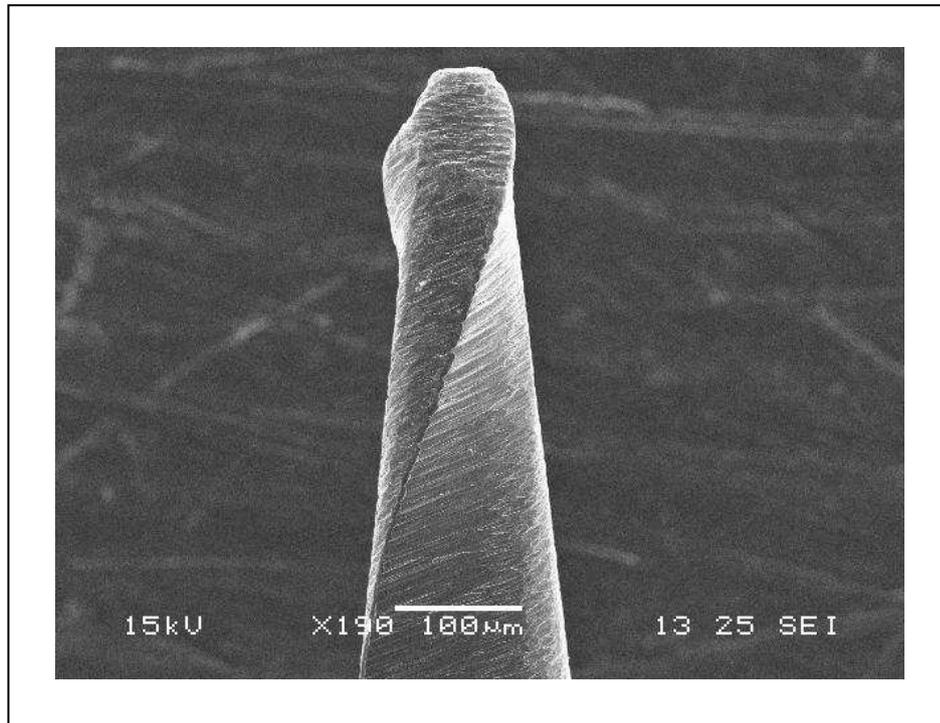


Figura 47 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (20/06) - ponta

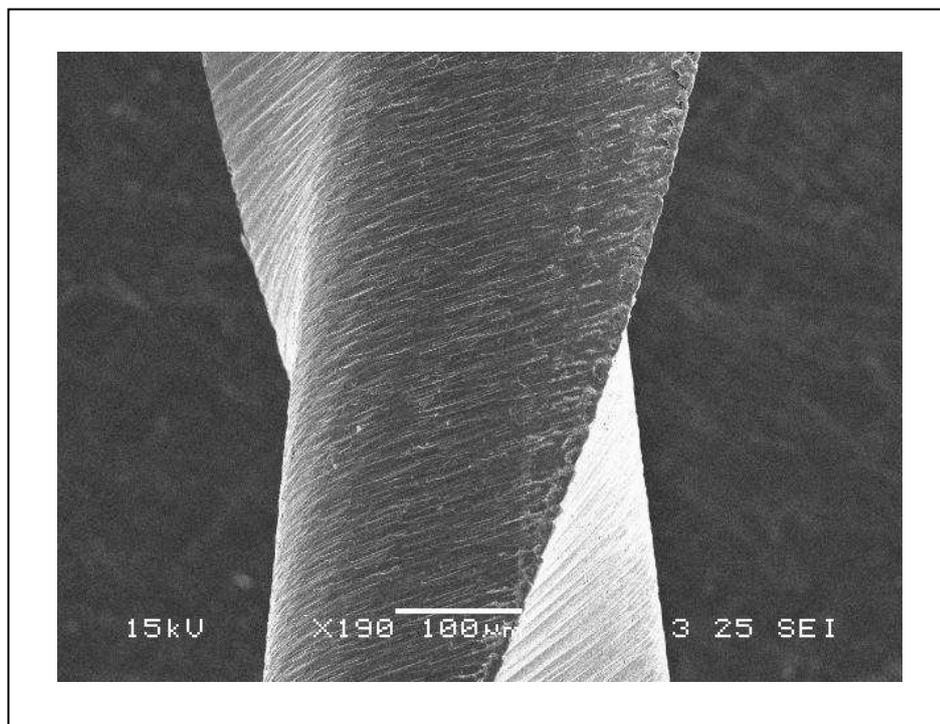


Figura 48 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (20/06) – 5mm

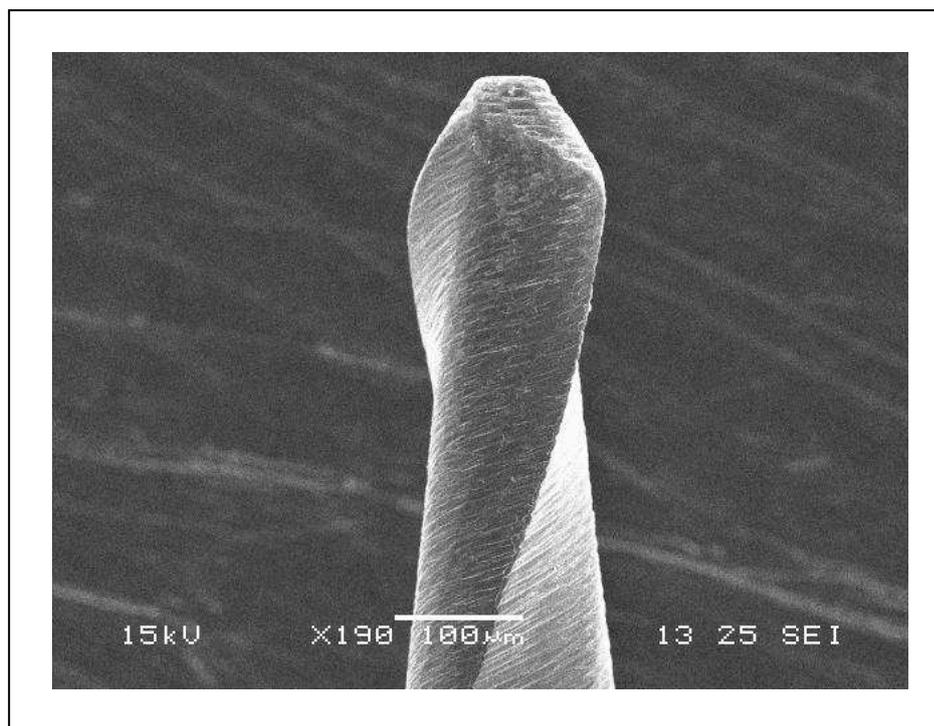


Figura 49 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06) - ponta

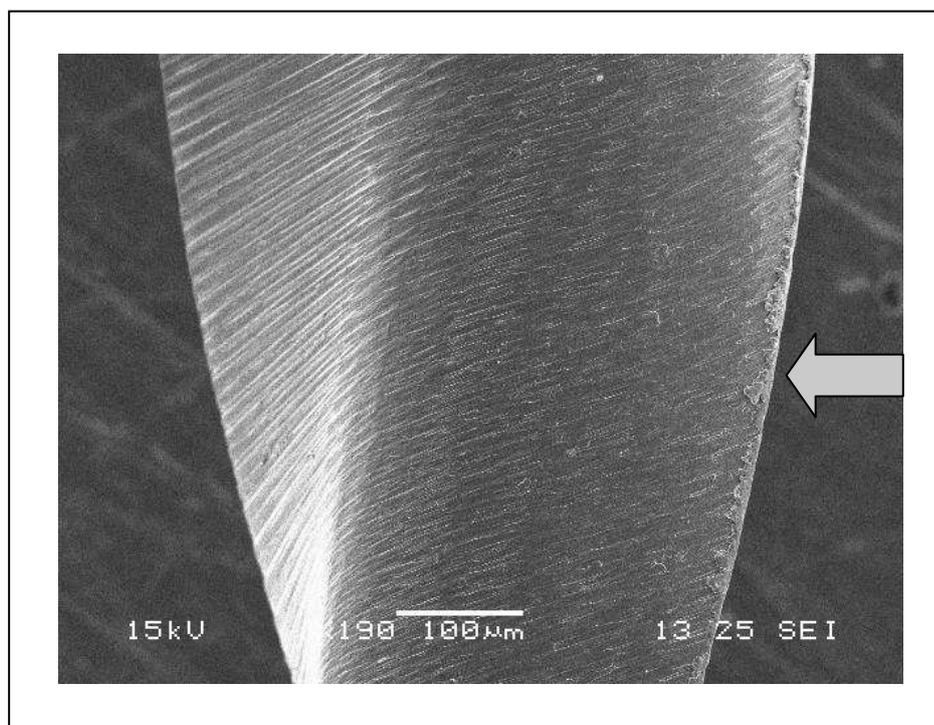


Figura 50 – Presença de defeitos nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06) – 5mm

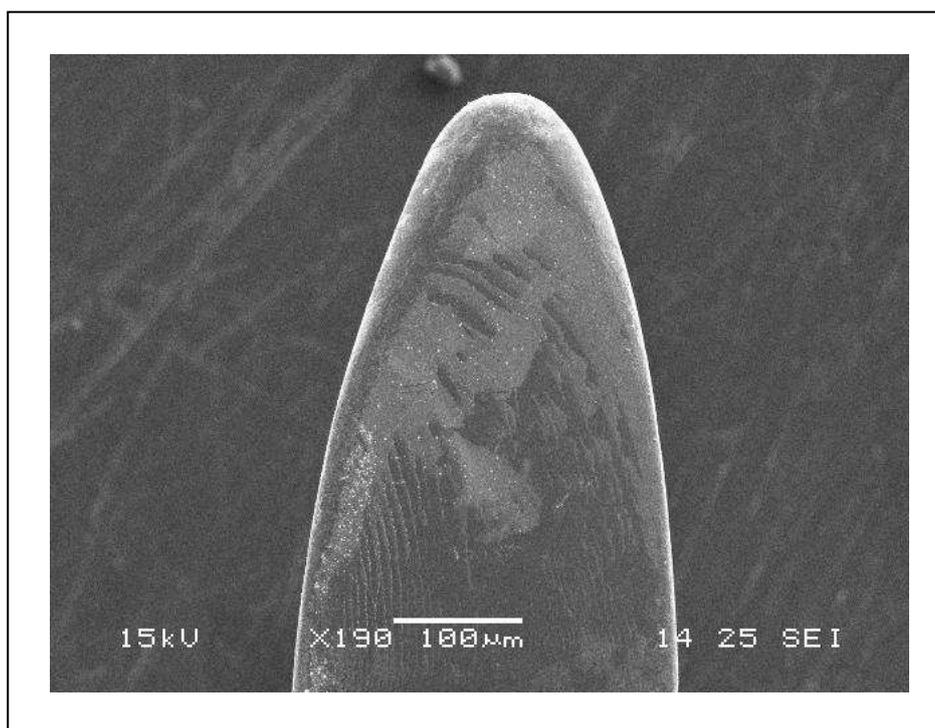


Figura 51 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08) - ponta

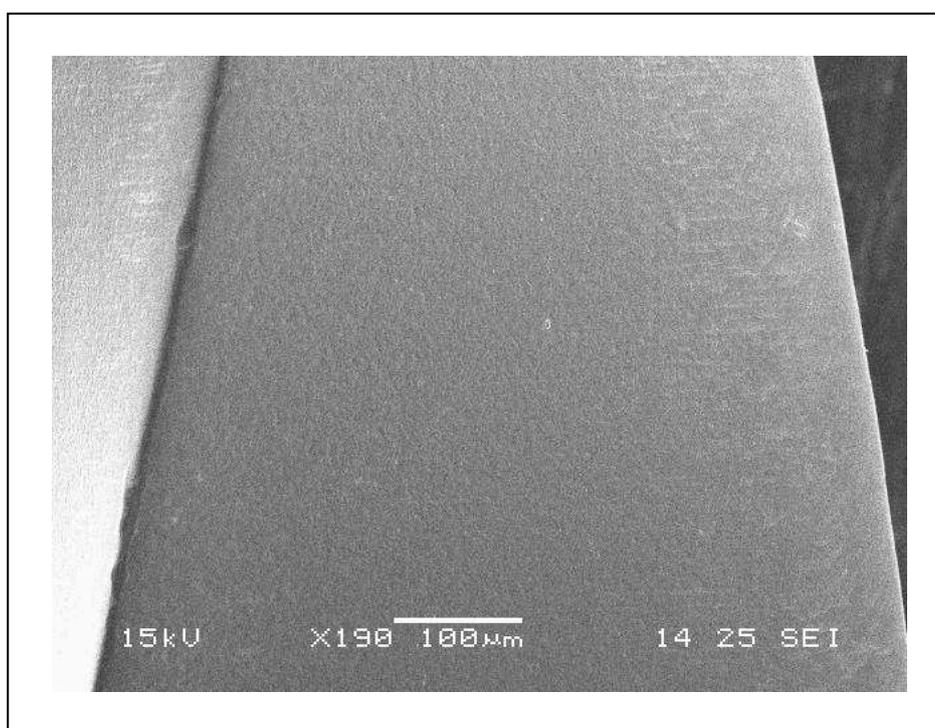


Figura 52 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08) – 5mm

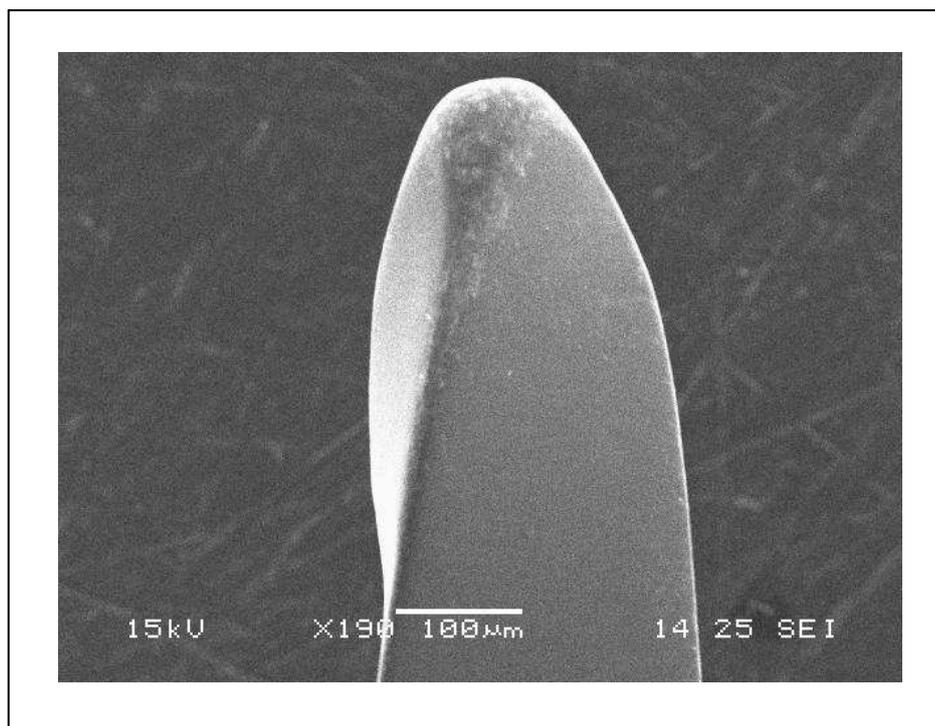


Figura 53 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (30/06) - ponta

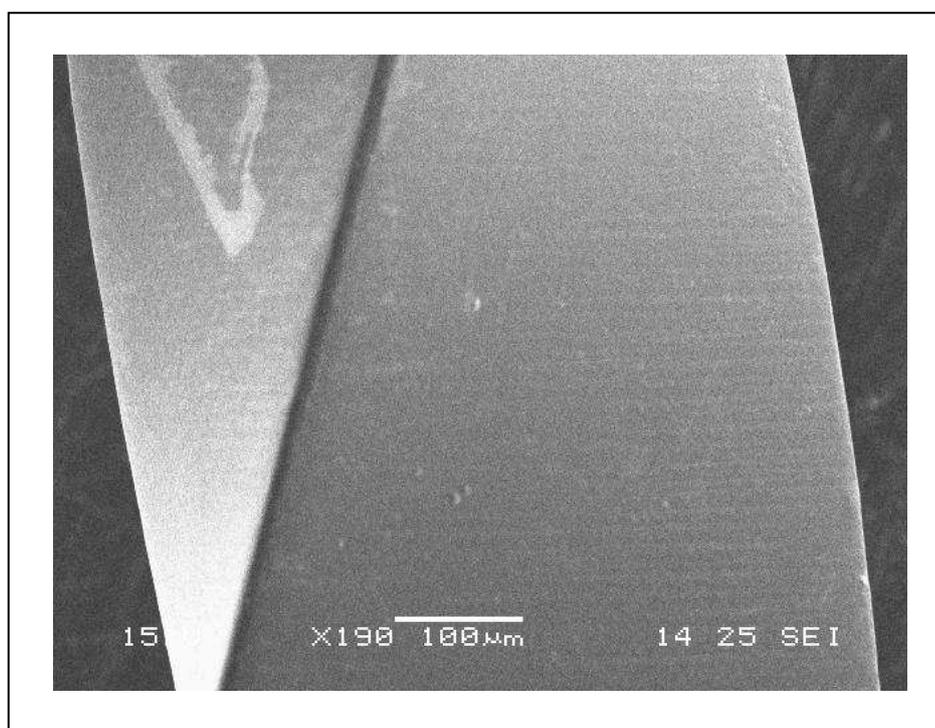


Figura 54 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (30/06) – 5mm

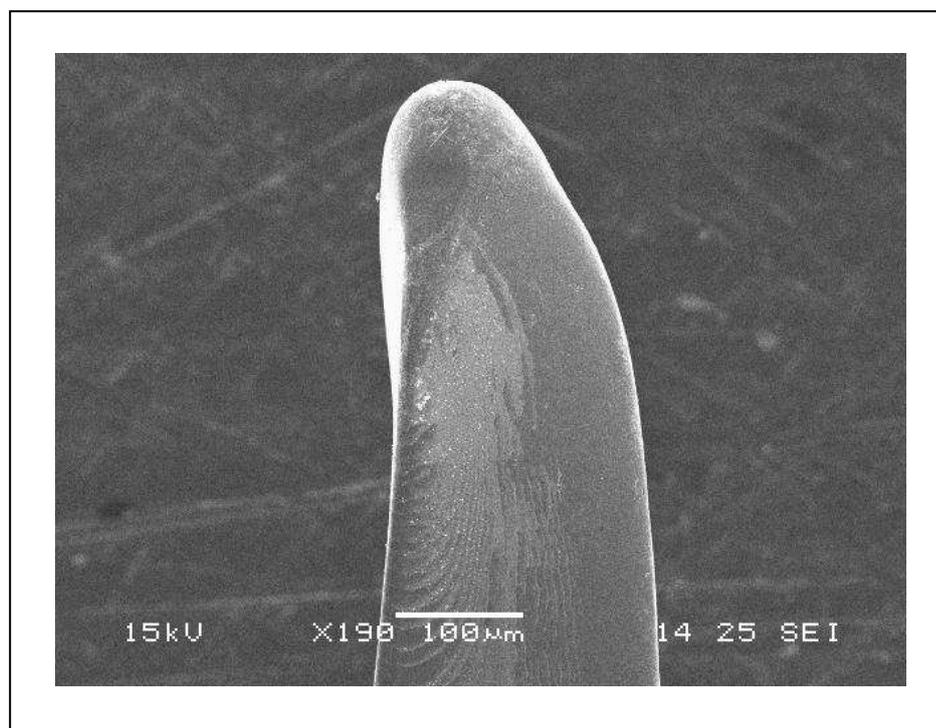


Figura 55 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06) - ponta

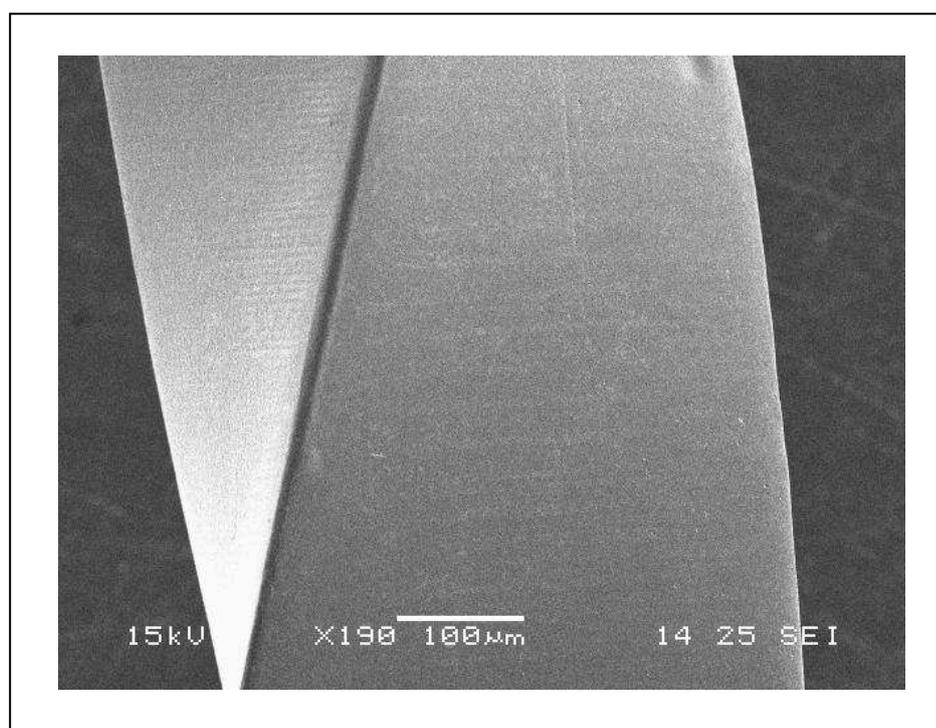


Figura 56 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06) – 5mm

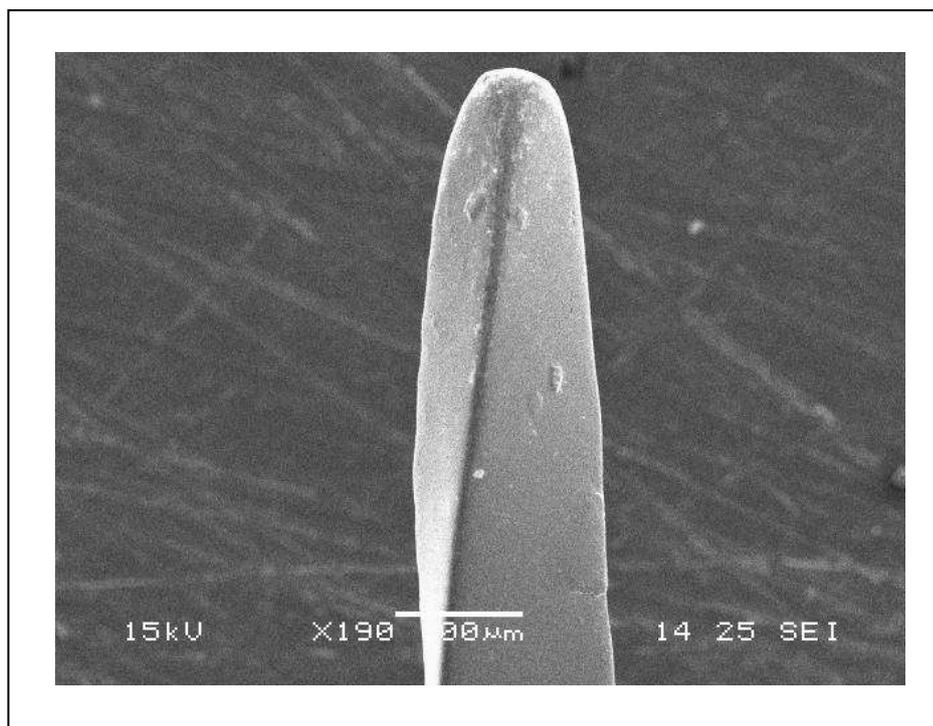


Figura 57 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06) - ponta

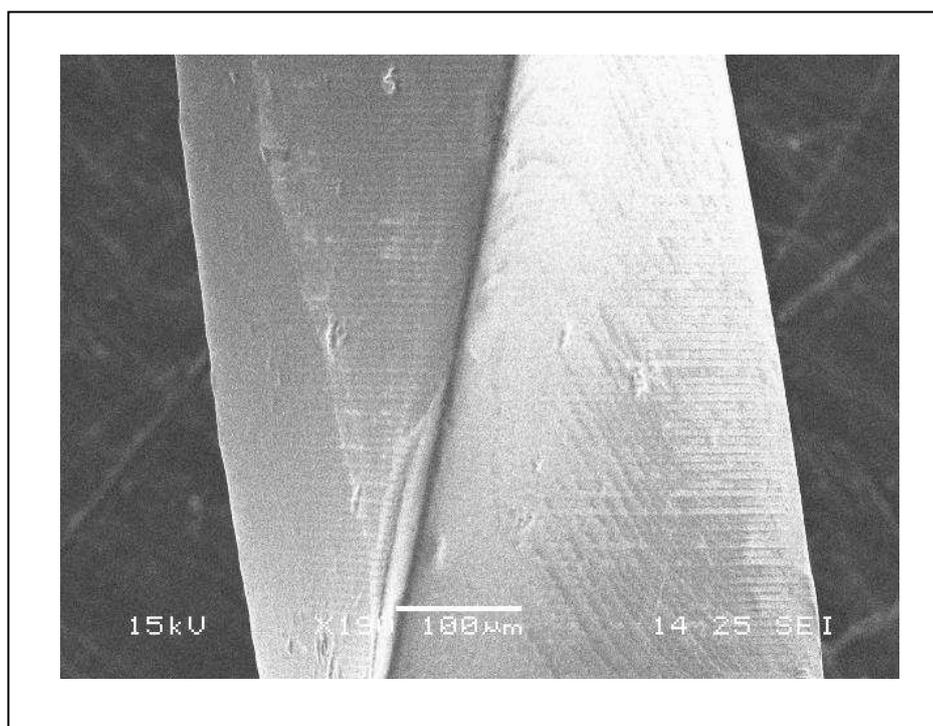


Figura 58 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06) – 5mm

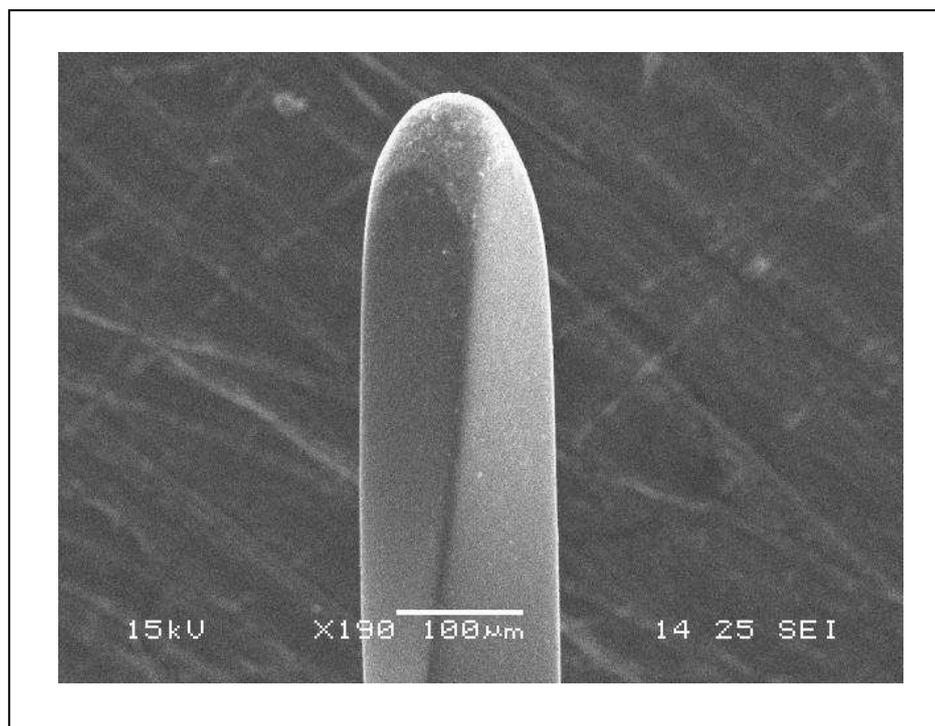


Figura 59 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (15/02) - ponta

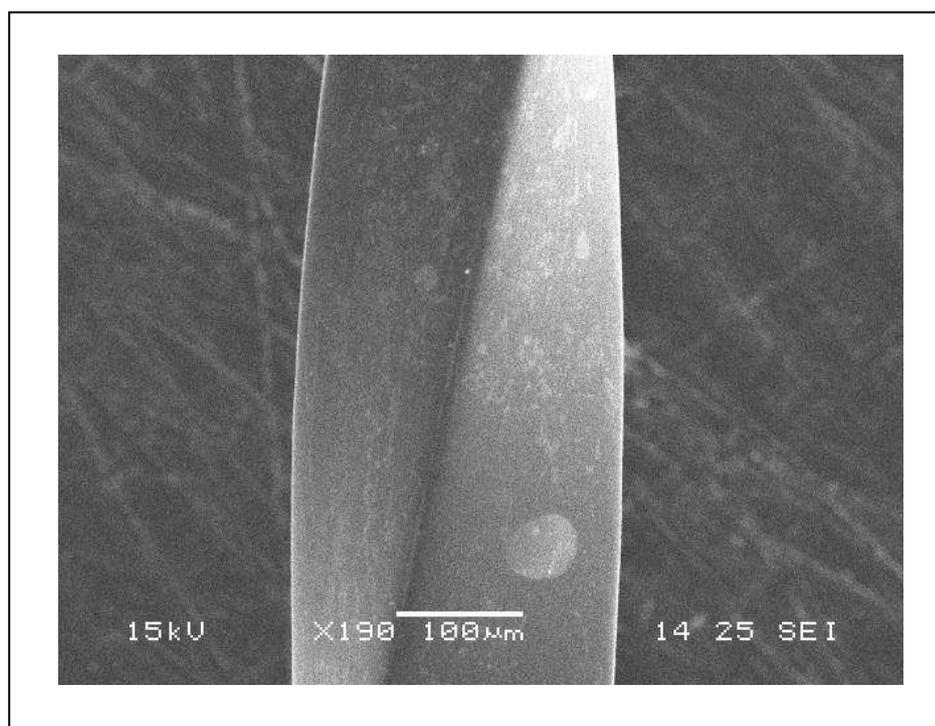


Figura 60 – Ausência de defeitos nas lâminas dos instrumentos EndoWave (15/02) – 5mm

No que diz respeito às deformações na superfície de corte dos instrumentos obtidas das imagens após cinco usos e dos escores questionados pelos avaliadores, são apontadas nas tabelas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27 o coeficiente de correlação intra-classe (Teste de Kappa), bem como os resultados das médias, desvio padrão, coeficiente de variação, testes de Kolmogorov-Smirnov (K-S), e o teste não-paramétrico “U” de Mann-Whitney.

Tabela 17 – Resultado dos escores entre os avaliadores (ponta do instrumento)

<b>Avaliadores</b>	<b>Kappa</b>
A x B	0,4667
A x C	0,6000
B x C	0,4000

Avaliando a deformação das lâminas de corte dos instrumentos a tabela 17 confirma que ocorreu concordância moderada entre os avaliadores A e B e substancial entre os avaliadores A e C, e entre os avaliadores B e C também uma concordância moderada. Isso significa que as deformações apresentadas nas imagens da superfície de corte da ponta do instrumento foram avaliadas segundo uma concordância satisfatória das imagens dos instrumentos apresentados.

Tabela 18 – Resultado dos escores entre os avaliadores (cinco milímetros da ponta)

<b>Avaliadores</b>	<b>Kappa</b>
A x B	0,4667
A x C	0,5330
B x C	0,3333

Por outro lado a tabela 18 assinala que houve uma concordância moderada entre o avaliador A e B bem como o avaliador A e C, enquanto, entre os avaliadores

B e C ocorreu uma concordância fraca, no que tange as imagens das deformações das lâminas de corte a 5mm da ponta do instrumento, o que significa que esta avaliação não é tão reprodutível, pois a concordância não foi tão satisfatória entre eles como a avaliação anterior.

Tabela 19 – Estatística descritiva dos grupos (ponta do instrumento)

GRUPO	$\bar{x}$	$\sigma$	CV (%)	K-S
A	1,53	$\pm 0,7432$	48,47	Pvalor < 0,05
B	1,56	$\pm 0,6157$	39,58	Pvalor < 0,05
C	1,00	$\pm 0$	0	Pvalor < 0,05
D	1,20	$\pm 0.4140$	34,50	Pvalor < 0,05

As notas de todos os grupos apresentaram características de heterogeneidade, uma vez que todos os coeficientes de variação estão acima de 15%, com exceção do grupo C que mostrou um coeficiente igual a zero, ou seja, todos os avaliadores deram a nota um. A característica de não normalidade dos dados de todos os grupos foi confirmada pelo Teste Kolmogorov-Smirnov (K-S), onde em todos os grupos o Pvalor < 0,05.

Para comparação entre os grupos analisados na ponta do instrumento foi utilizado o Teste “U” de Mann-Whitney, próprio para dados com características de não normalidade.

Tabela 20 – Teste de “U” Mann-Whitney (ponta do instrumento)

GRUPOS	Teste “U”	Pvalor
A x B	0,2712	0,7863
A x C	1,7566	0,0790
A x D	1,0577	0,2902
B x C	2,2860	0,0223
B x D	1,5185	0,1289
C x D	0,8783	0,3798

Em relação à ponta do instrumento existe diferença significativa apenas entre

os grupos B e C uma vez que o Pvalor é menor que 0,05, ou seja, o escore médio do grupo B é maior do que o do grupo C.

Tabela 21 – Estatística descritiva dos grupos (cinco milímetros da ponta do instrumento)

GRUPO	$\bar{x}$	$\sigma$	CV (%)	K-S
A	1,93	$\pm 0,5936$	30,70	Pvalor < 0,05
B	1,44	$\pm 0,6157$	42,63	Pvalor < 0,05
C	1,25	$\pm 0,4523$	36,18	Pvalor < 0,05
D	1,47	$\pm 0,5164$	35,21	Pvalor < 0,05

As notas de todos os grupos apresentaram características de heterogeneidade, uma vez que todos os coeficientes de variação estão acima de 15%. A característica de não normalidade dos dados de todos os grupos foi confirmada pelo Teste Kolmogorov-Smirnov (K-S), onde em todos os grupos o Pvalor < 0,05.

Para comparação entre os grupos analisados na ponta do instrumento foi utilizado o Teste “U” de Mann-Whitney, próprio para dados com características de não normalidade.

Tabela 22 – Teste “U” de Mann-Whitney (cinco milímetros da ponta do instrumento)

GRUPOS	Teste “U”	Pvalor
A x B	2,0428	0,0411
A x C	2,5617	0,0104
A x D	1,8458	0,0649
B x C	0,6985	0,4849
B x D	0,2531	0,8002
C x D	0,9515	0,3413

Em relação a 5mm da ponta do instrumento existe diferença significativa entre os grupos A X B e A X C, uma vez que o Pvalor nos dois casos é menor que 0,05, ou seja, o escore médio do grupo A é maior do que o do grupo C e do grupo D.

Para comparar notas entre os grupos analisados da ponta do instrumento em relação a 5mm da ponta do instrumento foi utilizado o Teste “U” de Mann-Whitney, próprio para dados com características de não normalidade.

Tabela 23 – Escores médios da ponta do instrumento em comparação com cinco milímetros da ponta do grupo A

GRUPO	$\bar{x}$	$\sigma$	CV (%)	K-S
Ponta do Instrumento	1,53	0,7432	48,47	Pvalor <0,05
5mm da ponta do instrumento	1,93	0,5936	30,70	Pvalor <0,05

Teste “U” = 1,4402 – Pvalor > 0,05

As médias das notas atribuídas pelos avaliadores a 5mm da ponta do instrumento são mais homogêneas, isto é, menos dispersas do que as médias atribuídas da ponta do instrumento do grupo A, uma vez que o coeficiente de variação é menor.

Não existe diferença estatisticamente significativa entre as notas médias da ponta do instrumento em comparação com as médias de notas a 5mm da ponta do instrumento do grupo A, uma vez que o Pvalor é maior que 0,05.

Tabela 24 – Escores médios da ponta do instrumento em comparação com cinco milímetros da ponta do grupo B

GRUPO	$\bar{x}$	$\sigma$	CV (%)	K-S
Ponta do Instrumento	1,56	0,6157	39,58	Pvalor <0,05
5mm da ponta do instrumento	1,44	0,6157	42,63	Pvalor >0,05

Teste “U” = 0,5379 – Pvalor > 0,05

As notas da ponta do instrumento são mais homogêneas, ou seja, menos dispersas do que as notas a 5mm da ponta do instrumento do grupo B, uma vez que, o coeficiente de variação é menor.

Não existe diferença significativa entre as notas médias da ponta do instrumento em comparação a 5mm da ponta instrumento do grupo B, uma vez que o Pvalor é maior que 0,05.

Tabela 25 - Escores médios da ponta do instrumento em comparação com cinco milímetros da ponta do grupo C

GRUPO	$\bar{x}$	$\sigma$	CV (%)	K-S
Ponta do Instrumento	1,00	0	0	Pvalor <0,05
5mm da ponta do instrumento	1,25	0,4523	36,18	Pvalor <0,05

Teste "U" = 1,0392 – Pvalor > 0,05

As notas da ponta do instrumento são bem mais homogêneas do que a 5mm da ponta do instrumento do grupo C, uma vez que o coeficiente de variação é menor.

Não existe diferença significativa entre as notas médias da ponta do instrumento em comparação com 5mm da ponta instrumento do grupo C, uma vez que o Pvalor é maior que 0,05.

Tabela 26 - Escores médios da ponta do instrumento em comparação com cinco milímetros da ponta do grupo D

GRUPO	$\bar{x}$	$\sigma$	CV (%)	K-S
Ponta do Instrumento	1,20	0,4140	34,50	Pvalor <0,05

Teste "U" = 1,2443 – Pvalor > 0,05

As notas da ponta do instrumento são mais homogêneas do que a 5mm da ponta do instrumento do grupo D, uma vez que o coeficiente de variação é menor.

Não existe diferença significativa entre as notas médias da ponta do instrumento em comparação a 5mm da ponta instrumento do grupo D, uma vez que o Pvalor é maior que 0,05.

Tabela 27 - Escores médios da ponta do instrumento em comparação com cinco milímetros da ponta de todos os grupos

GRUPO	$\bar{x}$	$\sigma$	CV (%)	K-S
Ponta do Instrumento	1,37	0,5865	42,86	Pvalor <0,05
5mm da ponta do instrumento	1,56	0,5981	38,31	Pvalor <0,05

Teste "U" = 1,6832 – Pvalor > 0,05

Na comparação entre os grupos analisados na ponta do instrumento em relação a 5mm da ponta do instrumento foi utilizado o Teste "U" de Mann-Whitney, próprio para dados com características de não normalidade.

As notas atribuídas a 5mm da ponta do instrumento são mais homogêneas do que a ponta do instrumento, uma vez que o coeficiente de variação é menor.

Não existe diferença significativa entre as notas médias da ponta do instrumento em comparação a 5mm da ponta do instrumento, uma vez que o Pvalor é maior que 0,05.

Referentemente às imagens da presença ou não de deformações nas lâminas de corte, tanto da ponta do instrumento como a 5mm da ponta do instrumento, depois de cinco usos, os resultados obtidos por meio da microscopia eletrônica de varredura são indicados nas figuras 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73,

74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95,  
96, 97, 98, 99 e 100.

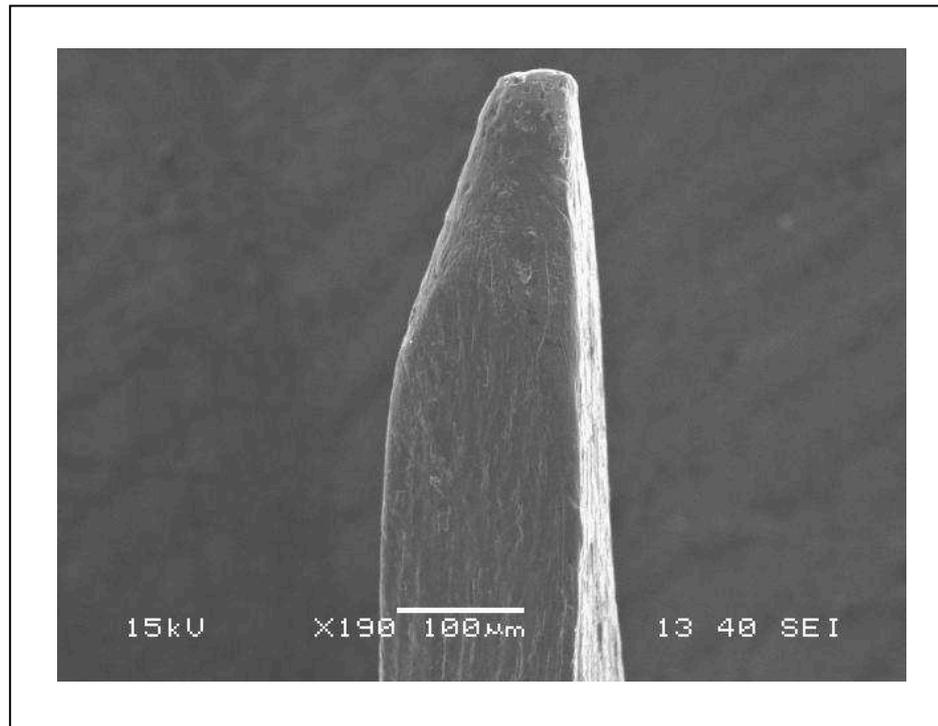


Figura 61 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12) - ponta

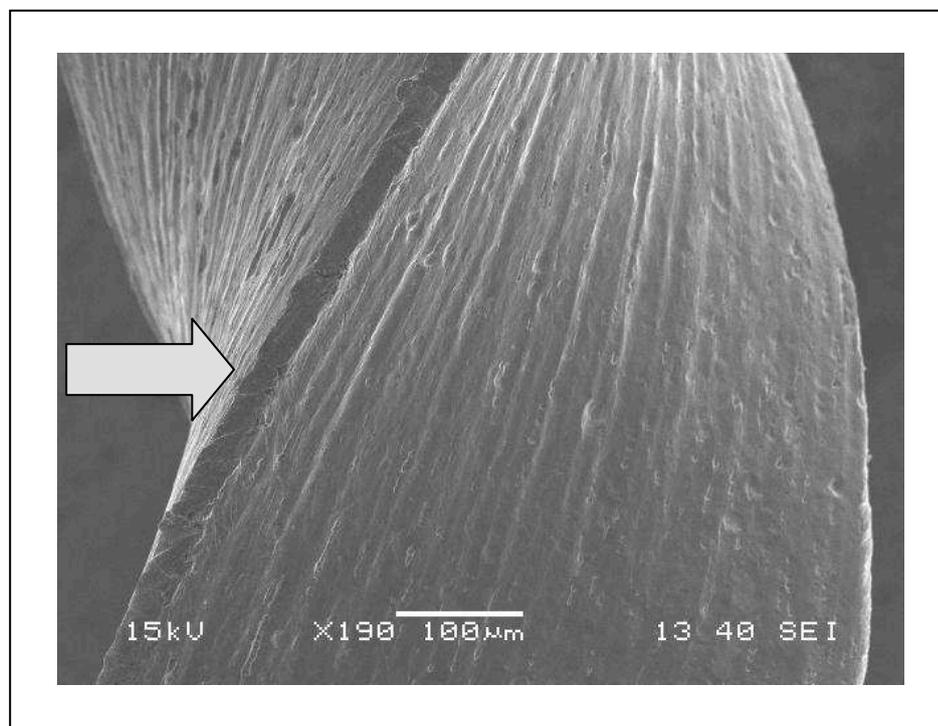


Figura 62 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/12) – 5mm

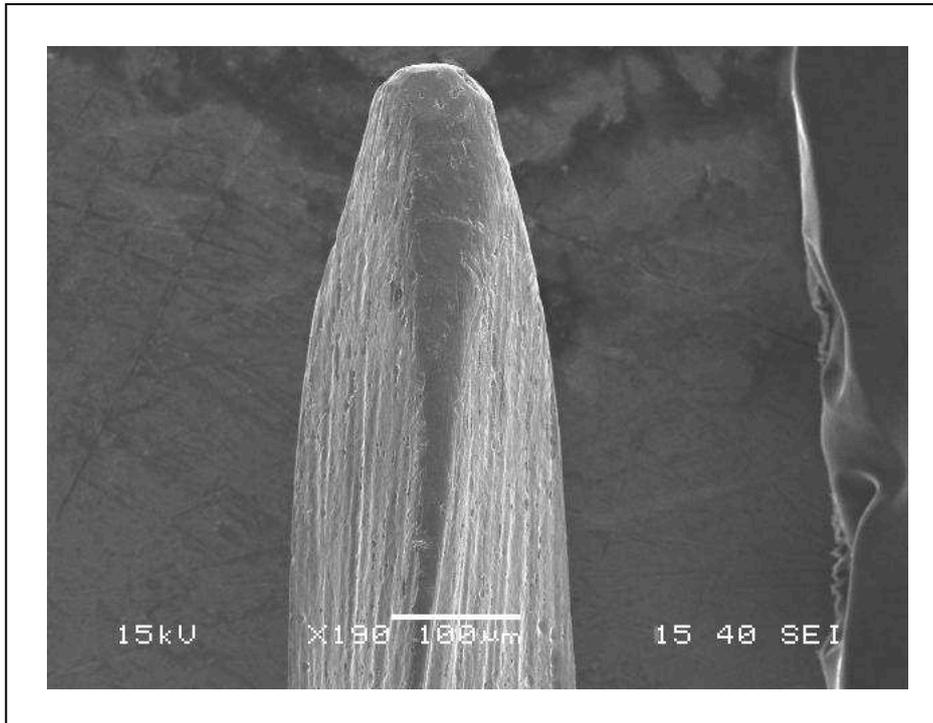


Figura 63 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10) - ponta

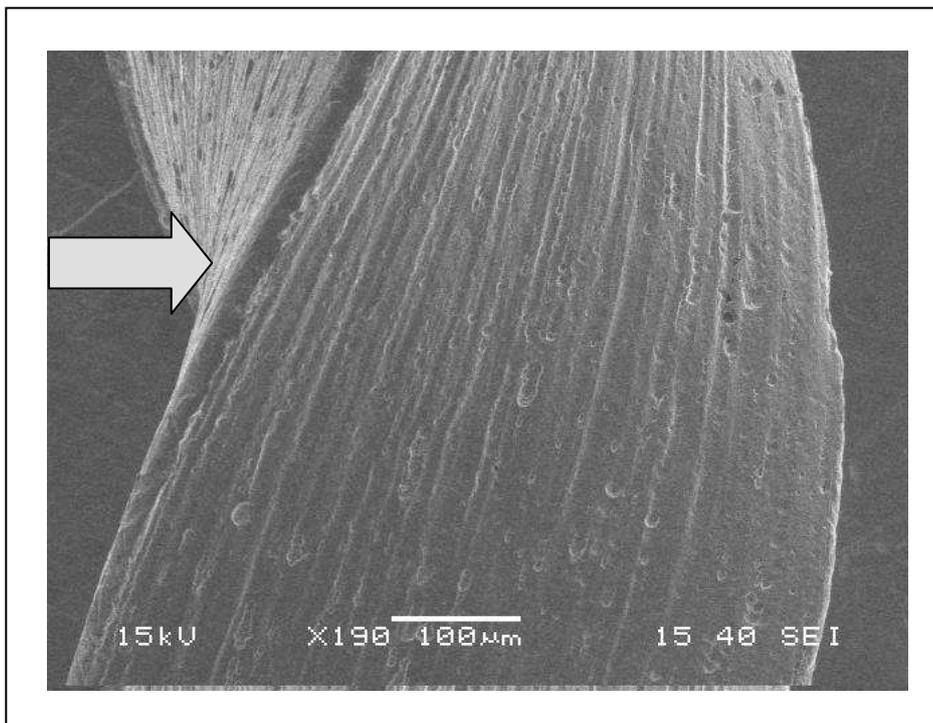


Figura 64 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/10) 5mm

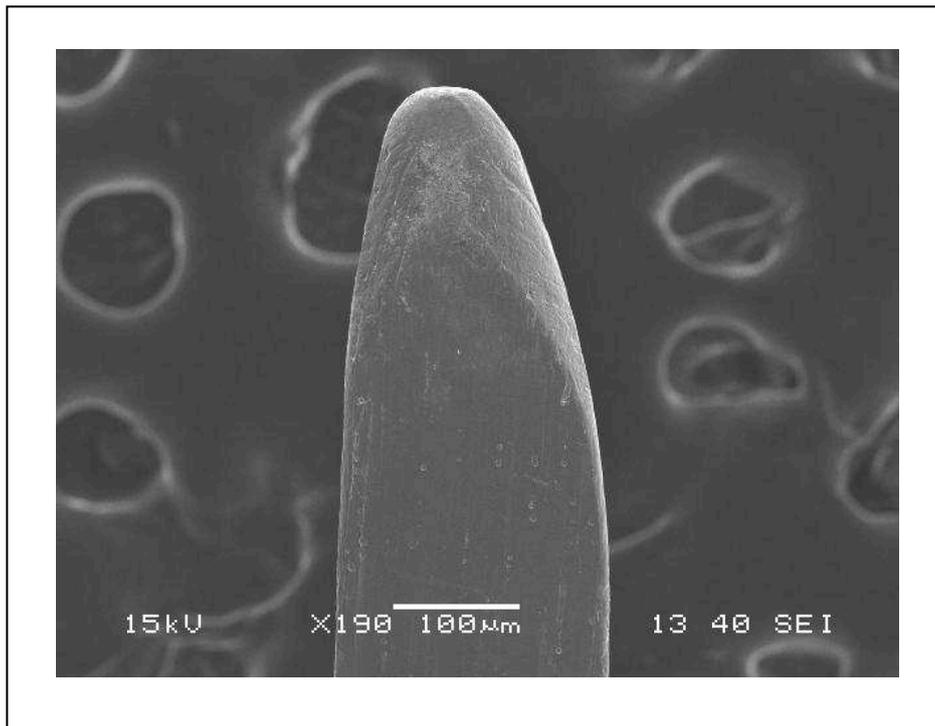


Figura 65 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08) - ponta

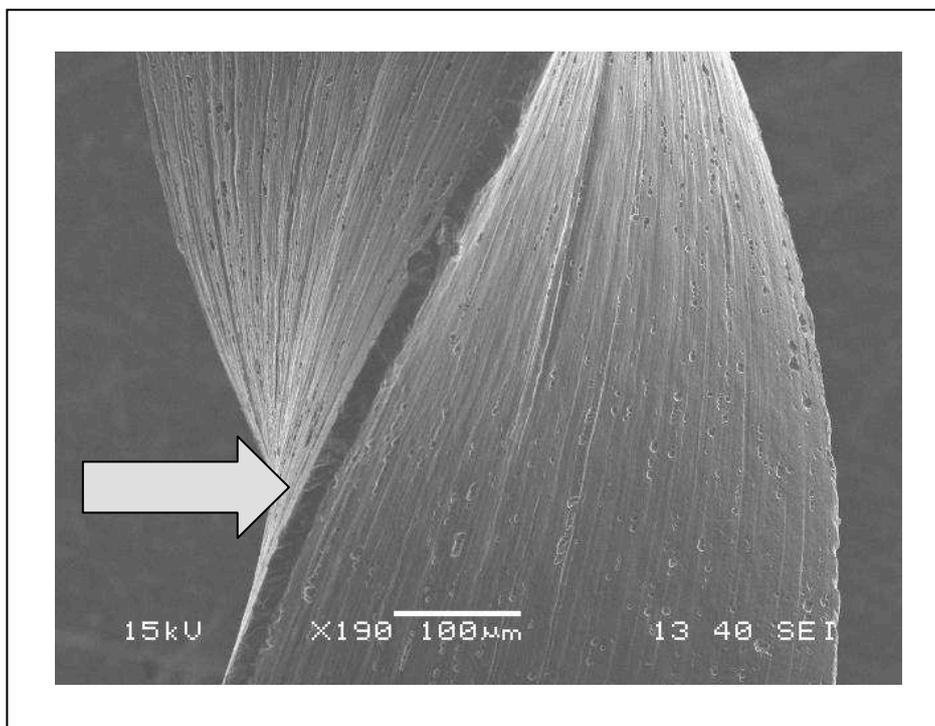


Figura 66 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/08) – 5mm

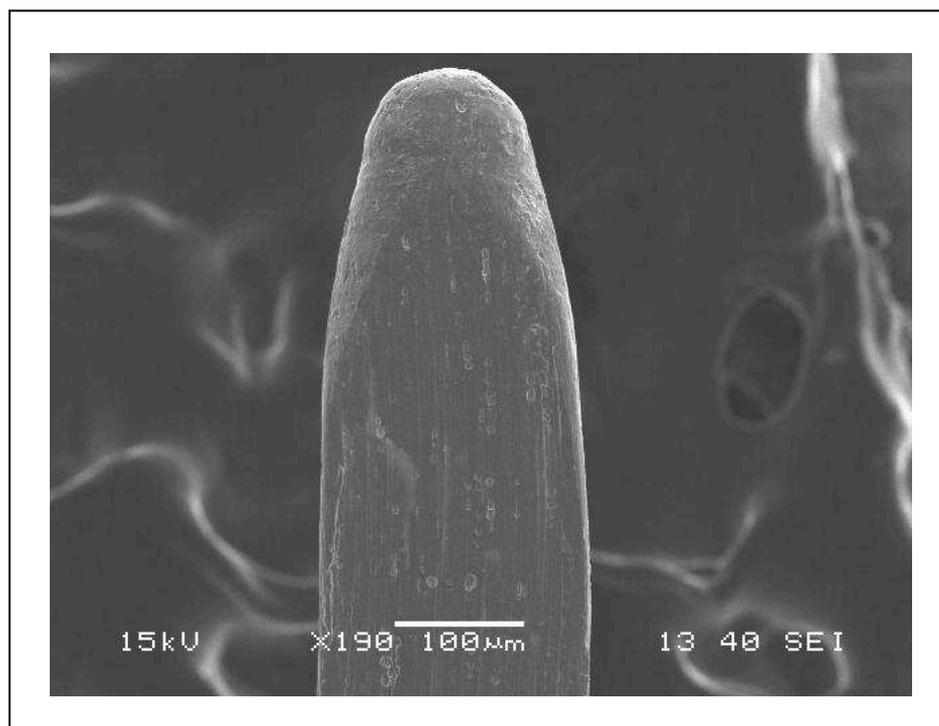


Figura 67 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twist File (25/06) - ponta

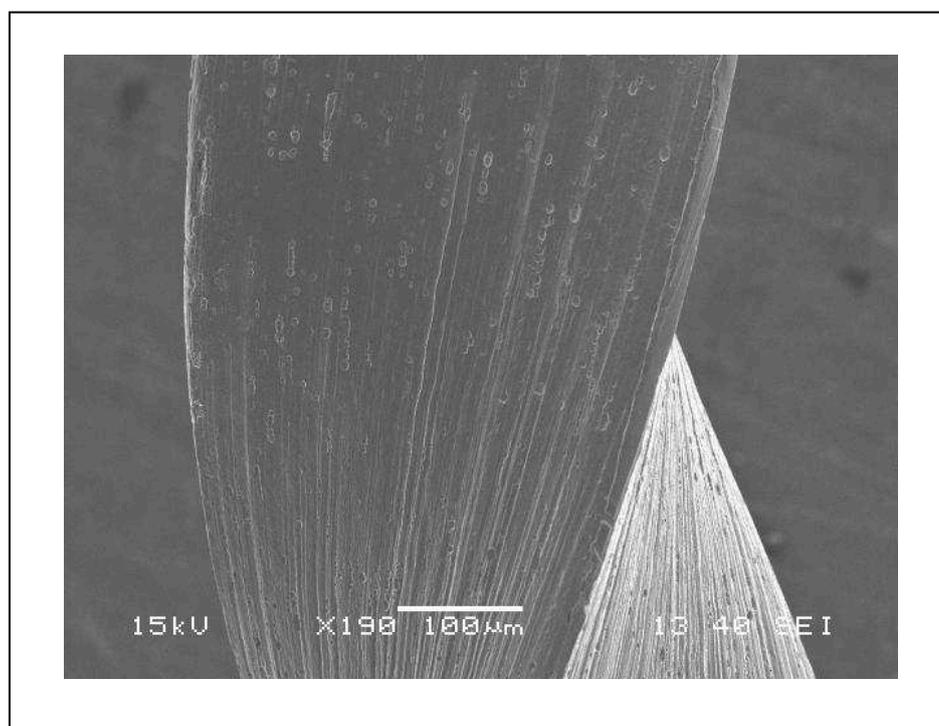


Figura 68 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/06) – 5mm

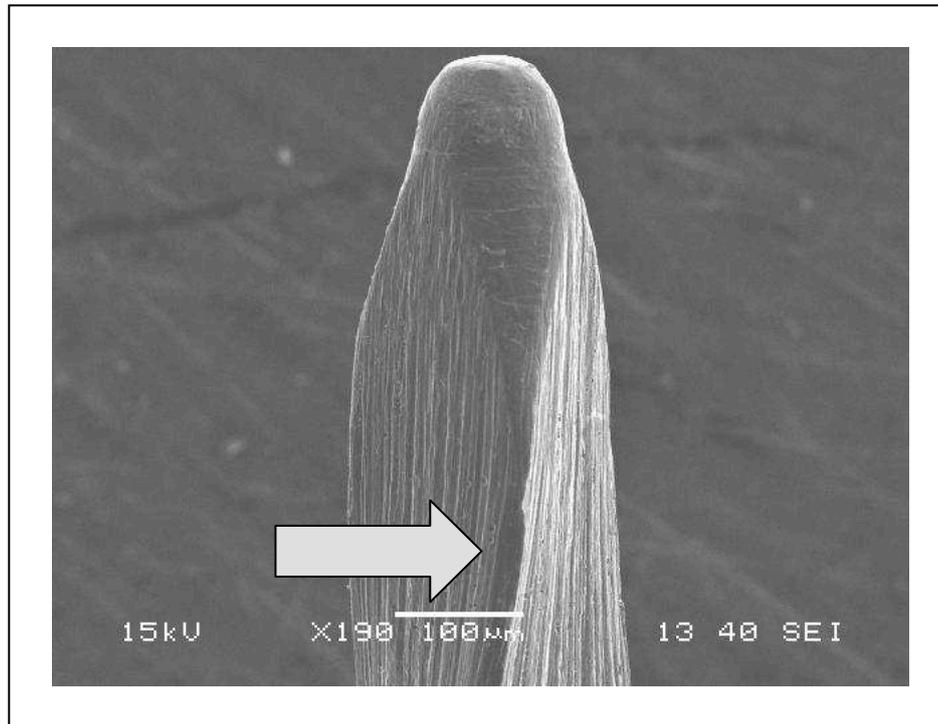


Figura 69 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04) - ponta

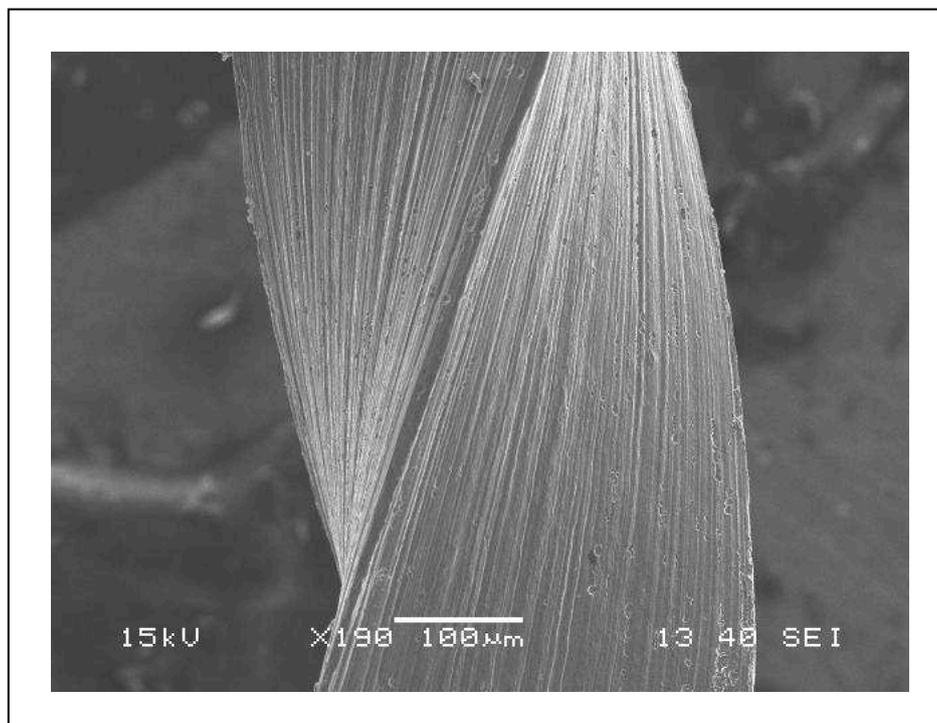


Figura 70 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Twisted File (25/04) – 5mm

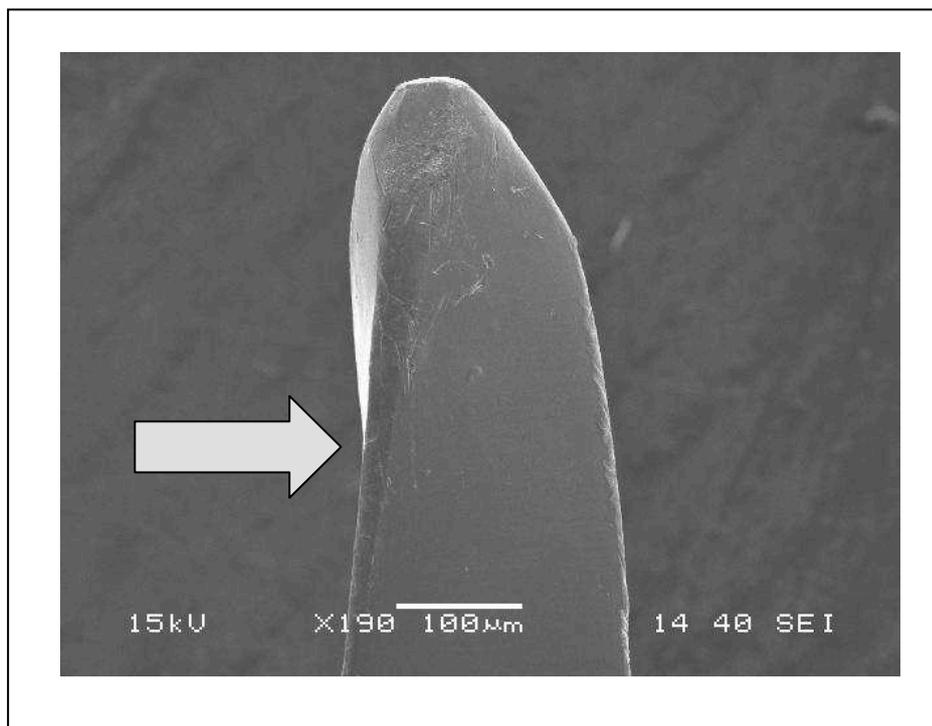


Figura 71 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08) - ponta

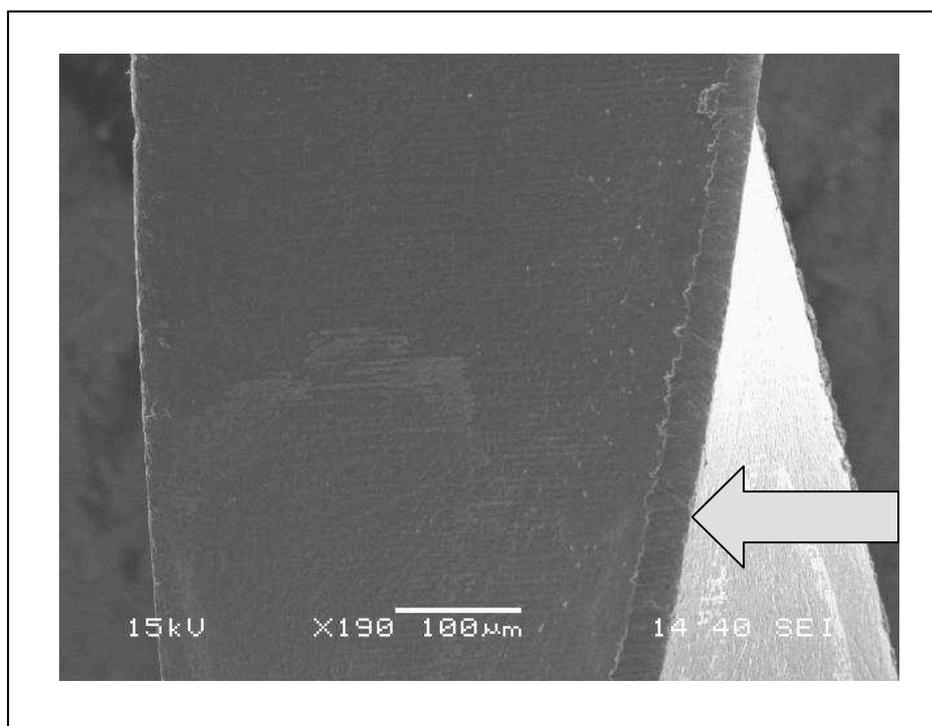


Figura 72 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/08) – 5mm

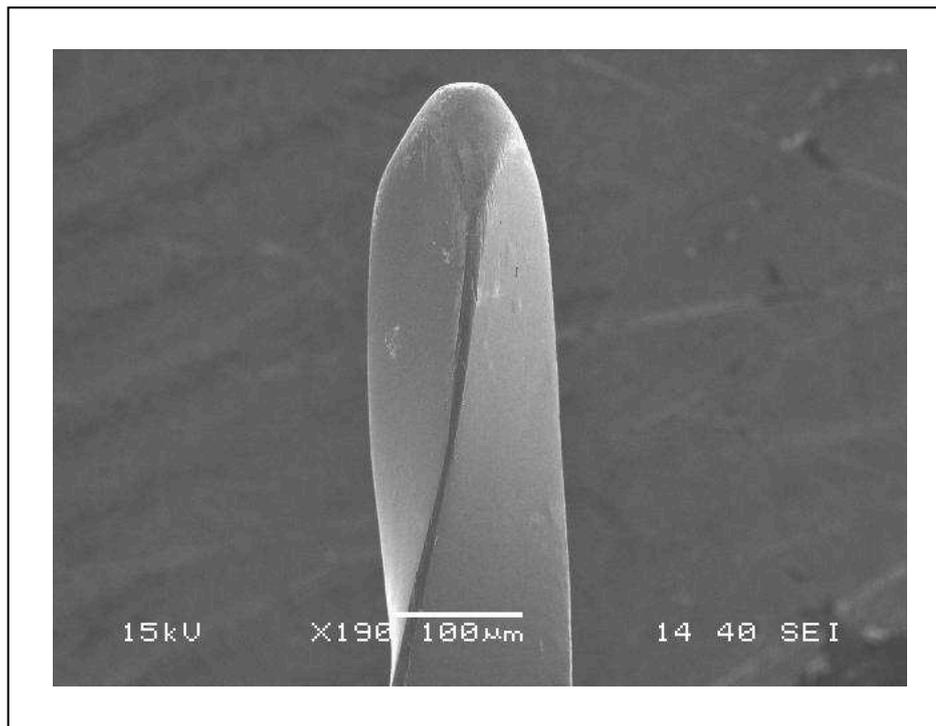


Figura 73 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05) - ponta

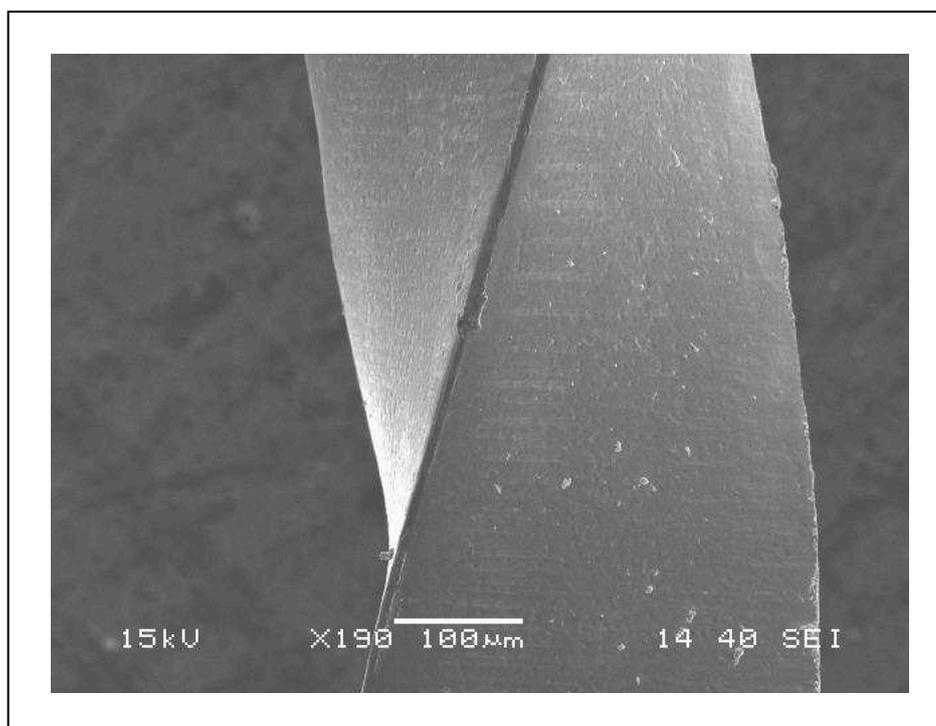


Figura 74 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (15/05) – 5mm

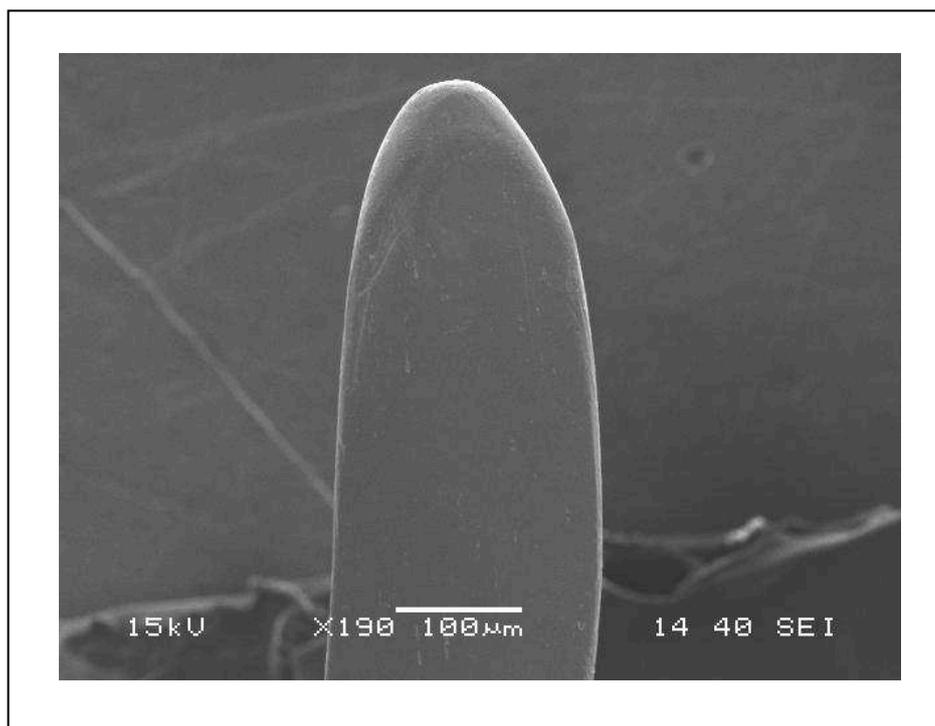


Figura 75 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04) - Ponta

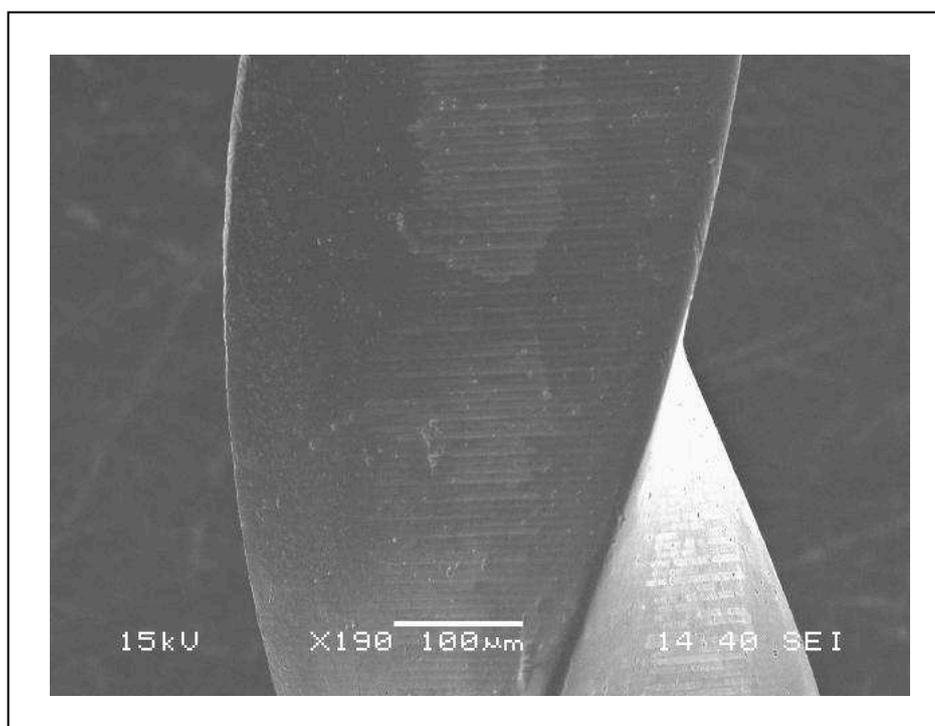


Figura 76 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/04) – 5mm

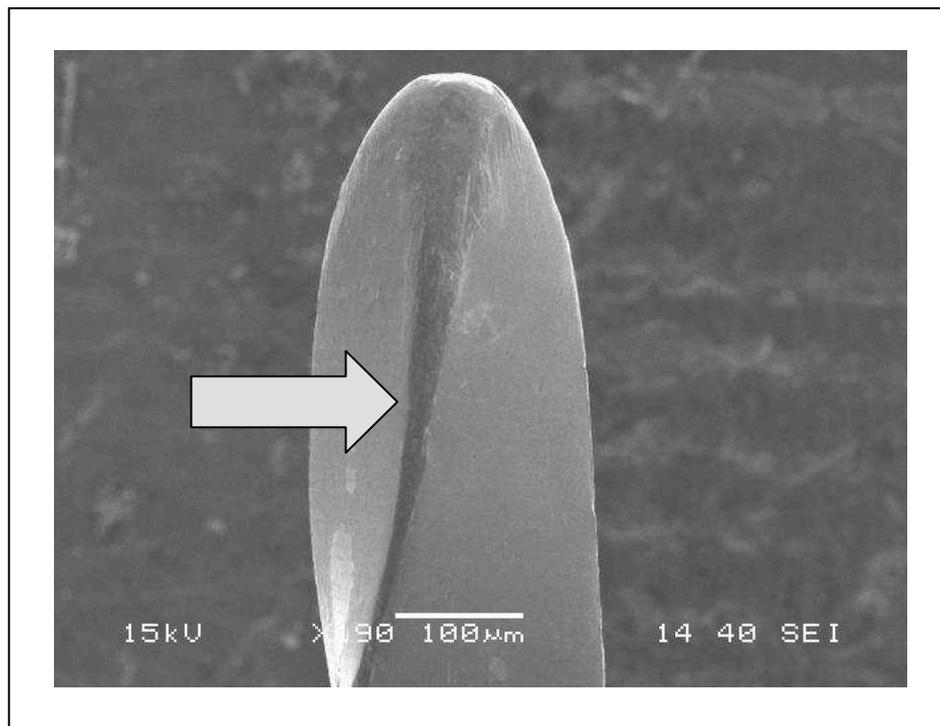


Figura 77 - Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06) - ponta

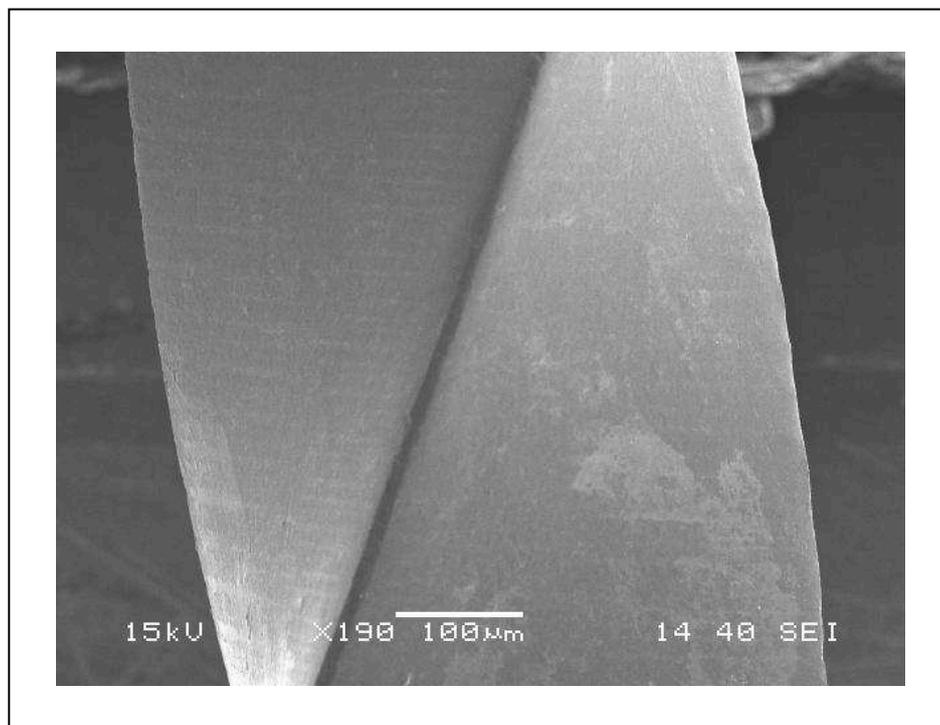


Figura 78 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (25/06) – 5mm

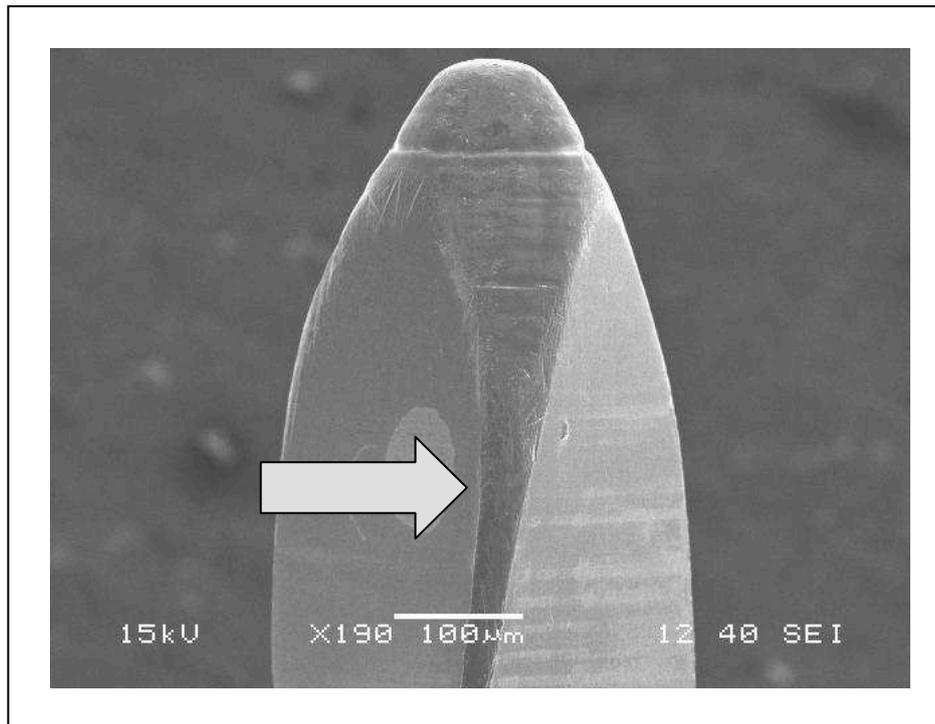


Figura 79 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04) - ponta

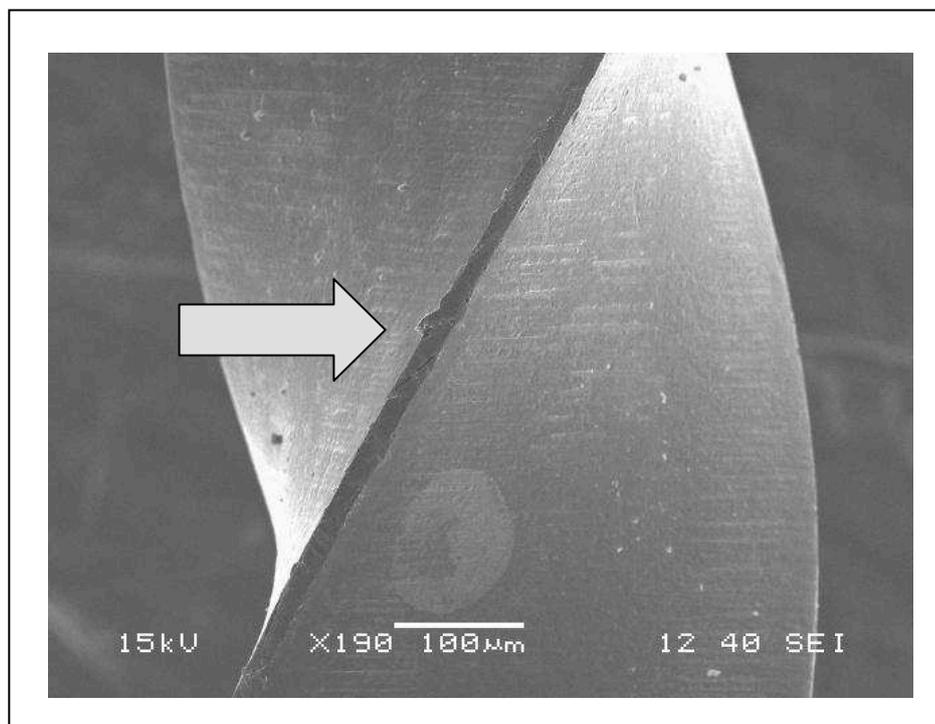


Figura 80 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (35/04) – 5mm

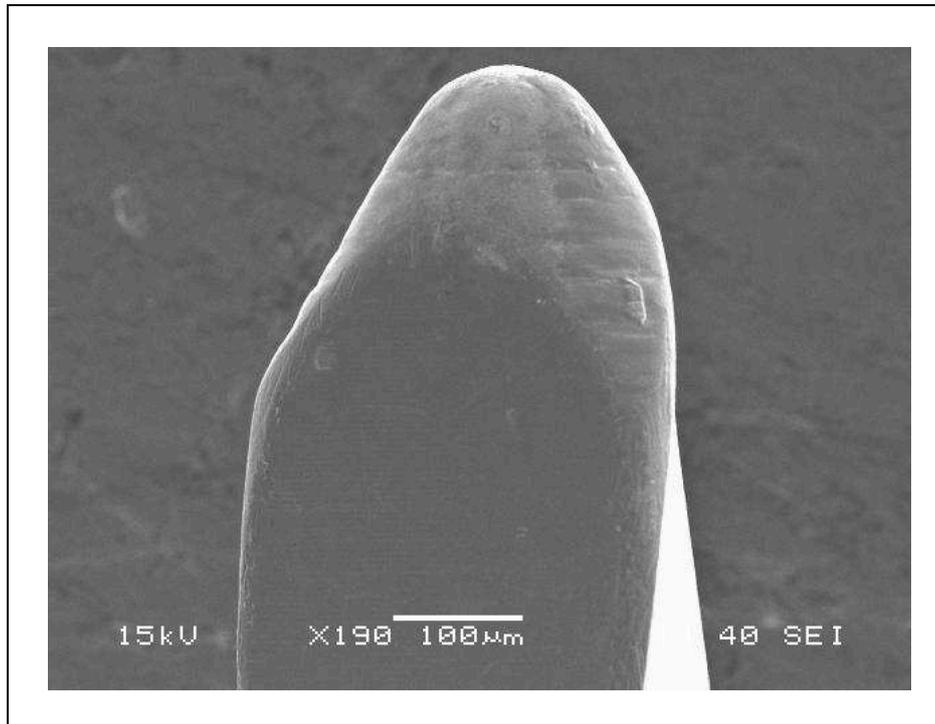


Figura 81 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04) - ponta

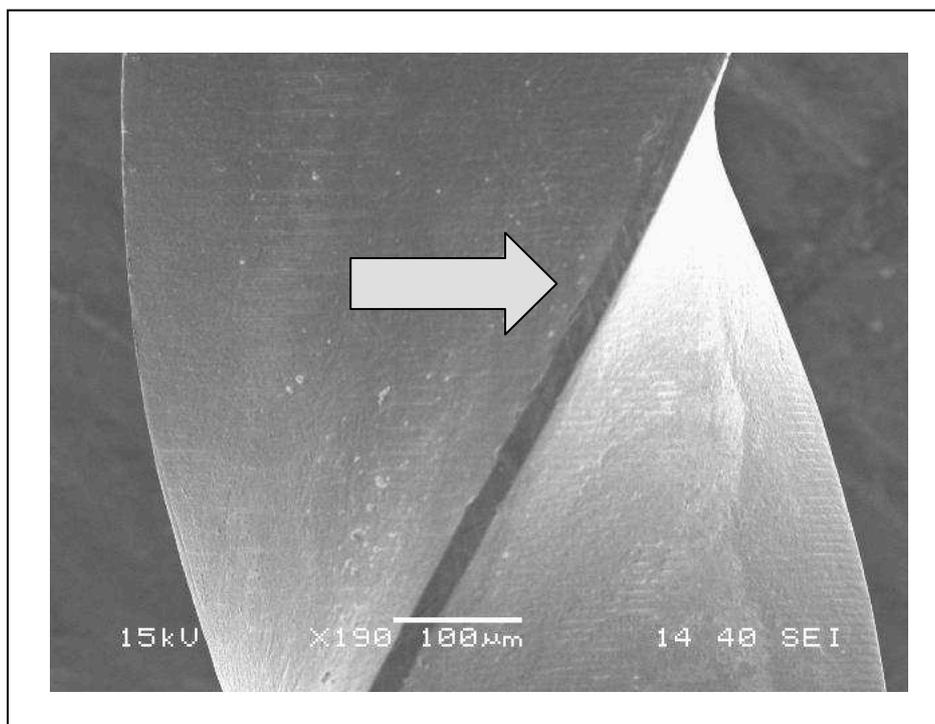


Figura 82 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos BioRaCe (40/04) – 5mm

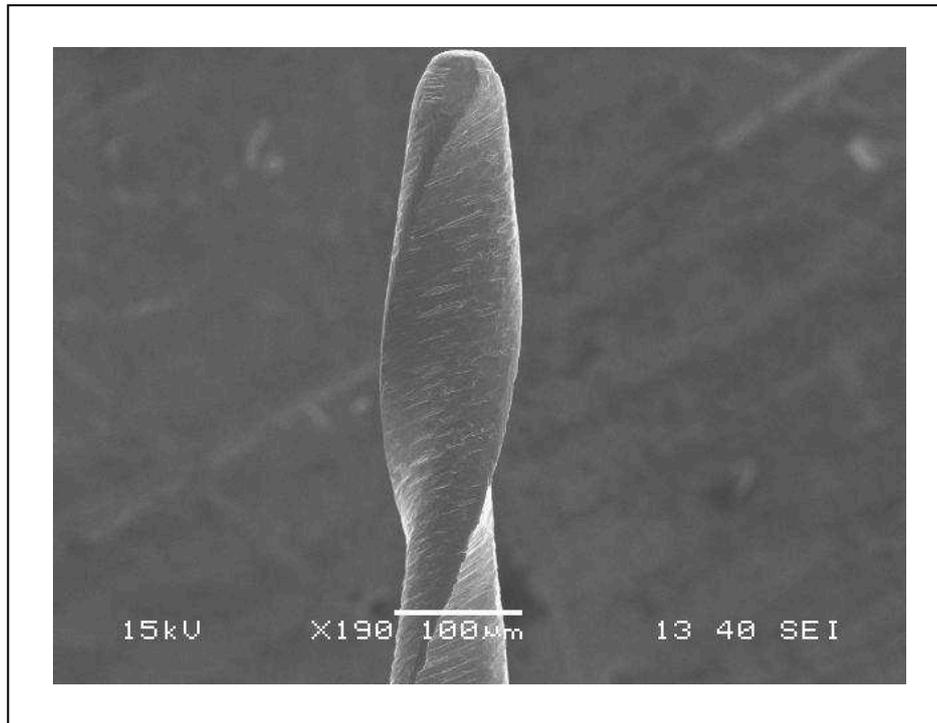


Figura 83 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04) - ponta

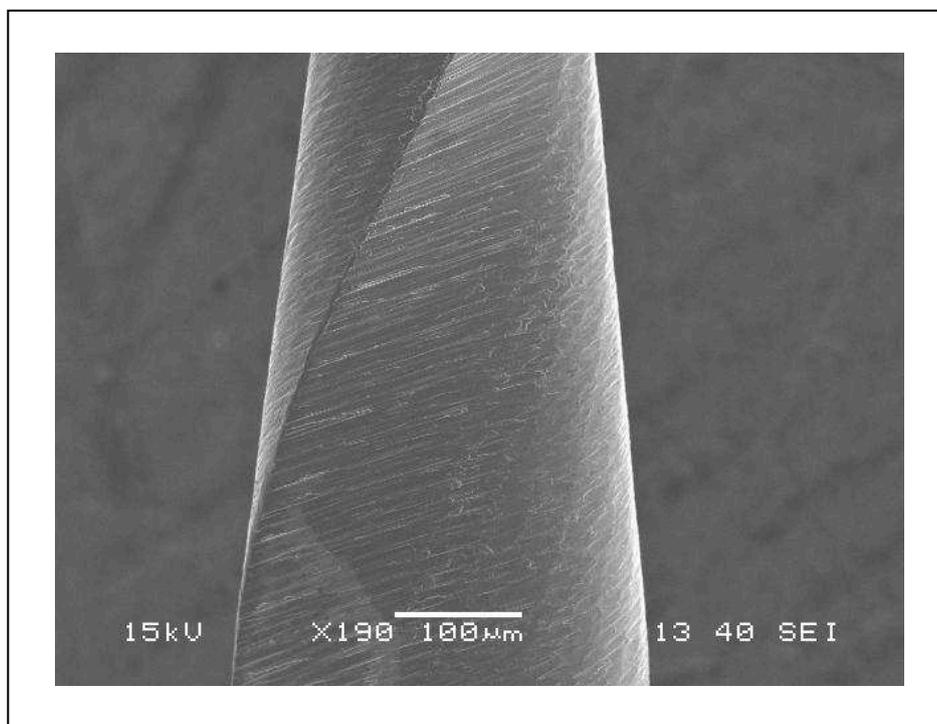


Figura 84 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (10/04) – 5mm

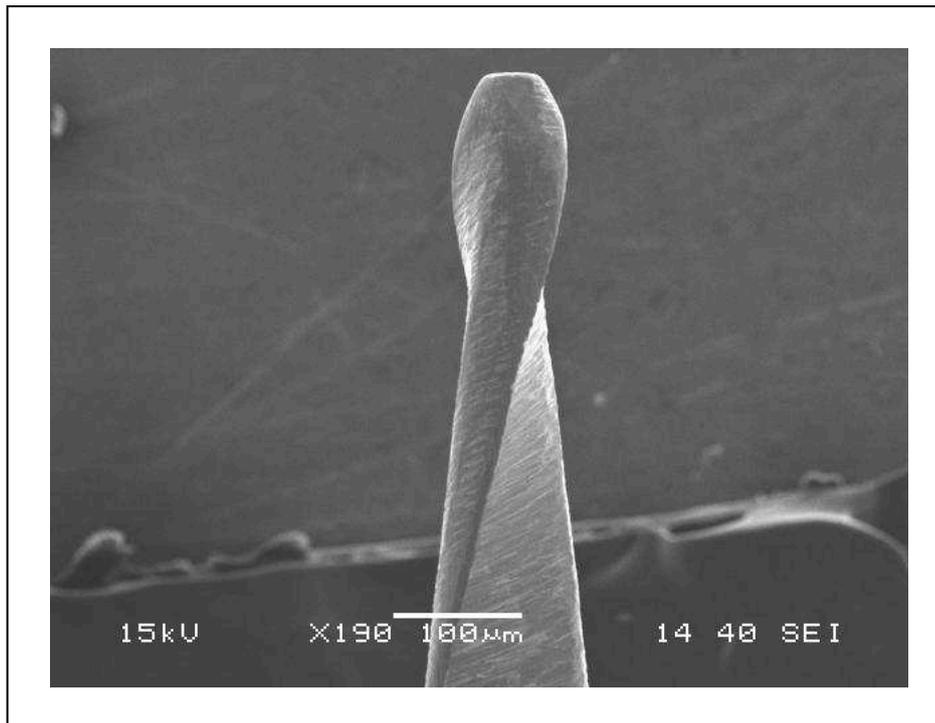


Figura 85 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05) - ponta

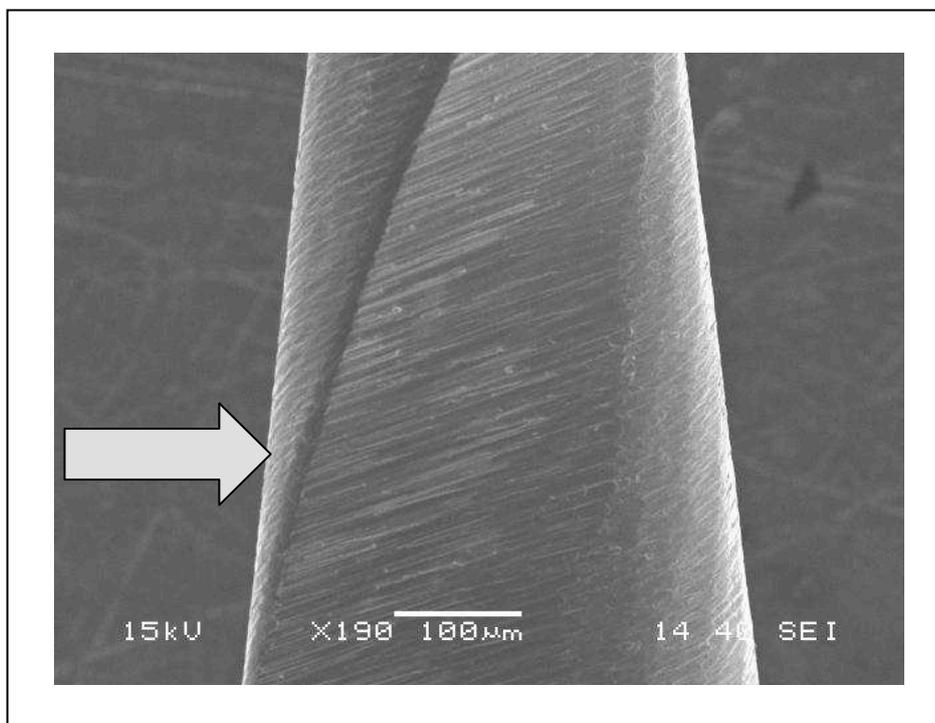


Figura 86 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (15/05) – 5mm

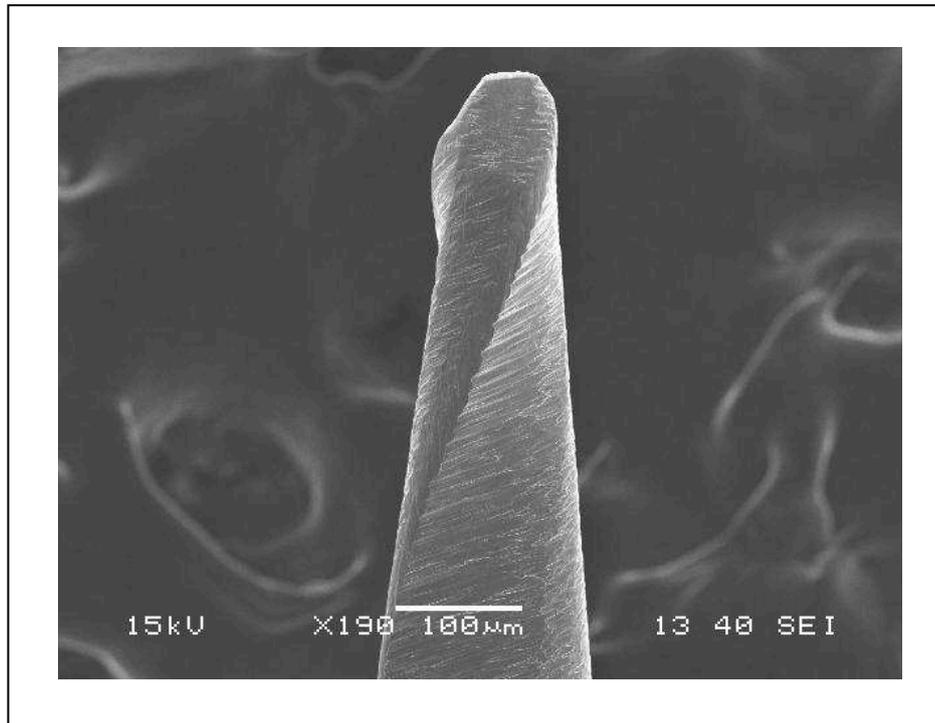


Figura 87 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (20/06) - ponta

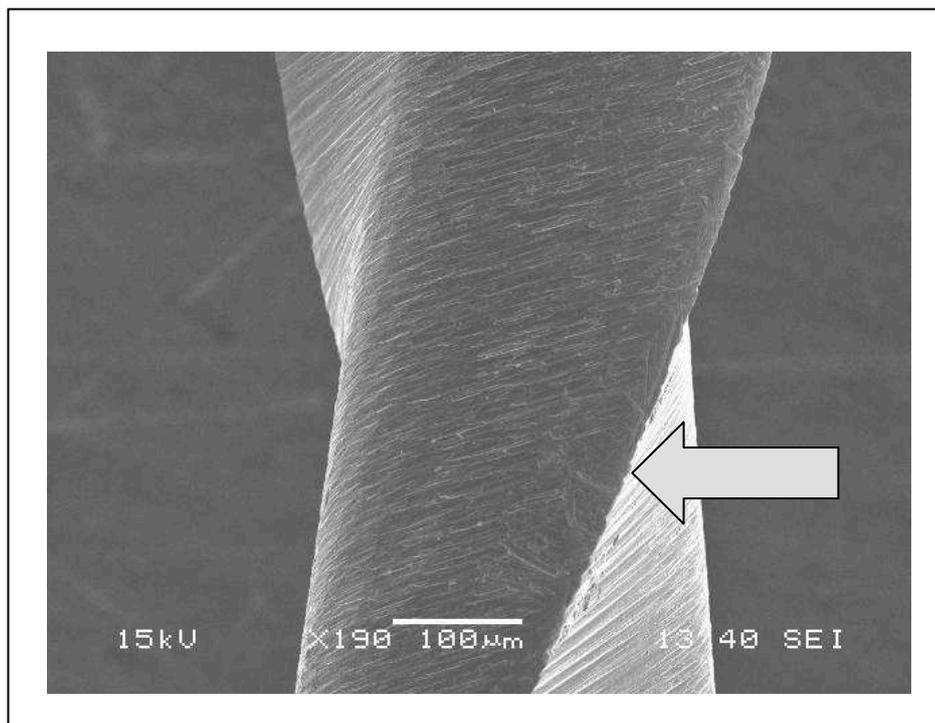


Figura 88 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo ( 20/06) – 5mm

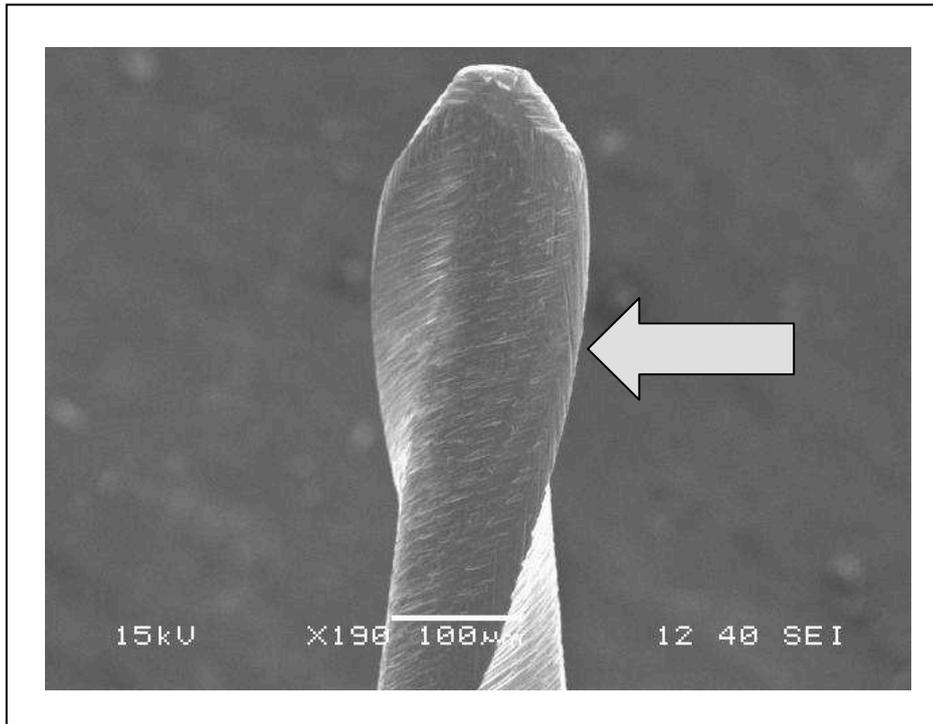


Figura 89 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06) - ponta

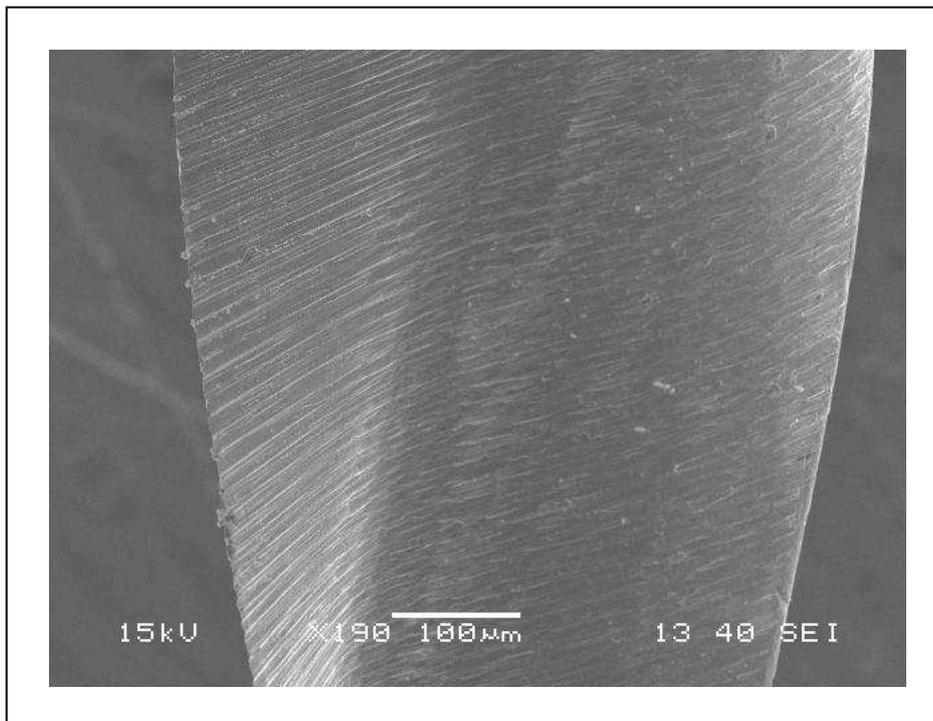


Figura 90 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos Mtwo (25/06) – 5mm

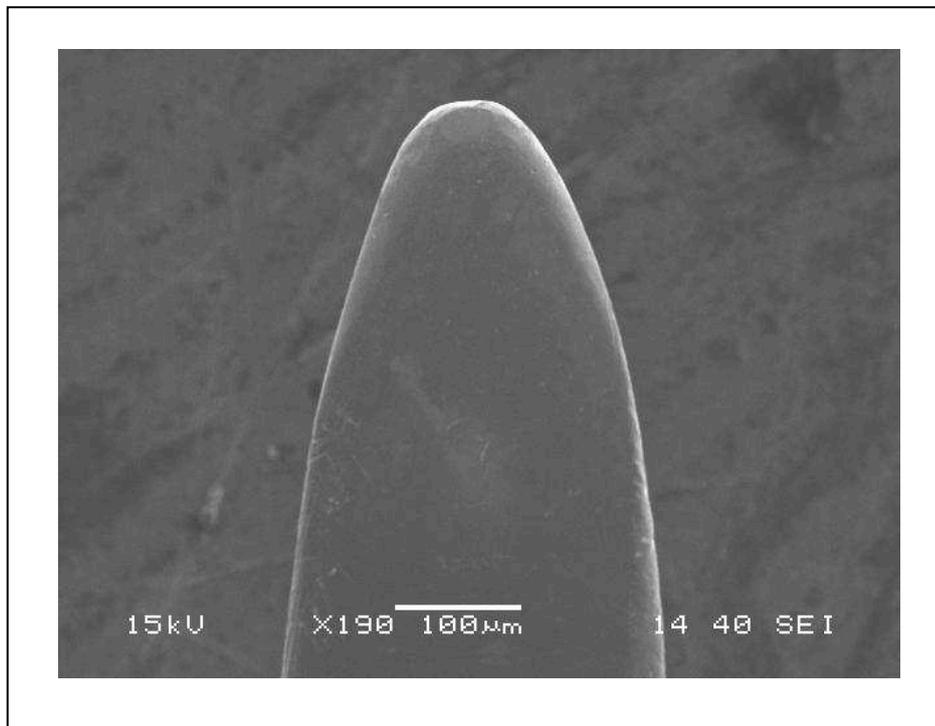


Figura 91 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08) - ponta

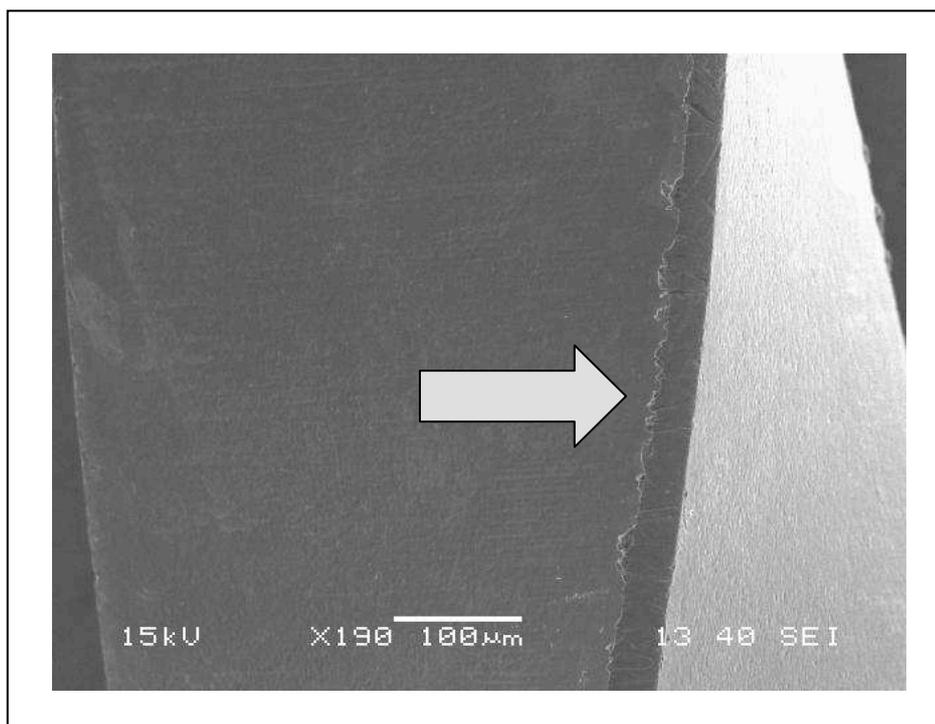


Figura 92 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (35/08) – 5mm

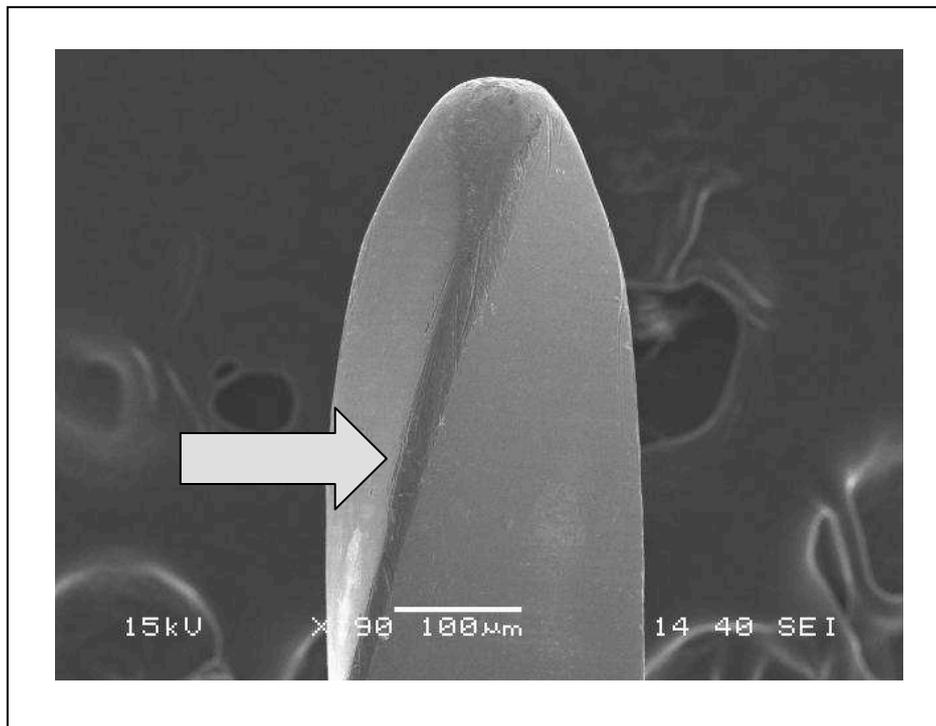


Figura 93 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (30/06) - ponta

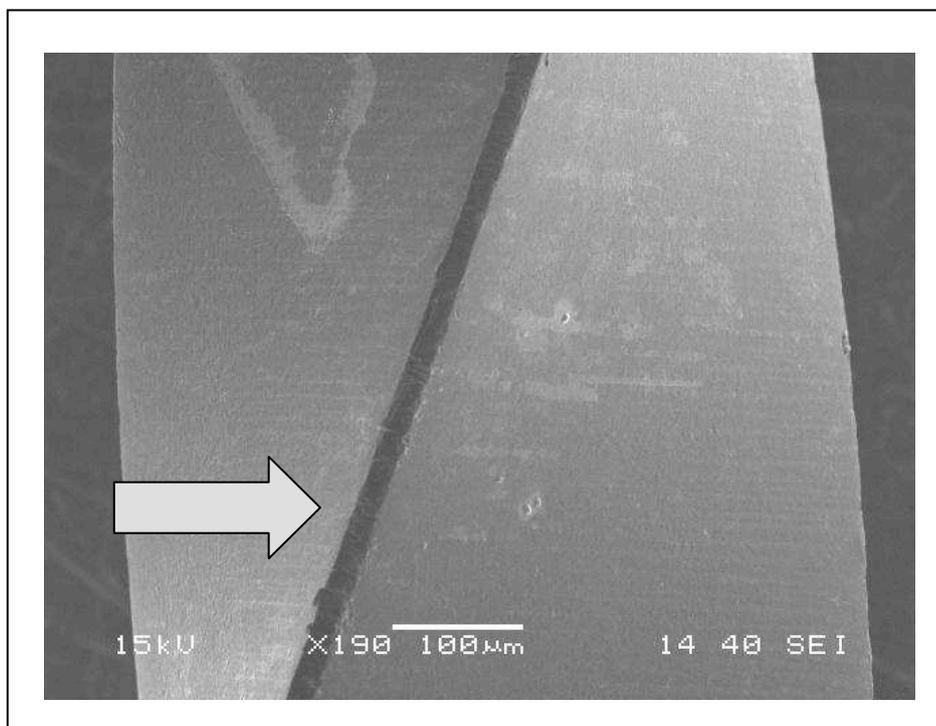


Figura 94 – Presença de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave ( 30/06) – 5mm

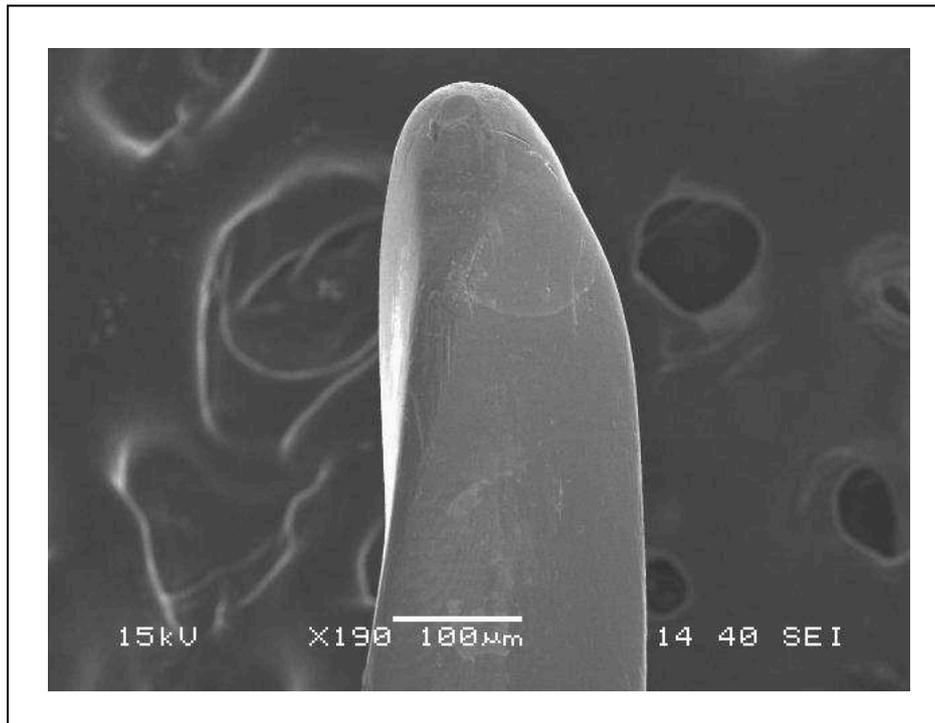


Figura 95 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06) - ponta

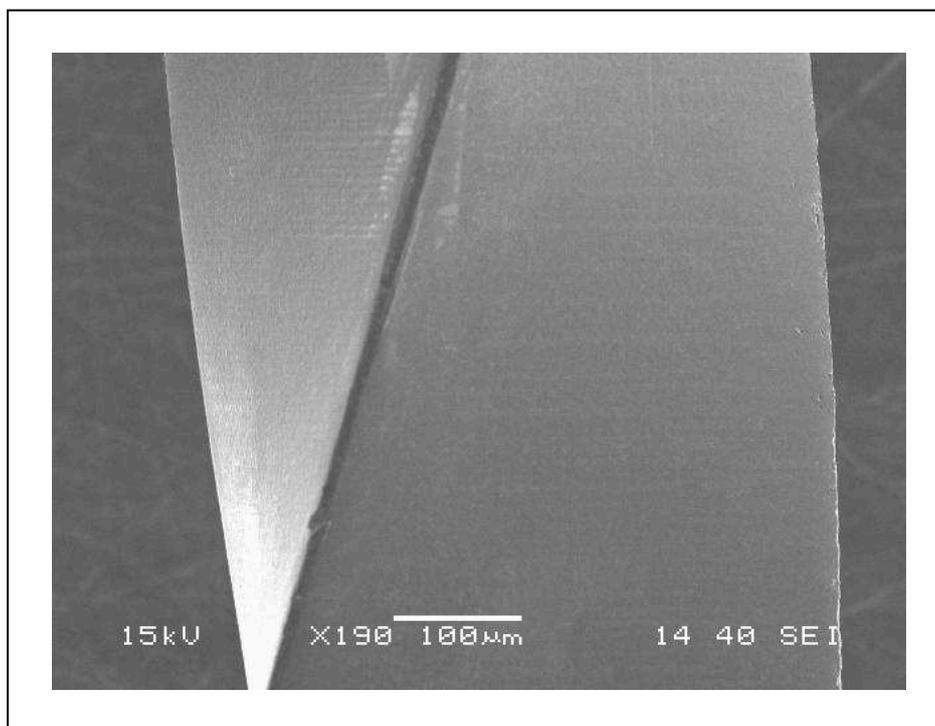


Figura 96 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (25/06) – 5mm

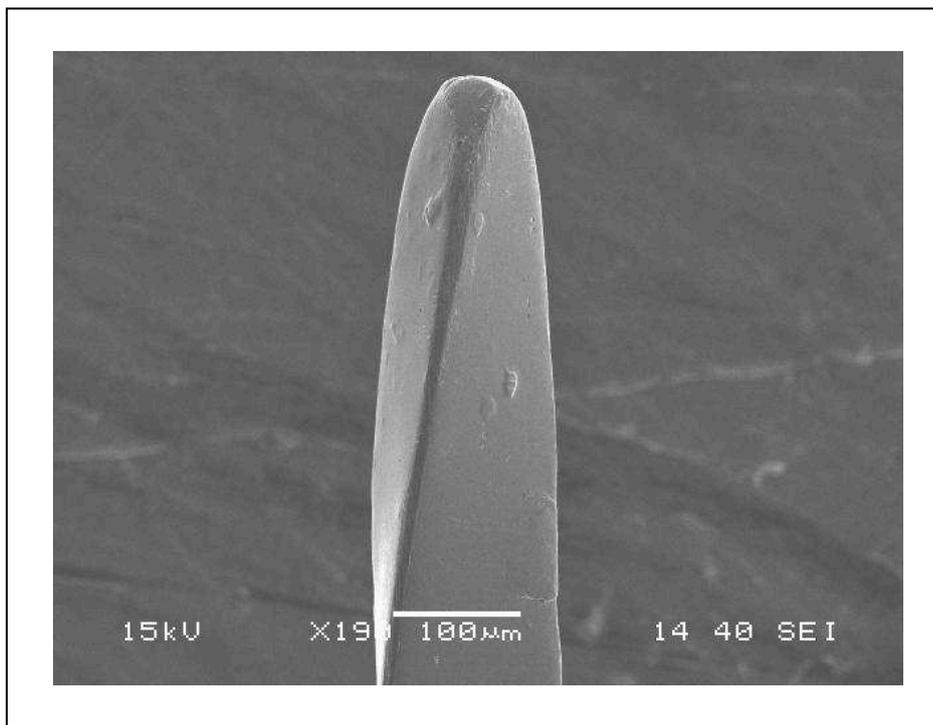


Figura 97 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06) - ponta

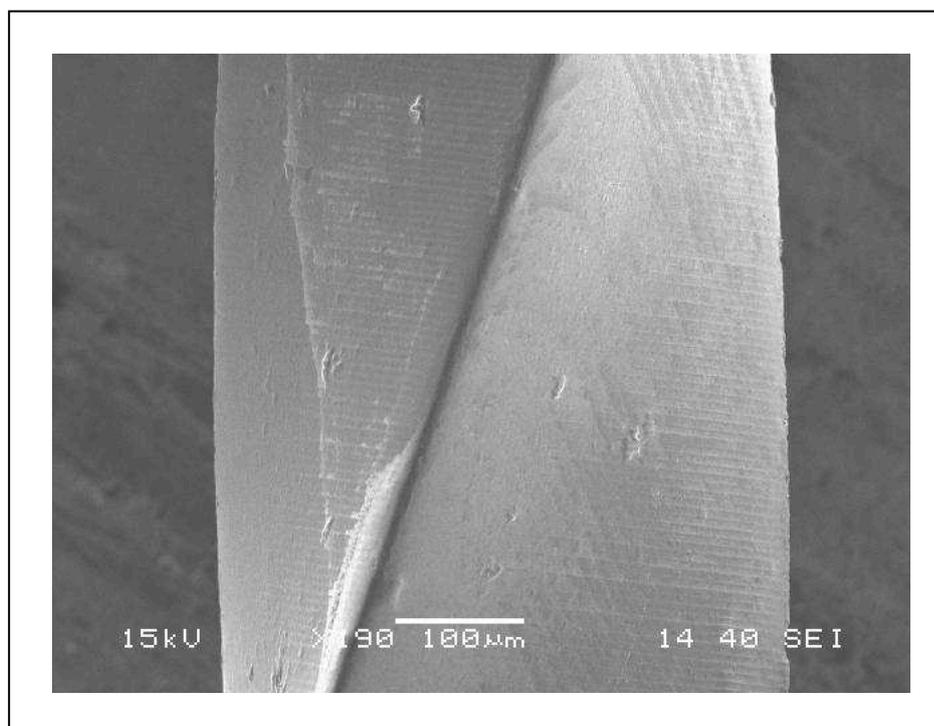


Figura 98 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (20/06) – 5mm

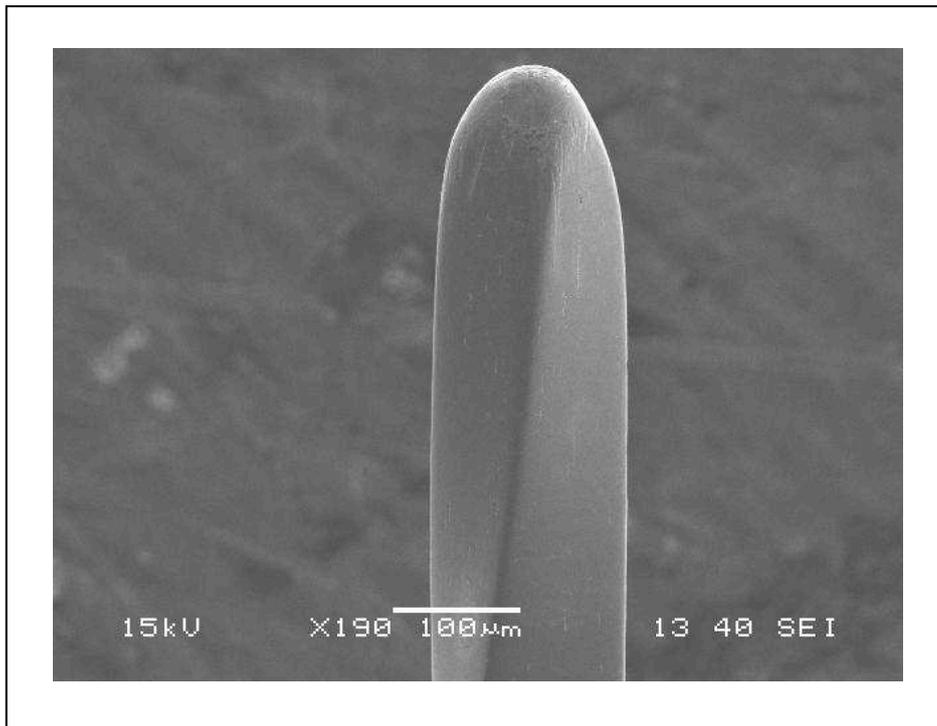


Figura 99 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (15/02) - ponta

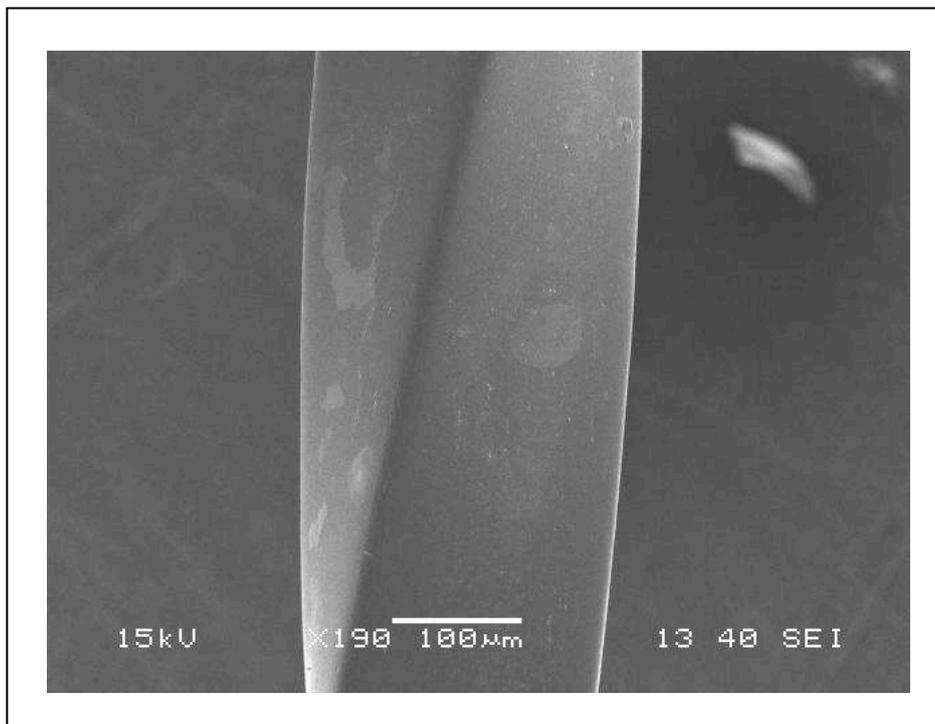


Figura 100 – Ausência de deformações nas lâminas dos instrumentos EndoWave (15/02) – 5mm

## 6 DISCUSSÃO

A correta execução da endodontia exige a observação de vários detalhes de fundamental importância, e, dentre eles, cumpre considerar que materiais, equipamentos, produtos e instrumentos endodônticos são em parte essencial à especialidade. É importante empregá-los corretamente levando em consideração esterilização, desinfecção e acondicionamento desse arsenal em lugar próprio, além é claro da limpeza da superfície dos instrumentos (Lage-Marques & Antoniazzi, 2002).

Assim sendo deve-se realizar o emprego correto que vai desde a instalação do equipamento passando pela higienização da sala de atendimento, mãos do operador, sua assistente, antissepsia da boca, isolamento absoluto e seus constituintes, terminando com a esterilização do instrumental após terem sido convenientemente limpos.

Desta forma para se remover efetivamente resíduos do instrumento endodôntico basta realizar escovação enérgica com solução detergente, seguida de abundante lavagem em água corrente. Mais ainda para um bom padrão de limpeza poder-se-á fazer imersão dos instrumentos em substância desincrostante em um determinado tempo, seguindo-se de escovação e enxágue. Aliás, para complementação destes procedimentos, pode-se realizar imersão destes instrumentos em cuba ultrassônica por um período de dez minutos (Murgel et al., 1990; Linsuwanont et al., 2004; Aasim et al., 2006).

Só depois deste complemento deve secar os instrumentos endodônticos e acondicioná-los em caixas metálicas e após isso, levados a estufa e autoclave.

Ora deve-se evitar com isto a provável prática de retirar estes instrumentos de

suas embalagens e levá-los diretamente ao processo de esterilização sem, contudo, promover limpeza da sua superfície imaginando que estes vêm limpos de fábrica.

De fato, se considerar a eliminação de qualquer material indesejado no interior dos condutos radiculares deve-se cuidar para que os materiais e instrumentos sejam limpos e adequadamente esterilizados para não levar resíduos provenientes de sua manufatura.

Tanto isso é verdadeiro que Chianello et al. (2008) demonstraram em MEV que é comum instrumentos endodônticos se apresentarem com resíduos.

Assim, antes da primeira utilização as limas devem ser adequadamente limpas, pois, em se tratando de instrumentos de níquel-titânio do sistema rotatório estes são produzidos por método de usinagem. Deste modo, os referidos instrumentos são levados a um micro-torno para confecção de suas pontas ativas e tal processo de produção, gera farpas metálicas resultado do atrito entre o instrumento que está sendo preparado e a ferramenta metálica que produz o desgaste de sua superfície, processo este que gera calor, e que necessita de refrigeração, o que inclui além do mais mistura de água com óleo mineral que se acumula na superfície do instrumento originando sujidade.

Nesta investigação procurou-se comparar inicialmente a presença ou não de resíduos na superfície de corte dos instrumentos endodônticos confeccionados em liga de níquel-titânio do sistema rotatório no seu estado final de comercialização, de quatro marcas comerciais, valendo-se de microscopia eletrônica de varredura.

O segundo foco de observação deste trabalho foi visualizar defeitos de fabricação dos instrumentos em estudo antes de sua utilização.

Constata-se atualmente grande evolução na produção dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio, na qualidade destes devido a novos métodos de

produção por parte da indústria que se dedica a esta área.

Quando se compara os primeiros instrumentos produzidos no início da década de 90 com os atuais, nota-se esta evolução, tanto na qualidade de usinagem como também naqueles que antes do acabamento final passam por polimento eletroquímico para eliminação de irregularidades de suas pontas ativas.

No entanto, embora permaneçam neles alguns defeitos na superfície de suas lâminas de corte pontos frágeis agregam fadiga da liga e pode levar ao seu rompimento caso aquele ponto esteja na área de esforço.

Enfim, deve-se preocupar constantemente com a procedência do fabricante, especialmente do produto que vai ser usado rotineiramente durante as manobras no canal radicular. Assim é que, trabalhar com uma liga de melhor qualidade possível evita-se com isto acidentes que possam levar ao insucesso do tratamento endodôntico.

Quanto à terceira preocupação deste trabalho, ou seja, deformações dos instrumentos após o uso, torna-se evidente a necessidade do uso de instrumentos que resistam a mais de um uso na medida em que os fabricantes divulgam a utilização destes instrumentos apenas uma única vez.

Diante destes acontecimentos aliado aos processos de fabricação que passa os instrumentos rotatórios de níquel-titânio atualmente as limas são de melhor qualidade, maior flexibilidade e resistência. Além do mais, desenvolveu motores com auto-reverso automático, controle de torque e velocidade para compensar a falta de qualidade que as limas possuíam anteriormente. Graças a esta evolução a necessidade de conjugar esforços, ou seja, bons instrumentos e motores de alta tecnologia mostraram que é possível a utilização racional destas limas em múltiplos usos, considerando naturalmente prudência por parte do profissional e uso dos

instrumentos de forma adequada às recomendações de uma instrumentação rotatória segura.

Esta pesquisa avaliou a superfície de corte considerando a limpeza, defeitos e deformações após cinco usos de quatro diferentes marcas de instrumentos de níquel-titânio do sistema rotatório em microscopia eletrônica de varredura.

Com relação, a limpeza dos instrumentos endodônticos de níquel-titânio é importante elucidar que quando da manufatura e embalagem em seus invólucros, suas superfícies na realidade estão cobertas de resíduos. Desse modo o profissional deve submetê-los a um adequado processo de limpeza antes de usá-los. Por outro lado, não parece justo culpar o fabricante por tal situação já que o mesmo não relata que o produto está em situação de uso imediato.

As considerações acima relatadas são confirmadas na tabela 5 que demonstrou em três marcas das limas pesquisadas microscopicamente que 80% dos instrumentos apresentavam sujidades (Figuras 1 a 11 e 16 a 20) em suas superfícies de corte. Resultados estes corroborados com os achados de Tanomaru Filho et al. (2001) e Chianello et al. (2008). Apenas a marca Mtwo® apresentou todas as limas limpas, o que constituiu 20% do total das amostras analisadas (Figuras 12 a 15).

À sua vez, a tabela 6 aponta este grupo representado pela lima Mtwo® que mostrou que os instrumentos estavam limpos e mais adequados para o uso.

Mas não é só. Graças ao tamanho da amostra foi utilizado o teste Exato de Fisher, para o nível de significância de 5% o que ratifica que ocorreu diferença estatisticamente significativa entre as três marcas de limas (Twisted File®, BioRaCe® e EndoWave®) e a lima Mtwo® quando comparadas esta com as demais limas (Tabela 6) quanto a presença ou não de sujidade. No entanto, quando

se faz o confronto entre Twisted File®, BioRaCe® e EndoWave® quanto a presença ou não de sujidade do instrumento não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre as marcas (Tabela 6).

Diante deste fato, recomenda-se retirar o produto da embalagem e levá-lo direto a um processo de limpeza confiável, como lavagem em cuba ultra-sônica com auxílio de detergente enzimático e de preferência em água aquecida (Murgel et al., 1990; Linsuwanont et al., 2004; Aasim et al., 2006), já que este tem se mostrado como o método mais eficiente de limpeza.

Por sua vez, as tabelas 7 e 8 acrescentam tipos de defeitos encontrados nas limas analisadas microscopicamente, isto é, borda irregular, ranhura, microcavidade e rebarba tanto na ponta como a 5mm da ponta do instrumento. Visualiza-se nestas duas tabelas um detalhe importante que é a total ausência de defeitos no grupo D, ou seja, nas limas EndoWave®. Segue-se em ordem crescente de defeitos a Mtwo®, BioRaCe® e Twisted File®.

De acordo com o fabricante a lima EndoWave® apresenta-se com singular acabamento de sua superfície de corte e tal fato deve-se ao polimento eletroquímico que recebem durante seu método de fabricação o que lhe confere uma característica lisa e com a baixa incidência de defeitos.

Aliás, Anderson et al. (2007) ao avaliarem instrumentos das marcas EndoWave® observaram que os instrumentos que não receberam polimento eletroquímico apresentavam maior número de falhas de fabricação, como ranhuras, fendas e cavitações e conseqüentemente constataram desempenho melhor dos instrumentos que recebem polimento eletroquímico e tal ocorrência associa-se menor irregularidade que servem para aumentar os pontos de concentração de estresse do instrumento fato este confirmado por Koch & Brave (2005) que as limas

Endowave® ao serem submetidas a este processo de polimento remove defeitos da liga e imperfeições que pode levar à fratura.

No que diz respeito às limas Mtwo®, muito embora não passam por processo de eletropolimento foi observado um instrumento com rebarba. Provavelmente este instrumento apresentou um defeito (rebarba) graças ao processo de usinagem durante a sua fabricação e não sendo eletropolido antes do acabamento final daí observarmos pequenas irregularidades em sua superfície de corte que podem ocasionalmente ser removidos por este processo.

Em alusão ao instrumento BioRaCe® (FKG) embora tenha apresentado mais defeitos que EndoWave® (FKG) e Mtwo® (VDW) (dois defeitos na ponta e um a 5mm da ponta) constituem instrumento fabricado pela mesma empresa, com a mesma qualidade de produção, porém, comercialização feita por diferentes empresas. São instrumentos com excelente acabamento de sua superfície de corte graças ao processo de polimento eletroquímico o que lhe confere característica lisa e com a baixa incidência de defeitos. No entanto, julga-se casual estes achados nesta presente investigação deparar-se com instrumento com defeitos em sua superfície de corte.

Relativamente às limas Twisted File® o fabricante classifica a sua produção por torção da sua ponta ativa, o que lhe torna único nesta categoria já que os demais são produzidos por usinagem. Porém, o acabamento de superfície deste mostrou maiores irregularidades que os demais aqui estudados tanto na ponta como a 5mm da ponta.

Com exceção do defeito rebarba as limas da marca Twisted File® contém defeitos em todas as amostras analisadas microscopicamente como borda irregular, ranhura e microcavidade, isto é, presença de mais do que as três marcas, com

significado estatístico. Diferentemente, ao confrontar as outras marcas entre si não houve diferença estatisticamente significativa tanto na ponta do instrumento como a 5mm da ponta (Tabelas 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16).

Esses achados são confirmados nas figuras 21 a 60 da avaliação microscópica de todas as marcas de instrumentos estudados tanto da ponta como a 5mm da ponta.

Considerando os achados de Chianello et al. (2008) sobre defeitos, em marcas diferentes das analisadas neste trabalho, deve-se considerar que houve evolução nos métodos de produção, pois nem todos os defeitos encontrados pelo trabalho citado foram encontrados em nossas observações.

No que concerne as deformações decorrentes do número de usos de todos os instrumentos convém salientar que foi decisivo na avaliação das deformações neste presente estudo os conceitos da investigação de Troian et al. (2006) sendo os instrumentos analisados por três avaliadores. Nos quais observaram as deformações das lâminas de corte do instrumento, especialmente, distorção da espira.

No entanto, uma vez realizado os questionamentos por parte dos avaliadores tanto da ponta do instrumento como a 5mm da ponta do instrumento os dados obtidos das notas dos escores foram comparados valendo-se do teste de Kappa para sabermos se ocorreu reprodutibilidade do item deformações. Nesta investigação a calibração para as deformações na ponta do instrumento foi considerada satisfatória o que torna os resultados das comparações confiáveis (Tabela 17) (Figuras 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 77, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 99).

Ao cotejar os dados obtidos por meio do teste de Kappa a 5mm da ponta do

instrumento registrou-se aceitação, porém, satisfatória entre os avaliadores A e B e A e C, enquanto, entre os avaliadores B e C houve concordância pobre (Tabela 18) (Figuras 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98 e 100).

Esta anuência regular entre os avaliadores B e C ( $Kappa = 0,3333$ ) é justificada em função de dificuldades de visualização destas deformações por parte dos avaliadores das imagens tanto antes do uso dos instrumentos como em seguida ao preparo do canal simulado. De fato as deformações ocorridas depois do preparo do canal radicular por serem mínimas dificultaram possivelmente a visualização acertada do avaliador ao comparar as imagens, o que dificultou sua decisão nas notas do escore.

Para que se tenha uma visão global da variação das deformações da ponta do instrumento após cinco usos as tabelas 19 e 20 sintetizam as médias, desvio padrão, coeficiente de variação, teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) bem como o teste não-paramétrico “U” de Mann-Whitney.

A tabela 19 aponta que os avaliadores foram unânimes emitindo nota 1, isto é, espira sem distorção na ponta do instrumento, em todas as limas do grupo C (Mtwo®) o que exprime que não houve deformação nas lâminas de corte após cinco usos.

De outro modo para comparar ponta dos instrumentos dos diferentes grupos os quais foram atribuídos escores pelos avaliadores por meio das fotomicrografias a tabela 20 assinala significado estatístico tão somente entre os grupos B (BioRaCe®) e C (Mtwo®).

No que importa o entendimento das variações de deformação a 5mm da ponta de todos os grupos analisados microscopicamente posterior a cinco usos a tabela 21

divulga as médias, desvio padrão, coeficiente de variação e teste de Kolmogorov-Smirnov.

Segundo esta tabela os grupos analisados apresentaram dispersão baixa, uma vez que, todos os coeficientes de variação estão acima de 15%.

Assim é que ao confrontar a 5mm da ponta dos instrumentos dos diferentes grupos os escores conferidos pelos avaliadores das fotomicrografias a tabela 22 registra significado estatístico apenas entre os grupos A e B e A e C, ou seja, entre as limas Twisted File® e BioRaCe® e Twisted File® e Mtwo® por esta razão os comportamentos dos escores médios foram diferentes porquanto o Pvalor foi menor do que aquele valor calculado pelo teste “U” de Mann-Whitney.

A esta altura convém salientar se existem diferenças de imagens deformadas antes e depois de cinco usos nas duas regiões das lâminas de corte: ponta do instrumento e a 5mm da ponta do instrumento, isto é, existem mais limas deformadas na ponta do que a 5mm da ponta dos grupos A, B, C, e D.

Na realidade as tabelas 23, 24, 25, 26 e 27 expressam os escores médios atribuídos na ponta e a 5mm da ponta de ambos os grupos o que quer dizer que não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre as notas da ponta do instrumento e a 5mm da ponta do instrumentos em todos os grupos inclusive quando se compara todos os grupos.

Ao confrontarmos os achados desta presente investigação no que diz respeito a deformação dos instrumentos após sua utilização com aqueles encontrados por Troian et al. (2006) nota-se, que no primeiro estudo em decorrência da evolução dos instrumentos rotatórios de níquel-titânio, observou-se que os instrumentos analisados das diferentes marcas não deformaram tanto quanto se esperava. Enquanto no trabalho realizado pelos outros autores, encontraram deformações

severas de espiras e fraturas de instrumentos fato este não evidenciado no presente estudo e, para mais, não ocorreu fratura de instrumento durante o experimento.

Outro ponto a considerar deve ser o fato da velocidade rotacional dos aparelhos rotatórios ao serem utilizados com instrumentos no motor com controle de torque (1,6N) e velocidade de 300rpm com reverso automático o que contribuiu para que não ocorresse efeitos deletérios aos instrumentos enquanto Troian et al. (2006) valeram-se de torque de 2N.

Apesar dos métodos de produção diferentes e desenhos também diferentes destas marcas o comportamento nas cinco utilizações em canais simulados, em nenhum momento apresentou deformação severa de espiras dos instrumentos pesquisados variando apenas quanto ao número de pequenas e médias deformações por instrumento.

Soma-se a estas considerações a qualidade de fabricação dos instrumentos utilizados por estes autores, isto é, RaCe® que representam instrumentos que passaram por polimento eletroquímico e K3® que não apresentam polimento eletroquímico, e, portanto, são instrumentos passíveis de sofrer efeitos deletérios na sua lâmina de corte.

É importante considerar uma passagem que aconteceu após os procedimentos de preparo do canal radicular simulado com os instrumentos endodônticos. Após o uso e a limpeza dos instrumentos, ao observar no MEV, notou-se que em relação ao fotomicrografia anterior ao uso as rebarbas presentes desapareceram após preparo do canal. Parece que após instrumentação ocorreu polimento da superfície irregular da rebarba presente no instrumento da marca Mtwo®.

Convém ressaltar que os instrumentos da marca Twisted File®, passa por um método de produção diferente dos demais analisados neste trabalho: sendo que a

parte ativa deste, é confeccionada por torção e não por usinagem. Dentre todos os instrumentos avaliados nesta pesquisa foi a lima Twisted File® a que apresentou maior índice de defeitos de fabricação, fato este que não influenciou de forma negativa no item deformações depois dos cinco ciclos de utilização que passaram todos os demais instrumentos.

Para finalizar, convém elucidar que depois de todos estes dados coletados ao longo deste trabalho que a instrumentação rotatória de níquel-titânio é hoje na Endodontia uma revolução na modalidade de preparar o canal radicular, principalmente pelo fato de trabalhar de forma tão diferente da instrumentação manual, no qual girar uma lima dentro do canal parecia algo absurdo, e hoje esta tecnologia desenvolvida na década passada encontra-se em indiscutível eficiência e confiabilidade à disposição dos profissionais a que ela se dedicam.

## 7 CONCLUSÕES

De posse dos resultados obtidos e a partir da metodologia empregada neste experimento parece lícito concluir que:

- a) todos os instrumentos avaliados apresentaram-se sujos, exceção feita à marca Mtwo®;
- b) a presença de defeitos foi maior em todos os instrumentos Twisted File®; para os instrumentos BioRaCe® e os da marca Mtwo®, o índice de defeitos foi menor; o instrumento EndoWave® não apresentou nenhum defeito;
- c) quanto à deformação entre os grupos avaliados os mesmos comportaram-se de forma semelhante;
- d) quanto ao método de produção os instrumentos usinados, BioRaCe®, EndoWave® e Mtwo®, foram superiores em qualidade quando comparado ao produzido por torção, Twisted File®.

## REFERÊNCIAS

1. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14:346-351.
2. Murgel CAF, Walton RE, Rittman B, Pécora JD. A comparison of techniques for cleaning endodontic files after usage: a quantitative scanning electron. *J Endod* 1990;16:214-217.
3. Zemener O, Spielberg C. Cleaning of endodontic instruments before use. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:10-14.
4. Johnson MA, Primack PD, Loushine RJ, Craft DW. Cleaning of endodontic files, part I: the effect of bioburden on the sterilization of endodontic files. *J Endod* 1997;23:32-34.
5. Stokes OW, Di Fiore PM, Barss JT, Koerber A, Gilbert JL, Lautenschlager EP. Corrosion in stainless-steel and nickel-titanium files. *J Endod* 1999;25:17-20.
6. Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Bonifácio KC, Dametto FR, Silva AB. The use of ultrasound for cleaning the surface of stainless steel and nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J* 2001;34:581-585.
7. Tripi TR, Bonaccorso A, Tripi V, Condorelli GG, Rapisarda E. Defects in GT rotary instruments after use: an SEM study. *J Endod* 2001;27:782-785.
8. Lage-Marques JL, Antoniazzi JH. Técnica endodôntica. Versão Eletrônica da Técnica de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo [CD-ROM]. São Paulo: Ajna Interactive; 2002.
9. Linsuwanont P, Parashos P, Messer HH. Cleaning of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J* 2004;37:19-28.
10. Koch K, Brave D. Endodontic Synchronicity. *Compend Contin Educ Dent, Maryland* 2005; 26 (3):218-224.

11. Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated s-shaped canals. *J Endod* 2005;31:373-375.
12. Rangel S, Cremonese R, Bryant S, Dummer P. Shaping ability of race rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *J Endod* 2005;31:460-463.
13. Aasim SA, Mellor AC, Qualtrough AJE. The effect of pre-soaking and time in the ultrasonic cleaner on the cleanliness of sterilized endodontic files. *Int Endod J* 2006;39:143-149.
14. Uyanik M, Cehreli Z, Mocan B, Dagli F. Comparative evaluation on three nickel-titanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography. *J Endod* 2006;32:668-671.
15. Kuber S, Mohan B, Lakshminarayanan L. Effect of cleaning and sterilization procedures on niti rotary files – an SEM and EDS study. *Endodontology* 2006;18(1):34-41.
16. Yao J, Schwartz S, Beeson T. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. *J Endod* 2006;32:55-57.
17. Merrett S, Bryant S, Dummer P. Comparison of the shaping ability of race and flexmaster rotary nickel-titanium systems in simulated canals. *J Endod* 2006;32:960-962.
18. Al-Sudani D, Al-Shabrani S. A comparison of the canal centring ability of profile, k3, and race nickel-titanium rotary systems. *J Endod* 2006;32:1198-1201.
19. Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2006a;39:196-202.
20. Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2006b;39:203-212.
21. Miyai K, Ebihara A, Hayashi Y, Doi H, Suda H, Yoneyama T. Influence of phase transformation on the torsional and bending properties of nickel-titanium Rotary endodontic instruments. *Int Endod J* 2006;39:119-126.

22. Troian CH, Só MVR, Figueiredo JAP, Oliveira EPM. Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. *Int Endod J* 2006; 39:616-625.
23. Anderson ME, Price JWH, Parashos P. Fracture resistance of electropolished rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 2007;33:1212-1216.
24. Peters O, Roehlike J, Baumann M. Effect of immersion in sodium hypochlorite on torque and fatigue resistance of nickel-titanium instruments. *J Endod* 2007;33:589-593.
25. Sonntag D, Peters OA. Effect of prion decontamination protocols on nickel-titanium rotary surfaces. *J Endod* 2007;33:442-446.
26. Javaheri H, Javaheri G. A comparison of three ni-ti rotary instruments in apical transportation. *J Endod* 2007;33:284-286.
27. Herold KS, Johnson RB, Wenckus CS. A scanning electron microscopy evaluation of microfractures, deformation and separation in EndoSequence and Profile Nickel-Titanium rotary files using an extracted molar tooth model. *J Endod* 2007; 33:712-714.
28. Chianello G, Specian V, Hardt L, Raldi DP, Lage-Marques JL, Habitante SM. Surface Finishing of unused rotary endodontic instruments: a sem study. *Braz Dent J* 2008;19(2):109-113.
29. Leonardo MR. Endodontia. Tratamento de canais radiculares . São Paulo: Artes Médicas; 2008. 787p.
30. Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod* 2008;34:466-469.
31. Schäfer E, Oitzinger M. Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments. *J Endod* 2008;34:198-200.
32. Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, et al. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod* 2008;34:1003-1004.

33. Bonaccorso A, Schäfer E, Condorelli G, Cantatore G, Tripi T. Chemical analysis of nickel-titanium rotary instruments with and without electropolishing after cleaning procedures with sodium hypochlorite. *J Endod* 2008a;34:1391-1395.
34. Bonaccorso A, Tripi T, Rondelli G, Condorelli G, Cantatore G, Schäfer E. Pitting corrosion resistance of nickel-titanium rotary instruments with different surface treatments in seventeen percent ethylenediaminetetraacetic acid and sodium chloride solutions. *J Endod* 2008b;34:208-211.
35. ElAyouti A, Chu AL, Kimionis I, Klein C, Weiger R, Löst C. Efficacy of rotary instruments with greater taper in preparing oval root canals. *Int Endod J* 2008;41:1088-1092.
36. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35:401-403.
37. Shen Y, Winestock E, Cheung G, Haapasalo M. Defects in nickel-titanium instruments after clinical use. Part 4: an electropolished instrument. *J Endod* 2009;35:197-201.
38. Uroz-Torres D, González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. Effectiveness of a manual glide Path on the preparation of curved root canals by using Mtwo rotary Instruments. *J Endod* 2009;35:699-702.
39. Flores DSH, Moura TR. Sistema EndoSequence. In: Leonardo MR, Leonardo RT. *Endodontia: conceito biológico e recursos tecnológicos*. São Paulo: Artes Médicas; 2009. p.299-314.
40. Inan U, Gonulol N. Deformation and Fracture of Mtwo Rotary Nickel-Titanium Instruments After Clinical Use. *J Endod* 2009;35:1396-1399.
41. Kell T, Azarpazboob A, Peters OA, El-Mowafy O, Tompson B, Basrani B. Torsional profiles of new and used 20/.06 GT series X and GT rotary endodontic instruments. *J Endod* 2009;35:1278-1281.
42. Reis PRB. *Avaliação in vitro da capacidade de corte e deformação de limas rotatórias de níquel-titânio [Dissertação de mestrado]*. Taubaté: Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia, 2009. 82 p.

43. Medeiros JMF, Rodrigues GA, Santos ACM, Rosa LCL, Carvalho PL, Nohara EL. Determinação do comprimento e grau de curvatura em canais radiculares curvos simulados confeccionados em blocos de resina fenólica. Rev Odontol UNICID 2009; 21(3): 202-211.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Escores atribuídos pelos examinadores

AVALIADOR A	NOTAS/ESCORE/PONTA DO INSTRUMENTO				
		1	2	3	4
GRUPO A	LIMA TF #25/12	X			
	LIMA TF #25/10		X		
	LIMA TF #25/08	X			
	LIMA TF #25/06		X		
	LIMA TF #25/04	X			
GRUPO B	LIMA BR #25/08			X	
	LIMA BR #15/05		X		
	LIMA BR #25/04	X			
	LIMA BR #25/06	X			
	LIMA BR #35/04		X		
	LIMA BR #40/04		X		
GRUPO C	LIMA MT #10/04	X			
	LIMA MT #15/05	X			
	LIMA MT #20/06	X			
	LIMA MT #25/06	X			
GRUPO D	LIMA EW #35/08	X			
	LIMA EW #30/06		X		
	LIMA EW #25/06	X			
	LIMA EW #20/06	X			
	LIMA EW #15/02	X			

AVALIADOR A	NOTAS/ESCORE/5mm DA PONTA DO INSTRUMENTO				
		1	2	3	4
GRUPO A	LIMA TF #25/12		X		
	LIMA TF #25/10		X		
	LIMA TF #25/08			X	
	LIMA TF #25/06		X		
	LIMA TF #25/04	X			
GRUPO B	LIMA BR #25/08			X	
	LIMA BR #15/05		X		
	LIMA BR #25/04	X			
	LIMA BR #25/06	X			
	LIMA BR #35/04		X		
	LIMA BR #40/04		X		
GRUPO C	LIMA MT #10/04	X			
	LIMA MT #15/05	X			
	LIMA MT #20/06	X			
	LIMA MT #25/06	X			
GRUPO D	LIMA EW #35/08		X		
	LIMA EW #30/06		X		
	LIMA EW #25/06	X			
	LIMA EW #20/06	X			
	LIMA EW #15/02	X			

AVALIADOR B	NOTAS/ESCORE/PONTA DO INSTRUMENTO				
		1	2	3	4
GRUPO A	LIMA TF #25/12	X			
	LIMA TF #25/10	X			
	LIMA TF #25/08			X	
	LIMA TF #25/06			X	
	LIMA TF #25/04		X		
GRUPO B	LIMA BR #25/08		X		
	LIMA BR #15/05		X		
	LIMA BR #25/04	X			
	LIMA BR #25/06		X		
	LIMA BR #35/04		X		
	LIMA BR #40/04	X			
GRUPO C	LIMA MT #10/04	X			
	LIMA MT #15/05	X			
	LIMA MT #20/06	X			
	LIMA MT #25/06	X			
GRUPO D	LIMA EW #35/08	X			
	LIMA EW #30/06		X		
	LIMA EW #25/06		X		
	LIMA EW #20/06	X			
	LIMA EW #15/02	X			

AVALIADOR B	NOTAS/SCORE/5mm DA PONTA DO INSTRUMENTO				
		1	2	3	4
GRUPO A	LIMA TF #25/12		X		
	LIMA TF #25/10		X		
	LIMA TF #25/08		X		
	LIMA TF #25/06		X		
	LIMA TF #25/04	X			
GRUPO B	LIMA BR #25/08	X			
	LIMA BR #15/05		X		
	LIMA BR #25/04	X			
	LIMA BR #25/06	X			
	LIMA BR #35/04	X			
	LIMA BR #40/04		X		
GRUPO C	LIMA MT #10/04		X		
	LIMA MT #15/05	X			
	LIMA MT #20/06		X		
	LIMA MT #25/06		X		
GRUPO D	LIMA EW #35/08		X		
	LIMA EW #30/06		X		
	LIMA EW #25/06		X		
	LIMA EW #20/06		X		
	LIMA EW #15/02	X			

AVALIADOR C	NOTAS/SCORE/PONTA DO INSTRUMENTO				
		1	2	3	4
GRUPO A	LIMA TF #25/12	X			
	LIMA TF #25/10		X		
	LIMA TF #25/08	X			
	LIMA TF #25/06	X			
	LIMA TF #25/04	X			
GRUPO B	LIMA BR #25/08		X		
	LIMA BR #15/05	X			
	LIMA BR #25/04	X			
	LIMA BR #25/06	X			
	LIMA BR #35/04	X			
	LIMA BR #40/04	X			
GRUPO C	LIMA MT #10/04	X			
	LIMA MT #15/05	X			
	LIMA MT #20/06	X			
	LIMA MT #25/06	X			
GRUPO D	LIMA EW #35/08	X			
	LIMA EW #30/06	X			
	LIMA EW #25/06	X			
	LIMA EW #20/06	X			
	LIMA EW #15/02	X			

AVALIADOR C	NOTAS/ESCORE/5mm DA PONTA DO INSTRUMENTO				
		1	2	3	4
GRUPO A	LIMA TF #25/12		X		
	LIMA TF #25/10			X	
	LIMA TF #25/08		X		
	LIMA TF #25/06		X		
	LIMA TF #25/04	X			
GRUPO B	LIMA BR #25/08		X		
	LIMA BR #15/05	X			
	LIMA BR #25/04	X			
	LIMA BR #25/06	X			
	LIMA BR #35/04	X			
	LIMA BR #40/04	X			
GRUPO C	LIMA MT #10/04	X			
	LIMA MT #15/05	X			
	LIMA MT #20/06	X			
	LIMA MT #25/06	X			
GRUPO D	LIMA EW #35/08		X		
	LIMA EW #30/06	X			
	LIMA EW #25/06	X			
	LIMA EW #20/06	X			
	LIMA EW #15/02	X			

APÊNDICE B - Fotos das limas avaliadas



Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial desta obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Werington Borges Arantes

Taubaté, novembro de 2010.