

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

MARCELO PORTO GARCIA

ANÁLISE DO PADRÃO DE DESGASTE DE CINCO MARCAS COMERCIAIS DE
PONTAS DIAMANTADAS

Porto Alegre

2016

MARCELO PORTO GARCIA

ANÁLISE DO PADRÃO DE DESGASTE DE CINCO MARCAS COMERCIAIS DE
PONTAS DIAMANTADAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Odontologia da Faculdade de Odontologia
da Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, como requisito parcial para obtenção
de título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Prof. Dr^a. Myriam Pereira
Kapczinski

Porto Alegre

2016

CIP - Catalogação na Publicação

Garcia, Marcelo Porto

ANÁLISE DO PADRÃO DE DESGASTE DE CINCO MARCAS
COMERCIAIS DE PONTAS DIAMANTADAS / Marcelo Porto
Garcia. -- 2016.
92 f.

Orientador: Myriam Pereira Kapczinski .

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,
BR-RS, 2016.

1. Pontas Diamantadas. 2. Microscopia eletrônica
de varredura. 3. esterelização. 4. Equipamentos
odontológicos. 5. Sonda de energia dispersiva. I.
Kapczinski , Myriam Pereira , orient. II. Título.

*Dedico este trabalho a meus
pais e a todos que fizeram parte
direta ou indiretamente
de minha formação.*

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Faculdade de Odontologia que fizeram parte da minha vida acadêmica e ofereceram a oportunidade de desenvolver habilidades na odontologia.

À todos os professores do curso de odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que foram tão importantes na minha vida acadêmica.

À minha orientadora Prof. Dr^a. Myriam Pereira Kapczinski, pela paciência na orientação, pelas suas correções, incentivos e dedicação que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

À minha família, meu pai Aristides e minha mãe Tereza e minha irmã Michele por sempre estarem ao meu lado quando eu precisei e sem eles, nada seria possível.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

GARCIA, Marcelo Porto. **Análise do padrão de desgaste de cinco marcas comerciais de pontas diamantadas.** 2016. 92f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

As pontas diamantadas constituem um instrumento absolutamente indispensável em consultórios dentários. De seu adequado uso, adequadas substituições e poder de corte depende a eficiência do trabalho clínico e manutenção da saúde e integridade dos tecidos dentários. Há uma tendência mundial no sentido da utilização de pontas diamantadas descartáveis, porém tal fato não constitui ainda a realidade brasileira. Neste sentido é importante conhecer o efeito de repetidas utilizações e ciclos de esterilização sobre o poder de corte destes instrumentos. O objetivo desse estudo foi avaliar e comparar o padrão de desgaste de cinco marcas comerciais de pontas diamantadas no corte em alta rotação de dentes bovinos, utilizando o microscópio eletrônico de varredura (MEV) e de sonda de energia dispersiva (EDS) as superfícies no baseline e após 5 e 10 sequências de preparo, escovação e esterilização conforme norma descrita pela ADA. O substrato para os testes foram dentes bovinos doados a FO/UFRGS para pesquisa. Foram realizadas análises descritivas, qualitativas e quantitativas da superfície das mesmas com a utilização de microscopia eletrônica de varredura (descrição dos grãos de diamante presentes e contagem dos mesmos em pontos selecionados) e análise da estrutura química dos componentes das pontas diamantadas através de sonda de energia dispersiva. Os dados foram analisados através análise estatística utilizando teste de Tukey e teste de Kruskal-Wallis. Todas as marcas submetidas a preparos múltiplos, escovação e autoclavagem, apresentaram grânulos deformados, presença de áreas sugestivas de arrancamento de grãos, ranhuras e deformações no substrato. Através da análise de microscopia eletrônica pode-se constatar que a marca controle, Komet, apresenta melhores índices qualitativos e quantitativos, seguida pelas marcas Intensiv, Jota, NTI e Mani.

Palavras-chave: Pontas diamantadas. Microscopia eletrônica de varredura. Equipamentos odontológicos. Esterilização. Sonda de energia dispersiva

ABSTRACT

GARCIA, Marcelo Porto. **Analysis of the pattern of wear of five commercial diamond burs.** 2016. 92p. Final Paper (Graduation in Dentistry) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

The diamond burs are an absolutely indispensable instrument in dental practices. From its proper use, proper replacements and cutting power depends on the efficiency of clinical work and maintenance of the health and integrity of dental tissues. There is a worldwide trend towards the use of disposable diamond burs, but this fact is not yet the Brazilian reality. In this sense it is important to know the effect of repeated uses and sterilization cycles on the cutting power of these instruments. The objective of this study was to evaluate and compare the wear pattern of five commercial diamond burs high - speed cutting of bovine teeth using scanning electron microscopy (SEM) and dispersive energy probe (EDS) surfaces on the baseline And after 5 and 10 preparation, brushing and sterilization sequences as described by the ADA. The substrate for the tests were bovine teeth donated to FO / UFRGS for research. Descriptive, qualitative and quantitative analyzes of the surface were carried out using scanning electron microscopy (description of the diamond grains present and counting them at selected points) and analysis of the chemical structure of the components of the diamond burs through the energy probe Dispersive. Data were analyzed through statistical analysis using Tukey test and Kruskal-Wallis test. All the brands submitted to multiple prepararos, brushing and autoclaving, presented deformed grains, presence of areas suggestive of pulling of grains, grooves and deformations in the substrate. Through the electron microscopy analysis it can be seen that the control brand, Komet, presents better qualitative and quantitative indices, followed by the brands Intensiv, Jota, NTI and Mani.

Keywords: Dental burs. Electron microscopy. Dental equipment. Sterilization. Dispersive energy probe.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema geral do processo de deposição de filmes de diamante, a partir de uma fase gasosa, pelo método CVD	22
Figura 2 - O custo de cada peça em função da espessura da película de diamante.....	24
Figura 3 - Morfologia de crescimento de diamantes obtidos por diferentes métodos .	26
Figura 4 - Padrões de fabricação de pontas diamantadas propostas pela ada	27
Figura 5 - Padrões de granulação de pontas diamantadas	28
Figura 6 - Dente bovino utilizado nos preparos dos testes.....	37
Figura 7 - Dente bovino utilizado nos preparos dos testes. Padronização do preparo	37
Figura 8 - Dente bovino utilizado nos preparos dos testes. Padronização do preparo	38
Figura 9 - Dente bovino utilizado nos preparos dos testes. Padronização do preparo	38
Figura 10 - Esquema geral dos terços de divisão da ponta ativa da ponta diamantada para aquisição das imagens.....	40
Figura 11 – Komet baseline 39x	45
Figura 12 – Komet baseline 1/3 cervical 250x	45
Figura 13 – Komet baseline 1/3 médio 250x	46
Figura 14 – Komet baseline 1/3 incisal 250x	46
Figura 15 – Komet 5 usos 39x	47
Figura 16 – Komet 5 usos 1/3 cervical 250x	47
Figura 17 – Komet 5 usos 1/3 médio 250x	48
Figura 18 – Komet 5 usos 1/3 incisal 250x	48
Figura 19 – Komet 10 usos 39x	49
Figura 20 – Komet 10 usos 1/3 cervical 250x	49
Figura 21 – Komet 10 usos 1/3 médio 250x	50

Figura 22 – Komet 10 usos 1/3 incisal 250x	50
Figura 23 – Intensiv baseline 39x	51
Figura 24 – Intensiv baseline 1/3 cervical 250x	51
Figura 25 – Intensiv baseline 1/3 médio 250x	52
Figura 26 – Intensiv baseline 1/3 incisal 250x	52
Figura 27 – Intensiv 5 usos 39x	53
Figura 28 – Intensiv 5 usos 1/3 cervical 250x	53
Figura 29 – Intensiv 5 usos 1/3 médio 250x	54
Figura 30 – Intensiv 5 usos 1/3 incisal 250x	54
Figura 31 – Intensiv 10 usos 39x	55
Figura 32 – Intensiv 10 usos 1/3 cervical 250x	55
Figura 33 – Intensiv 10 usos 1/3 médio 250x	56
Figura 34 – Intensiv 10 usos 1/3 incisal 250x	56
Figura 35 – Mani baseline 39x.....	57
Figura 36 – Mani baseline 1/3 cervical 250x	57
Figura 37 – Mani baseline 1/3 médio 250x	58
Figura 38 – Mani baseline 1/3 incisal 250x	58
Figura 39 – Mani 5 usos 39x.....	59
Figura 40 – Mani 5 usos 1/3 cervical 250x	59
Figura 41 – Mani 5 usos 1/3 médio 250x	60
Figura 42 – Mani 5 usos 1/3 incisal 250x	60
Figura 43 – Mani 10 usos 39x.....	61
Figura 44 – Mani 10 usos 1/3 cervical 250x	61
Figura 45 – Mani 10 usos 1/3 médio 250x	62

Figura 46 – Mani 10 usos 1/3 incisal 250x	62
Figura 47 – Nti baseline 39x	63
Figura 48 – Nti baseline 1/3 cervical 250x	63
Figura 49 – Nti baseline 1/3 médio 250x	64
Figura 50 – Nti baseline 1/3 incisal 250x	64
Figura 51 – Nti 5 usos 39x	65
Figura 52 – Nti 5 usos 1/3 cervical 250x	65
Figura 53 – Nti 5 usos 1/3 médio 250x	66
Figura 54 – Nti 5 usos 1/3 incisal 250x	66
Figura 55 – Nti 10 usos 39x	67
Figura 56 – Nti 10 usos 1/3 cervical 250x	67
Figura 57 – Nti 10 usos 1/3 médio 250x	68
Figura 58 – Nti 10 usos 1/3 incisal 250x	68
Figura 59 – Jota baseline 39x.....	69
Figura 60 – Jota baseline 1/3 cervical 250x	69
Figura 61 – Jota baseline 1/3 médio 250x	70
Figura 62 – Jota baseline 1/3 incisal 250x	70
Figura 63 – Jota 5 usos 39x.....	71
Figura 64 – Jota 5 usos 1/3 cervical 250x	71
Figura 65 – Jota 5 usos 1/3 médio 250x	72
Figura 66 – Jota 5 usos 1/3 incisal 250x	72
Figura 67 – Jota 10 usos 39x.....	73
Figura 68 – Jota 10 usos 1/3 cervical 250x	73
Figura 69 – Jota 10 usos 1/3 médio 250x	74

Figura 70 – Jota 10 usos 1/3 incisal 250x	74
Figura 71 - Distribuição homogênea	76
Figura 72 - Distribuição heterogênea	76
Figura 73 - Morfologia homogênea	77
Figura 74 - Morfologia heterogênea	77
Figura 75 - Demonstra áreas compatíveis com arrancamento de grânulos de diamante	78
Figura 76 - Demonstra o emaranhado de debris presente na ponta diamantada após múltiplos usos	78
Figura 77 - Mostra o arredondamento das arestas com o desgaste	79
Figura 78 – Mostra a perda de morfologia dos grãos e desgaste do substrato	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das pontas a serem utilizadas em acordo com seus fabricantes....	35
Tabela 2 – Comparação entre os grupos analisados pelo teste de tukey	42
Tabela 3 – Comparação entre as marcas analisadas pela análise não paramétrica (teste de kruskal-wallis)	43
Tabela 4 – Comparação entre as marcas pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis)	43
Tabela 5 – Comparação entre os terços pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis).....	43
Tabela 6 – Comparação entre os terços pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis).....	44
Tabela 7 – Comparação entre os usos pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis).....	44
Tabela 8 – Comparação entre os usos pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis).....	44
Tabela 9: Descrição da morfologia e distribuição dos grãos de diamantes em cada marca	75
Tabela 10 – Composição do substrato	81
Tabela 11 – Composição dos grânulos	81
Tabela 12 – Composição da haste	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação entre os grupos analisados pelo teste de Tukey.....	42
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA – american dental association

EDS – energy dyspersive system

ISO – international standart organization

MEV – microscopia eletrônica de varredura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.2	As primeiras pontas de diamante	17
1.3	A ponta de diamante atual	17
2	FABRICAÇÃO DE PONTAS DE DIAMANTE	19
2.1.	Confecção de pontas diamantadas convencionais	19
2.1.1	Estágios de eletrodeposição	20
2.2	Métodos alternativos de adesão.....	21
2.3	Método cvd e modificações	21
2.4	Estudos comparativos dos métodos de confecção das pontas diamantadas	23
2.5	Espectroscopia de raios x por dispersão em energia na análise de pontas diamantadas	24
2.5.1	Microscópio eletrônico de varredura (MEV)	24
2.5.2	EDS (energy dispersive system)	25
2.6	Tipos de grânulos: sintéticos e naturais	26
2.7	PADRONIZAÇÃO ISO	27
2.8	Esterilização	28
2.9	O uso das pontas diamantadas relacionado ao tecido pulpar	29
3	CRITÉRIOS DE USO E DESCARTE DE PONTAS DIAMANTADAS	31
4	OBJETIVOS	33
4.1	Objetivo geral.....	33
4.2	Objetivos específicos	33
5	MATERIAIS E MÉTODOS	34
5.1	Pontas diamantadas analisadas	34
5.2	Substrato para os testes	36

5.3	Análise em microscopia eletrônica de varredura	39
5.3.1	Análise quantitativa (número de grãos)	39
5.3.2	Análise qualitativa (morfologia de grãos)	39
5.4	Análise em sonda de energia dispersiva	40
5.5	Análise estatística	40
6	RESULTADOS	41
6.1	Análise estatística	41
6.2	Microscopia eletrônica de varredura	44
6.3	Sonda de energia dispersiva	80
7	DISCUSSÃO	82
8	CONCLUSÕES	85
9	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	86
10	DECLARAÇÃO DE AUSÊNCIA DE INTERESSE COMERCIAL	87
	REFERÊNCIAS	88
	ANEXO- TERMO DE DOAÇÃO DOS DENTES BOVINOS	92

1 INTRODUÇÃO

O cirurgião dentista executa diversas tarefas na sua prática clínica em que precisa cortar ou desgastar tecidos duros, como o esmalte e a dentina, ou material restaurador, como a resina e o amálgama¹. Alguns exemplos desses procedimentos em que se desgasta a estrutura dentária, estão a remoção de tecido cariado, remoção de restaurações ou preparos cavitários para novas restaurações, preparos dentários para prótese, ajuste oclusal, acabamento de restaurações, etc¹. Como o dente e os materiais restauradores são estruturas duras, os instrumentos utilizados para reduzi-los devem ser suficientemente resistentes para fraturar, cortar ou abrasioná-los². A capacidade de um material de resistir ao desgaste e à abrasão é denominada dureza². Quanto maior a dureza, maior é a resistência ao desgaste do material. Dentes e materiais restauradores são estruturas extremamente duras e, por isso, os instrumentos utilizados para desgastá-los devem ser suficientemente resistentes para possibilitar seu corte, fratura ou abrasão. Para efetuar este trabalho o cirurgião dentista utiliza instrumentos cortantes manuais ou rotatórios¹. Um dos instrumentos mais utilizados para estas finalidades são as pontas diamantadas.

As pontas diamantadas são instrumentos de desgaste rotatórios utilizados rotineiramente na prática clínica, tanto na cavidade oral como também nos laboratórios³. Estes instrumentos são produzidos por diferentes métodos de fixação de grãos de diamantes à sua parte ativa ou cortante³. As pontas diamantadas chamadas convencionais são produzidas por meio da fixação de uma ou mais camadas de grãos de diamante, que pode ser natural ou sintético, fixas a uma haste metálica por meio do método da eletrodeposição⁴. Esta tecnologia de eletrodeposição data dos anos 50 e apresenta algumas limitações, como a heterogeneidade dos grãos de diamante e ligação frágil entre diamante e haste metálica, resultando em pequena vida útil das pontas⁵.

A simples utilização da ponta diamantada conduzirá a diminuição da eficiência de desgaste pois existirá um processo de deslocamento progressivo dos grãos de diamante como consequência do atrito entre parte ativa da ponta diamantada e estrutura dentária³. Após utilização da ponta diamantada, grãos de diamante são perdidos expondo nichos correspondentes aos locais onde estes estavam depositados⁶. Este processo de deslocamento/perda de grãos acarreta a diminuição do poder de desgaste da ponta diamantada e, conseqüentemente, diminuição da sua eficiência⁷.

Podemos definir a eficiência das pontas diamantadas como a capacidade do instrumento

em desgastar o máximo de estrutura dentária no mínimo período de tempo, com menor esforço/pressão e sem causar injúria ao complexo dentinho/pulpar⁸. Conseqüentemente, a vida útil da ponta diamantada pode ser definida pelo tempo e forma de utilização⁷. O uso prolongado provoca não só a perda de grãos de diamante, mas também o desgaste destes grãos, alterando sua forma, com conseqüente diminuição da eficiência de corte da ponta diamantada. A diminuição da eficiência de corte da ponta diamantada reflete na lisura das paredes do preparo⁸.

O uso de pontas diamantadas com perda/redução de grãos de diamante afeta negativamente sua eficiência clínica de desgaste levando a um maior tempo clínico do procedimento⁸. À medida que uma ponta diamantada vai perdendo/reduzindo seus grãos de diamante há uma maior dificuldade no corte da estrutura dental, induzindo o operador a exercer maior pressão para compensar a não eficiência, com conseqüente aumento do calor produzido⁹. O aumento do calor friccional pelo contato da ponta diamantada com o substrato dentário e a vibração contínua sobre o dente, podem ocasionar alterações pulpares reversíveis ou irreversíveis, bem como sensibilidade pós-operatória devido à injúria ao complexo dentinho-pulpar¹⁰. Assim, a eficiência de corte da ponta diamantada é essencial para reduzir a possibilidade de danos ao complexo dentino-pulpar, entretanto, após determinado tempo de uso, elas devem ser descartadas, pois apresentam poder de corte reduzido⁹, devido à perda de grãos de diamante¹⁰.

As pontas diamantadas podem apresentar diferentes padrões de perda e alteração de forma dos grãos de diamantes após certo tempo de uso e número de utilizações⁹. Origens, tipos, processo de fabricação e custos também terão influência na escolha da ponta diamantada a ser utilizada pelo cirurgião dentista¹². O estudo do desgaste das pontas diamantadas é importante para se conhecer a necessidade do descarte do material e número de utilizações possíveis sem perda do poder de corte. Conforme Barata⁶, o principal motivo para substituição das pontas diamantadas verificado em estudantes de odontologia é o aumento da força necessária para o corte da estrutura dentária.

Vários tipos e marcas comerciais de pontas diamantadas estão disponíveis no mercado, o que torna complexa a escolha de um instrumento adequado que permita a realização de procedimentos clínicos de qualidade. E embora de uso rotineiro nos consultórios odontológicos, poucos trabalhos avaliam as pontas diamantadas quanto ao desgaste e sua durabilidade. Tendo isso em vista, este trabalho se propõe a analisar cinco marcas de pontas diamantadas, todas

importadas, de forma qualitativa e quantitativa através de microscopia eletrônica de varredura, as superfícies no baseline (pontas novas), após 5 sequencias de preparo e esterilização conforme norma ISO e após 10 sequencias de preparo e esterilização conforme norma ISO. As amostras serão avaliadas pela técnica de Sonda de energia dispersiva (EDS) para a determinação do método de confecção e a natureza dos diamantes. A hipótese nula foi de que todas as pontas diamantadas mostrariam características semelhantes independente da marca e número de utilizações.

1.2 As primeiras brocas de diamante

Há mais de 100 anos, as brocas têm sido utilizadas para a preparação do dente em odontologia. As primeiras brocas foram fabricadas de aço e de carboneto de tungstênio, mas o principal instrumento dental fixo para Dentística operatória é a ponta de diamante, que foi introduzida no final do século XIX⁸.

Antes da década de 1890, pedras e discos de carboneto de silício foram usadas para cortar o esmalte, porque as brocas de aço carbono eram ineficientes no corte do esmalte⁴. A aceitação das pontas diamantadas pelos profissionais de odontologia se deu de forma rápida, pois os instrumentos utilizados até aquela época, as pontas de carbide de sílica e de pedra, eram ineficientes no corte de esmalte e perdiam sua forma quando utilizadas em tecido mineralizado.

1.3 A broca de diamante atual

A ponta diamantada como conhecemos hoje foi idealizada por W.H. Drendel, em 1932. W.H. Drendel, um industrial alemão que desenvolveu um processo de galvanização de grânulos de diamante em matrizes de aço inoxidável¹². Entre os anos de 1939 e 1946 a distribuição e utilização dessas pontas diamantadas ficou limitada nos Estados unidos e Europa, devido ao seu alto custo⁴. No entanto, o interesse em brocas de diamante foi crescendo por causa da escassez crítica, durante a guerra, de aço, carboneto de silício e outros materiais abrasivos utilizados em instrumentos de corte rotativo

Nos Estados Unidos, passada a segunda guerra mundial, houve um avanço na qualidade de vida da população devido, em grande parte, a melhoria em técnicas e serviços de saúde. A

introdução da alta velocidade (200.000 a 300.000 rpm) e a crescente cooperação entre dentistas, forças armadas dos EUA e fabricantes levou à produção de brocas de diamante que se poderia usar a pressões de corte mais leves, mas com maior eficiência⁴. A introdução e a subsequente produção em massa da peça de mão de contra-ângulo dental de turbina a ar de alta velocidade em 1957 foi o estímulo para a aceitação universal de pontas diamantadas pela profissão⁴.

2 FABRICAÇÃO DE PONTAS DE DIAMANTE

As pontas diamantadas comercializadas atualmente são produzidas por um processo de fabricação no qual os grãos de diamante são fixados sobre a haste metálica por um método convencional (por eletrodeposição) ou pelo método CVD (sigla em inglês para "Chemical Vapour Deposition")⁵.

O método convencional (por eletrodeposição) é um processo semelhante ao processo original de Drendel ⁴, e continua sendo até hoje o método padrão utilizado pela maioria dos fabricantes. Esse método de fixação foi constituído na década de 50 e apresenta algumas limitações tais como a heterogeneidade das partículas e o baixo tempo de vida útil das pontas diamantadas fabricadas por esse método⁵. Somados a estes problemas está a perda de grãos geradas pelas múltiplas esterilizações, que afetam a matriz onde estão inseridos os grãos de diamantes, e com isso diminuem a efetividade de corte⁸. Já o método CVD consiste basicamente em fazer crescer um filme de diamante diretamente sobre a superfície da haste¹³. Esse método possibilita a permanência dos diamantes unidos à haste por mais tempo e uma eficiência de corte prolongada, pois produz uma superfície rugosa e altamente retentiva⁵. O método baseia-se na deposição de um filme de diamante sobre diferentes substratos, inclusive o próprio diamante, sob condições termodinamicamente estáveis, a partir da ativação de uma fase gasosa introduzida em um reator¹².

2.1 Confeção de pontas diamantadas convencionais

As pontas diamantadas podem ter várias formas e dimensões e são constituídas por haste metálica e ponta ativa⁷. Possuem uma ou mais camadas de grãos de diamantes na ponta ativa inseridas a uma haste que, por sua vez, se insere a cabeça da peça de mão¹². A haste é usualmente fabricada a partir de um metal de alta resistência, como aço inoxidável. A extremidade de trabalho ou de corte da haste é usinada para uma forma específica e os grãos de diamante se ligam a ela através de uma matriz⁵. Para ligar os grãos de diamante à estrutura de metal usinado os fabricantes podem usar várias maneiras. O método mais comum é por codeposição eletrolítica de grãos de diamante natural ou sintético, através de uma matriz de metal¹⁴.

2.1.1 Estágios de eletrodeposição

O processo de eletrodeposição geral é realizado em várias etapas. Na primeira fase, a parte da haste da ponta diamantada, em seu estágio bruto, é revestida com material inerte (não condutor) que impede a deposição de metal na área revestida; desta forma, a porção da ponta diamantada a ser inserida na peça de mão é protegida de qualquer eletrodeposição⁴. A haste da ponta diamantada (catodo), de material metálico (geralmente aço inoxidável), é imersa numa solução contendo íons metálicos, juntamente com um eletrodo (anodo) do material metálico que se deseja depositar¹⁴, geralmente em uma solução ácida de cloreto de níquel ou solução de sulfamato de níquel, mantidas sob condições cuidadosamente controladas de pH e temperatura⁴. Submetem-se então ambos (cátodo e ânodo) a uma diferença de potencial de modo que os íons metálicos se depositem na superfície da ponta diamantada (cátodo)¹⁴. A deposição contínua destes íons vagarosamente cria uma camada que, por sua vez, envolve os grãos de diamante fixando-os à ponta diamantada. Isto cria uma superfície abrasiva composta de uma camada de grãos de diamante envolvidos parcialmente por um “ligante” metálico. Tanto o diamante natural como o sintético pode ser empregado na fabricação destas pontas diamantadas¹⁴.

As pontas diamantadas são em seguida transferidas para um segundo banho ou acúmulo de revestimento de níquel onde permanecem até o nível desejado de cobertura de níquel. Idealmente, a matriz de metal eletrodepositada cobre 50% a 60% da dimensão máxima do grão de diamante. As facetas expostas dos grãos fornecem a ação de corte, enquanto a parte do grão envolvida pela matriz garante a firme adesão à haste da ponta diamantada¹⁵. O processo de eletrodeposição varia com o metal depositado e com as condições de operação, são essas as características das pontas diamantadas que podem variar de acordo com o fabricante. O controle de qualidade do processo de galvanoplastia é o mais importante aspecto em geral do processo de fabricação e tem um efeito marcante na eficiência de corte da ponta diamantada. Deposição excessiva de níquel e cobertura dos grânulos de diamante reduzem o número de facetas do diamante expostos e diminuem a eficiência de corte. Em contraste, a deposição de níquel insuficiente ou de má qualidade pode causar perda dos grãos de diamante como resultado da fixação inadequada dentro da matriz¹⁵.

2.2 Métodos alternativos de adesão

Outros métodos de unir os grãos de diamantes ao aço inoxidável usinado são os métodos de brasagem e sinterização. A brasagem, ou soldagem forte, consiste em um processo de união entre materiais metálicos ou cerâmicos por intermédio de um metal de preenchimento fundido. Existe uma técnica de microbrasagem em que a combinação de calor e vácuo faz com que os grãos de diamante fiquem aderidos à matriz metálica, em vez do bloqueio mecânico comum de galvanoplastia. Outra técnica é o processo de sinterização para anexar uma mistura de grãos de diamante e pó de metal da matriz (geralmente várias ligas de ouro ou cobre) ao aço inoxidável usinado. A mistura é realizada a quente ou a frio, pressionada sobre o aço inoxidável, que é seguido por aquecimento para derreter e fundir-se a massa junto ao aço inoxidável¹⁵.

Fabricantes de pontas diamantadas convencionais afirmam que as várias camadas de partículas de diamante produzem pontas diamantadas de melhor qualidade, mais eficientes e de maior tempo de vida útil. Segundo os fabricantes a razão para isso é que, como os grãos de diamante são desgastados ou removidos da matriz superficial, os grãos de diamante das camadas mais profunda são expostos para o processo de corte.

2.3 Método cvd e modificações

O diamante sintético é um dos materiais mais tecnologicamente avançados disponíveis nos dias de hoje. Ele tem uma combinação única de excelentes propriedades químicas e físicas, tornando-o um material ideal para diversas aplicações¹⁶. O uso desses revestimentos de diamante oferece uma melhoria na tecnologia de confecção das pontas diamantadas. A síntese destas películas de diamante é obtida através de dois métodos básicos: a deposição química a partir da fase vapor CVD do inglês "chemical vapor deposition" e o crescimento a alta-pressão/alta-temperatura (HPHT, do inglês "high-pressure/high-temperature"), sendo o HPHT o que mais se assemelha ao processo de formação do diamante natural¹⁷.

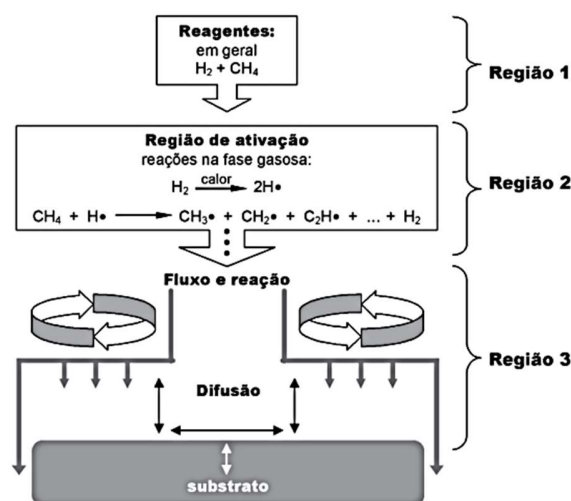
Nas pontas diamantadas obtidas com a tecnologia CVD o diamante artificial é depositado quimicamente direto sobre a haste metálica, já com o formato final da ponta. A superfície do filme de diamante CVD tem suas arestas completamente coalescentes, isto é, sem

espaços entre os grãos, enquanto que, no processo convencional por eletrodeposição o diamante é soldado por processo galvânico, existindo uma área relativamente grande entre os grãos¹. Hoje em dia, devido aos avanços conseguidos na técnica CVD, películas de diamante policristalino de alta qualidade conseguem ser depositadas sobre o instrumento, e exibem uma melhor adesão, biocompatibilidade e maior tempo de vida útil⁵.

A obtenção de diamantes pelo método CVD é feita através da deposição de um filme de diamante sobre diferentes tipos de substratos, que pode ser o próprio diamante, sob condições muito estáveis termodinamicamente, a partir da ativação de uma fase gasosa introduzida em um reator¹⁷.

Em geral o diamante natural tem grãos de formato octaédrico, já o diamante obtido pelo método CVD apresenta dois planos preferenciais de crescimento de grãos, em formato cúbico e em formato octaédrico¹⁷. Enquanto o diamante HPHT apresenta grãos com arestas não definidas. É importante salientar que propriedades como condutividade térmica e resistência elétrica do diamante não variam com a orientação dos grãos¹⁷.

Figura 1 - Esquema geral do processo de deposição de filmes de diamante, a partir de uma fase gasosa, pelo método CVD



Fonte: Barros, Ribeiro, An-Sumodjo, Juliãoe, Serrano¹⁷

Na figura acima, na etapa representada pela região 1, os gases são injetados no reator, logo em seguida, passam pela região 2 de ativação, onde são formados, de início, hidrogênio atômico e, em seguida, o radical metila, que é considerado o principal precursor do crescimento de diamante CVD. As principais espécies reativas envolvidas no crescimento de diamante são

o hidrogênio atômico e o radical metila. Passando à região 3, por difusão o hidrogênio atômico e o radical metila chegam ao substrato. O substrato é colocado a uma distância previamente definida da região de ativação, desta forma terá início o processo de nucleação, com posterior coalescência e crescimento dos grãos do filme de diamante¹⁷.

Existem variações na construção dos reatores, mas não na base do processo de deposição. Das variantes de reatores pode-se citar, por exemplo, os com ativação por filamento quente de tungstênio (térmica), por plasma de microondas, por plasma de rádio-frequência, por chama de oxi-acetileno, dentre outros. Os filmes crescidos por este método podem conter uma certa quantidade de impurezas provenientes de gases não totalmente eliminados do reator ou dos materiais usados no reator (filamento, porta-substrato, tubo de quartzo)¹⁷.

As informações sobre os parâmetros de crescimento não se encontram disponíveis para possíveis compradores, é importante ressaltar, e muitas vezes os resultados experimentais obtidos em determinado laboratório não são reproduzidos em outro. Isto pode ser explicado devido a eventuais diferenças nos parâmetros experimentais utilizados durante o processo de crescimento dos filmes. Os fabricantes mantem segredos industriais destes dados e também os dados de caracterização, o que acaba por impedir o estabelecimento de correlação entre os resultados experimentais obtidos e os parâmetros de crescimento empregados¹⁷.

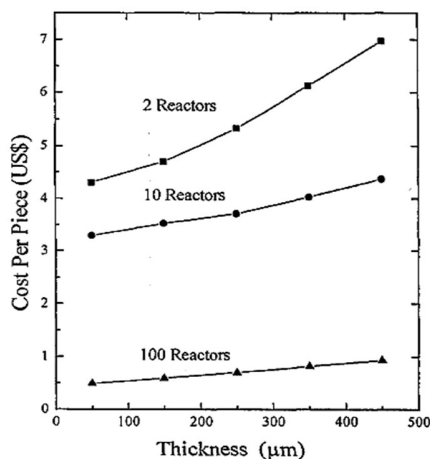
2.4 Estudos comparativos dos métodos de confecção das pontas diamantadas

Um estudo realizado por Trava-Airoidi, Corat, Del Bosco, Leite¹⁸, compararam uma ponta diamantada convencional com uma ponta produzida pelos autores, através de uma nova técnica de CVD modificada, a High Temperature Chemical Vapor Deposit (HTCVD). Nesse estudo, algumas características como o tempo de vida, velocidade de corte e o coeficiente de abrasão são comparados. Nesse mesmo trabalho, os autores realizam uma abordagem específica que foi apresentada pela primeira vez na literatura. Foi realizado um cálculo dos custos da utilização do método HTCVD para a fabricação de pontas odontológicas em grande escala no Brasil.

O custo de cada ponta diamantada gira em função da espessura do filme na ponta da broca e do número de reatores trabalhando ao mesmo tempo. Podemos observar que as curvas têm inclinações diferentes. Por exemplo, a curva que demonstra a utilização de dois reatores, tem uma inclinação mais acentuada do que a curva de 10 reatores, e a curva de 10 reatores tem

um declive mais acentuado do que a curva de 100 reatores. Estes resultados mostram que o custo por unidade diminui mais quando se tem o aumento da espessura do filme de diamante¹⁸.

Figura 2 - O custo de cada peça em função da espessura da película de diamante



Fonte: Trava-Airoldi, Corat, Del Bosco, Leite¹⁸

Grajower et al.¹⁹ avaliou, através de Microscopia eletrônica de Varredura, 4 tipos de pontas diamantadas (duas com grãos de diamantes naturais e duas com de diamantes artificiais), após o desgaste dentário. Como resultado, concluiu que a taxa de perda dos grãos diminui quando a quantidade de diamantes que recobre a superfície é maior. Também se concluiu que com uma maior quantidade de grãos de diamantes resulta em um maior acumulo de debrís na superfície da ponta diamantada.

Siegel and von Fraunhofer²⁰ avaliaram pontas diamantadas de granulação média e grossa após realizar preparos em vidro cerâmico. Como resultado, concluiu-se que o acumulo de debrís pode ser mais prejudicial à eficiência do instrumento que o arrancamento de grãos da superfície²⁰.

2.5 Espectroscopia de raios x por dispersão em energia na análise de pontas diamantadas

2.5.1 Microscópio eletrônico de varredura (MEV)

O microscópio eletrônico de varredura é um equipamento eletrônico capaz de produzir imagens de alta ampliação e resolução. As imagens adquiridas por ele são de caráter virtual, pois o que é visualizado no monitor do aparelho é a conversão em imagem da energia emitida pelos elétrons, ao contrário da radiação de luz a qual percebemos pela visão²¹. O MEV funciona

emitindo um feixe de elétrons de pequeno diâmetro por um filamento de tungstênio (W) (eletrodo negativo), mediante a aplicação de uma diferença de potencial que pode variar de 1 a 50 kV.²¹ Essa variação de voltagem provoca o aquecimento do filamento e permite a variação da aceleração dos elétrons. A parte positiva em relação ao filamento do microscópio (eletrodo positivo) atrai os elétrons gerados, resultando numa aceleração em direção ao eletrodo positivo. As lentes condensadoras fazem a correção do percurso dos feixes que são alinhados em direção à abertura da objetiva. A incidência do feixe de elétrons na amostra promove a emissão de elétrons secundários, retroespalhados, auger e absorvidos, assim como de raios X característicos e de catodoluminescência. A imagem eletrônica de varredura representa o mapeamento e a contagem de elétrons secundários (SE - secondary electrons) e retroespalhados (BSE - backscattering electrons) emitidos pelo material analisado.²²

2.5.2 EDS (Energy Dispersive System)

Ao MEV pode ser acoplado o sistema EDS (Energy Dispersive System), o qual possibilita a determinação da composição qualitativa e quantitativa das amostras, a partir da emissão de raios X característicos²¹. A análise consiste no bombardeamento da amostra por um feixe de elétrons e da medição de raios-X característicos emitidos de uma região microscópica dessa amostra. Ao incidir esse feixe de elétrons sobre uma amostra, os elétrons mais externos dos átomos e os íons constituintes mudam de níveis energéticos ao serem excitados liberando a energia adquirida ao retornarem para sua posição inicial. Energia a qual é emitida em comprimento de onda no espectro de raios-x e um detector instalado na câmara de vácuo do MEV mede a energia associada a esse elétron.²² É um acessório essencial no estudo de caracterização microscópica de materiais e pode ser usada para a caracterização química de uma determinada amostra ou a análise elementar da sua constituição química.

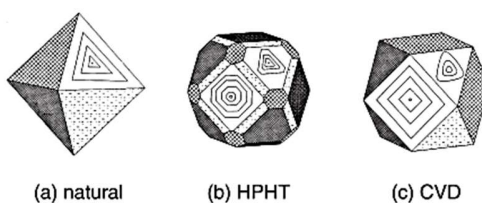
A caracterização é devida ao princípio fundamental que cada elemento tem uma estrutura atômica única, de modo que os raios X emitidos são característicos desta estrutura, que identificam o elemento.²¹ Como os elétrons de um determinado átomo possuem energias distintas, é possível, no ponto de incidência do feixe, determinar quais os elementos químicos estão presentes naquele local e assim identificar em instantes que material está sendo observado. O diâmetro reduzido do feixe permite a determinação da composição mineral em amostras de tamanhos muito reduzidos (< 5 µm), permitindo uma análise quase que pontual.²²

2.6 Tipos de grãos: sintéticos e naturais

Os grãos de diamantes utilizadas na confecção de pontas diamantadas variam entre os fabricantes, e os parâmetros mais importante incluem o tipo de grãos de diamante (natural versus sintético), o tamanho e forma do grãos, bem como a característica individual de cada grãos. No entanto, a influência desses parâmetros sobre a eficiência de corte de pontas diamantadas ainda não é totalmente compreendida. Sabe-se que os grãos de diamantes naturais são mais irregulares na sua forma quando comparados aos sintéticos, e tem sido sugerido que esta irregularidade torna mais fácil a adesão das partículas na matriz de níquel.

Devido a diferenças nas dimensões das partículas de diamantes utilizadas pelos fabricantes, a rugosidade pode ter uma variação bastante acentuada mesmo entre as brocas com mesma especificação de diferentes empresas. A granulação das pontas é determinada através dos tamanhos dos grânulos depositados na matriz, os grânulos são selecionados através de uma peneira com a malha específica para cada tamanho de grãos.

Figura 3 - Morfologia de crescimento de grãos de diamantes obtidos por diferentes métodos: (a)Diamante Natural; (b)Alta pressão/Alta temperatura (HPHT); (c)Deposição química a partir da fase vapor (CVD)



Fonte: Barros, Ribeiro, An-Sumodjo, Juliãoe, Serrano¹⁷

Normalmente um diamante com grãos médios contém grânulos de 90 μm a 120 μm , o que equivale a um tamanho de peneira Mesh de malha de 120 μm a 140 μm . Uma ponta diamantada grossa é fabricada com grãos peneirados com uma malha de 80 μm a 100 μm e contém grãos que variam de 150 μm a 160 μm . O controle de qualidade dos fabricantes determina a gama das dimensões dos grãos dentro da dimensão das malhas utilizadas para cada

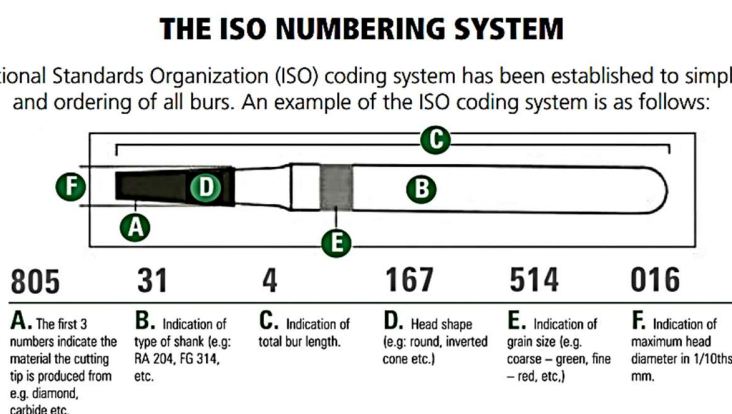
categoria de ponta (superfina, fina, média, grossa), Inevitavelmente o tamanho dos grãos varia entre as brocas de diferentes fabricantes e dentro de lotes do mesmo fabricante²⁰.

2.7 Padronização iso

A International Organization for Standardization (ISO), a American National Standards Institute (ANSI) e a American Dentistry Association (ADA) elaboram normas para proporcionar uniformidade na brocas dentárias. No entanto, os dentistas são confrontados com uma enorme variedade de tamanhos e formas de pontas diamantadas, com pouca padronização na nomenclatura entre os fabricantes.

A International Standards Organization (ISO) indica a existência de duas Normas relacionadas com instrumentos odontológicos rotatórios. A Norma 1797 refere-se ao diâmetro das hastes; e a Norma 2157 refere-se ao diâmetro da ponta ativa. A Figura 4 mostra o sistema de numeração proposto pela ISO. Podemos notar que o instrumento é dividido em 6 letras, que vão "A" até "F". Cada letra recebe uma numeração, que pode variar de diâmetros. A letra "A" indica o material de corte (f.g, diamante, carbide, etc.); a letra "B" indica o tipo de haste; a letra "C" indica o tamanho total do instrumento rotatório; a letra "D" indica o formato da cabeça da ponta (cilíndrica, cônica, etc.); a letra "E" indica a granulação do instrumento e a "F" indica o diâmetro máximo da cabeça da ponta.

Figura 4 - Padrões de fabricação de pontas diamantadas propostas pela ADA




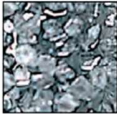
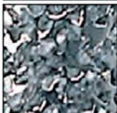
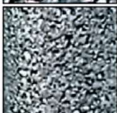


Fonte: Johnson promident Numbering Systems²⁷

Ainda sobre a eficiência de corte das pontas diamantadas. A questão da eficácia do corte ressurgiu com a introdução do instrumento de uso único no paciente, ou, instrumentos rotatórios

de diamante descartáveis em meados dos anos 1980. A eficácia destes instrumentos é importante para a profissão, mas há poucos relatos em seu desempenho.

Figura 5 - Padrões de granulação de pontas diamantadas

Codificação de cor internacional para instrumentos de diamante

	■ SC	Supergrueso	Anillo negro	Para un fresado muy rápido y eliminación de obturaciones antiguas.
	181 µm	Supergrossa	anello nero	Per l'asportazione molto veloce e la rimozione di vecchie otturazioni.
	ISO 544	Supergrosso	Anel preto	Para remoção e corte muito rápidos de restaurações antigas.
	■ C	Grueso	Anillo verde	Para fresado y prepulido rápidos.
	151 µm	Grossa	anello verde	Per l'asportazione veloce e il premolaggio.
	ISO 534	Grosso	Anel verde	Para remoção rápida e desgaste prévio.
	M	Estándar	Sin anillo/anillo azul	Para el tallado universal de sustancia dental.
	107 - 126 µm	Standard	senza anello/anello blu	Per il molaggio universale della sostanza dentale.
	ISO 524	Médio	Sem anel / anel azul	Para desgaste universal de substancia dentária.
	■ F	Fino	Anillo rojo	Para el pulido fino de superficies dentales preparadas.
	40 µm	Fine	anello rosso	Per il molaggio fino di superfici dentali già preparate.
	ISO 514	Fino	Anel vermelho	Para acabamento fino de superfícies de dentes previamente preparadas.
	■ SF	Superfino	Anillo amarillo	Para el acabado de obturaciones de composite y márgenes de obturaciones.
	20 µm	Superfine	anello giallo	Per la finitura di otturazioni di composito e bordi di otturazioni.
	ISO 504	Superfino	Anel amarelo	Para acabamento de restaurações a compósito e margens de restaurações.
	□ UF	Ultrafino	Anillo blanco	Para el alisado de composites.
	15 µm	Ultrafine	anello bianco	Per la lisciatura di compositi.
	ISO 494	Ultrafino	Anel branco	Para alisamento de compósitos.

Fonte: Nti. Catalogo de instrumentos rotatórios-clínica⁴³

2.8 Esterilização

Um atendimento odontológico seguro para paciente e profissional pressupõe a adoção de procedimentos de esterilização e desinfecção, porém, tais procedimentos podem ocasionar em alterações no desempenho das pontas diamantadas, ao que tudo indica reduzindo a sua vida útil.¹⁴ As pontas contêm uma arquitetura complexa que dificultam a limpeza prévia e a subsequente esterilização⁸. Durante o uso de uma ponta diamantada, fragmentos de tecidos dentais, materiais restauradores, saliva, sangue e microorganismos tendam a se compactarem entre os grãos de diamante devido à pressão, ao calor e também à própria característica rugosa da superfície cortante desses instrumentos.¹⁴

O guideline proposto pela ADA²³ sobre as recomendações para o controle de infecções em consultórios e laboratórios odontológicos define a esterilização como sendo o processo

capaz de eliminar todo e qualquer microorganismo dos instrumentos utilizados. Os principais métodos de esterilização são através de estufa (calor seco), autoclave (vapor de água sob pressão), vapor químico e gás óxido de etileno. Em consultórios a esterilização, tradicionalmente, é realizada por meio de autoclave ou estufa. O processo de esterilização através de autoclave é o que oferece maior segurança e economia¹⁴.

Bianchi et al¹⁴ demonstrou em seu estudo que pontas diamantadas submetidas a diferentes processos e ciclos de esterilização apresentam diferenças significativas na capacidade de desgaste e redução. Pontas diamantadas submetidas ao processo de esterilização em estufa apresentaram sempre o melhor desempenho. Neste mesmo estudo, pontas diamantadas que foram submetidas à esterilização em autoclave ou ao processo de esterilização química sofreram corrosão. A corrosão ocasionou perda de grãos de diamante, acarretando em queda no desempenho de desgaste e elevação da força tangencial de desgaste.

Ainda segundo Oliveira et al⁷, a presença de saliva, produtos sanguíneos, de microorganismos, fragmentos de tecidos dentários e/ou materiais restauradores, afeta a eficiência de desgaste das pontas diamantadas, como também aumenta o risco de infecção cruzada. Assim sendo, a adequada esterilização é fundamental para a eficiência das pontas diamantadas, além é claro de atender as normas de controle de infecção. É importante ressaltar que o processo de esterilização por autoclave é o método preconizado pelo Ministério da Saúde na Odontologia²⁸. Isto decorre do fato de que este processo de esterilização promove maior segurança e eficiência quanto ao controle de infecção.

2.9 O uso das pontas diamantadas relacionado ao tecido pulpar

O uso de pontas diamantadas com perda/deslocamento de grãos de diamante afeta negativamente sua eficiência clínica de desgaste^{7,8}. Conduzirá também ao aumento do calor friccional e vibração contínua sobre o substrato dentário, podendo ocasionar alterações pulpares reversíveis ou irreversíveis, bem como sensibilidade pós-operatória devido à injúria ao complexo dentinopulpar^{8,23}.

Pereira et al²³, alertam que o preparo cavitário deve ser realizado com instrumentos novos, sob refrigeração abundante, como também com menor pressão e de forma intermitente.

Outro estudo realizado por Bergenholtz e Nyman²⁴, demonstrou que 8 a 12 anos após a colocação de coroa, 15% de um total de 255 dentes vitais no baseline encontravam-se sem vitalidade. No grupo controle, dentes vitais não preparados, os resultados dos testes de vitalidade apresentaram-se negativos em apenas 2,5% dos casos, para o mesmo período de acompanhamento. A literatura indica que são possíveis causas da perda de vitalidade após o preparo de dentes vitais para colocação de coroas: a exposição pulpar, a quantidade de dentina remanescente após o preparo, o desgaste excessivo da dentina e os danos causados aos tecidos pulpares pelo calor friccional da ponta diamantada.^{10,16,23,24} Os fatores que influenciam no aumento do calor friccional incluem o tamanho e o tipo do instrumento rotatório, a refrigeração inadequada, o contato da ponta diamantada com o tecido, o torque, a abrasividade da ponta e a quantidade de tecido removido²⁴. Esses fatores devem ser rotineiramente observados e controlados pelo cirurgião dentista, afim de eliminar os efeitos deletérios da geração de calor.¹⁰ Pontas diamantadas utilizadas repetidamente perdem seu poder de corte⁷ e para obter o corte dos tecidos o cirurgião dentista aumenta a pressão de uso da ponta do calor aumentado em relação ao habitual em pontas novas⁸.

O spray refrigerador de ar-água é essencial para procedimentos realizados com a alta rotação¹⁰, independentemente da pressão aplicada ou tipo de broca associada a caneta, pois o calor friccional excessivo gerado pelas pontas diamantadas sobre o tecido dental poderá degradar a porção fundamental da matriz extracelular da polpa, comprometendo suas funções e, conseqüentemente, ocasionar a morte pulpar¹⁰. Uma adequada refrigeração previne uma desidratação excessiva e aumenta a eficiência de corte das pontas e brocas²⁴, portanto deve-se atentar para seu fluxo e seu correto direcionamento. Von Fraunhofer e Siegel⁶, demonstram que há um aumento de 215% na taxa de corte quando o fluxo de água é aumentado de 15ml/min para 44ml/min. Para uma perspectiva clínica, usar água na temperatura ambiente com um fluxo de 40ml/min é capaz de evitar o aumento da temperatura interna na câmara pulpar. Os autores sugerem que o clínico utilize um fluxo de água entre 25ml/min a 50ml/min.

3 CRITÉRIOS DE USO E DESCARTE DE PONTAS DIAMANTADAS

Alguns estudos avaliaram a diminuição da eficiência do desgaste das pontas diamantadas devido à perda dos grãos de diamante^{26,6}. Consecutivos preparos, repetidas esterilizações e acúmulo de detritos na ponta ativa estão entre os fatores capazes de alterar a eficiência das pontas diamantadas^{6,8}. A marca comercial, o tipo de refrigeração da peça de mão, o substrato a ser desgastado, a granulação e a densidade dos grãos de diamantes da ponta ativa também terão influência no desgaste do instrumento⁸.

O desgaste da ponta diamantada deve ser associado, durante a prática clínica do cirurgião-dentista, com o possível comprometimento de sua eficiência. A vida útil destes instrumentos pode variar, segundo autores, devido a fatores diversos que estão relacionados tanto a fabricação do instrumento quanto ao substrato a ser desgastado^{8,9}. Em relação ao desgaste dos substratos por pontas diamantadas, a literatura aponta melhor eficiência de desgaste em dentina do que em esmalte, possivelmente devido à maior dureza deste último. Um estudo de Ciccone⁸ utilizando diferentes marcas de pontas diamantadas, concluiu que os desgastes realizados em porção cervical de dentes bovinos foram maiores que os realizados em porção incisal, evidenciando a maior dificuldade do desgaste em tecidos mais duros (maior quantidade de esmalte).

Quanto à frequência de uso das pontas diamantadas, a literatura demonstra que o uso em excesso e sem substituição, promove maior desgaste e perda de eficiência clínica do instrumento²⁶. Pontas novas apresentam grãos de diamantes com ângulos vivos em toda a superfície³. Já em pontas desgastadas, os grãos de diamantes são deslocados e nichos correspondentes aos locais onde os grãos de diamantes estavam depositados são expostos tornando aparente a base do instrumento⁶. A perda da eficiência de desgaste ou corte do instrumento pode induzir o operador a exercer maior pressão de corte na tentativa de compensar a ineficiência da ponta, podendo provocar injúrias ao complexo dentino-pulpar²⁶.

Um estudo de Cavalcanti AN et al²⁹, verificou a opinião de cirurgiões-dentistas a respeito das causas de desgaste e dos critérios utilizados por estes para o descarte de pontas diamantadas. Os resultados obtidos neste estudo mostraram que a maior parte dos participantes considera que amálgama e esmalte são as estruturas que mais determinam o desgaste das pontas diamantadas (60% e 29%, respectivamente). Além disso, a maioria indicou que os processos de esterilização aceleram o desgaste (78%). Mostrou ainda que as principais razões para o descarte

entre os participantes do estudo foram escurecimento (79%), aumento do tempo e força necessária para desgaste das estruturas (79%), diminuição da quantidade de grãos de diamantes da ponta ativa (78%) quebra da ponta ativa (73%) e presença de resíduo entre os grãos de diamante (49%). O estudo conclui que existe uma necessidade de maior conhecimento em relação aos processos de esterilização e quantidade de utilizações das pontas diamantadas devido a sua predominância na prática clínica.

Outro estudo, de Oliveira, Uchoa-Junior, Freitas, Torres, Barata³⁰, acadêmicos do curso de Odontologia responderam à um questionário em relação ao estado de conservação das pontas diamantadas em utilização nas atividades clínicas. Os acadêmicos consideraram adequado o estado de conservação de suas pontas diamantadas em 83,7% no 6º período, 82,6% no 8º período e 89,2% no 10º período. Na análise geral dos questionários 84,9% dos acadêmicos consideraram adequado o estado de conservação de suas pontas diamantadas.

Neste mesmo estudo³⁰, a conduta dos acadêmicos quanto à substituição das suas pontas diamantadas verificou-se que 88,1% afirmaram já terem realizado a substituição. Em se tratando do estado de conservação das pontas diamantadas verificou-se que de forma semelhante ao obtido por Soares et al.³¹ a maioria dos acadêmicos também consideraram adequado o estado de conservação de seus instrumentos cortantes. Todavia, ao se analisar por meio de microscopia eletrônica de varredura as pontas diamantadas dos acadêmicos em uso clínico, Soares et al.³¹ constataram que 83% encontravam-se inadequadas para o uso clínico. A partir deste resultado pode-se conjecturar que a cuidadosa inspeção visual, associada à percepção do operador quanto à alteração da capacidade de desgaste das pontas diamantadas em uso são fundamentais para análise do real estado de conservação.

O principal motivo reportado para a substituição das pontas diamantadas entre os acadêmicos participantes deste estudo³⁰ foi o aumento da força necessária para o desgaste da estrutura dentária, seguido do escurecimento/corrosão da ponta ativa. Cavalcanti et al.²⁹ constataram que entre os cirurgiões-dentistas os principais motivos para a substituição das pontas diamantadas é similar quanto ao aumento da força e do tempo necessária para o desgaste das estruturas, bem como o escurecimento e corrosão da ponta ativa.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi analisar o padrão de desgaste de pontas diamantadas comerciais e comparar esse desgaste em cinco marcas de pontas diamantadas, utilizando microscopia eletrônica de varredura (MEV).

4.2 Objetivos específicos

1. Padrão de desgaste de pontas diamantadas antes do uso, após 5 usos e após 10 usos
2. Número de grãos de diamante em pontas diamantadas antes do uso, após 5 usos e após 10 usos
3. Composição das pontas diamantadas
4. Tamanho e morfologia dos grãos de diamantes das pontas diamantadas
5. Ciclos de esterelizações

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Pontas diamantadas analisadas

Foram comparadas cinco marcas de pontas diamantadas, Marcas Mani (Mani; inc, Kiyohara Industrial Park, Utsunomiya, Tochigi, Japan), Intensiv (Intensiv AS, Montagnola, Suíça), Jota (JOTA AG Rotary Instruments, Rüthi, Suíça), NTI (NTI-Kahla GmbH Rotary Dental Instruments, Kahla, Alemanha) e Komet (Komet Medical, Gebr. Brasseler GmbH & Co KG , Lemgo, Alemanha). A ponta diamantada de controle será da marca Komet (Komet Medical, Gebr. Brasseler GmbH & Co KG , Lemgo, Alemanha). O total de pontas avaliadas foi de 15, sendo que cada grupo foi constituído de três corpos de prova.

A tabela 1 transcreve as descrições que as fabricantes fazem de seus produtos em seus sites. As imagens que constam na tabela foram, também, retiradas de material web das empresas.

Tabela 1 - Descrição das pontas a serem utilizadas em acordo com seus fabricantes

MARCA	DESCRIÇÃO DAS PONTAS DIAMANTADAS	DIMENSÃO-GRANULAÇÃO-ISO																																																																																																		
KOMET	<p>A Komet-Brasseler utiliza somente diamantes naturais para fabricar seus instrumentos, garantindo maior aderência na haste e maior agressividade de desgaste -sua durabilidade é 5 vezes maior que os instrumentos convencionais encontrados no mercado, portanto são mais econômicas-possuem maior poder de corte.</p> <p>Os diamantes são distribuídos regularmente na haste e a profundidade dos diamantes são controlados (Z/B), garantido que os mesmos não se desprendam facilmente da haste</p> <p>As brocas possuem 3 camadas de ligações galvânicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -camada anti-vibração: evita que os diamantes encostem na haste -camada de ligação: para fixar os diamantes na haste -capa-dura: para evitar que os diamantes se soltem facilmente <p>Possuem hastes concêntricas, não vibram e o calor gerado durante o uso é mínimo, protegendo a polpa e evitando as dores pós-operatórias.</p> <p>Sua haste entra com facilidade e precisão na turbina</p> <p>Excelente relação Custo/Benefício (maior vida útil)</p>	<p>835</p> <p>Tamanho - Tamanho \varnothing /₁₀ mm</p> <p>L mm</p> <table border="1"> <tr> <td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>007</td><td>008</td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td> </tr> <tr> <td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td> </tr> </table>	5	5	5	5	5	5	5	007	008	009	010	012	014	016	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0																																																																													
5	5	5	5	5	5	5																																																																																														
007	008	009	010	012	014	016																																																																																														
3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0																																																																																														
Mani	<p>Este produto é utilizado ligando-se à peça de mão dental e desgastando-se materiais duros e tecidos, etc .. É uma ponta diamantada com haste de aço inoxidável.</p> <p>Materiais principais</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Base de metal: aço inoxidável (incluindo níquel e cromo) 2) Parte de trabalho: finos cristais de diamante fixados ao metal Base (incluindo níquel e cromo) 3) Haste: aço inoxidável (incluindo níquel e cromo) <p>Este produto tem uma peça de trabalho de aço inoxidável que é revestida com Cristal de diamante. É definido como os instrumentos de moagem rotativos para Tecidos como dentes e ossos. É usado conectando à peça de mão dental. Ele também pode ser usado para moer metal, plástico, porcelana e outros Materiais.</p>	<p>TC Series</p> <p>ISO 111/012 SF-11</p> <p>ISO 111/014 SF-12</p> <p>ISO 111/016 SF-13</p> <p>ISO 110/014 SF-21</p>																																																																																																		
Intensiv	<p>Descrição do Produto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aço inoxidável com revestimento de diamante • Grãos de diamante tamanhos: 8um - 150 um • Formas: bola, cone invertido, pêra, cilindro, chama, afilado, torpedo, roda, lenticular, formas especiais • Disponível como aperto de fricção (FG) ou ângulo direito (RA) • Compatível com turbinas, contra-ângulos • Esterilizável e reutilizável <p>Indicações</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparativos para restaurações e próteses em odontologia • tratamentos periodontais • Ortodontia 	<p>835</p> <p>ISO a 110 mm L mm</p> <table border="1"> <tr> <td>007</td><td>008</td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>015</td><td>016</td><td>017</td><td>018</td><td>021</td><td>022</td><td>023</td> </tr> <tr> <td>4.0</td><td>3.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td> </tr> </table> <p>FG Miniature</p> <table border="1"> <tr> <td>314 109 524</td><td>612</td><td>2115</td><td>212</td><td>211</td><td>214</td><td>204</td><td>244</td><td>244A</td><td>244B</td><td>304</td><td>304CB</td> </tr> <tr> <td>314 109 544</td><td>212C</td><td>211C</td><td>214C</td><td>204C</td><td>204CB</td><td>244C</td><td>244AC</td><td>244CC</td><td>304AC</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>314 109 514</td><td>212GB</td><td>211GB</td><td>214GB</td><td>204GB</td><td>204GB</td><td>244C</td><td>244AC</td><td>244CC</td><td>304AC</td><td></td><td></td> </tr> </table> <p>FG Miniature</p> <table border="1"> <tr> <td>313 109 524</td><td>M212</td><td>M214</td><td>M204</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>313 109 534</td><td>M212C</td><td>M214C</td><td>M204C</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>313 109 514</td><td>M212GB</td><td>M214GB</td><td>M204GB</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table> <p>Red = alto in RA</p>	007	008	009	010	012	014	015	016	017	018	021	022	023	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	314 109 524	612	2115	212	211	214	204	244	244A	244B	304	304CB	314 109 544	212C	211C	214C	204C	204CB	244C	244AC	244CC	304AC			314 109 514	212GB	211GB	214GB	204GB	204GB	244C	244AC	244CC	304AC			313 109 524	M212	M214	M204									313 109 534	M212C	M214C	M204C									313 109 514	M212GB	M214GB	M204GB								
007	008	009	010	012	014	015	016	017	018	021	022	023																																																																																								
4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0																																																																																								
314 109 524	612	2115	212	211	214	204	244	244A	244B	304	304CB																																																																																									
314 109 544	212C	211C	214C	204C	204CB	244C	244AC	244CC	304AC																																																																																											
314 109 514	212GB	211GB	214GB	204GB	204GB	244C	244AC	244CC	304AC																																																																																											
313 109 524	M212	M214	M204																																																																																																	
313 109 534	M212C	M214C	M204C																																																																																																	
313 109 514	M212GB	M214GB	M204GB																																																																																																	
Jota	<p>Jota usa diamantes naturais e matérias-primas da mais alta qualidade. Só desta forma é garante a máxima durabilidade e equilíbrio desempenho, pela remoção cuidadosa de dentales.De tecido duro desta forma, e graças a know-how de fabricação de mais de 100 anos, produtos de alta qualidade são obtidos.</p>	<p>835</p> <p>Zylinder, Seite und Seite schneidend Cylinder, side and side cutting</p> <table border="1"> <tr> <th>Fig.</th><th>Shank</th><th>ISO</th><th>L</th><th>a</th><th>Ø</th></tr> <tr> <td>835</td><td>FG</td><td>806 314 107 524</td><td>007</td><td>008</td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td><td>018</td></tr> <tr> <td>835B</td><td>FG</td><td>806 314 107 534</td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td><td>018</td><td>021</td><td>023</td></tr> <tr> <td>835L</td><td>FG</td><td>806 314 107 514</td><td>007</td><td>008</td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td><td>018</td></tr> <tr> <td>835</td><td>RA</td><td>806 314 107 524</td><td>008</td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td><td>018</td><td></td></tr> </table>	Fig.	Shank	ISO	L	a	Ø	835	FG	806 314 107 524	007	008	009	010	012	014	016	018	835B	FG	806 314 107 534	009	010	012	014	016	018	021	023	835L	FG	806 314 107 514	007	008	009	010	012	014	016	018	835	RA	806 314 107 524	008	009	010	012	014	016	018																																																	
Fig.	Shank	ISO	L	a	Ø																																																																																															
835	FG	806 314 107 524	007	008	009	010	012	014	016	018																																																																																										
835B	FG	806 314 107 534	009	010	012	014	016	018	021	023																																																																																										
835L	FG	806 314 107 514	007	008	009	010	012	014	016	018																																																																																										
835	RA	806 314 107 524	008	009	010	012	014	016	018																																																																																											
NTI	<p>A NTI-Kahlia é uma empresa alemã especializada na produção de instrumentos odontológicos rotativos.</p>	<p>835 (107)</p> <p>Zylinder Flat End Cylinder Cylindre à bout plat</p> <p>Größe/Size/aille: a // 10 mm</p> <table border="1"> <tr> <td>007</td><td>008</td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td><td>018</td> </tr> <tr> <td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td> </tr> </table> <p>Länge - Length in mm - longueur</p> <p>Shank</p> <table border="1"> <tr> <td>FGM</td><td>806 313 107 524</td><td>835-... M- FGM</td><td>008</td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td> </tr> <tr> <td>FGM</td><td>806 314 107 534</td><td>835-... C- FGM</td><td>010</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>FG</td><td>806 314 107 524</td><td>835-... M- FG</td><td>007</td><td>008</td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td><td>018</td> </tr> <tr> <td>FG</td><td>806 314 107 544</td><td>835-... SC-FG</td><td></td><td></td><td></td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td><td></td> </tr> <tr> <td>FG</td><td>806 314 107 534</td><td>835-... C- FG</td><td></td><td></td><td>009</td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td><td>018</td> </tr> <tr> <td>FG</td><td>806 314 107 514</td><td>835-... F- FG</td><td></td><td></td><td></td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>FG</td><td>806 314 107 504</td><td>835-... SF-FG</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>012</td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>RA</td><td>806 204 107 524</td><td>835-... M- RA</td><td></td><td></td><td></td><td>010</td><td>012</td><td>014</td><td>016</td><td></td> </tr> </table>	007	008	009	010	012	014	016	018	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	FGM	806 313 107 524	835-... M- FGM	008	009	010	012	014	FGM	806 314 107 534	835-... C- FGM	010					FG	806 314 107 524	835-... M- FG	007	008	009	010	012	014	016	018	FG	806 314 107 544	835-... SC-FG				010	012	014	016		FG	806 314 107 534	835-... C- FG			009	010	012	014	016	018	FG	806 314 107 514	835-... F- FG				010	012	014			FG	806 314 107 504	835-... SF-FG					012				RA	806 204 107 524	835-... M- RA				010	012	014	016	
007	008	009	010	012	014	016	018																																																																																													
3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0																																																																																													
FGM	806 313 107 524	835-... M- FGM	008	009	010	012	014																																																																																													
FGM	806 314 107 534	835-... C- FGM	010																																																																																																	
FG	806 314 107 524	835-... M- FG	007	008	009	010	012	014	016	018																																																																																										
FG	806 314 107 544	835-... SC-FG				010	012	014	016																																																																																											
FG	806 314 107 534	835-... C- FG			009	010	012	014	016	018																																																																																										
FG	806 314 107 514	835-... F- FG				010	012	014																																																																																												
FG	806 314 107 504	835-... SF-FG					012																																																																																													
RA	806 204 107 524	835-... M- RA				010	012	014	016																																																																																											

5.2 Substrato para os testes

As pontas diamantadas foram testadas em dentes bovinos, originados de gado de abate. Dentes bovinos têm sido usados como substitutos para testes *in vitro* em diversas pesquisas na área odontológica pois dentes humanos, muitas vezes, não estão disponíveis em número suficiente para propósito de pesquisas^{32,33}. O uso de dentes bovinos justifica-se por apresentarem algumas vantagens tais como: facilidade de serem conseguidos em matadouro, possuírem grandes tamanhos e superfícies largas, possibilitando em alguns casos, que do mesmo dente seja feita mais de uma amostra, são de fácil aquisição e não são dispendiosos³⁴.

Estudo realizado por Hitt e Feigal³⁵ afirma que a composição do esmalte e da dentina humana é semelhante à composição do esmalte e da dentina bovina. Neste estudo utilizou-se um agente de colagem para reduzir a sensibilidade do selante à contaminação e confirmou que dentes bovinos servem como substrato para testes experimentais em laboratório tornando-se uma alternativa ao uso de dentes humanos.

Nakamichi et al.³² afirmam que os dentes bovinos são efetivamente confiáveis em pesquisa odontológica. Baseando-se em estudos histoquímicos e anatômicos concluíram que, para efeito de comparação dos dentes humanos e bovinos como substrato, os dentes de todos os mamíferos são essencialmente similares. Os dentes bovinos têm sido largamente utilizados³⁴ e estes dentes são histologicamente e morfológicamente similares aos dentes humanos³². A grande facilidade de se obter dentes em matadouros pode ser considerada um grande facilitador no momento de se efetuar uma pesquisa³⁴.

Schilke et. al.³⁶, demonstraram que, quando preparos padronizados são realizados em dentes bovinos, a dentina coronária de incisivos bovinos seria um substituto adequado para a dentina humana em estudos de adesão. Esses resultados foram verificados em microscopia eletrônica de varredura (MEV), onde o número e o diâmetro dos túbulos dentinários em incisivos centrais bovinos e em molares decíduos e terceiros molares permanentes humanos eram estatisticamente semelhantes.

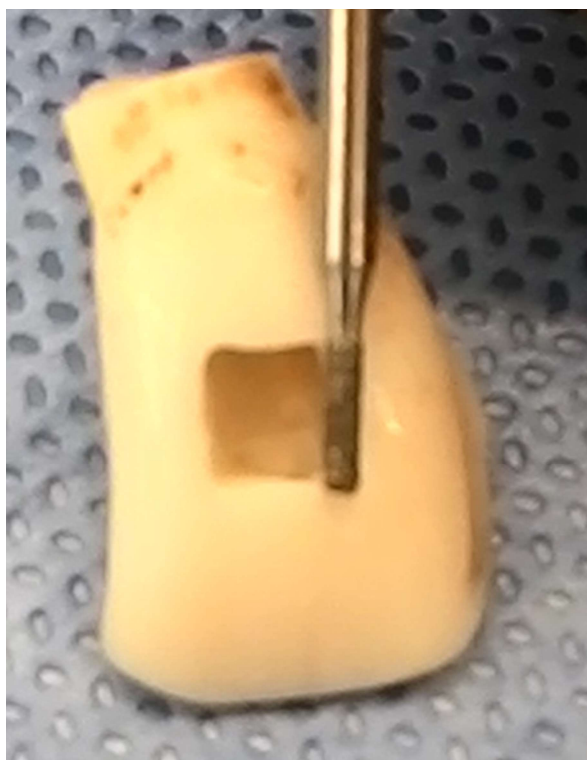
Neste estudo cada teste de corte foi executado com toda altura da ponta diamantada cortando uma superfície de 4mm³ de esmalte de um elemento dental na altura do seu terço médio. Este preparo será realizado sob refrigeração com água/ar em alta rotação Extratorque 605C, Kavo, Chapecó, SC, Brasil). Em acordo com resultados obtidos por Von Fraunhofer & Siegel³⁷, utilizaremos um fluxo de água destilada no valor de 40ml/min.

Figura 6 - Dente bovino utilizado nos preparos dos testes



Fonte: do autor, 2016.

Figura 7 - Dente bovino utilizado nos preparos dos testes. Padronização do preparo



Fonte: do autor, 2016.

Figura 8 - Dente bovino utilizado nos preparos dos testes. Padronização do preparo



Fonte: do autor, 2016.

Figura 9 - Dente bovino utilizado nos preparos dos testes. Padronização do preparo



Fonte: do autor, 2016.

Após cada utilização, as pontas diamantadas foram lavadas em água corrente com escova de aço e detergente (15 segundos de escovação sendo que não foram utilizados dispositivos de ultrassom prévios por não constituírem a rotina da maioria dos consultórios ou dos alunos da FO_UFRGS) e esterilizadas em autoclave, seguindo as normas propostas pela ADA²⁷. O operador realizou os preparos recebendo as pontas diamantadas numeradas, pelo coordenador da pesquisa. Após a utilização das mesmas estas foram para as análises qualitativas e quantitativas com o microscópio eletrônico de varredura (MEV). As pontas foram analisadas no antes do primeiro uso (baseline), após 5 e 10 preparos.

5.3 Análise em microscopia eletrônica de varredura

A análise topográfica superficial de cada corpo de prova, das cinco amostras, foi realizada com microscópio eletrônico de varredura Zeiss EVO MA10 (Carl Zeiss AG, Berlim, Alemanha), do Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS. Para obtenção das imagens foi utilizado uma voltagem de 10kV e foi utilizado uma magnificação de 250x.

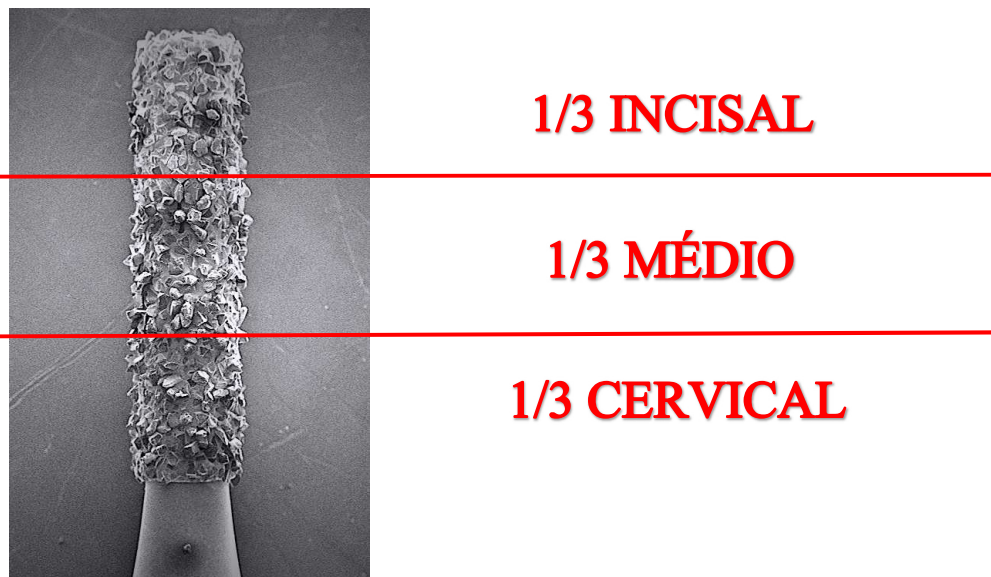
5.3.1 Análise quantitativa (número de grãos)

As pontas foram analisadas com MEV em 6 pontos (dois em cada terço da parte ativa da ponta diamantada), onde foi feita a leitura do número de grãos de diamante presentes em cada campo de magnificação de 250X, e um ponto (toda a extensão da parte ativa) em campo de magnificação de 39X. As 6 contagens foram somadas e estabelecida uma média por ponta avaliada.

5.3.2 Análise qualitativa (morfologia dos grãos)

Foi descrita a morfologia dos grãos presentes nos 6 pontos mencionados acima em cada tempo de observação em MEV. As pontas foram analisadas com MEV em pontos de cada terço da peça, iniciando pelo terço cervical, terço médio e, por fim, terço cervical, conforme Figura 10, em campo de magnificação de 250x. As 6 contagens foram somadas e estabelecida uma média por cada ponta avaliada.

Figura 10 - Esquema geral da divisão realizada na parte ativa da ponta diamantada



Fonte: do autor, 2016.

5.4 Análise em sonda de energia dispersiva

Foi realizada a determinação dos elementos químicos presentes no substrato das pontas diamantadas (para identificar o adesivo utilizado na união dos diamantes a ponta), nos grãos presentes e na haste por meio do microscópio Zeiss EVO MA10 (Carl Zeiss AG, Berlim, Alemanha), do Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS, equipado com recurso de sonda de energia dispersiva(EDS). A voltagem utilizada foi de 10kV. Este procedimento foi realizado no baseline no terço cervical de cada marca.

5.5 Análise estatística

Foi realizada Análise de Variância (ANOVA) utilizando Teste de Tukey para comparação das médias obtidas nas imagens através de MEV e análise de variância não paramétrica com o teste de Kruskal-Wallis.

6 RESULTADOS

Abaixo estão descritas as etapas de análise estatística, microscopia eletrônica por varredura e sonda de energia dispersiva.

6.1 Análise estatística

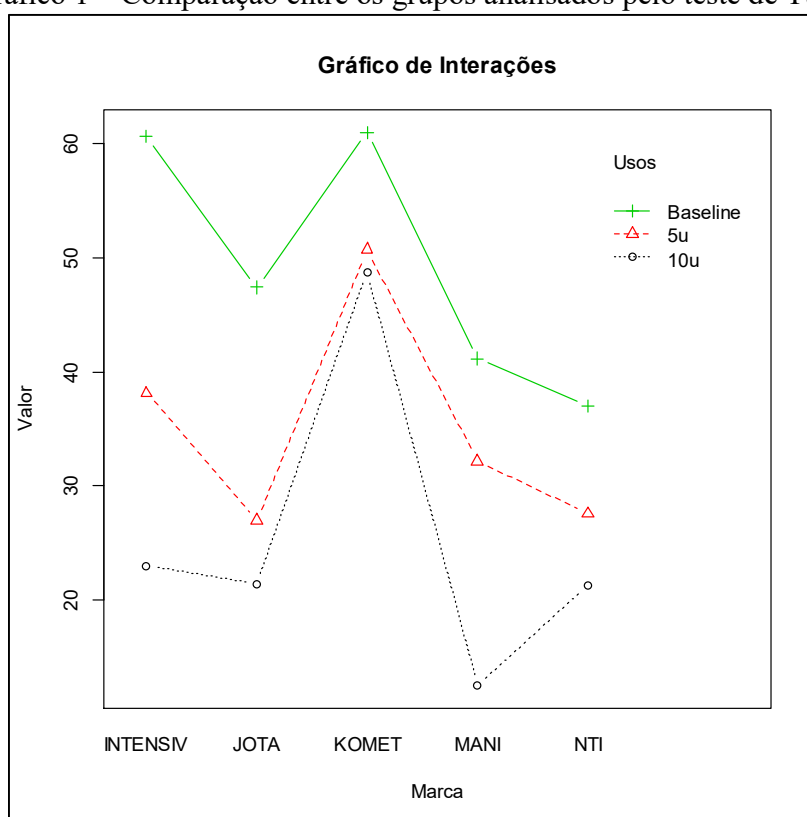
As pontas diamantadas foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura Zeiss EVO MA10 (Carl Zeiss AG, Berlim, Alemanha), do Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS, e a partir das imagens obtidas foi possível contabilizar o número de diamantes presentes em cada imagem para avaliação do desgaste da ponta diamantada.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes estatísticos de Kruskal-Wallis e Teste de Tukey para comparações múltiplas. A Tabela 2 e a Gráfico 1 mostram a distribuição de frequência dos escores representativos do desgaste das pontas diamantadas para as três condições analisadas, ou seja, pontas sem uso (baseline), pontas após cinco preparos cavitários e pontas após dez preparos cavitários. As Tabelas 3 e 4 mostram a comparação entre as marcas analisadas pela análise não paramétrica utilizando teste de Kruskal-Wallis. Pode-se observar que existe diferença estatística na comparação com o grupo controle nestas duas tabelas. Os resultados obtidos com o teste de Kruskal-Wallis para os terços de cada marca são apresentados nas Tabelas 5 e 6. Nelas podemos observar que não houve diferença estatística entre os terços de cada ponta diamantada entre as marcas. Nas tabelas 7 e 8 temos os resultados da comparação entre os usos analisados pela análise não paramétrica com o teste de Kruskal-Wallis. Observamos nessas tabelas que existe diferença estatística entre os usos das pontas diamantadas utilizadas.

Tabela 2 – Comparação entre os grupos analisados pelo teste de Tukey

Fator	Médias	Grupos
15-KOMETBaseline	61	a
14-INTENSIVBaseline	60,66666667	a
13-KOMET5u	50,71428571	ab
12-KOMET10u	48,71428571	abc
11-JOTABaseline	47,4	abc
10-MANIBaseline	41,66666667	bcd
9-INTENSIV5u	38,14285714	bcde
8-NTIBaseline	37	cde
7-MANI5u	32,16666667	def
6-NTI5u	27,57142857	ef
5-JOTA5u	27	ef
4-INTENSIV10u	23	fg
3-JOTA10u	21,4	fg
2-NTI10u	21,28571429	fg
1-MANI10u	12,5	g

Gráfico 1 – Comparação entre os grupos analisados pelo teste de Tukey



Fonte: do autor, 2016.

Tabela 3 – comparação entre as marcas pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis)

Comparações Múltiplas			
Fatores Comparados	Diferença Observada	Diferença Crítica	Diferença
1-NTI - 2-JOTA	6,324405	25,94835	Não
1-NTI - 3-MANI	2,511905	25,11683	Não
1-NTI - 4-INTENSIV	19,761905	24,43126	Não
1-NTI - 5-KOMET	46,261905	24,13147	Sim
2-JOTA - 3-MANI	3,8125	26,86716	Não
2-JOTA - 4-INTENSIV	13,4375	26,22737	Não
2-JOTA - 5-KOMET	39,9375	25,94835	Sim
3-MANI - 4-INTENSIV	17,25	25,40499	Não
3-MANI - 5-KOMET	43,75	25,11683	Sim
4-INTENSIV - 5-KOMET	26,5	24,43126	Sim

Tabela 4 – comparação entre as marcas pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis)

Fator	Mediana	Grupos Não Paramétricos
NTI	28	a
JOTA	30	a
MANI	31	a
INTENSIV	37,5	a
KOMET	52	b

Tabela 5 – comparação entre os terços pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis)

Comparações Múltiplas			
Fatores Comparados	Diferença Observada	Diferença Crítica	Diferença
1-Incisal - 2-Cervical	7,944444	16,48585	Não
1-Incisal - 3-Médio	6,544444	16,48585	Não
2-Cervical - 3-Médio	1,4	17,21891	Não

Tabela 6 – comparação entre os terços pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis)

Fator	Mediana	Grupos Não Paramétricos
Incisal	34,5	a
Cervical	36	a
Médio	36,5	a

Tabela 7 – comparação entre os usos pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis)

Comparações Múltiplas			
Fatores Comparados	Diferença Observada	Diferença Crítica	Diferença
1-10u - 2-5u	17,25379	16,54535	Sim
1-10u - 3-Baseline	41,63306	16,80606	Sim
2-5u - 3-Baseline	24,37928	16,68029	Sim

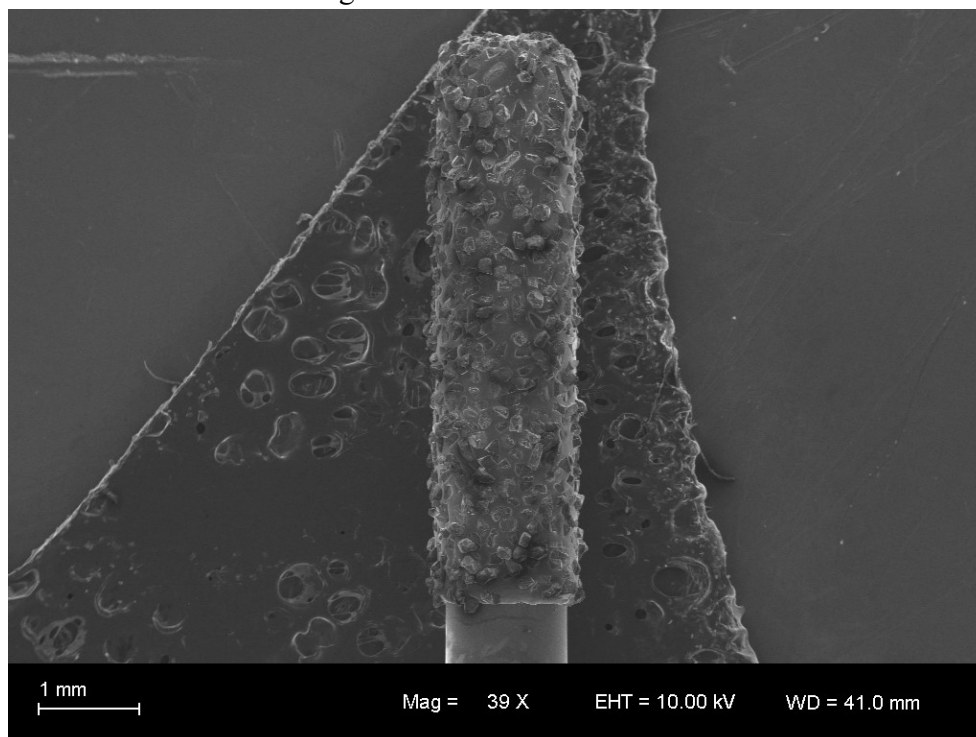
Tabela 8 – comparação entre os usos pela análise não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis)

Fator	Mediana	Grupos Não Paramétricos
10u	24,5	a
5u	33	b
Baseline	47	c

6.2 Microscopia eletrônica de varredura

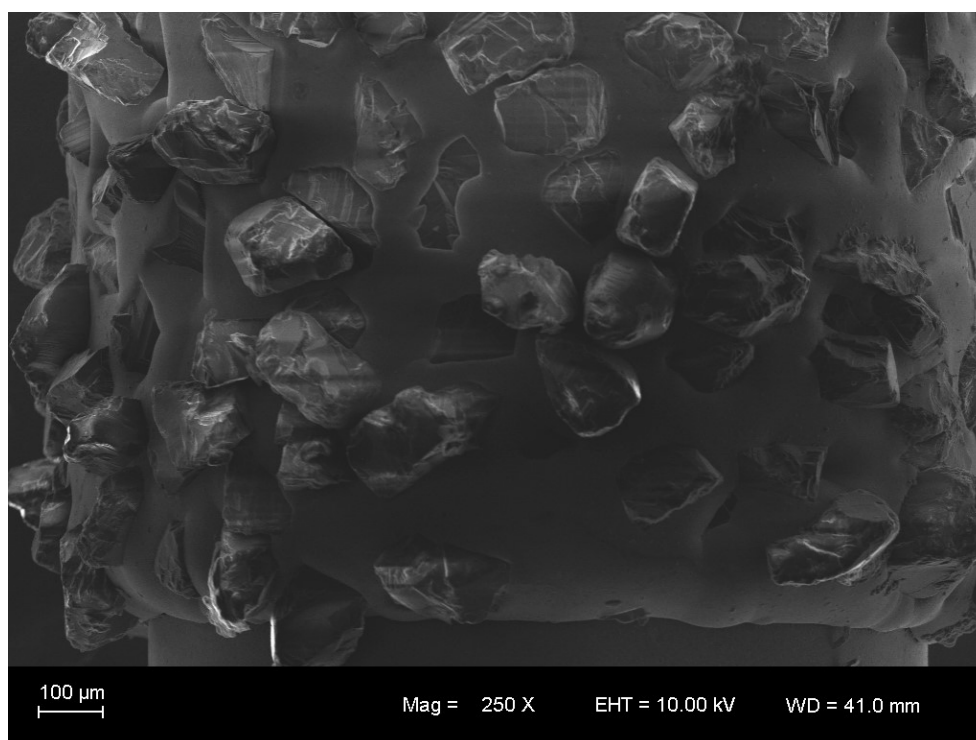
As amostras foram observadas em aumento de 39x com uma voltagem de 10kV mostrando toda a parte ativa da ponta diamantada e em aumento de 250x com uma voltagem de 10kV em cada terço da ponta diamantada. Foram realizadas 2 tomadas fotográficas em cada terço da ponta diamantada, totalizando 7 fotografias por cada ponta diamantada. As tomadas foram realizadas iniciando-se pelo terço cervical, terço médio e finalmente terço incisal conforme Figuras 11-70.

Figura 11 – Komet baseline 39X



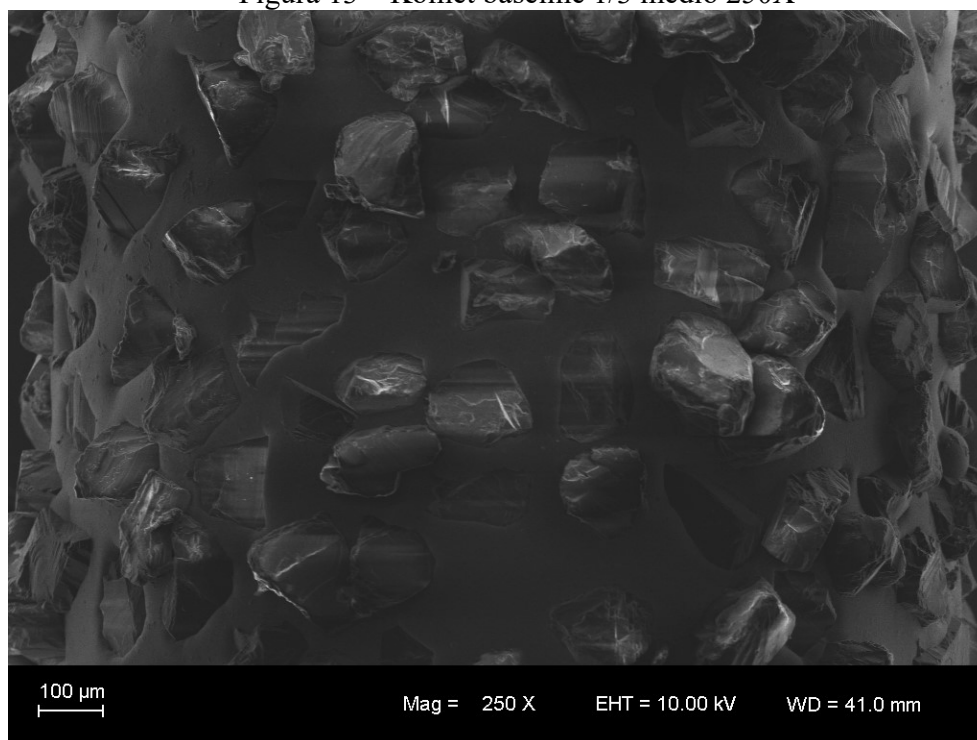
Fonte: do autor, 2016.

Figura 12 – Komet baseline 1/3 cervical 250X



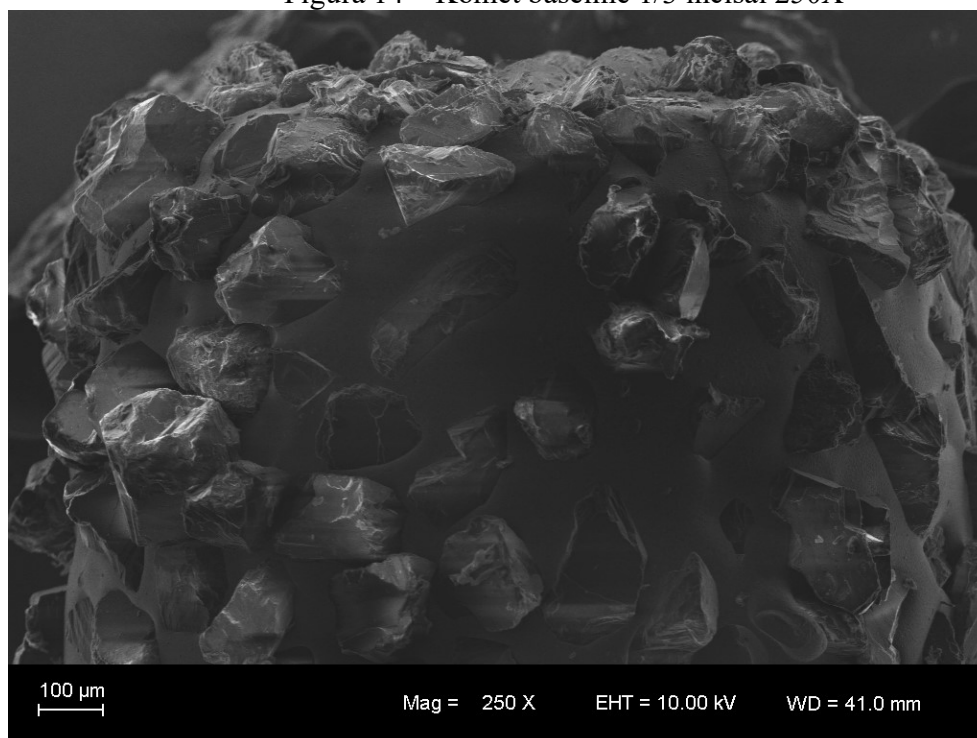
Fonte: do autor, 2016.

Figura 13 – Komet baseline 1/3 médio 250X



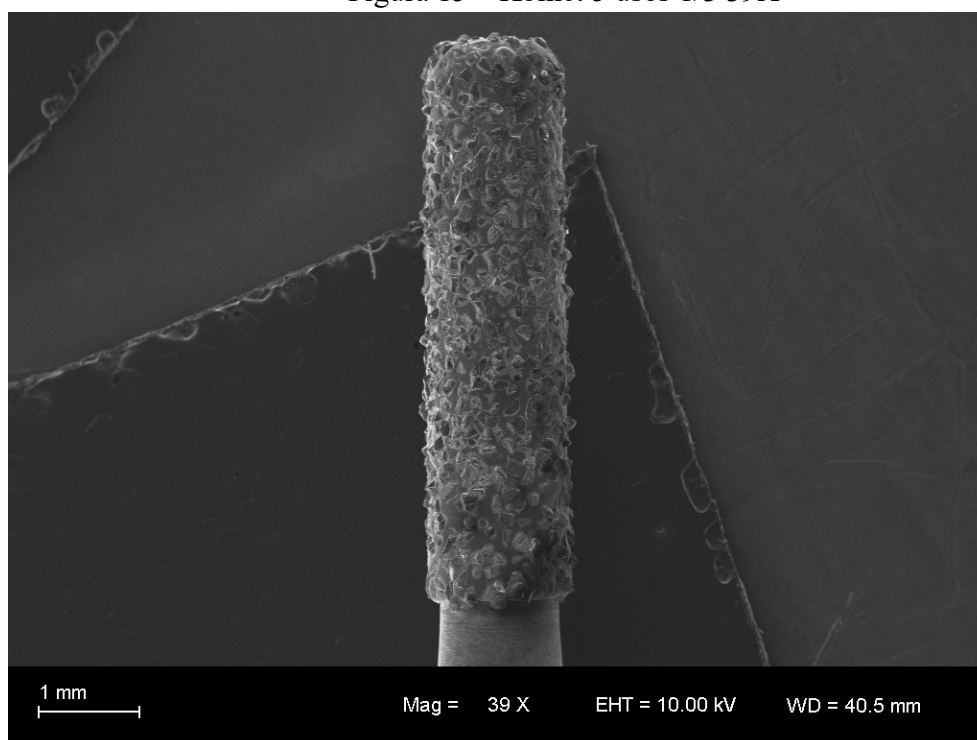
Fonte: do autor, 2016.

Figura 14 – Komet baseline 1/3 incisal 250X



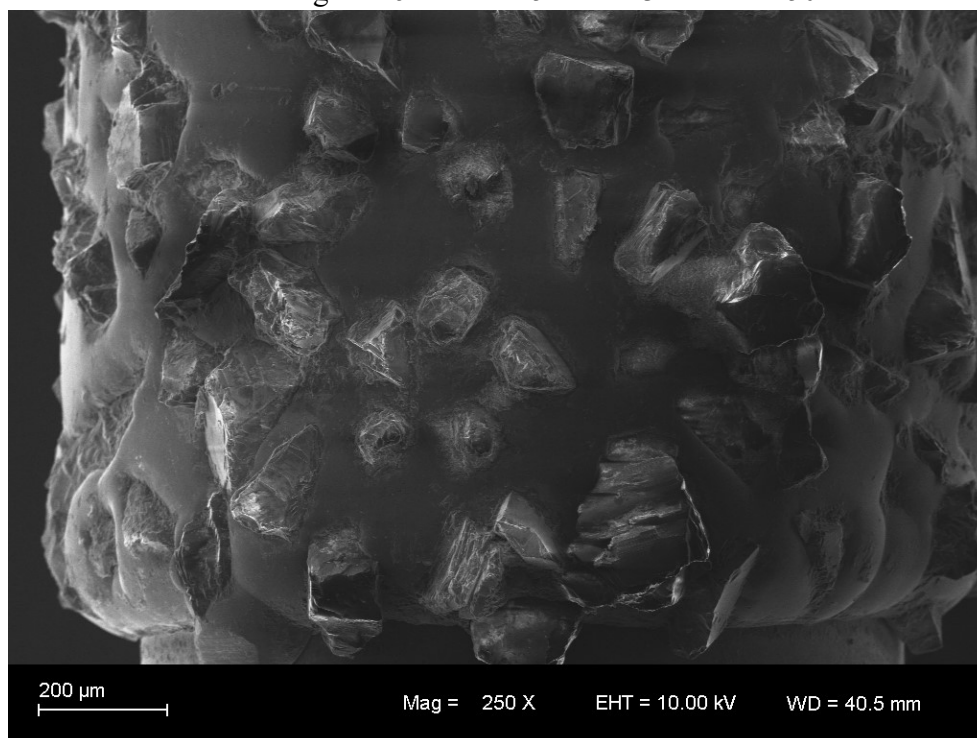
Fonte: do autor, 2016.

Figura 15 – Komet 5 usos 1/3 39X



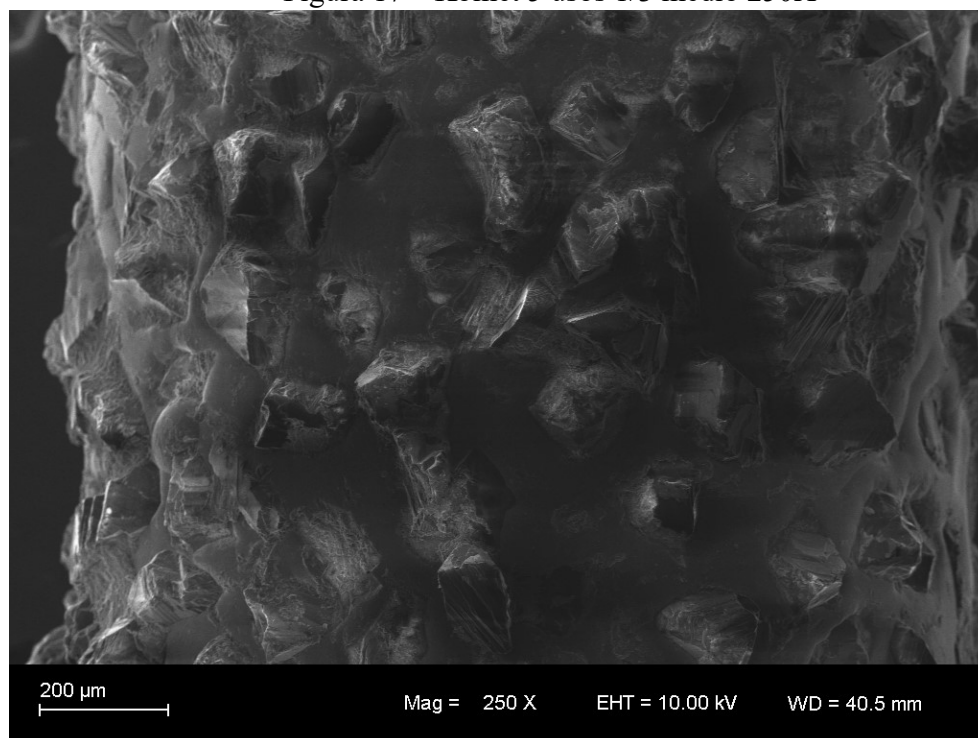
Fonte: do autor, 2016.

Figura 16 – Komet 5 usos 1/3 cervical 250X



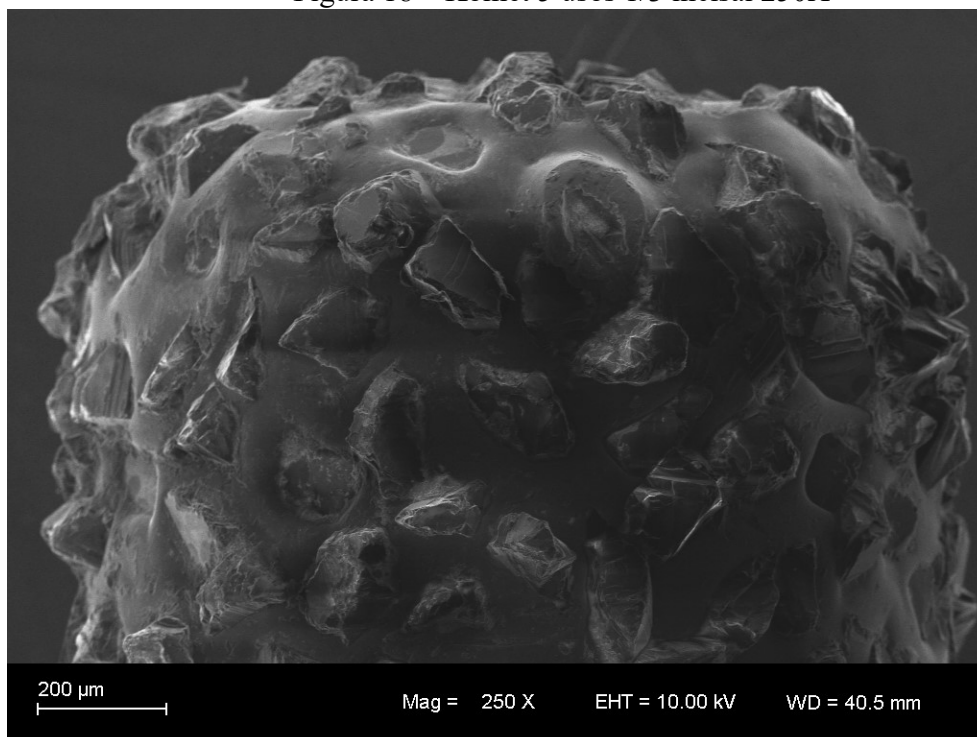
Fonte: do autor, 2016.

Figura 17 – Komet 5 usos 1/3 médio 250X



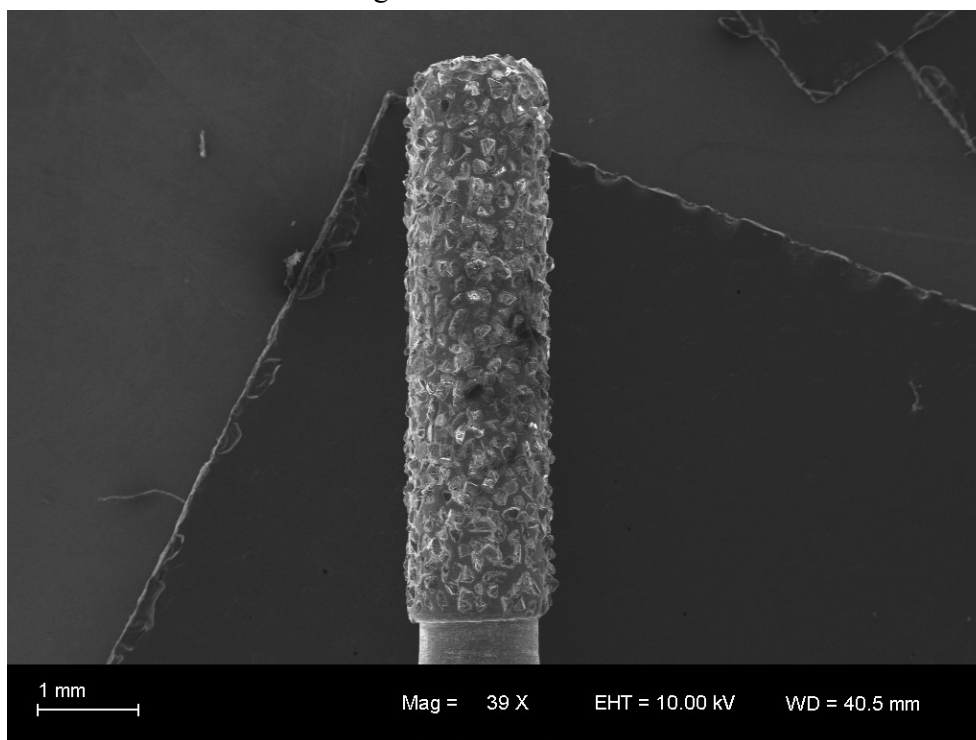
Fonte: do autor, 2016.

Figura 18 – Komet 5 usos 1/3 incisal 250X



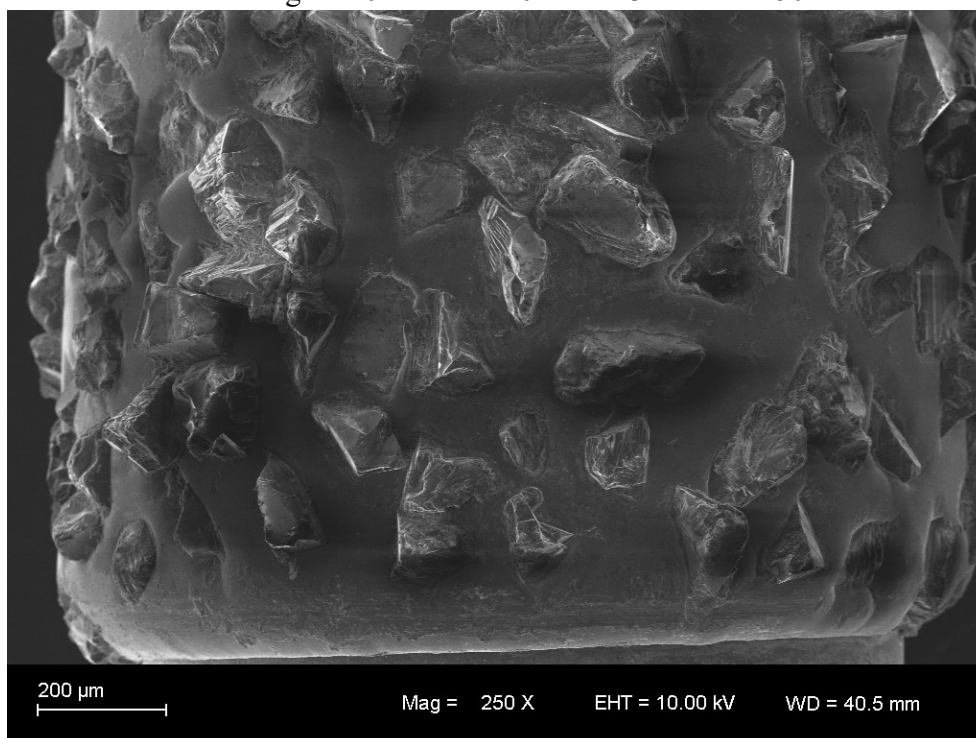
Fonte: do autor, 2016.

Figura 19 – Komet 10 usos 39X



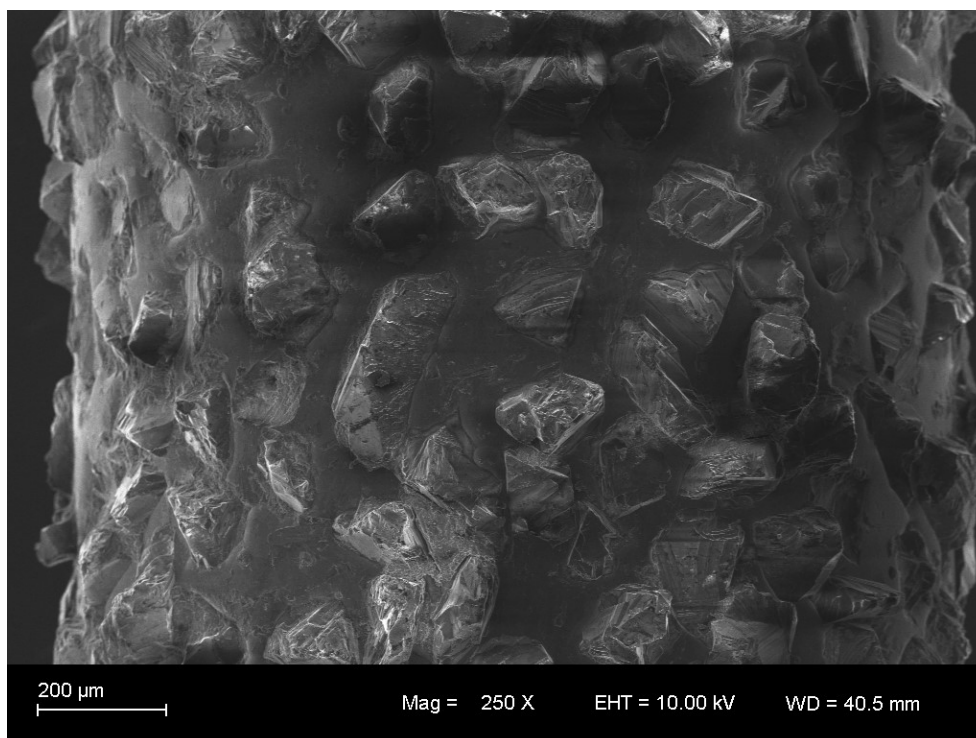
Fonte: do autor, 2016.

Figura 20 – Komet 10 usos 1/3 cervical 250X



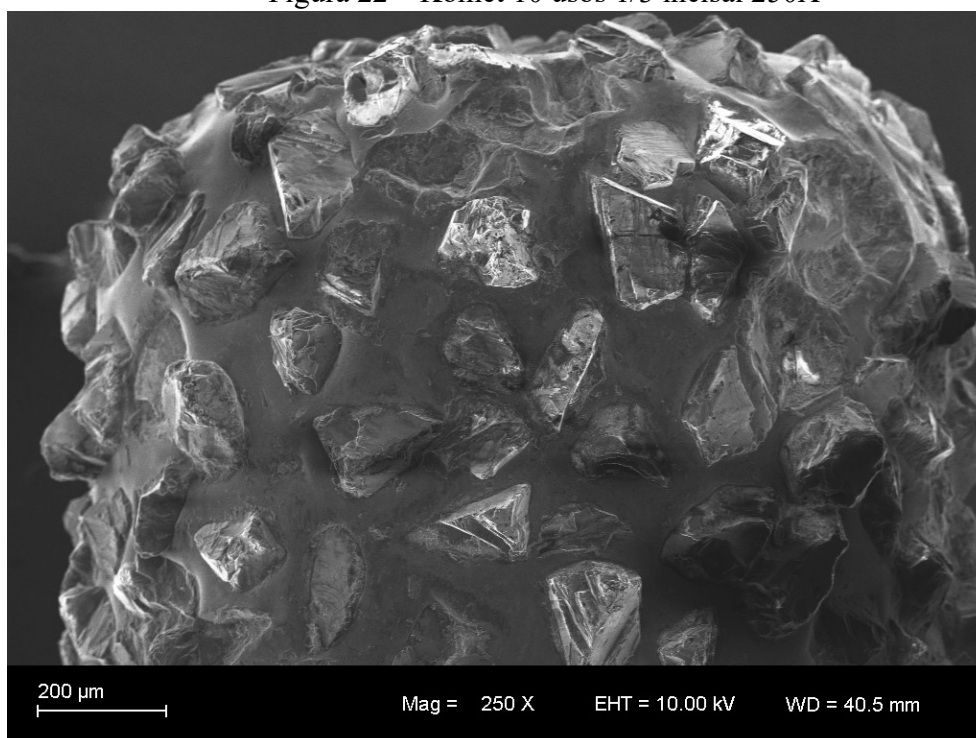
Fonte: do autor, 2016.

Figura 21 – Komet 10 usos 1/3 médio 250X



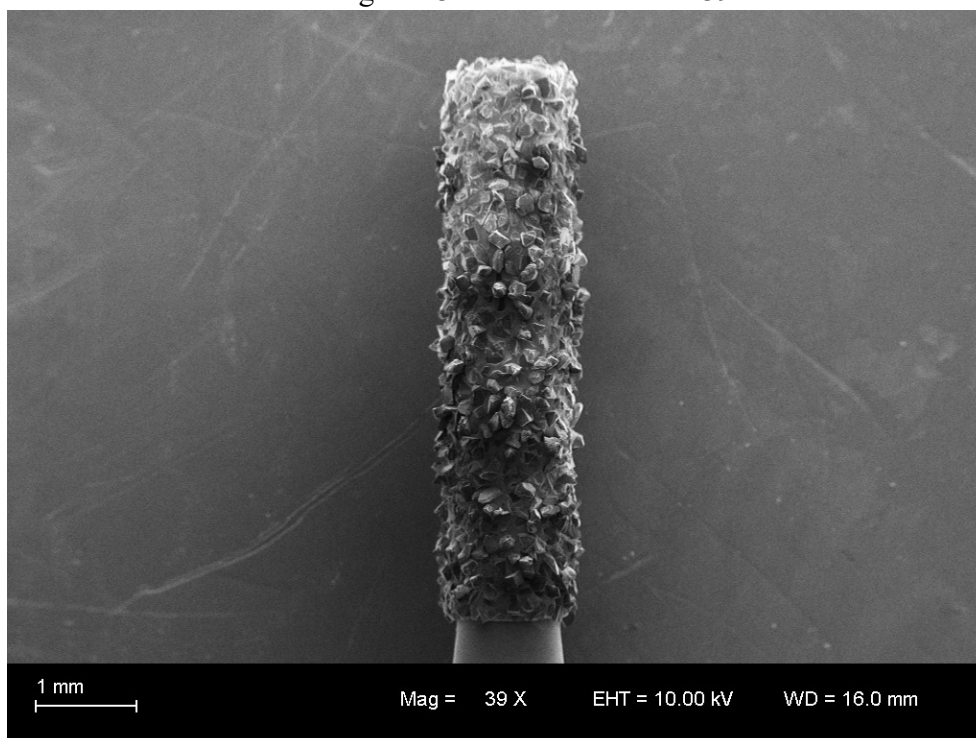
Fonte: do autor, 2016.

Figura 22 – Komet 10 usos 1/3 incisal 250X



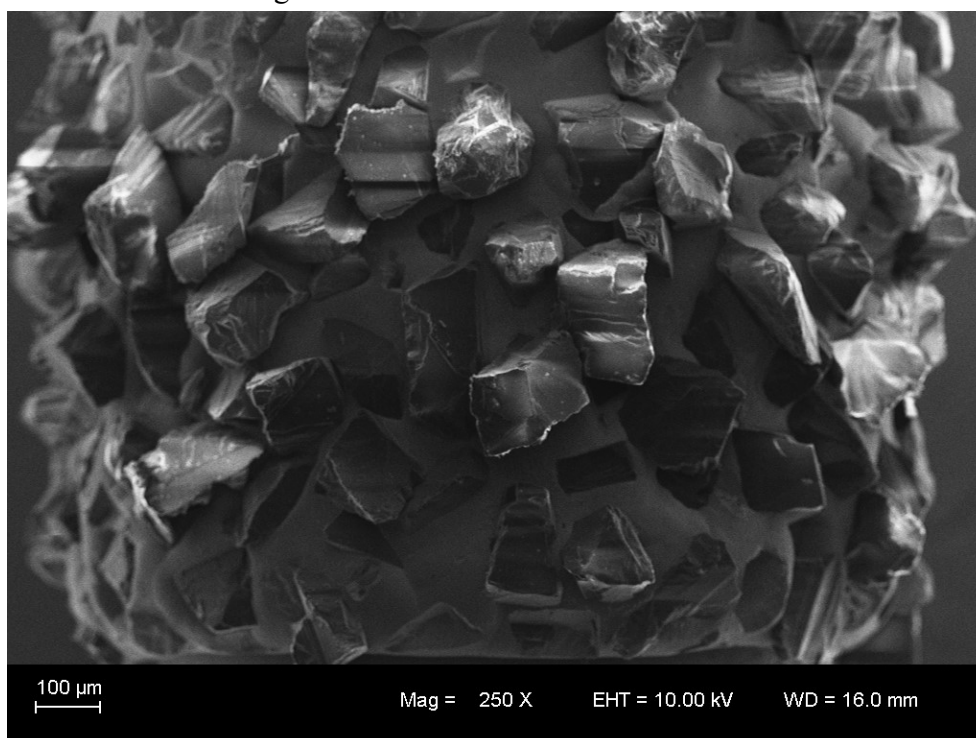
Fonte: do autor, 2016.

Figura 23 – Intensiv baseline 39X



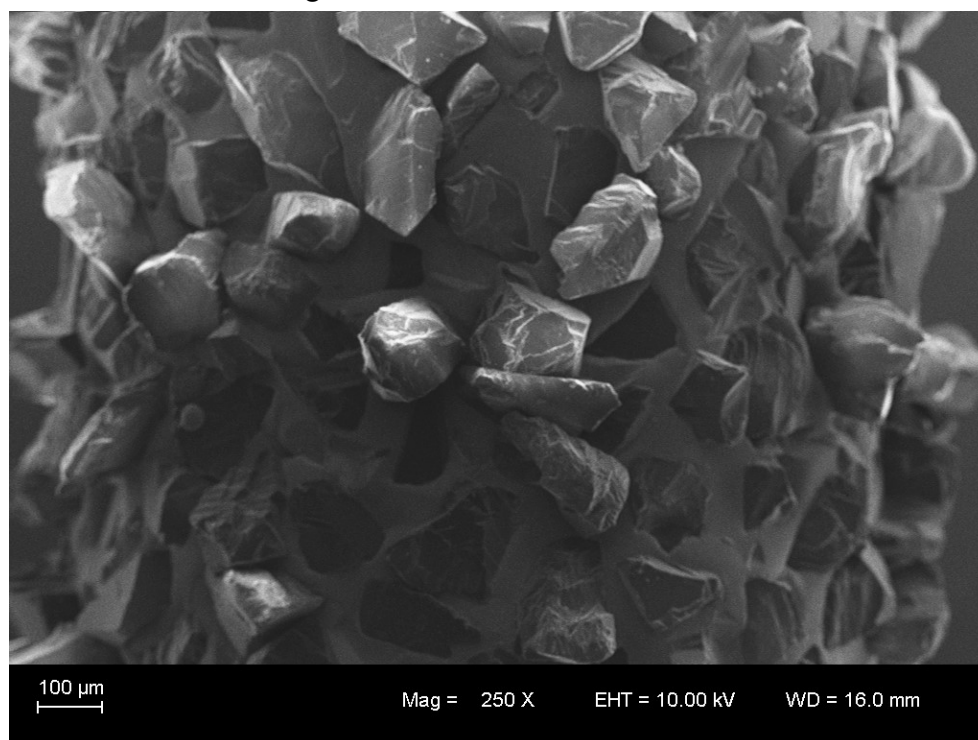
Fonte: do autor, 2016.

Figura 24 – Intensiv baseline 1/3 cervical 250X



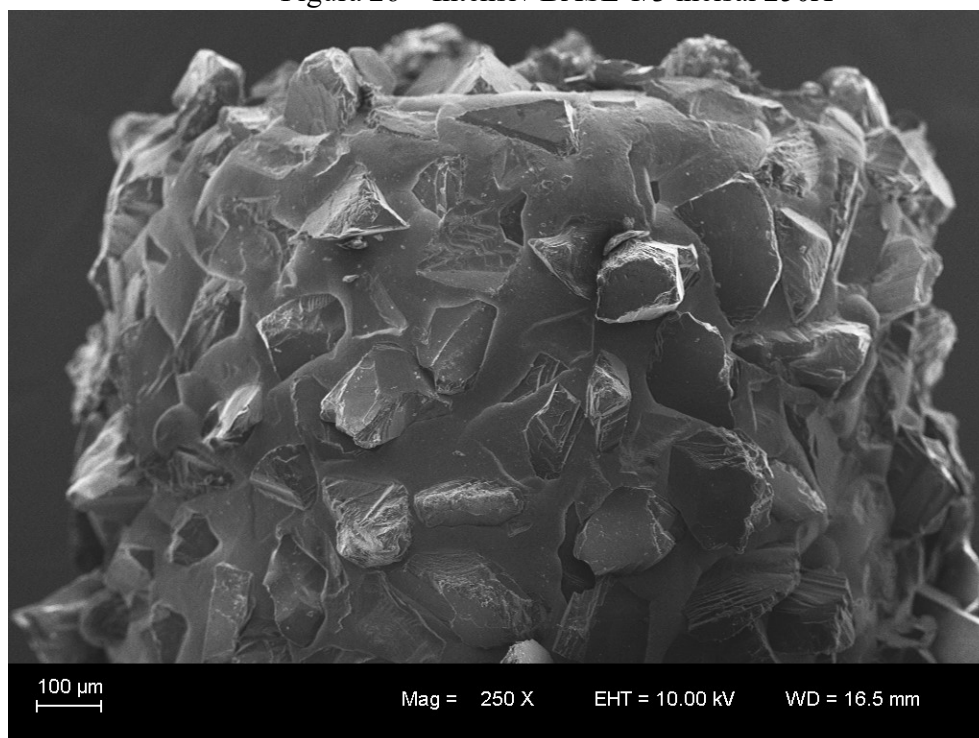
Fonte: do autor, 2016.

Figura 25 – Intensiv BASE 1/3 médio 250X



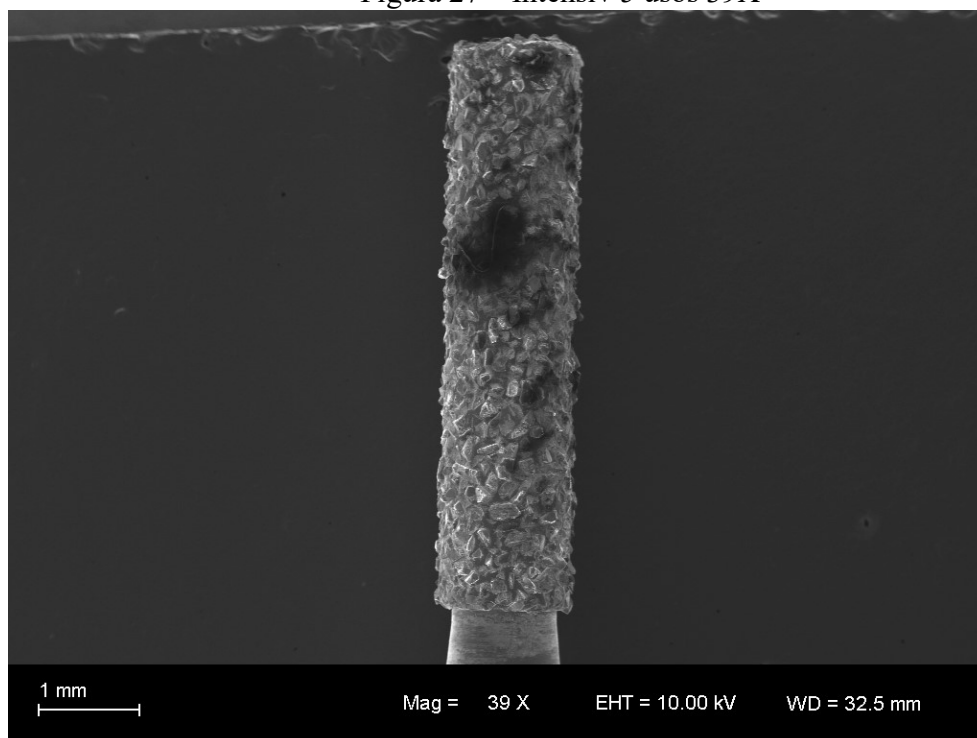
Fonte: do autor, 2016.

Figura 26 – Intensiv BASE 1/3 incisal 250X



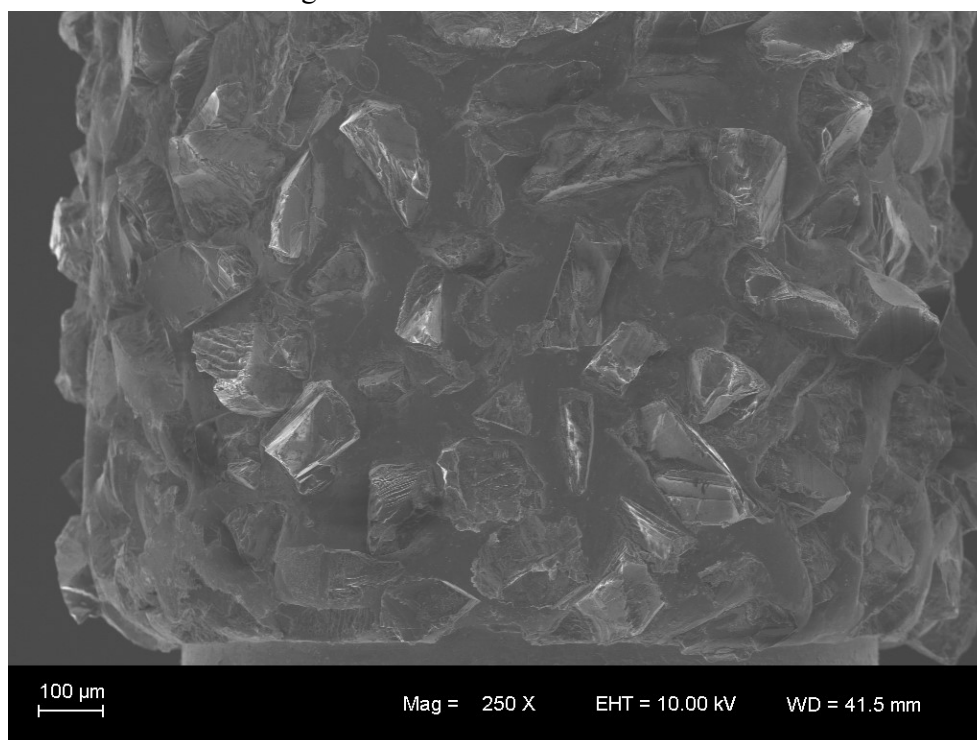
Fonte: do autor, 2016.

Figura 27 – Intensiv 5 usos 39X



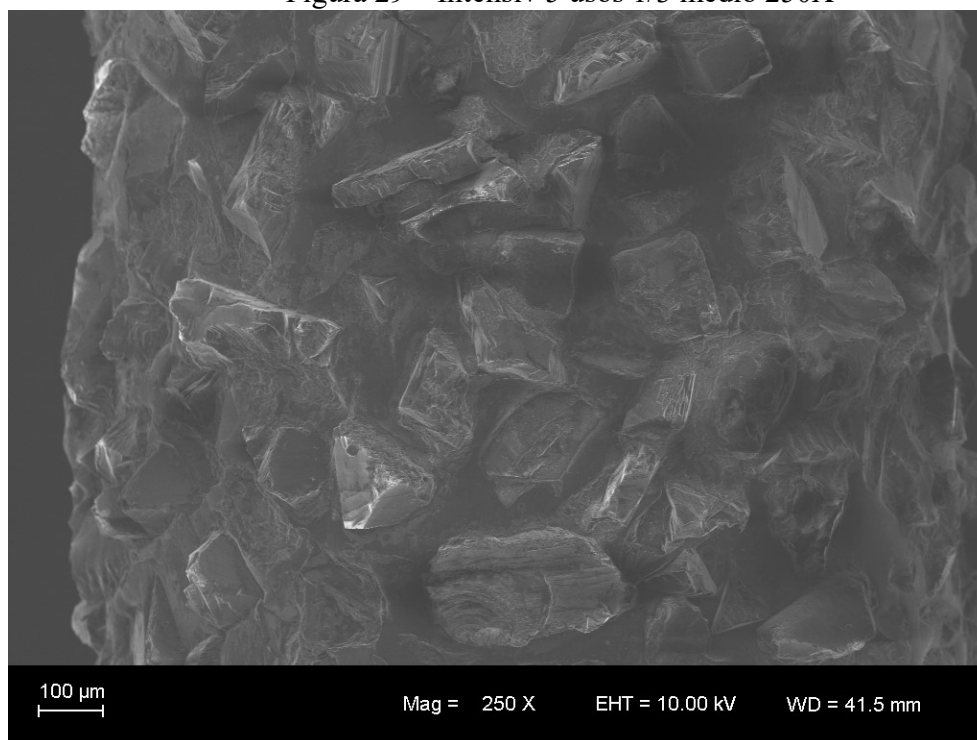
Fonte: do autor, 2016.

Figura 28 – Intensiv 5 usos 1/3 cervical 250X



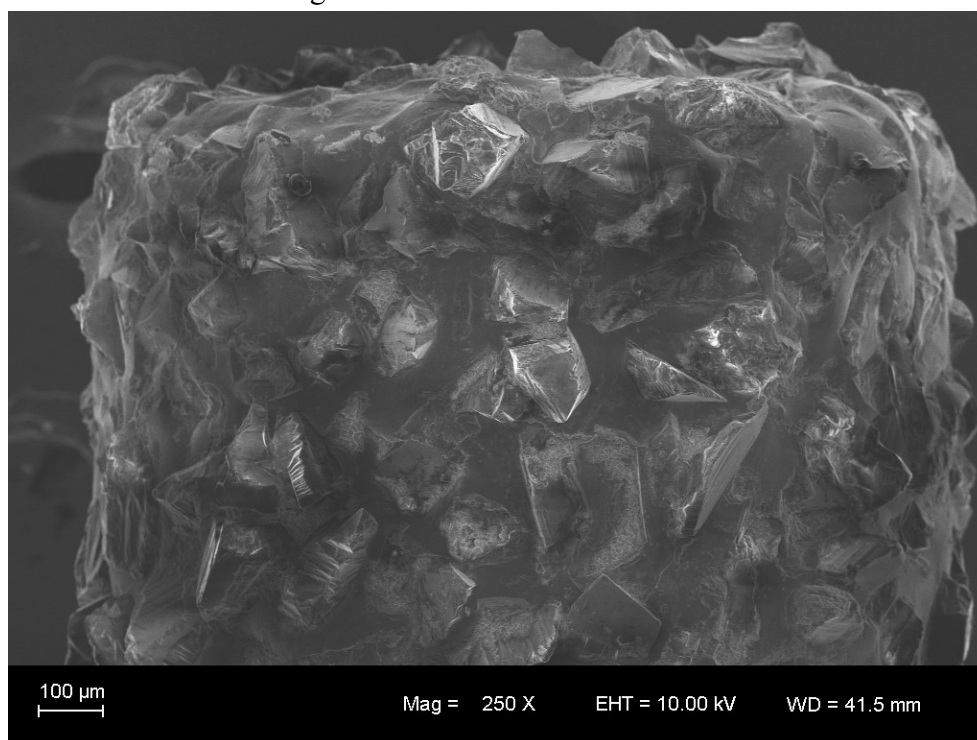
Fonte: do autor, 2016.

Figura 29 – Intensiv 5 usos 1/3 médio 250X



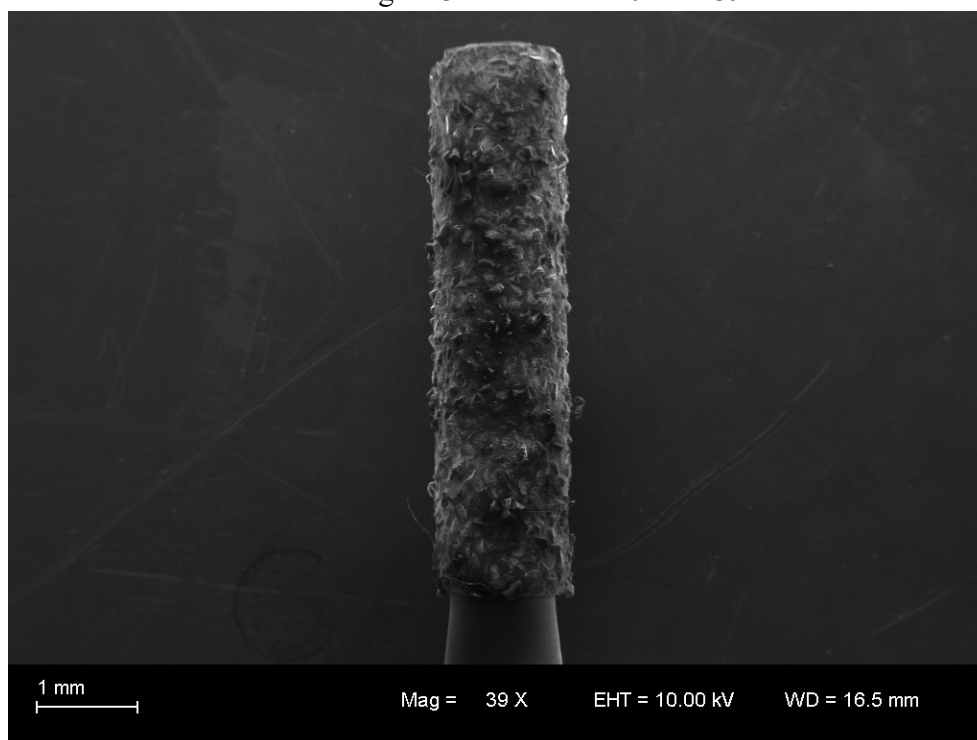
Fonte: do autor, 2016.

Figura 30 – Intensiv 5 usos 1/3 incisal 250X



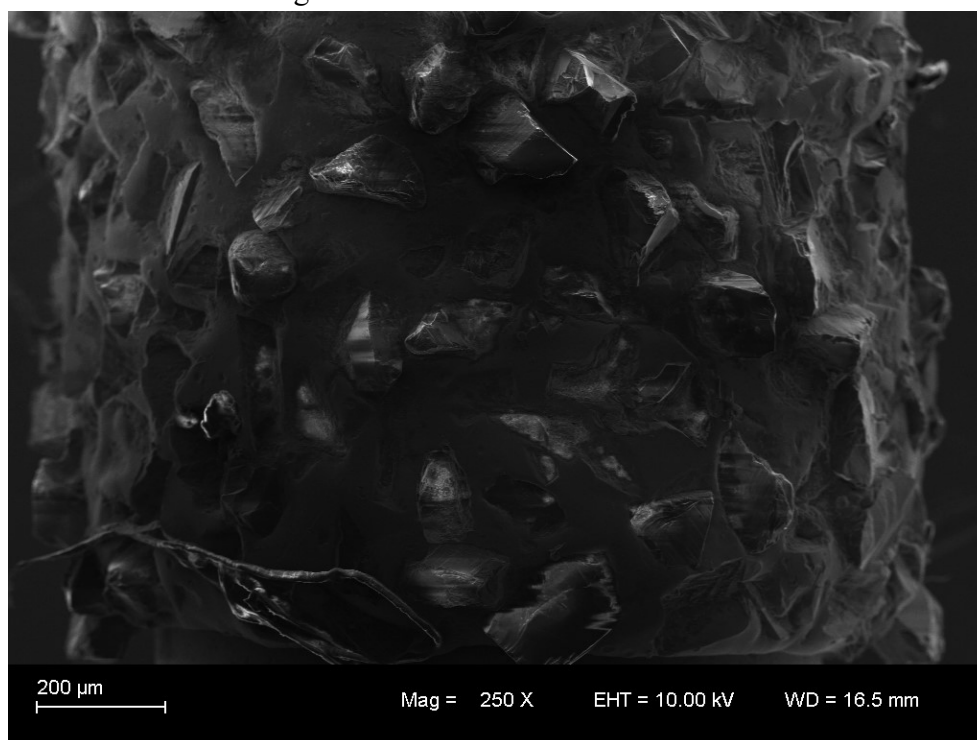
Fonte: do autor , 2016.

Figura 31 – Intensiv 10 usos 39X



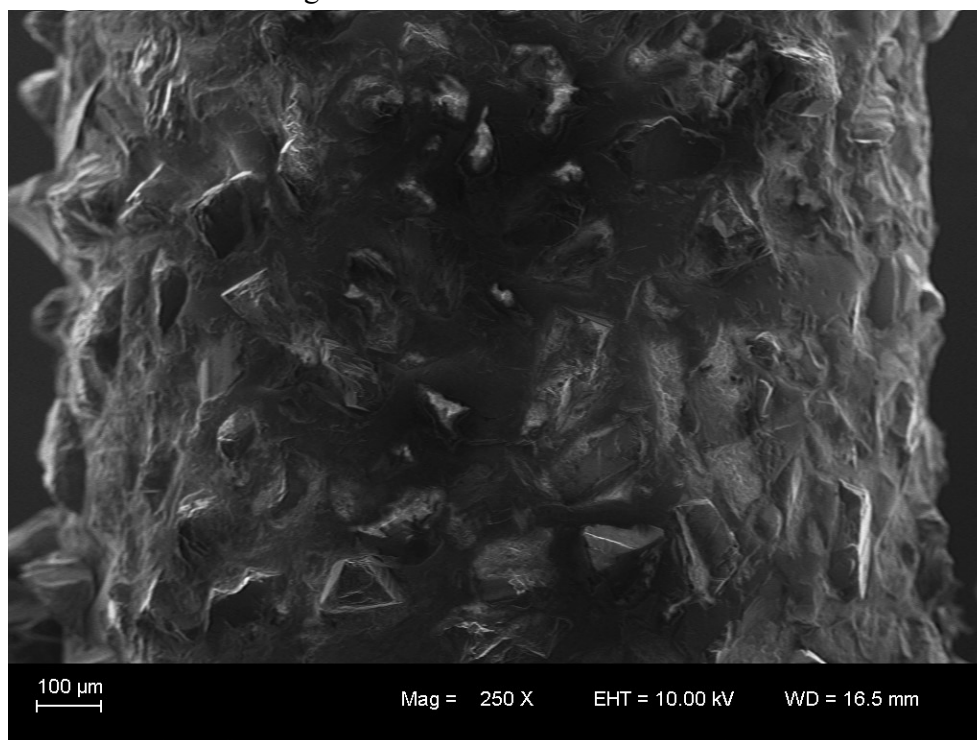
Fonte: do autor, 2016.

Figura 32 – Intensiv 10 usos 1/3 cervical 250X



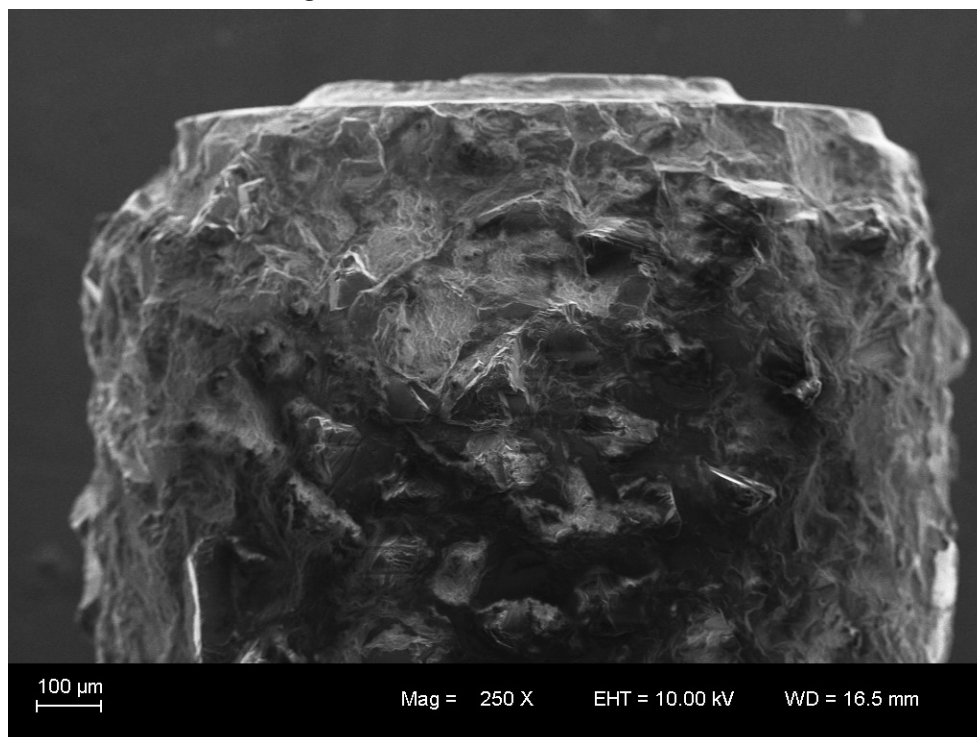
Fonte: do autor, 2016.

Figura 33 – Intensiv 10 usos 1/3 médio 250X



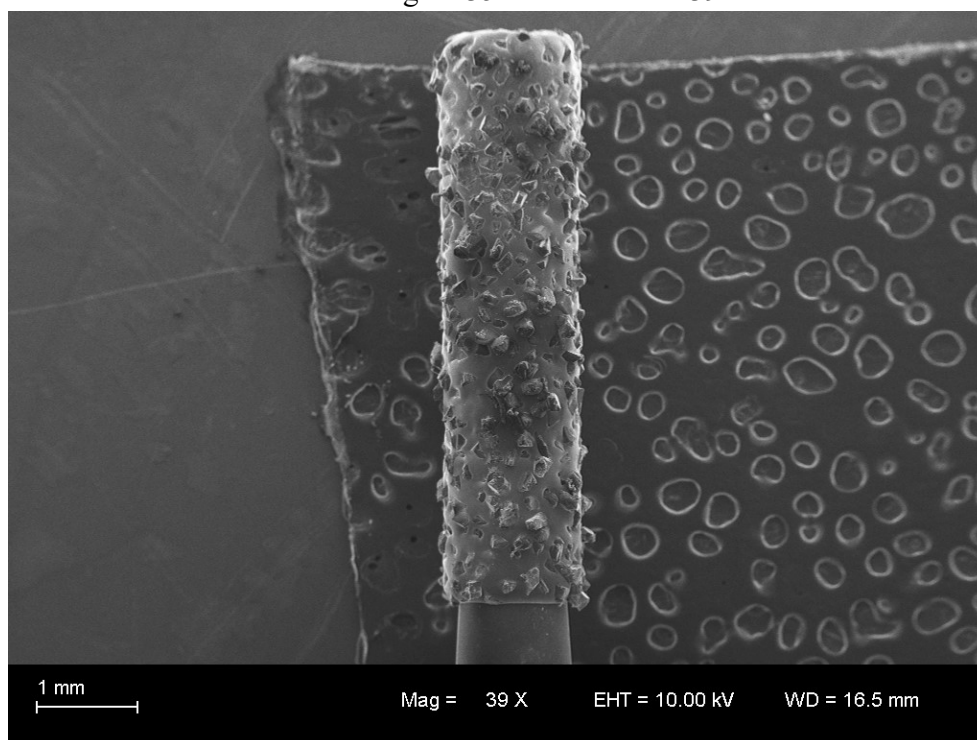
Fonte: do autor, 2016.

Figura 34 – Intensiv 10 usos 1/3 incisal 250X



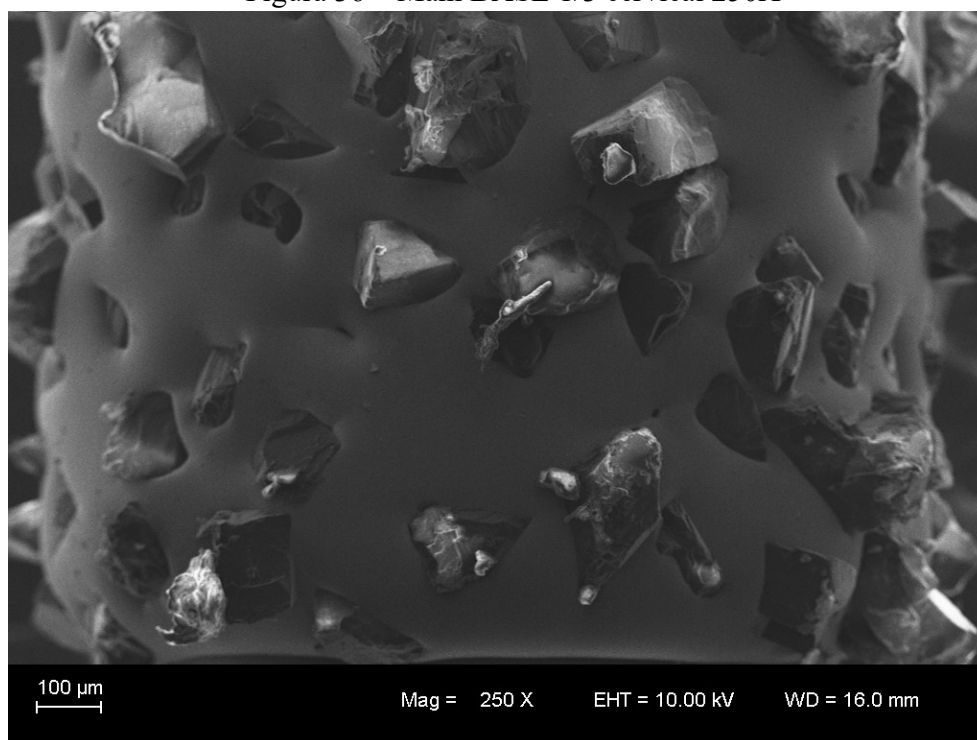
Fonte: do autor, 2016.

Figura 35 – Mani BASE 39X



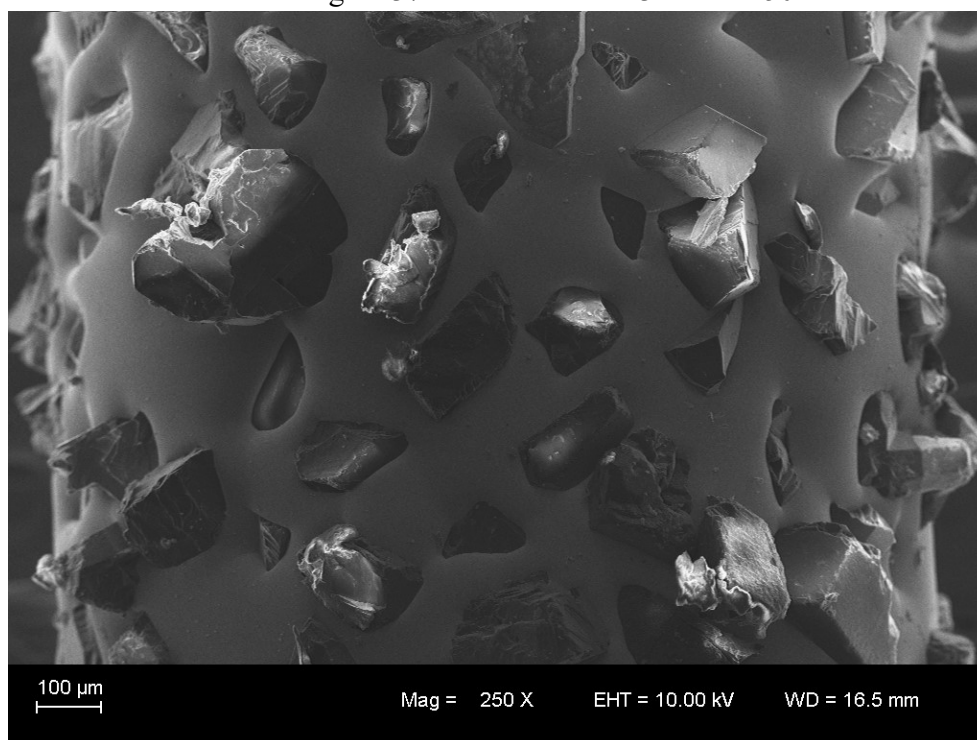
Fonte: do autor, 2016.

Figura 36 – Mani BASE 1/3 cervical 250X



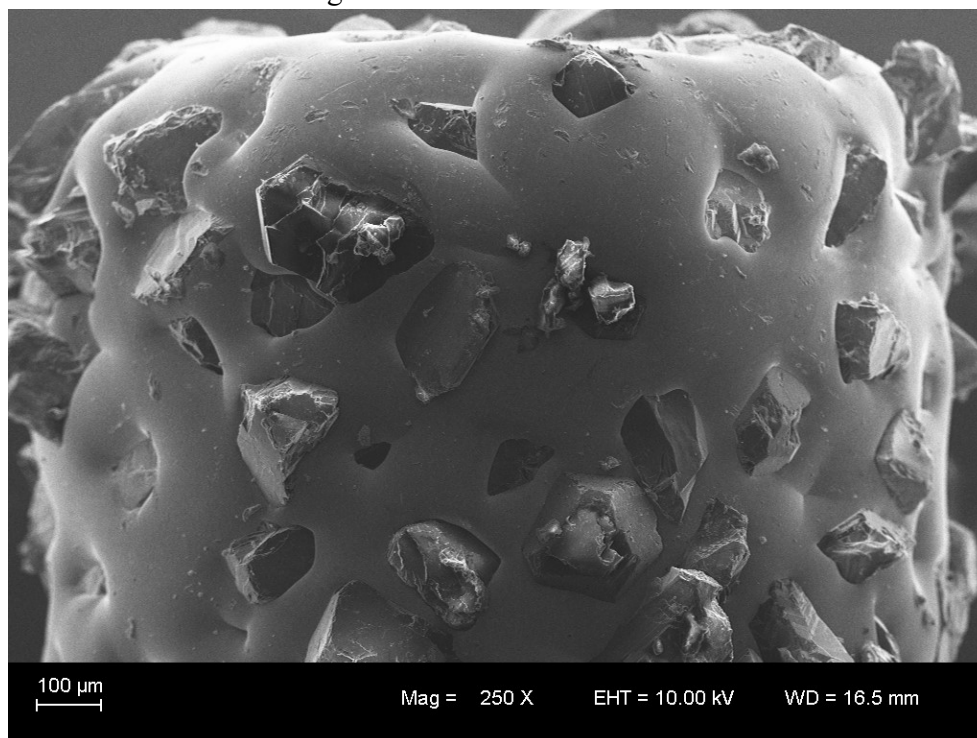
Fonte: do autor, 2016.

Figura 37 – Mani BASE 1/3 médio 250X



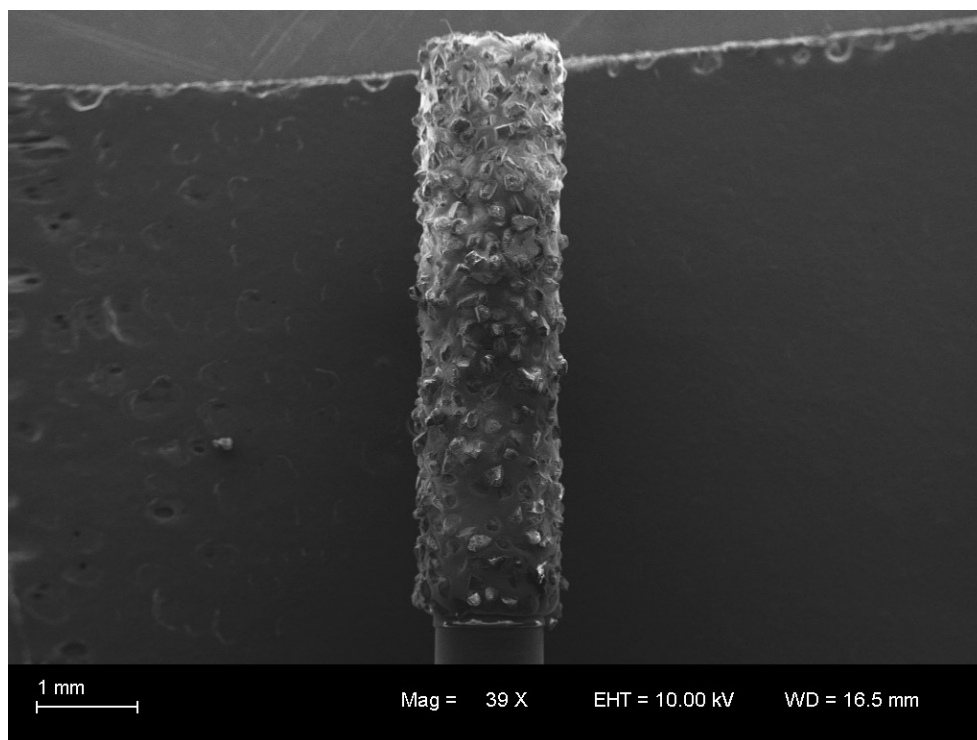
Fonte: do autor, 2016.

Figura 38 – Mani BASE 1/3 incisal 250X



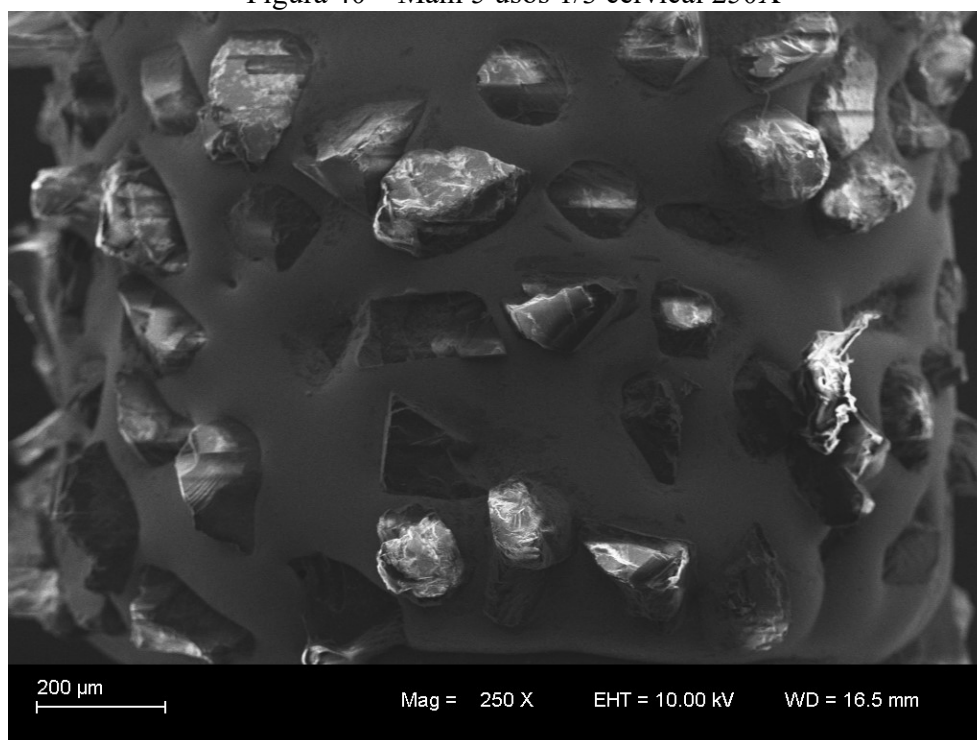
Fonte: do autor, 2016.

Figura 39 – Mani 5 usos 39X



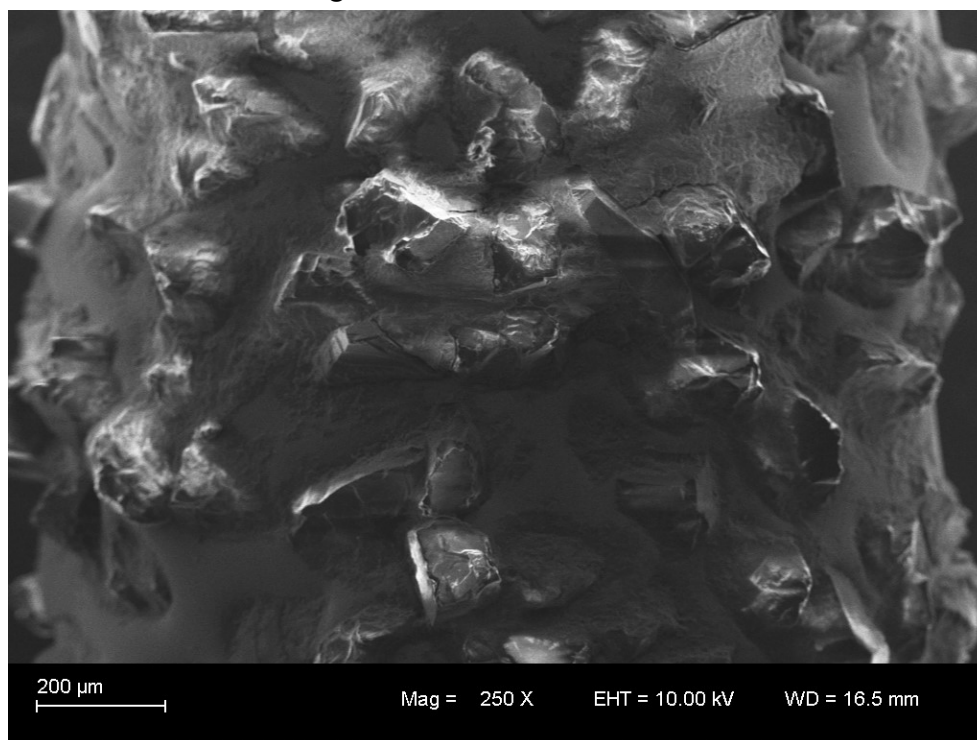
Fonte: do autor, 2016.

Figura 40 – Mani 5 usos 1/3 cervical 250X



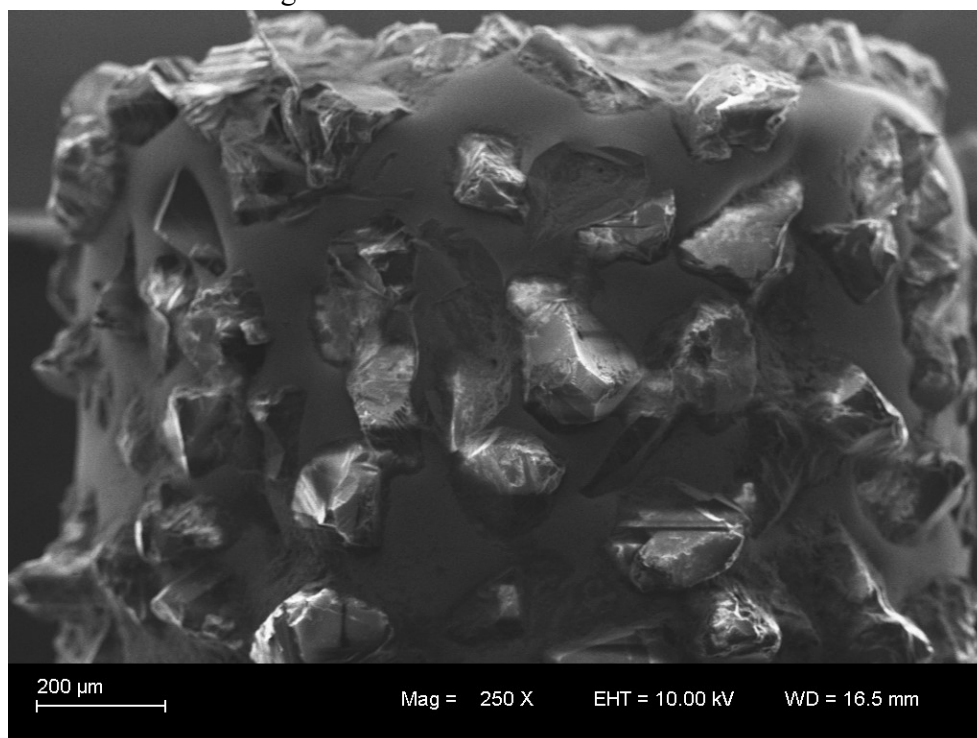
Fonte: do autor, 2016.

Figura 41 – Mani 5 usos 1/3 médio 250X



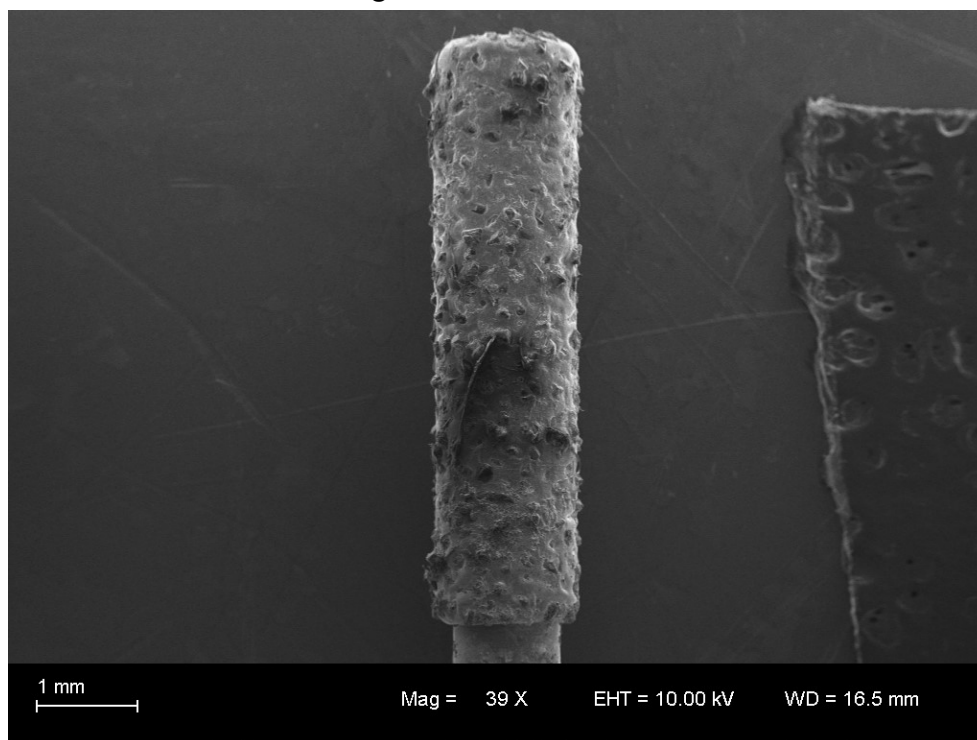
Fonte: do autor, 2016.

Figura 42 – Mani 5 usos 1/3 incisal 250X



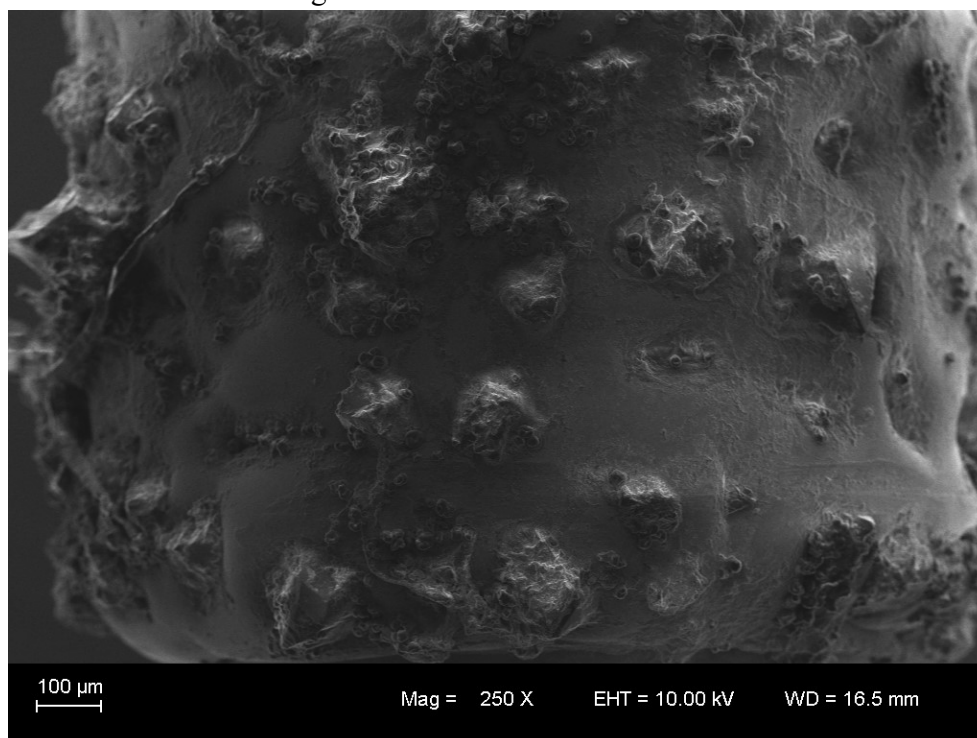
Fonte: do autor, 2016.

Figura 43 – Mani 10 usos 1/3 39X



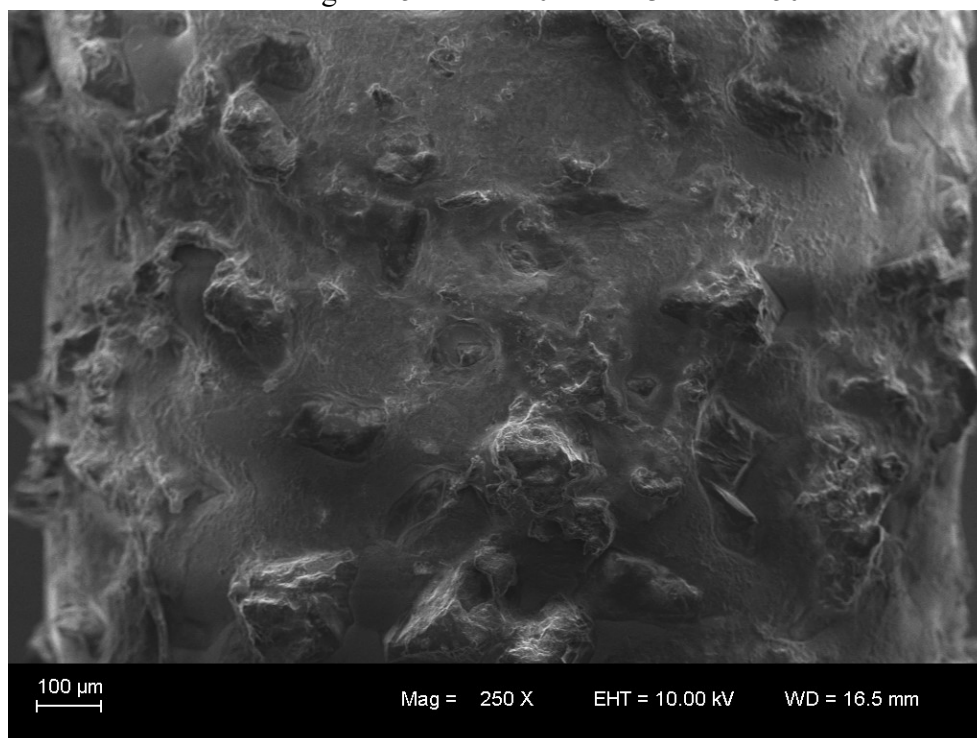
Fonte: do autor, 2016.

Figura 44 – Mani 10 usos 1/3 cervical 250X



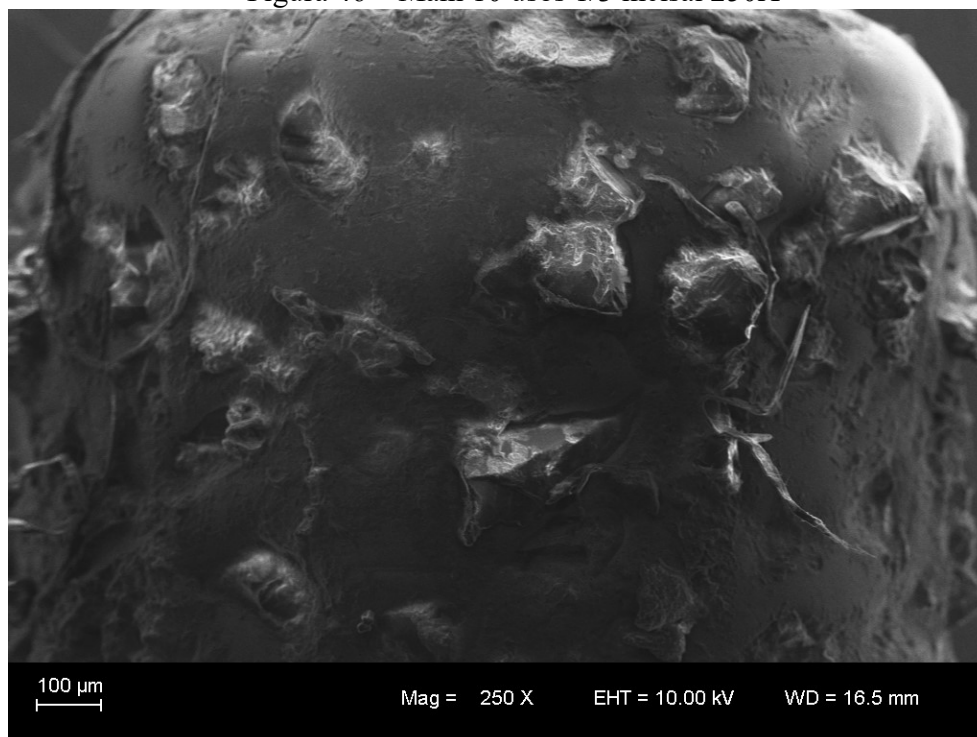
Fonte: do autor, 2016.

Figura 45 – Mani 10 usos 1/3 médio 250X



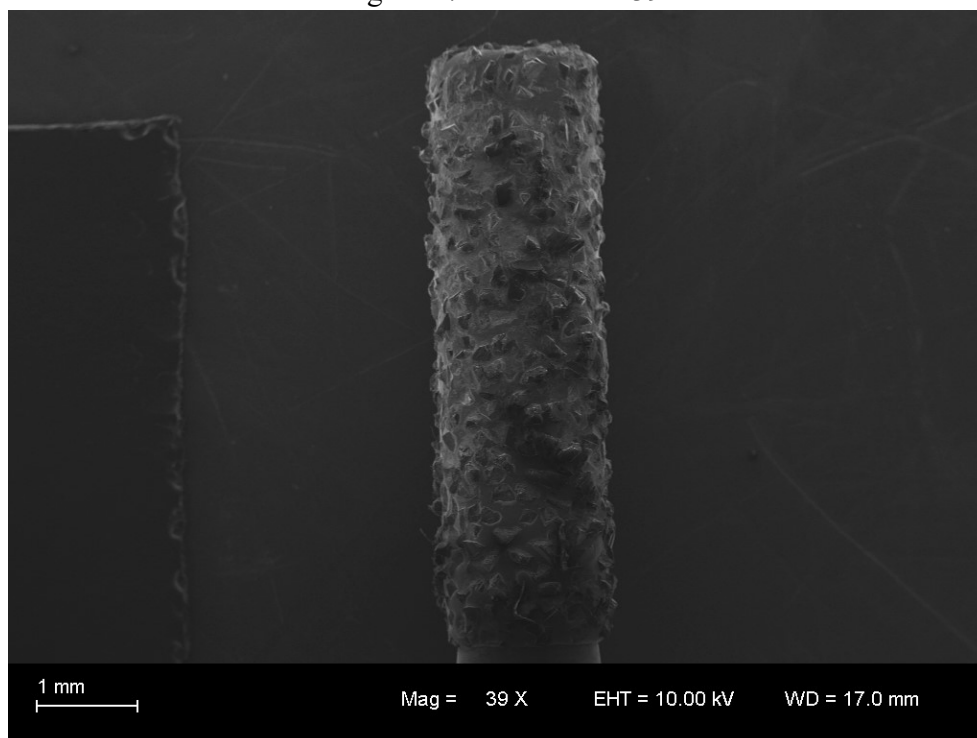
Fonte: do autor, 2016.

Figura 46 – Mani 10 usos 1/3 incisal 250X



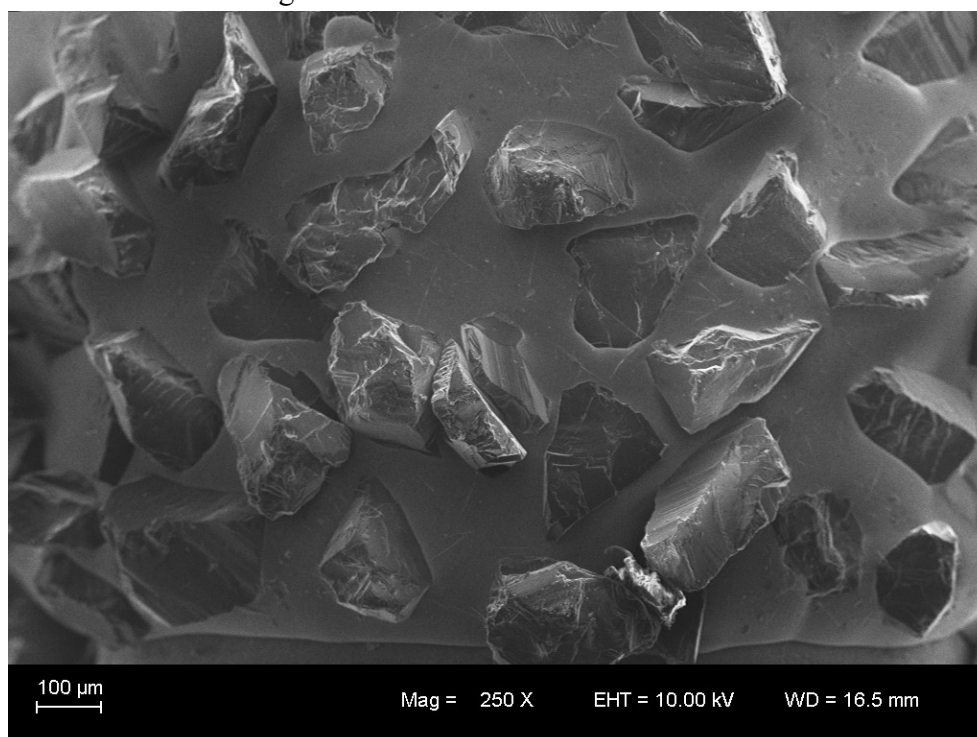
Fonte: do autor, 2016.

Figura 47 –NTI BASE 39X



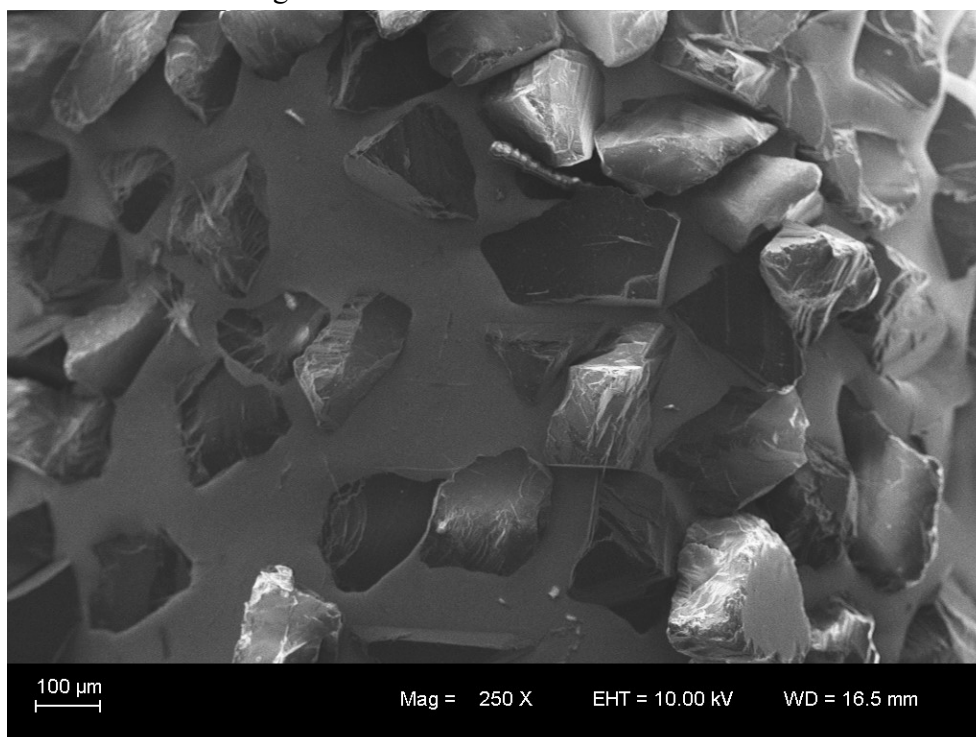
Fonte: do autor, 2016.

Figura 48 – NTI BASE 1/3 cervical 250X



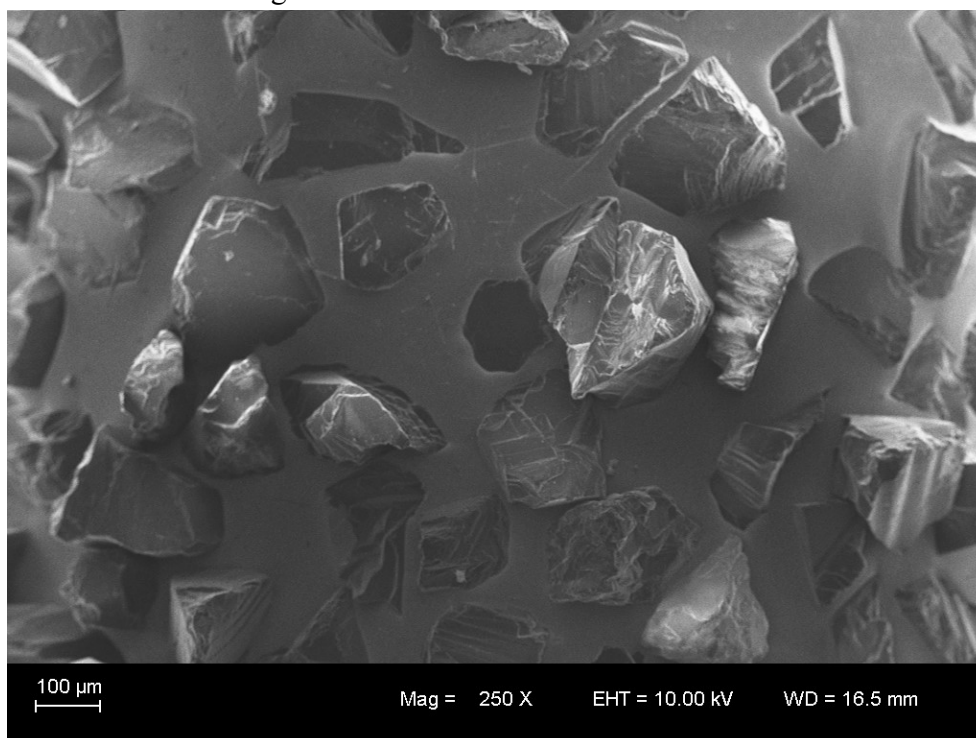
Fonte: do autor, 2016.

Figura 49 – NTI BASE 1/3 médio 250X



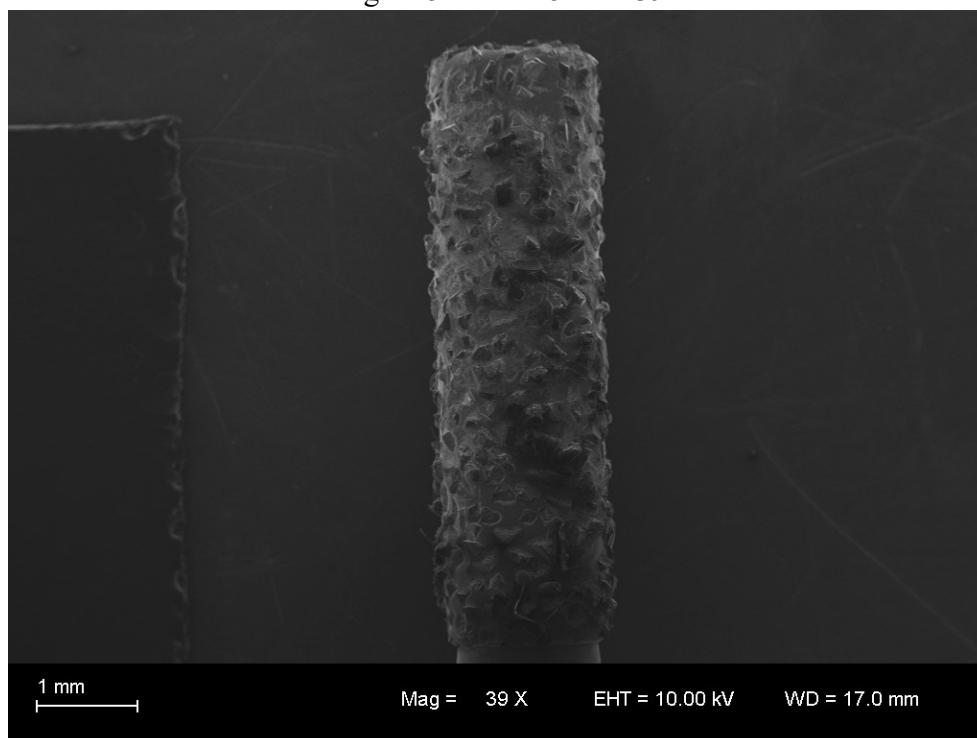
Fonte: do autor, 2016.

Figura 50 – NTI BASE 1/3 incisal 250X



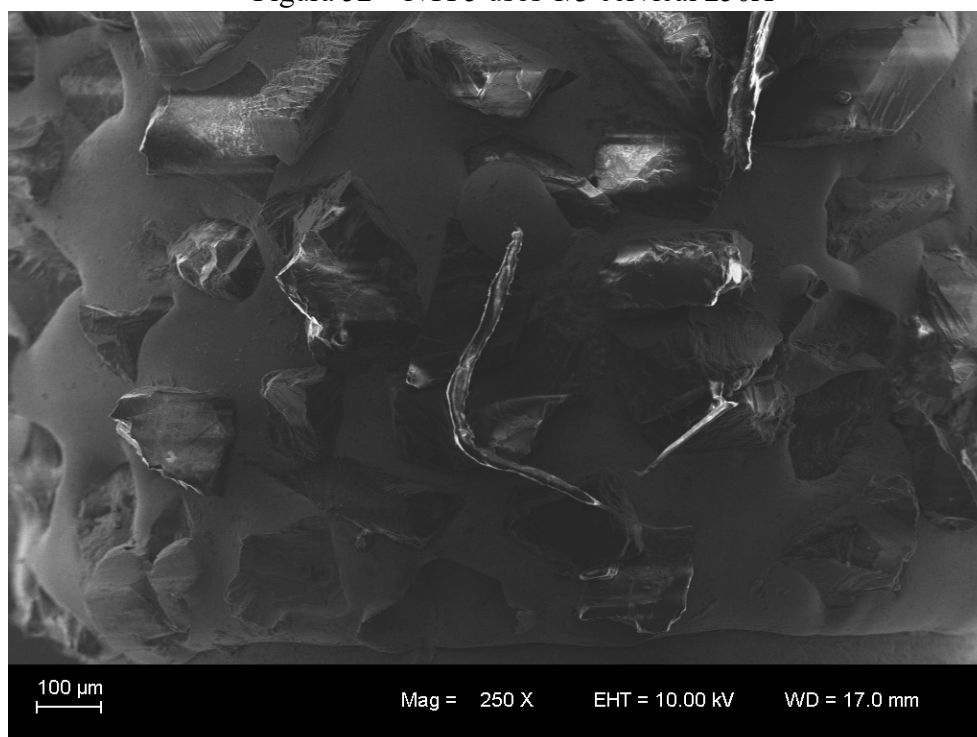
Fonte: do autor, 2016.

Figura 51 – NTI 5 usos 39X



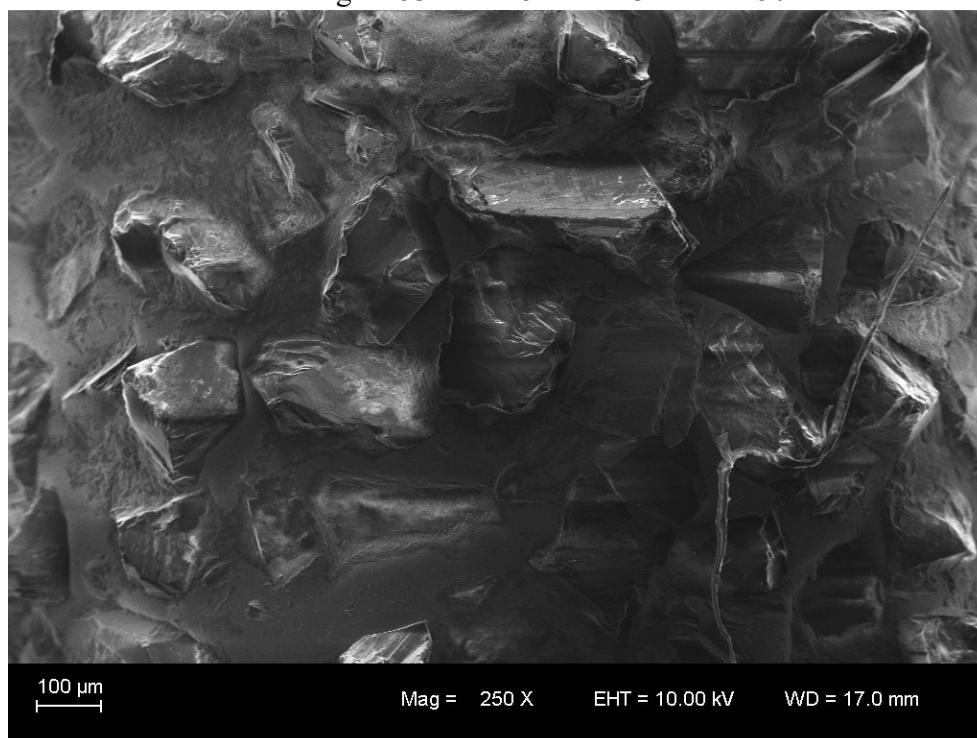
Fonte: do autor, 2016.

Figura 52 – NTI 5 usos 1/3 cervical 250X



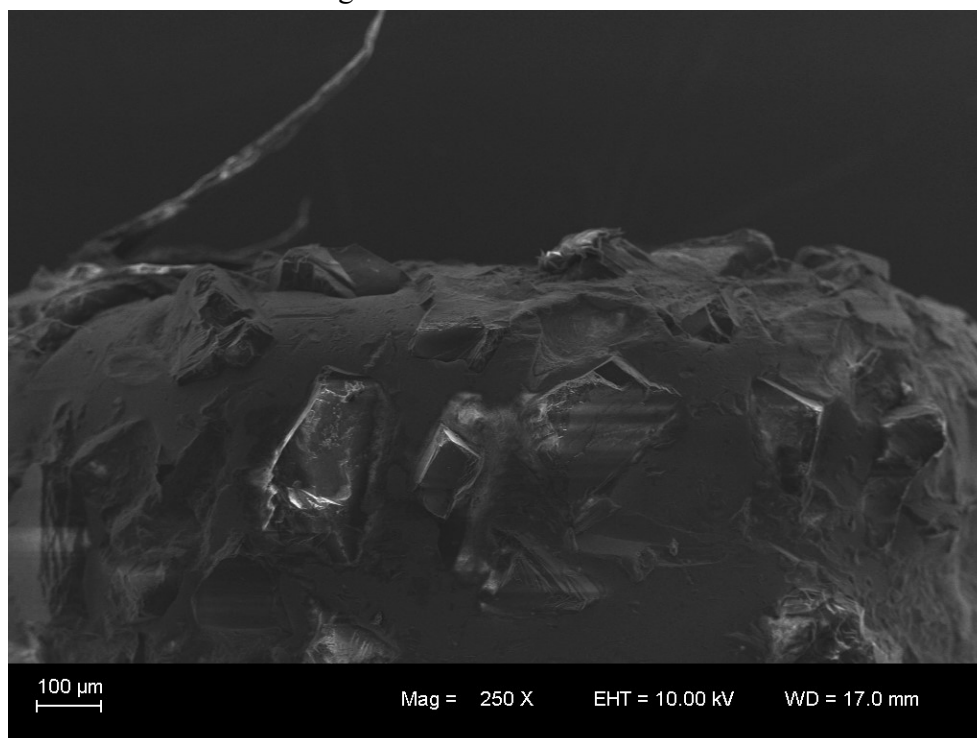
Fonte: do autor, 2016.

Figura 53 – NTI 5 usos 1/3 médio 250X



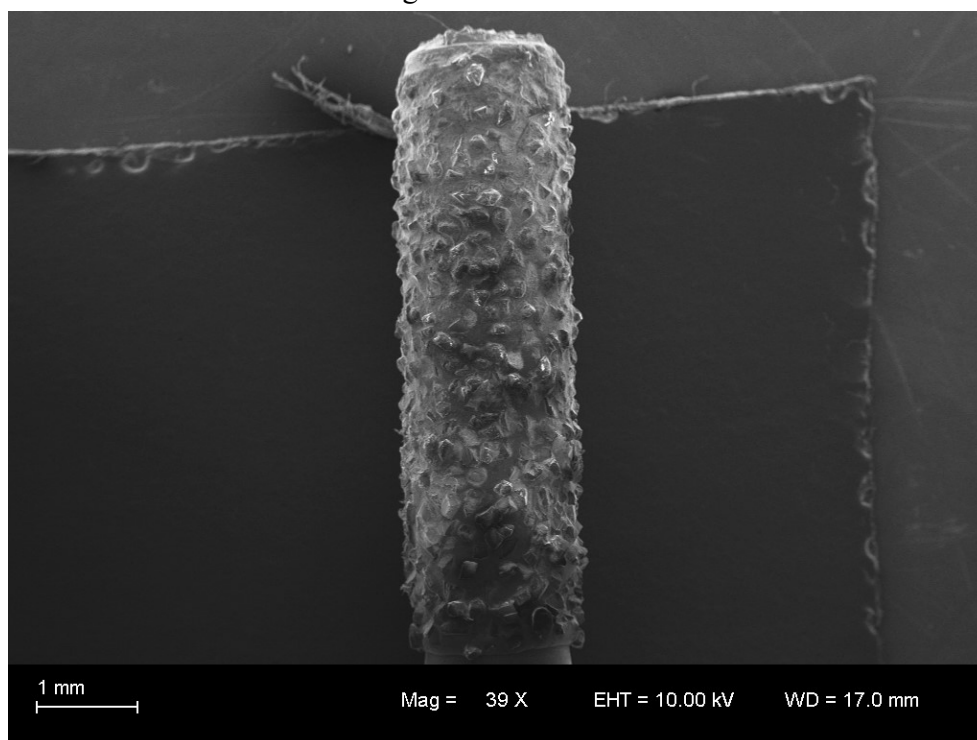
Fonte: do autor, 2016.

Figura 54 – NTI 5 usos 1/3 incisal 250X



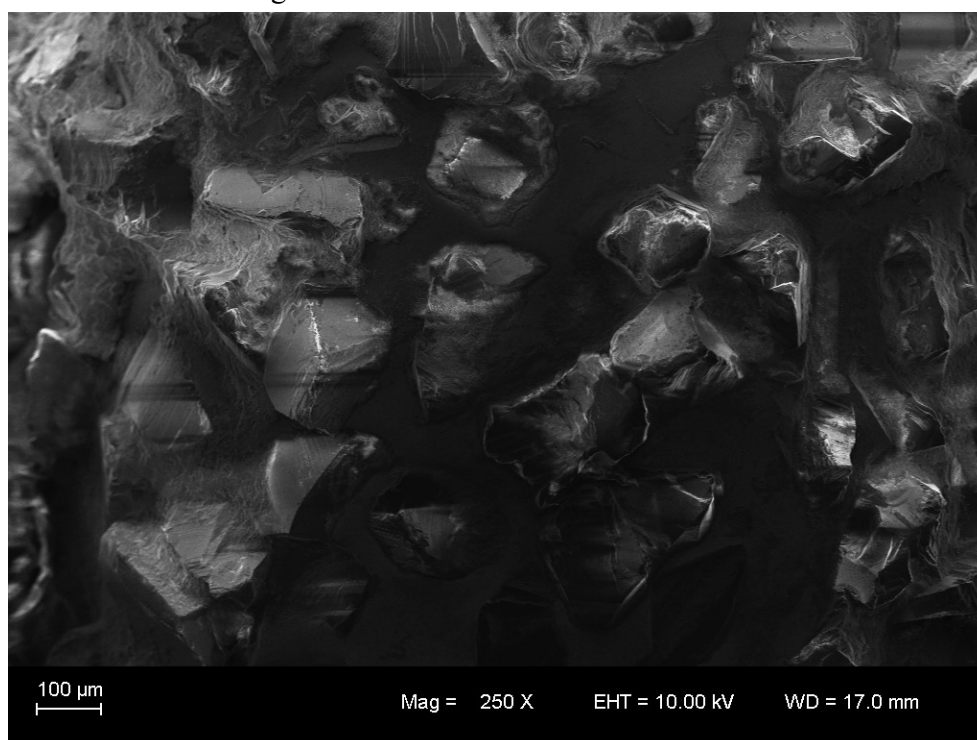
Fonte: do autor, 2016.

Figura 55 – NTI 10 usos 39X



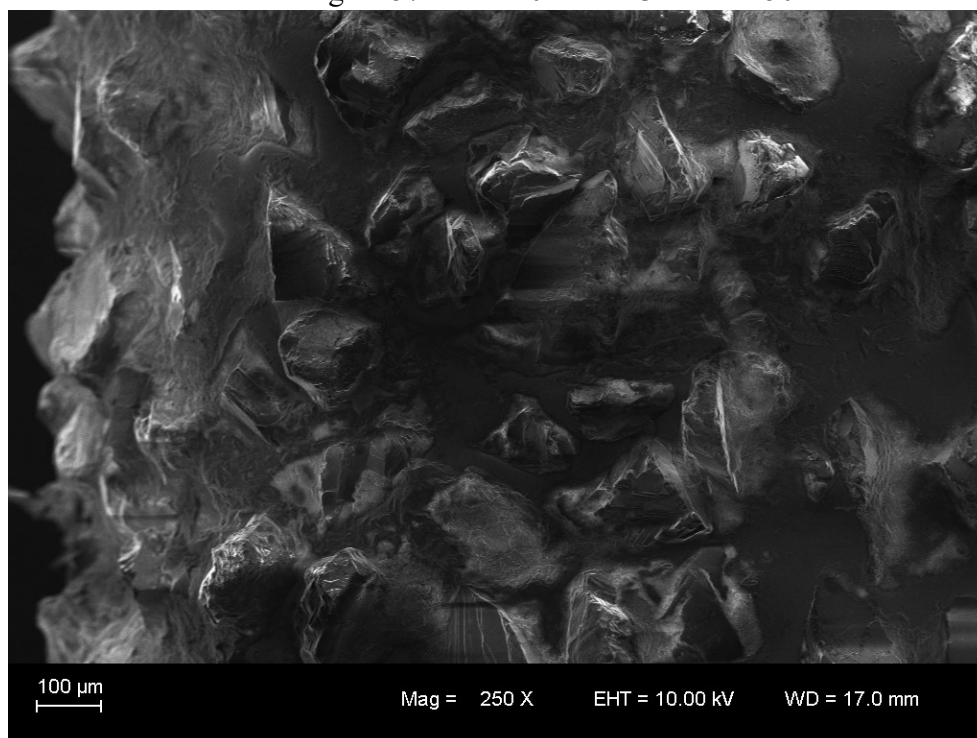
Fonte: do autor, 2016.

Figura 56 – NTI 10 usos 1/3 cervical 250X



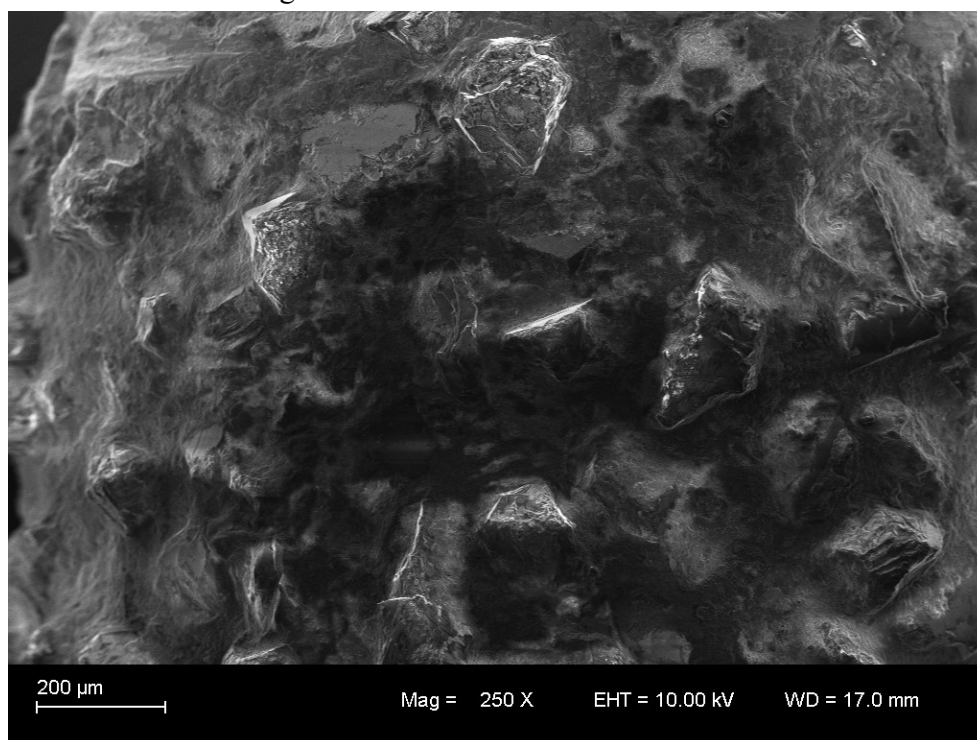
Fonte: do autor, 2016.

Figura 57 – NTI 10 usos 1/3 médio 250X



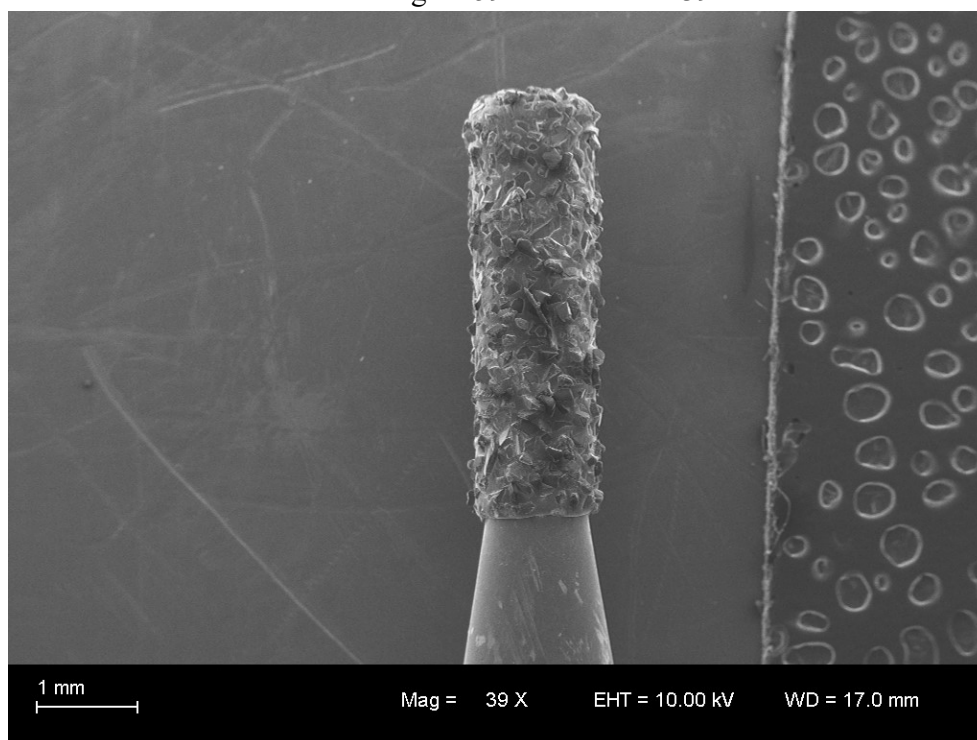
Fonte: do autor, 2016.

Figura 58 – NTI 10 usos 1/3 incisal 250X



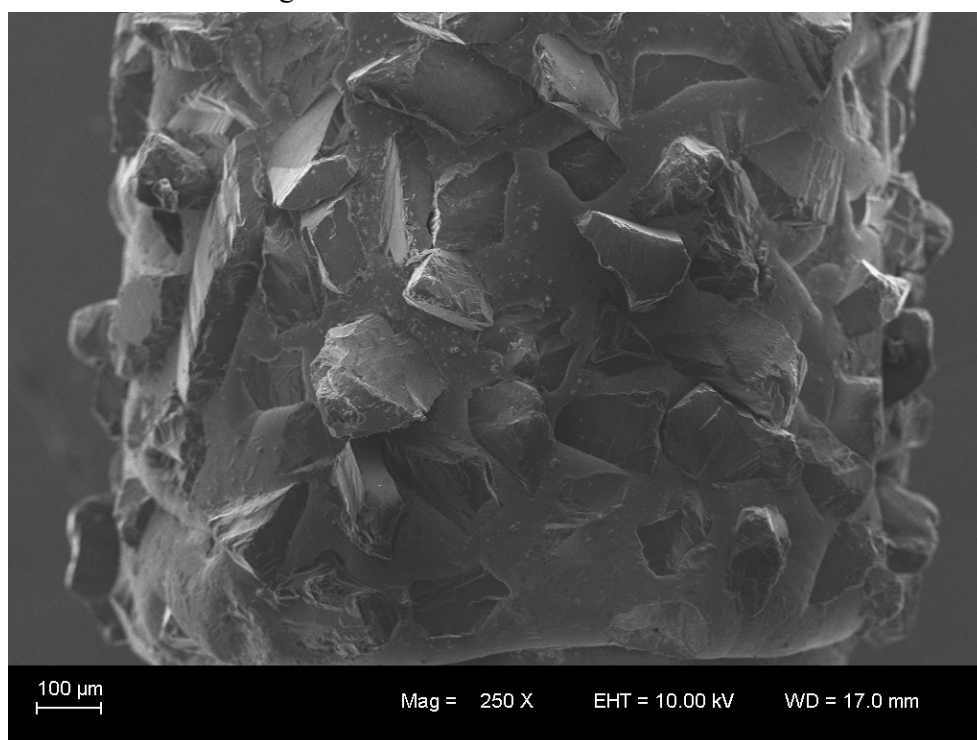
Fonte: do autor, 2016.

Figura 59 – Jota BASE 39X



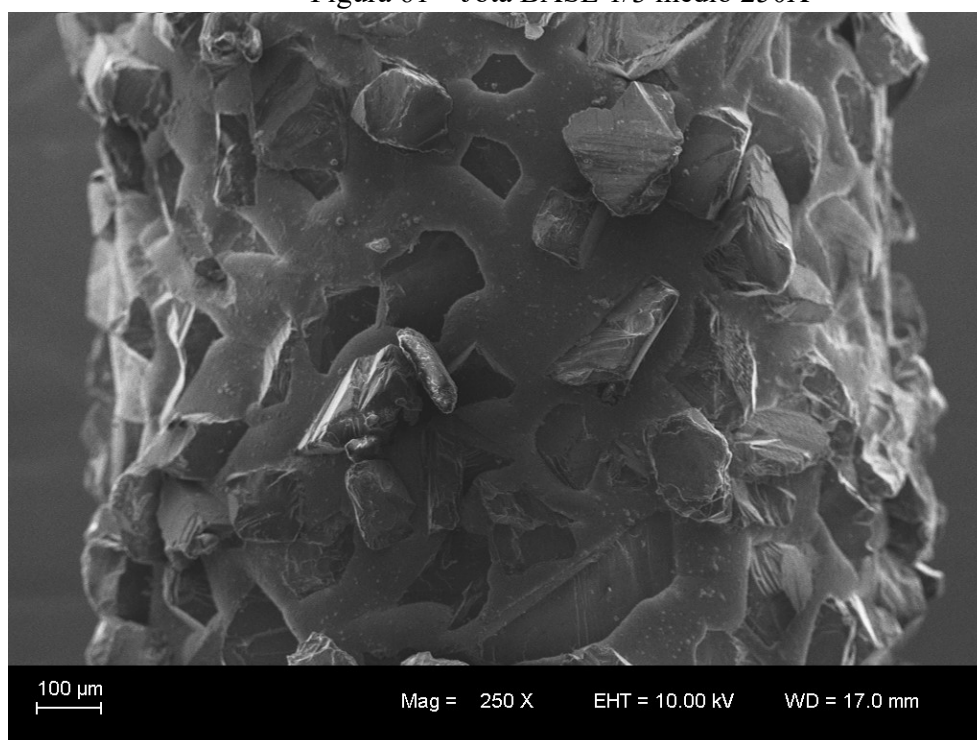
Fonte: do autor, 2016.

Figura 60 – Jota BASE 1/3 cervical 250X



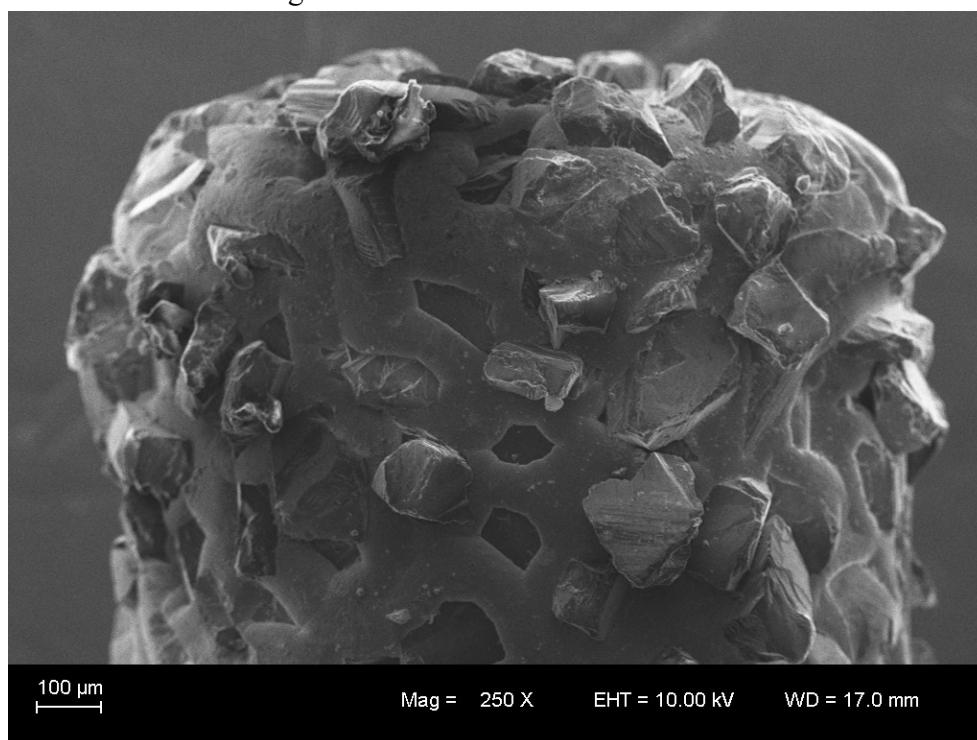
Fonte: do autor, 2016.

Figura 61 – Jota BASE 1/3 médio 250X



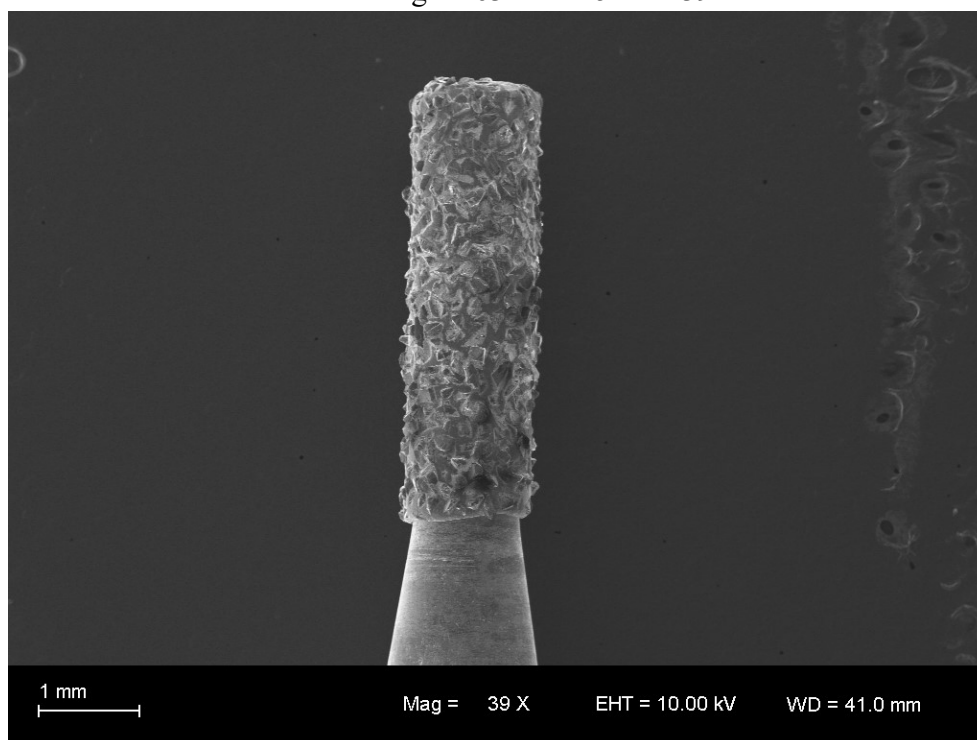
Fonte: do autor, 2016.

Figura 62 – Jota BASE 1/3 incisal 250X



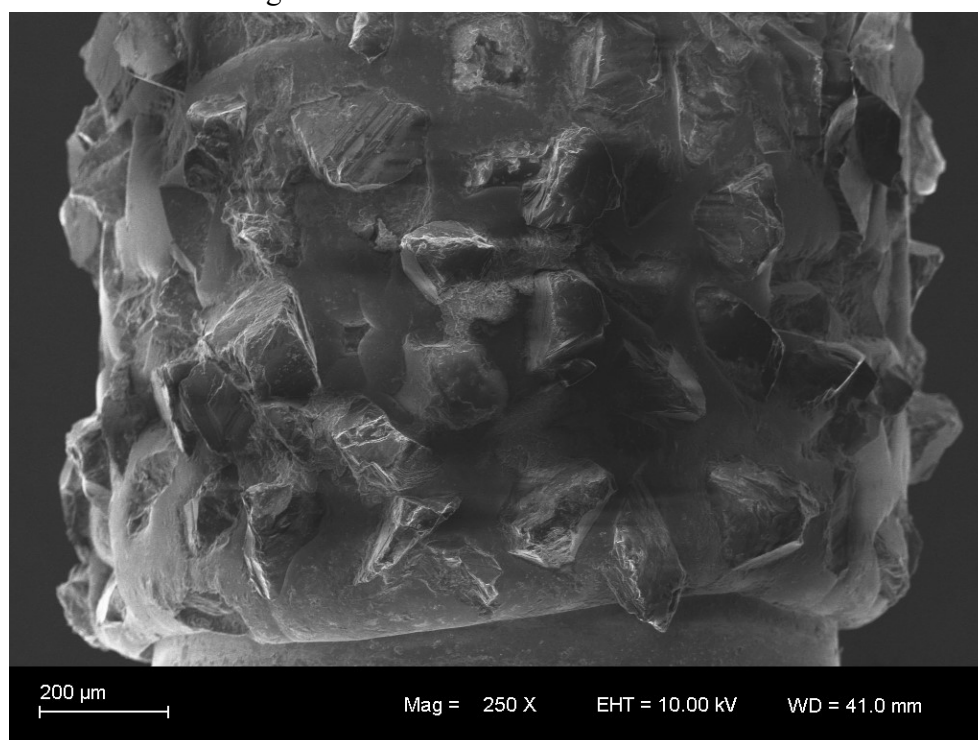
Fonte: do autor, 2016.

Figura 63 – Jota 5 usos 39X



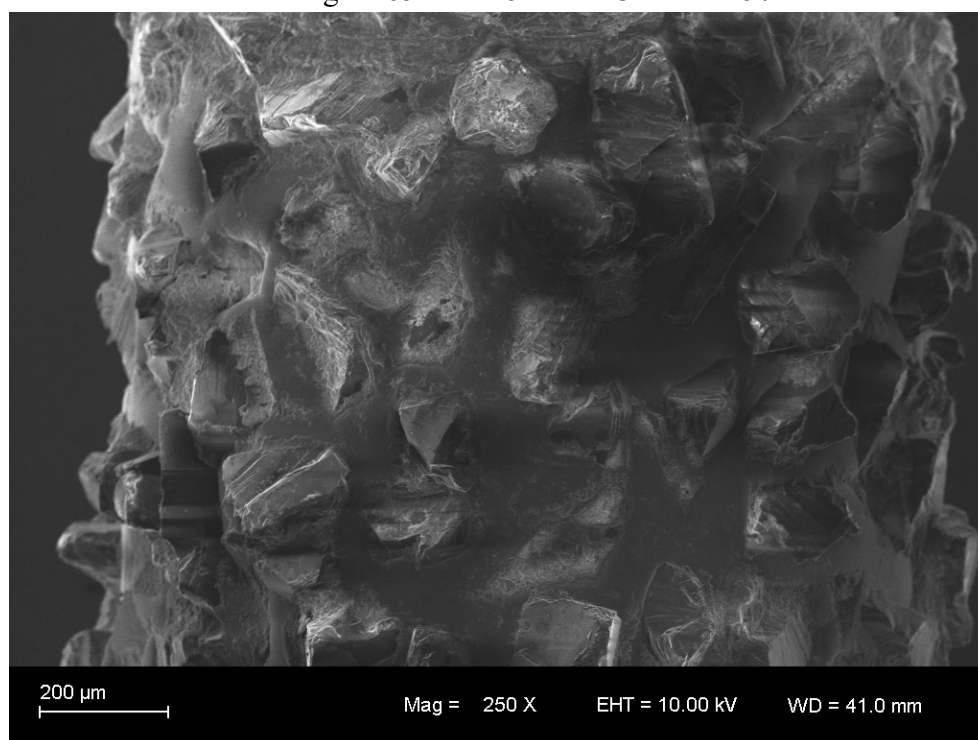
Fonte: do autor, 2016.

Figura 64 – Jota 5 usos 1/3 cervical 250X



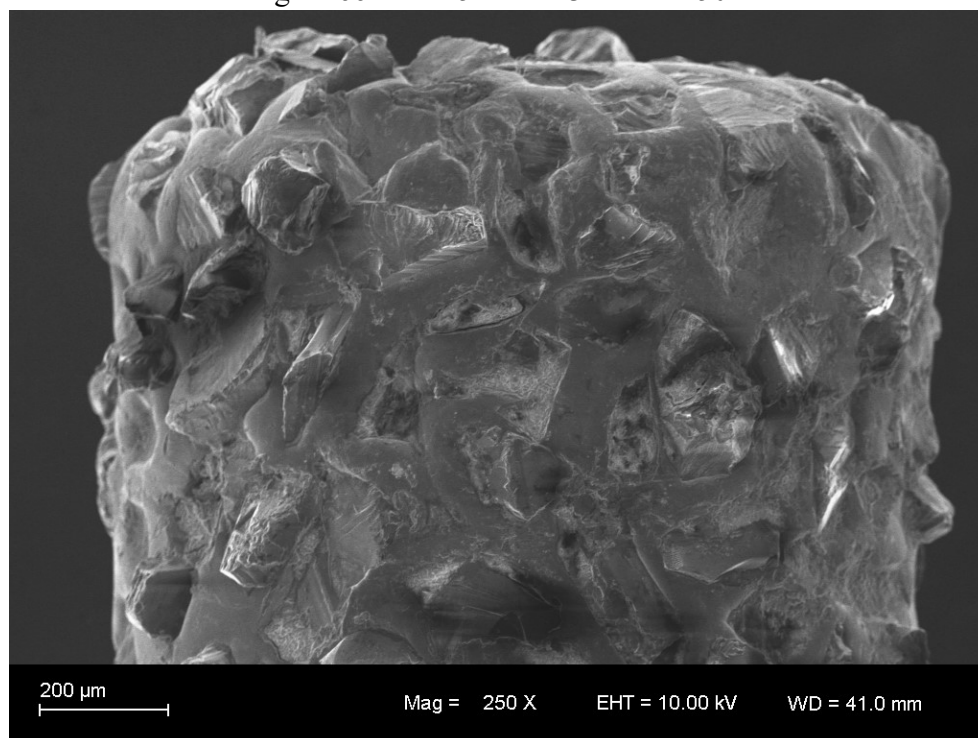
Fonte: do autor, 2016.

Figura 65 – Jota 5 usos 1/3 médio 250X



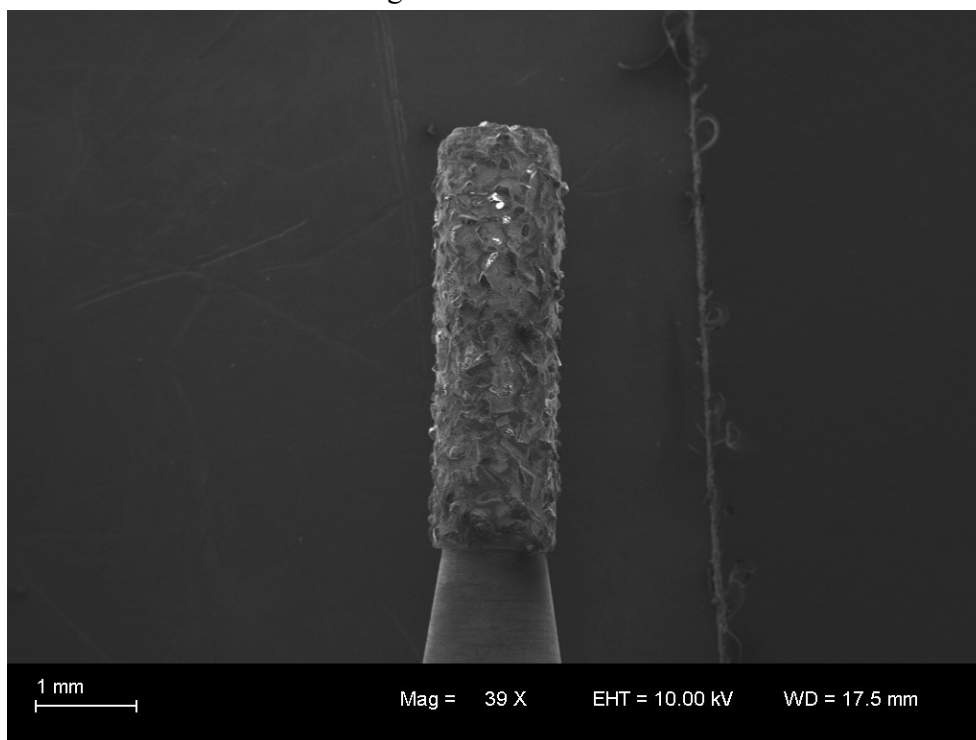
Fonte: do autor, 2016.

Figura 66 – Jota 5 usos 1/3 incisal 250X



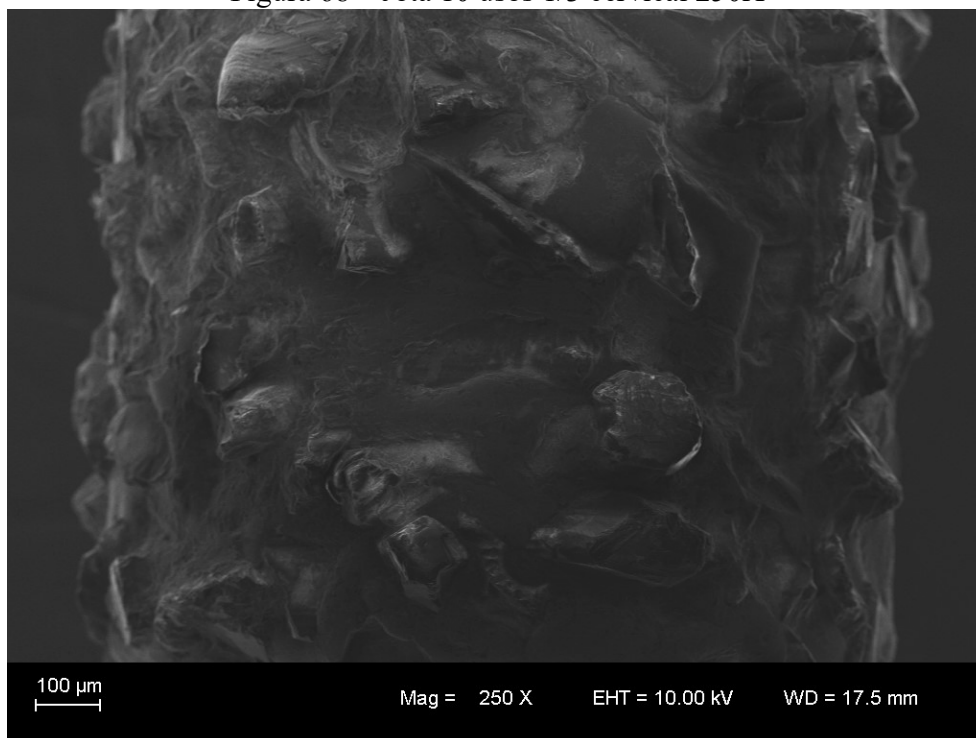
Fonte: do autor, 2016.

Figura 67 – Jota 10 usos 39X



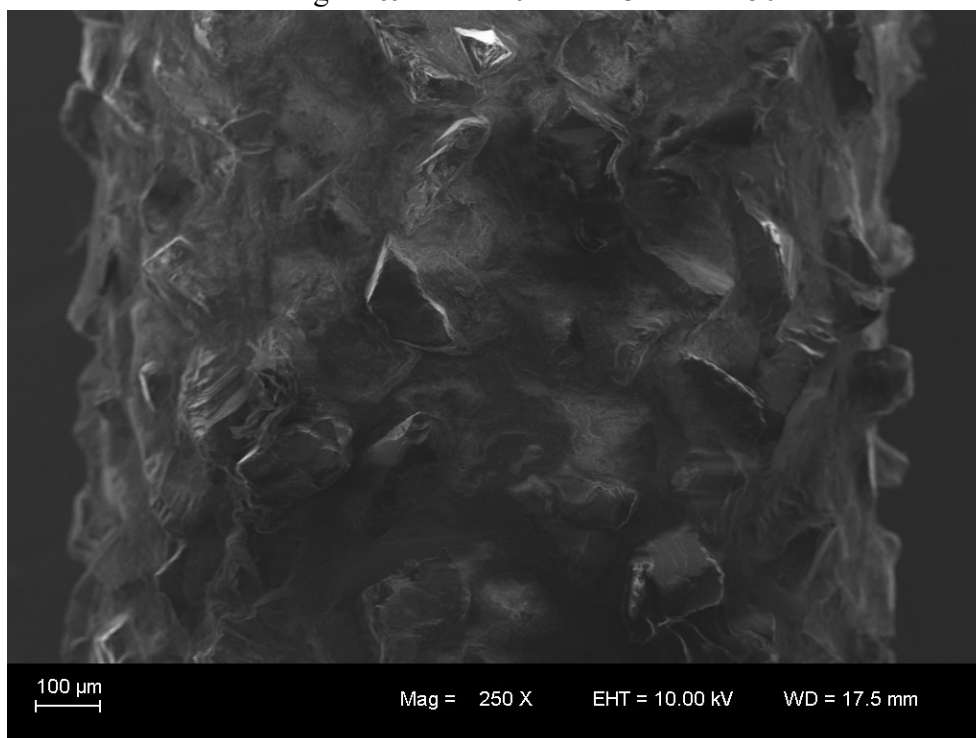
Fonte: do autor, 2016.

Figura 68 – Jota 10 usos 1/3 cervical 250X



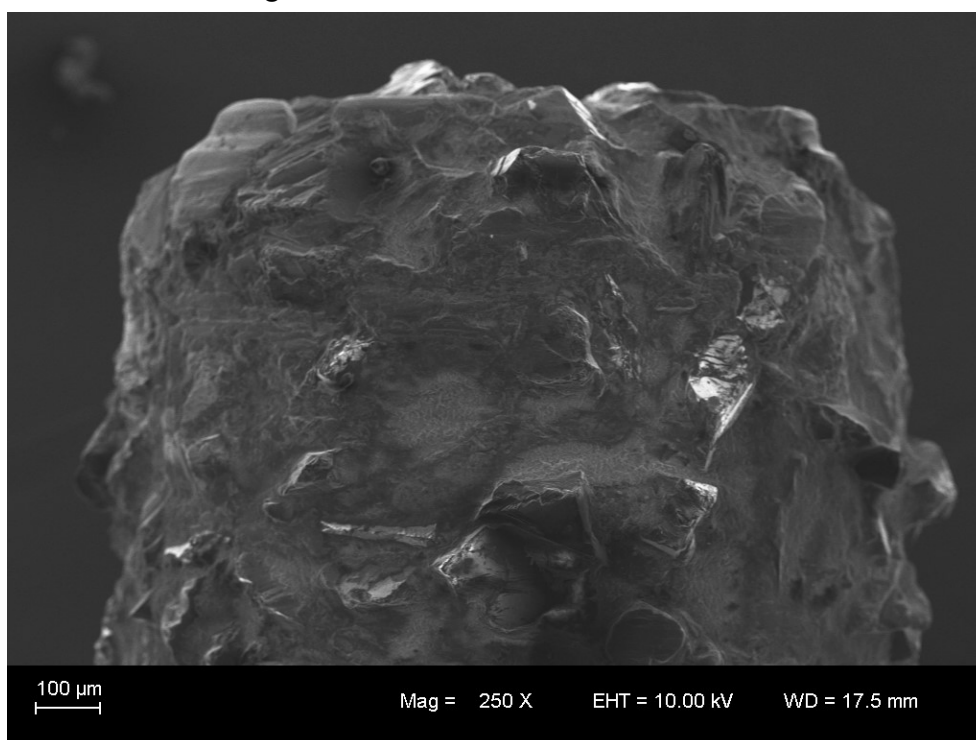
Fonte: do autor, 2016.

Figura 69 – Jota 10 usos 1/3 médio 250X



Fonte: do autor , 2016.

Figura 70 – Jota 10 usos 1/3 incisal 250X



Fonte: do autor, 2016.

No total foram realizadas 105 tomadas para comparação entre grupos da mesma marca (Baseline, 5 usos e 10 usos) e entre marcas (comparação de todos os baselines das 5 marcas, comparação entre todos os 5 usos das 5 marcas e comparação entre todos os 10 usos das 5 marcas).

Com essas tomadas foi possível:

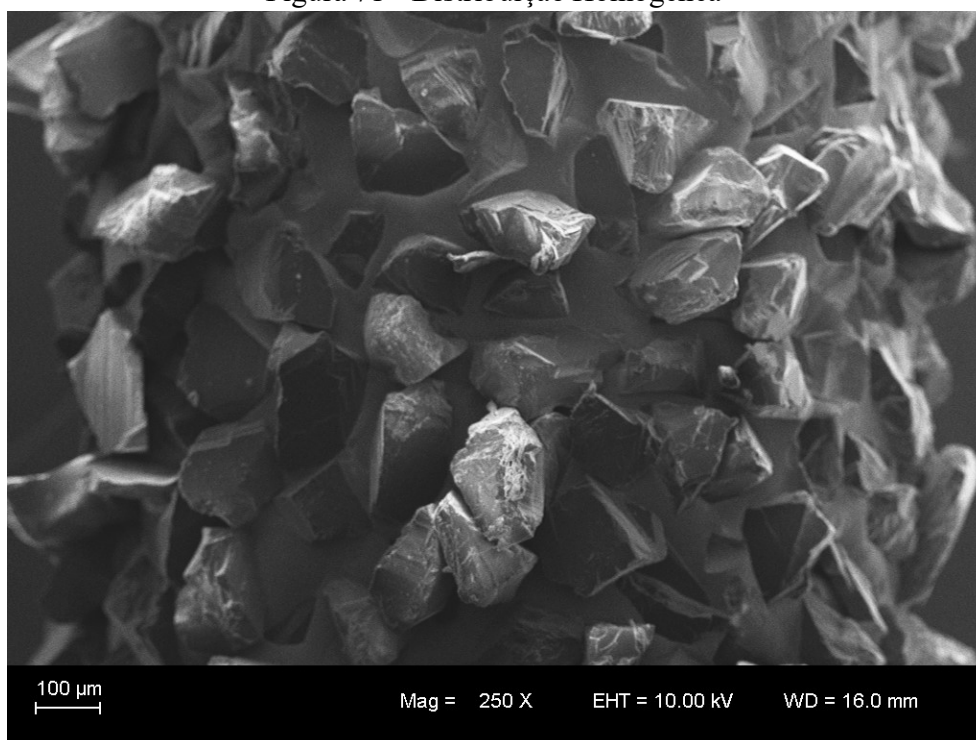
- 1) Verificar que todas as pontas diamantadas foram confeccionadas através da técnica convencional de deposição de diamante sobre a haste do instrumento, sendo que já foi comprovado pela literatura que as pontas confeccionadas a partir do método CVD são mais duradouras, apresentam o filme de diamante disposto de forma igualitária por toda a área do instrumento e são mais baratas se confeccionadas em grande escala.
- 2) Quantificar a média do número de grãos presentes em cada ponta diamantada e qualificar os grãos de diamantes quanto a sua morfologia e distribuição. O critério utilizado como parâmetro de comparação entre distribuição homogênea e heterogênea dos grânulos no substrato são as Figura 71 e a Figura 72, respectivamente. A descrição da morfologia e da distribuição dos grãos foi feita a partir da observação de todas as imagens da respectiva ponta diamantada no baseline e estão descritas na tabela 9.

Tabela 9: Descrição da morfologia e distribuição dos grãos de diamantes em cada marca.

MARCAS	Distribuição Grânulos		Morfologia Grânulos		Morfologia Geral dos Grânulos
	Homogêneo	Heterogêneo	Homogêneo	Heterogêneo	
KOMET	X		X		Grãos piramidais ou cúbicos com tamanhos aproximados entre si.
MANI		X		X	Grãos piramidais ou cúbicos com tamanhos diferentes
JOTA		X	X		Grãos poliédricos em sua maioria, alguns piramidais, paralelepípedos ou cúbicos.
INTENSIV	X			X	Grãos poliédricos em sua maioria, alguns piramidais ou cúbicos. Grãos inseridos em planos diferentes.
NTI	X		X		Grãos poliédricos em sua maioria, alguns piramidais ou cúbicos.

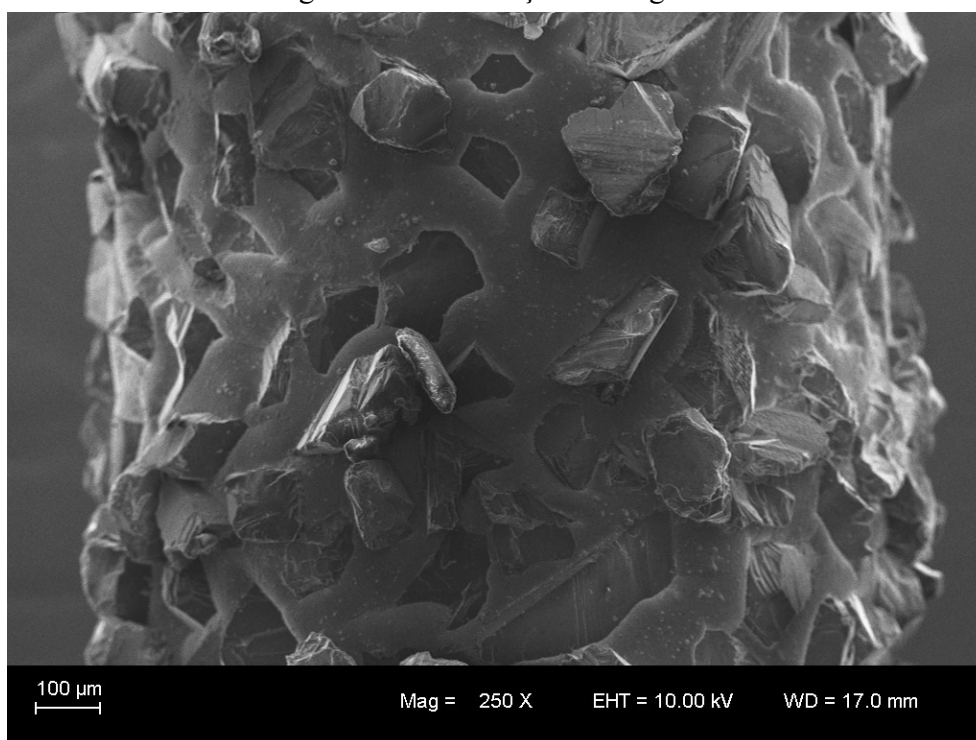
Fonte: do autor, 2016.

Figura 71 - Distribuição Homogênea



Fonte: do autor, 2016.

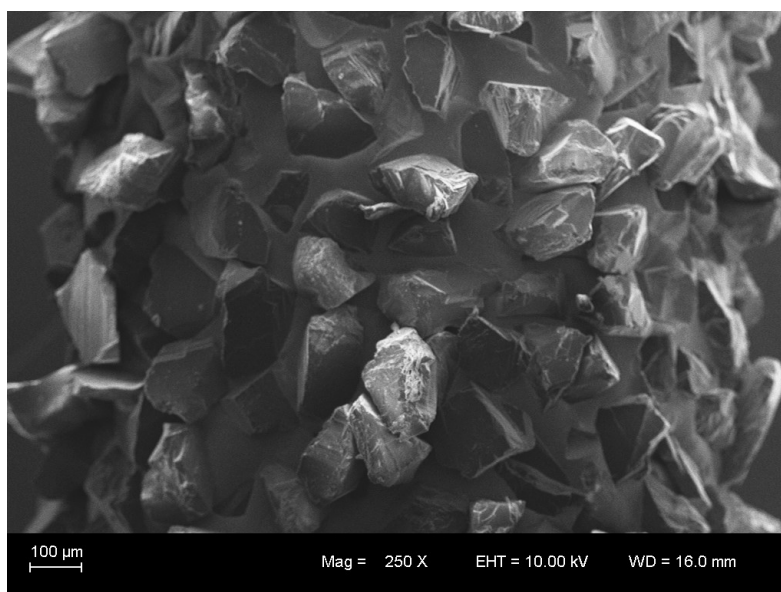
Figura 72- Distribuição heterogênea



Fonte: do autor, 2016.

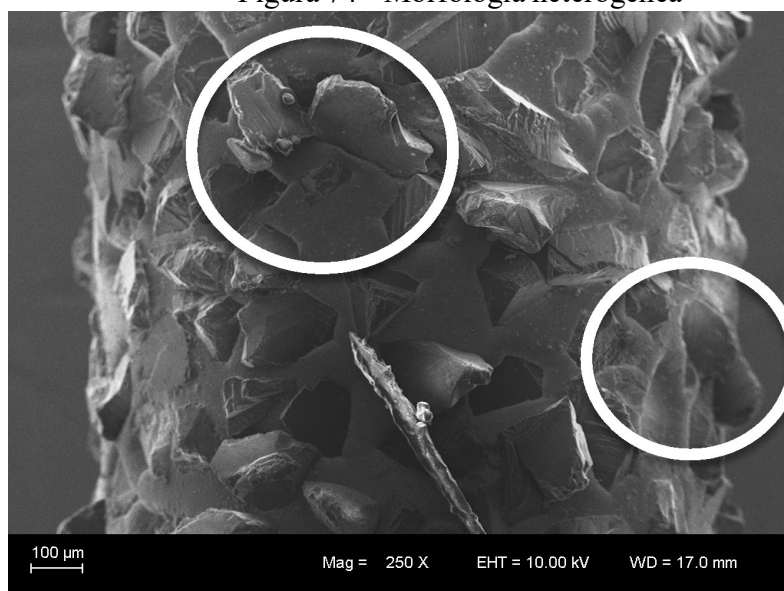
O critério utilizado como parâmetro de comparação entre a morfologia dos grânulos foi a presença de 3 ou mais conformações para uma ponta dita heterogênea e de até 2 conformações para a ponta dita homogênea, conforme a tabela 9 e a figuras 73 e 74 respectivamente.

Figura 73- Morfologia Homogêna



Fonte: do autor, 2016.

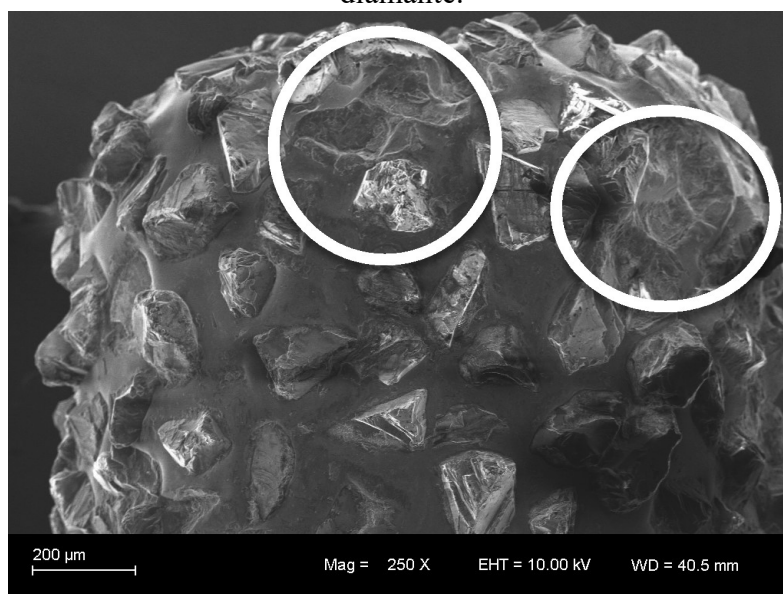
Figura 74 - Morfologia heterogênea



Fonte: do autor, 2016.

- 3) Verificar que haviam áreas compatíveis com arrancamento de grânulos em todas as pontas avaliadas, exceto nas pontas do baseline, conforme Figura 75.

Figura 75 - Para ilustração, demonstra áreas compatíveis com arrancamento de grânulos de diamante.



Fonte: do autor, 2016.

- 4) Verificar que havia presença de debris em todas as pontas avaliadas, exceto nas pontas do baseline, conforme Figura 76.

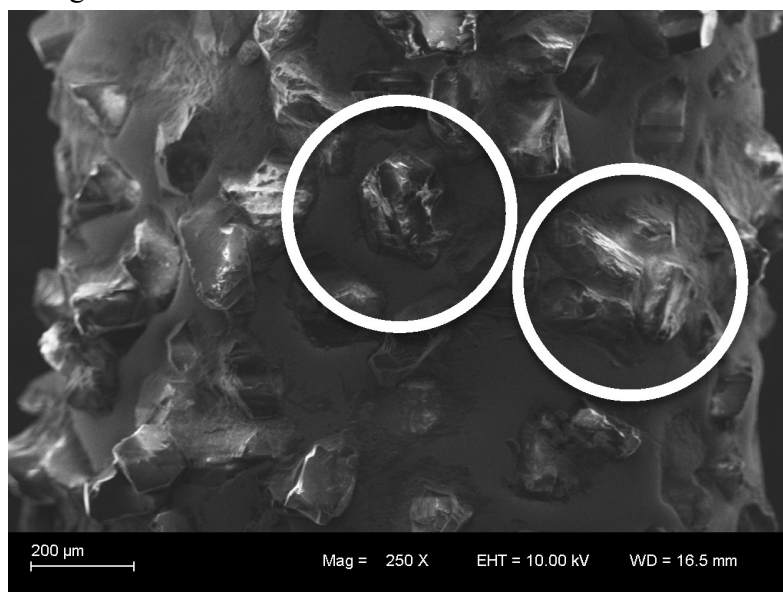
Figura 76 - Para ilustração, demonstra o emaranhado de debris presente na ponta diamantada após múltiplos usos.



Fonte: do autor, 2016.

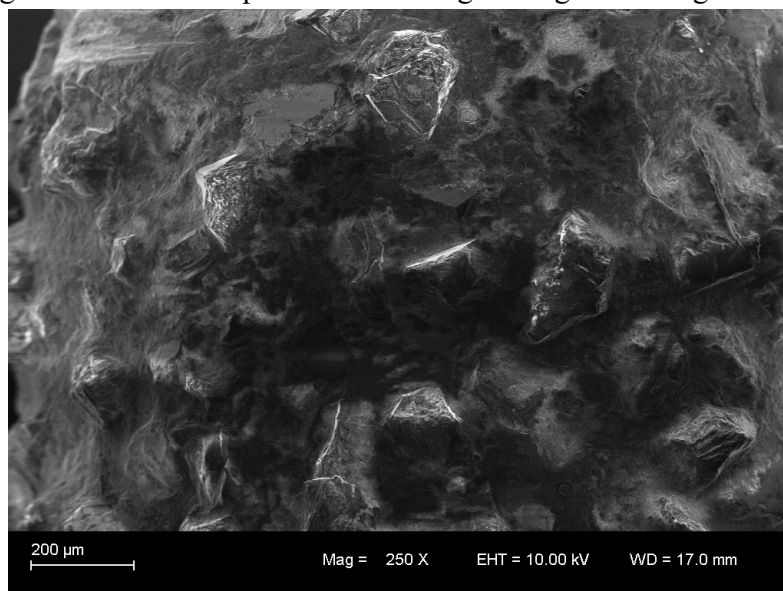
- 5) Nas pontas avaliadas após 5 e 10 usos pode-se confirmar que a morfologia dos grânulos se altera, havendo a perda de muitas arestas e arredondamento e destruição das estruturas piramidais, conforme Figura 77 e 78.

Figura 77 - Mostra o arredondamento das arestas com o desgaste



Fonte: do autor, 2016.

Figura 78 – Mostra a perda de morfologia dos grãos e desgaste do substrato



Fonte: do autor, 2016.

6.3 Sonda de energia dispersiva

A composição do substrato das diferentes marcas antes do uso (baseline) foram observadas por meio da sonda EDS e estão apresentadas na Tabela 10. A composição da marca Intensiv apresentou apenas os elementos químicos C (carbono) e Cr (Cromo); a marca Komet apresentou C (carbono), Ni (níquel) e pequenas quantidades de O (oxigênio) e Si (Silício); as marcas Jota e NTI apresentaram os elementos químicos C (carbono), Ni (níquel) e pequenas quantidades de O (oxigênio); a marca Mani apresentou apenas os elementos químicos C (carbono) e Ni (níquel).

Na análise da composição dos grânulos a marca Intensiv apresentou apenas o elemento químico C (carbono), evidenciando o uso de diamantes naturais na sua composição; a marca Komet apresentou C (carbono), O (oxigênio) e pequenas quantidades de Si (Silício); a marca NTI apresentou os elementos químicos C (carbono) e O (oxigênio) na composição de seus grânulos; a marca Jota apresentou a maior quantidade de elementos químicos na composição de seus grânulos, sendo eles C (carbono), Fe (Ferro), O (Oxigênio) e pequenas quantidades de Si (Silício), Al (Alumínio), Na (Sódio) e Ca (Cálcio); a marca Mani apresentou apenas os elementos químicos C (carbono), O (Oxigênio) e pequenas quantidades de Si (Silício) e Ni (níquel).

Na análise da composição da haste das pontas diamantadas todas as marcas apresentaram os elementos Cr (Cromo) e Fe (Ferro) na sua composição. A marca Komet foi a única a não apresentar o elemento C (Carbono) na composição da haste; a marca Mani apresentou Ni (níquel) e Mn (Manganês) na composição da haste.

As tabelas 10-12 referem-se a análise de substrato, grânulos e haste, respectivamente, nos terços cervicais das marcas Komet, Intensiv, Mani, NTI e Jota.

Tabela 10 – Composição do substrato

Terço Cervical						
Composição (% do peso)						
Marca	Ni	C	Cr	Fe	O	Si
Komet	73,84	12,15	-	-	11,25	2,76
Intensiv	-	4,02	95,98	-	-	-
Mani	97,99	2,01	-	-	-	-
NTI	93,26	5,39	-	-	1,35	-
Jota	88,72	7,23	-	-	4,05	-

Tabela 11 – Composição dos grânulos

Terço Cervical								
Composição (% do peso)								
Marca	Ni	C	Fe	O	Si	Al	Na	Ca
Komet	-	79,13	-	19,48	1,39	-	-	-
Intensiv	-	100	-	-	-	-	-	-
Mani	9,65	74,47	-	14,86	1,01	-	-	-
NTI	-	88,78	-	8,81	-	-	-	-
Jota	-	76,99	7,24	14,06	0,14	1,38	0,2	1,32

Tabela 12 – Composição da haste

Haste								
Composição (% do peso)								
Marca	Ni	C	Cr	Fe	Mn	O	Si	Al
Komet	-	-	17,16	69,68	-	4,28	-	1,1
Intensiv	-	2,94	13,82	79,88	-	2,22	1,14	-
Mani	6,45	2,27	17,84	66,39	6,63	-	0,42	-
NTI	-	1,86	16,07	81,66	-	-	0,41	-
Jota	-	2,45	22,5	74,1	-	-	0,41	0,53

7 DISCUSSÃO

O cirurgião dentista utiliza pontas diamantadas em sua prática rotineiramente³. As sucessivas utilizações de uma ponta diamantada levarão a diminuição da sua eficiência de desgaste, pois com o atrito da ponta diamantada com o tecido dental grânulos de diamante são perdidos expondo nichos correspondentes aos locais onde estes estavam depositados^{6,7}. O uso prolongado provoca não só a perda de grânulos de diamante, mas também a alteração de sua forma, diminuindo a eficiência de desgaste da ponta diamantada. A diminuição da eficiência de desgaste da ponta diamantada reflete na lisura das paredes do preparo⁸.

Nesse estudo, foram estabelecidos 3 grupos: o primeiro grupo com pontas diamantadas de 5 marcas, sem nenhum uso; o segundo grupo com 5 pontas diamantadas de 5 marcas com cinco usos e ciclos de esterilizações; e o terceiro grupo com 5 pontas diamantadas de 5 marcas com dez usos e ciclos de esterilizações. Em face das diferenças encontradas nos dados da literatura, podemos observar variação de uma ponta diamantada sem uso, uma ponta diamantada utilizada a cada cinco preparos e uma ponta diamantada utilizada a cada dez preparos além de trabalhos que não informam a quantidade de vezes que a ponta diamantada foi utilizada^{8, 38}. A sucessiva realização de preparos cavitários utilizando a mesma ponta diamantada provocará mudança de forma e perda das partículas de diamantes o que resultará em diminuição da eficiência de desgaste da ponta diamantada^{6,7,25,39}. Eames et al.⁴⁰(1977) e Grajower et al.¹⁹ (1979), relataram em seus estudos a redução da eficiência de corte das pontas diamantadas após seu uso prolongado. Além disso, as paredes do preparo cavitário também apresentam diminuição de sua lisura²⁵ devido à perda das partículas de diamante, o que torna as pontas menos rugosas²⁶ e, conseqüentemente, menos eficientes em seu poder de desgaste. A lisura do preparo cavitário pode afetar a capacidade adesiva dos tecidos dentais, já que superfícies mais lisas possuem capacidade reativa e adesiva diferentes de superfícies rugosas².

A menor rugosidade das pontas de diamante provoca à dificuldade no desgaste de estrutura dental, induzindo o operador a exercer maior pressão para compensar a menor eficiência da ponta, causando aumento do calor gerado pelo atrito da ponta diamantada com a estrutura dentária⁴¹. Com relação ao desgaste sofrido pelas pontas diamantadas, houve diferença estatística significativa entre as pontas sem uso e após cinco e dez usos (Tabelas 7 e 8). A observação das pontas sem uso em microscópio eletrônico de varredura mostrou a presença de grãos de diamante com ângulos vivos em toda a superfície. À medida que as pontas eram desgastadas, a observação das pontas sem uso em microscópio eletrônico de varredura mostrou

o deslocamento dos grãos de diamantes, tornando aparente a base da ponta e expondo crateras correspondentes aos locais onde os grãos de diamantes estavam depositados (figuras 11–70). Este resultado também foi observado nos trabalhos de Araújo & Fantinato³⁹ (1994), Borges²⁶ (2003) e Beatrice²⁵ (1994).

A comparação entre os grupos - como podemos notar na Tabela 2 - mostram que as pontas diamantadas da marcas Komet e Intensiv se equivalem ao considerarmos o número de grãos de diamantes presentes na ponta diamantada sem uso. A medida que se aumenta o número de usos as marcas passam a ter diferenças estatísticas em relação a perda de grãos de diamantes e, conseqüentemente, seu desempenho no desgaste do tecido dentário. As pontas diamantadas da marca Komet submetidas a 5 usos e a 10 usos apresentaram médias superiores no número de grãos de diamantes em relação aos grupos de 5 usos e 10 usos de todas as outras marcas. Também foi superior na média do número de grãos de diamante em relação ao grupo de pontas diamantadas novas das marcas Jota, Mani e NTI, respectivamente. Este fato pode sugerir que o substrato da ponta diamantada Komet consiga obter maior adesão do grão de diamante em relação as outras marcas. Ainda, a comparação entre as marcas mostrada nas tabelas 3 e 4 demonstram que existe diferença estatística entre as marcas sempre na comparação com o grupo controle da marca Komet. Este resultado sugere que a ponta diamantada da marca Komet mantém maior número de grãos de diamantes após 5 e 10 usos e assim mantém maior poder de desgaste.

Através das análises realizadas com a sonda de energia dispersiva, conseguimos determinar os elementos químicos que compõem as pontas diamantadas. Tratando-se do substrato - material que liga os diamantes à peça - pudemos notar na tabela 10 que o níquel sempre se faz presente em uma grande quantidade, exceto na ponta diamantada da marca Intensiv cujo elemento cromo é o mais presente.

A perda prematura do substrato do instrumento diminui o poder de desgaste, pois influencia na adesão do grão de diamante. Idealmente, a matriz de metal eletrodepositada cobre 50% a 60% da dimensão máxima do grânulo de diamante, com um certo número de facetas restantes descobertas. Tipicamente, a deposição excessiva de níquel e a cobertura dos grânulos de diamante, reduzem o número de facetas de diamante expostas e devido a isso diminui a eficiência de corte.⁴² A perda do substrato também influencia na deposição de smear metálico na estrutura dental do paciente. A presença desse smear pode afetar na adesão de

materiais restauradores, influenciando negativamente na longevidade das restaurações e peças protéticas⁵.

A tabela 11 mostra a composição dos grânulos de cada marca analisada. A marca Intensiv foi a única a apresentar apenas C (carbono) na composição de seus grânulos, evidenciando o uso de grãos naturais. As marcas Komet apresentou 79,13, a marca Mani 74,47, a Nti 88,78 e Jota 76,99 na composição (% do peso) de seus grânulos.

Na tabela 12 temos a composição da haste da ponta diamantada. Podemos observar que todas as marcas utilizam uma liga metálica com diferentes proporções de Fe (ferro), Cr (cromo) e C (carbono), exceto na marca Komet onde o C (carbono) foi substituído pelo Al (alumínio).

De todas as marcas analisadas em nosso estudo, nenhuma utilizava o método não convencional (CVD), que é capaz de cobrir totalmente e uniformemente filmes de diamantes sintéticos sobre a haste. Estudos demonstraram que as pontas confeccionadas através de métodos não convencionais têm maior longevidade e também demonstraram que o custo para a confecção dessas pontas é mais barato se comparadas com as convencionais se forem produzidas em ampla escala industrial.^{5,16,17,18} Mesmo com esses dados, as indústrias ainda não adotam essa tecnologia como praxe. Uma das hipóteses para que as indústrias não confeccionem esse tipo de instrumento é de que com a maior longevidade dessas pontas e seu menor custo final, não se justificaria a produção desse instrumento, pois o mesmo não se tornaria rentável para a indústria.

8 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada e os resultados obtidos neste trabalho, podemos concluir que:

- I. O desgaste das pontas diamantadas utilizadas após cinco e dez preparos cavitários foi significativamente maior quando comparado às pontas diamantadas no baseline. Todas as pontas que foram submetidas a preparos múltiplos, escovação e autoclavagem, apresentaram grânulos deformados, presença de áreas sugestivas de arrancamento de grãos, ranhuras e deformações no substrato, e adicionalmente, presença de debris.
- II. A ponta diamantada controle, marca Komet, apresentou maior média de número de grânulos no baseline, seguida pelas marcas Intensiv, Jota, Mani e NTI, respectivamente. A ponta diamantada controle, marca Komet, apresentou uma média de número de grânulos após 5 usos, maior do que o das marcas Intensiv, Jota, Mani e NTI, respectivamente, após 5 usos. A ponta diamantada controle, marca Komet, apresentou uma média de número de grânulos após 10 usos, maior do que o das marcas Intensiv, Jota, Mani e NTI, respectivamente, após 10 usos. A ponta diamantada controle, marca Komet, apresentou uma média de número de grânulos após 5 usos e uma média de número de grânulos após 10 usos, maior do que o das marcas Intensiv, Jota, Mani e NTI, respectivamente, novas.
- III. Pela análise dos grânulos através do EDS, a ponta diamantada da marca Intensiv, foi a única a apresentar 100% de carbono na sua composição. As outras marcas possuem outros elementos químicos na sua composição como Ni(níquel), C(carbono), Fe(ferro), O (oxigênio), Si(silício), Al(alumínio), Na(sódio) e Ca(cálcio), com predominância do elemento carbono, que varia de 74,47% até 88,78% nessas marcas.
- IV. A ponta diamantada controle, marca Komet, apresenta distribuição de grânulos homogêneos, assim como as marcas Intensiv e NTI. As pontas diamantadas das marcas Komet, Jota e NTI apresentaram uma morfologia homogênea de seus grânulos.

9 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Estes elementos dentais bovinos, incisivos centrais permanentes, constituem material de descarte dos frigoríficos, doados pelo Frigorífico Ouro do Sul, município de Harmonia, Vale do Caí, RS, registro no Ministério da Agricultura sob nº SIF/459, conforme documento de doação anexo a este projeto. O projeto foi executado após a aprovação do Compesq/UFRGS.

10 DECLARAÇÃO DE AUSÊNCIA DE INTERESSE COMERCIAL

Os autores não possuem vínculo de qualquer natureza com os fabricantes das pontas diamantadas analisadas.

REFERÊNCIAS

1. Caneppele TMF, Silva AA, Agra CM, Vieira GF. Estudo comparativo da eficiência de corte de pontas diamantadas convencionais e de tecnologia de diamante CVD e da rugosidade de superfície com o uso destes instrumentos. *Rev Inst Ciências Saúde*. 2007; 25(3):271-7.
2. Anusavice KJ. Phillips: materiais dentários. 11ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.
3. Bianchi EC, Aguiar PR, Monici RD, Bianchi ARR, Freitas CA. Características da estrutura cristalina de grãos diamantados. *Rev Ciênc Tecnol*. 2002;10(19):31-8.
4. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Dental cutting: the historical development of diamond burs. *J Am Dent Assoc*. 1998;129:740-5.
5. Borges CF, Magne P, Pfender E, Heberlein J. Dental diamond burs made with a new technology. *J Prosthet Dent*. 1999 Jul;82(1):73-9.
6. Siegel SC, Fraunhofer AV. Cutting efficiency of three diamond bur grit sizes. *JADA*, 2000;131:1706-10.
7. Oliveira AP, Uchoa-Junior AF, Freitas CG, Torres EM, Barata, TJE. Pontas diamantadas: estudo das condutas clínicas adotadas por acadêmicos de odontologia. *Rev Odontol Bras Central*, 2015;24(68):15-9.
8. Ciccone JC, Souza WCS, Torres CP, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG. Avaliação da eficiência de desgaste de pontas diamantadas. *RGO - Rev Gaúcha Odontol*. 2004;52(3):211-4.
9. Silva RHBT, Pinelli LAP, Faria IR De, Marcelo CC, Pita APG, Guaglianoni DG. Estudo fotomicrográfico do desgaste de pontas diamantadas em diferentes substratos. *Ciênc Odontol Bras*, 2004 out/dez;7(4):60-6.
10. Aranha VMS, Silva-concílio LR, Neves ACC, Barcellos DC, Rode SM. Comparação da variação da temperatura produzida por dois tipos de instrumentos cortantes rotatórios diamantados no preparo cavitário. *Braz Dent Sci*. 2011 jul/dec;14(3/4):38-41.
11. Vaz JC, Steagall L, Issao M. Eficiência de instrumentos de diamante no desgaste do esmalte de dentes humanos e vidro. Ensaio preliminar com instrumentos nacionais e estrangeiros. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 1981 jan/fev;35(1):82-90.
12. Ben-Hanan U, Judes H, Regev M. Comparative study of three different types of dental diamond burs. *Tribology*. 2008 Jun;2(2):77-83.

13. Lima LM, Motisuki C, Santos-Pinto L, Santos-Pinto A, Corat EJ. Cutting characteristics of dental diamond burs made with CVD technology. *Braz Oral Res.* 2006;20(2):155-61.
14. Bianchi EC, Silva EJ, Cezara FAG, Aguiara PR, Bianchi ARR, Freitas CA, et al. Aspectos microscópicos da influência dos processos de esterilização em pontas diamantadas. *Mater Res.*2003;6(2):203-10.
15. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Dental cuttin with diamond burs: heavy-hande b or light-touch? *J Prosthodont.*1999 Mar;8(1):3-9.
16. Carvalho CA, Fagundes TC, Barata TJ, Trava-Airoldi VJ, Navarro MF. The use of cvd diamond burs for ultraconservative cavity preparations: a report of two cases. *J Esthet Restor Dent.*2007;19(1):19–28.
17. Barros RCM, Ribeiro MC, An-Sumodjo PT, Julião MSS, Serrano SHP. Filmes de diamante CVD dopado com boro. Parte I. Histórico, produção e caracterização. *Quim Nova.* 2005;2:317-25.
18. Trava-Airoldi VJ , Corat EJ, Del Bosco E, Leite F. Hot filament scaling-up for CVD diamond burr manufacturing. *Surface Coatings Technology.* 1995;76-77:797-802.
19. Grajower R, Zeitchick A, Rajstein J. The grinding efficiency of diamond burs. *J Prosthet Dent* 1979 Oct.;42(4):422-8.
20. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Assessing the cutting efficiency of dental diamond burs. *J Am Dent Assoc.* 1996;127(6):763-72.
21. Dedavid, BA. Microscopia eletrônica de varredura : aplicações e preparação de amostras : materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. Porto Alegre: EDIPUCRS; 2007.
22. Microscópio eletrônico de varredura [Internet].2016[acesso em 2016 nov 6].Disponível em: <http://www.degeo.ufop.br/laboratorios/microlab/mev.htm>
23. Pereira JC, Barata TJE, Costa LC, Carvalho CAR, Fagundes TC, Mattos MCR et al. Recubrimiento pulpar directo e indirecto: mantenimiento de la vitalidad pulpar. *Acta Odontologica Venezolana.* 2011;49:1-14.
24. Bergenholtz G, Nyman S. Endodontic complications followingperiodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. *J Periodontol.* 1984;55:63-8.
25. Beatrice LCS. Estudo “in vitro” do desgaste sofrido pelas pontas diamantadas através de microscopia eletrônica de varredura e da rugosidade produzida por elas nos dentes humanos extraídos[tese] São Paulo:Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo;1994.

26. Borges AB, Cavalcanti BN, Tavares ACS, Claro FA, Araújo MAM, Valera MC. Avaliação do desgaste de pontas diamantadas e sua influência na infiltração marginal de restaurações de resina composta. *Ciência Odontol Bras* 2003 jan/mar;6(1):36-43.
27. Johnson promident. Numbering Systems[Internet].2016 [acesso em 2016 nov 6]. Disponível em: <http://www.johnsonpromident.com/wp-content/uploads/2012/08/ROTARY-INSTRUMENTS-CATALOG-FINAL-2012.pdf>
28. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Serviços odontológicos: prevenção e controle de riscos. Brasília; 2006.
29. Cavalcanti AN, Santos PRB, Oliveira JC, Ramos DL, Fontes CM. Conduta Clínica Profissional Quanto ao Uso e Descarte de Pontas Diamantadas. *Rev Bahiana Odontol*. 2013;4(1):18-26.
30. Oliveira NA, Uchoa-Junior FA, Freitas GC, Torres EM, Barata TJE. Pontas diamantadas: estudo das condutas clínicas adotadas por acadêmicos de odontologia. *Rev Odontol Bras Central*. 2015;24(68):15-9.
31. Soares PBF, Mamede PS, Lemes EV, Castro CG, Fernandes Neto AJ, Soares CJ. Análise da qualidade de instrumentos rotatórios utilizados por acadêmicos de odontologia. *Rev Odontol UNESP*. 2006;35(3):149-56.
32. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*. 1983;62(10):1076-81.
33. Fonseca RB, Haiter-Neto F, Fernandes-Neto AJ, Barbosa GAS, Soares CJ. Radiodensity of enamel and dentin of human, bovine and swine teeth. *Arch Oral Biol*. 2004;49(11):912-22.
34. Matos IC, Bader Sab TB, Juliboni NC, Guerra RF, Miranda MS. Utilização de dentes bovinos como possível substituto aos dentes humanos nos testes in vitro: revisão de literatura. *UFES Rev Odontol*. 2008;10(2):58-63
35. Hitt JC, Feigal RJ. Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. *Ped Dent*. 1992;14(1):41-6.
36. Schilke R, Lisson JA, Baub O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol*. 2000; 45: 355-61.
37. Von Fraunhofer JA, Siegel SC, Feldman S. Handpiece coolant flow rates and dental cutting. *Oper Dent*. 2000;25:544-8.

38. Silva RHTB, Pita APG, Pimenta FB, Pereira JM. Pontas diamantadas: eficiência de corte após limpeza. *Rev. Gaucha Odontol.* 2002; 50(4):225-30.
39. Araújo MAM, Fantinato V. Esterilização e avaliação de instrumento rotatório. Avaliação de alterações. *Rev Bras Odontol.* 1994 jul/ago;51(4):2-6
40. Eames WB, Reder BS, Smith GA. Cutting efficiency of diamond stones: effect of technique variables. *Oper Dent.* 1977;2(4): 156-164
41. Mondelli J. Proteção do complexo dentino pulpar. São Paulo: Artes Médicas; 1998,316p.(série EAP/APCD)
42. Jackson MJ, Sein H, Ahmed W. Diamond coated dental bur machining of natural and synthetic dental materials. *J Mater Sci Mater Med.* 2004 Dec.;15(12):1323-31
43. Nti. Catalogo de instrumentos rotatórios-clínica[Internet]. 2016 [acesso em 2016 nov 6]. Disponível em:
https://www.nti.de/userdata/files/B1%C3%A4tterkataloge/NTI_Praxis_ES_IT_PT/index.html#/14

ANEXO- TERMO DE DOAÇÃO DOS DENTES BOVINOS

Harmonia, 02/06/2014.

Termo de Doação.

A Cooperativa dos Suinocultores do Cai Superior Ltda, CNPJ n° 91.360.420.0001-34 formaliza através desta, a doação de mandíbulas de bovinos (aproximadamente 20) para que sejam utilizados os dentes em pesquisas da Professora Myriam P. Kapczinski, Faculdade de Odontologia da UFRGS. Ressalto que na rotina de funcionamento deste estabelecimento este material seria descartado. Registro no Ministério da Agricultura sob n° SIF/459.

Atenciosamente,

Rogério Luis Meirer
Supervisor de Vendas
Cooperativa Ouro do Sul
Fone: 51 - 99823252
E-mail/MSN: rogerio@ourodosul.com.br
Site: www.ourodosul.com.br

91360420 / 0001-34
COOPERATIVA DOS SUINOCUL-
TORES DO CAI SUPERIOR LTDA
Rua 25 de Julho, 112
CEP. 06.785-000
HARMONIA, RS