

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

THOMÁS MULLER FORTE

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CINCO MARCAS DE PONTAS  
DIAMANTADAS ATRAVÉS DA MICROSCOPIA ELETRONICA DE  
VARREDURA

Porto Alegre

2014

THOMÁS MULLER FORTE

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CINCO MARCAS DE PONTAS  
DIAMANTADAS ATRAVÉS DA MICROSCOPIA ELETRONICA DE  
VARREDURA

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 a obtenção do título de  
Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Myriam Pereira  
Kapczinski

Porto Alegre

2014

## CIP - Catalogação na Publicação

Muller Forte, Thomás

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CINCO MARCAS DE PONTAS  
DIAMANTADAS ATRAVÉS DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE  
VARREDURA / Thomás Muller Forte. -- 2014.

58 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, 2014.

1. Microscopia Eletrônica. 2. Esterilização. 3.  
Equipamentos odontológicos de alta rotação. I. Pereira  
Kapczinski, Myriam , orient. II. Título.

## RESUMO

FORTE, Thomás Muller. **Estudo comparativo entre cinco marcas de pontas diamantadas através da microscopia eletrônica de varredura**. 2014. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

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. Este estudo propôs-se a analisar cinco marcas de pontas diamantadas, sendo quatro delas nacionais e uma importada, comparando em microscopia eletrônica de varredura e de sonda de energia dispersiva 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). Os dados foram analisados através de médias simples. 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 Fava, Microdont, KG e Option.

Palavras-chave: Microscopia eletrônica. Equipamentos odontológicos de alta rotação. Esterilização.

## ABSTRACT

FORTE, Thomás Muller. **Comparative study of five diamond burs brands by scanning electron microscopy**. 2014. 58 f. Final Paper (Graduation in Dentistry) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

The diamond burs are an absolutely essential tool in dental practices. Of its appropriate use, substitutions and cutting power depends the efficiency of clinical work and maintenance of the health and integrity of the dental tissues. There is a global trend towards the use of disposable diamond burs, but this fact does not constitute the Brazilian reality. It is important to know the effect of repeated use and sterilization cycles on the cutting power of these instruments. This study examined five brands of diamond points, four of them national and one imported comparing by scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy their surfaces at baseline and before 5 and 10 sequences of teeth preparation, brushing, sterilization and subsequent sterilization according with the ADA standards. The substrate for testing, bovine teeth, were donated to FO/ UFRGS. Descriptive and qualitative analyzes of their surface by using scanning electron microscopy (description of the diamond grains present and count them at selected points) has been performed. All trademarks subjected to multiple uses, brushing and autoclaving showed deformed granules, suggestive of grain pullout areas, grooves and deformations in the substrate. Through electron microscopy analysis, can be seen that the brand control, Komet, shows better qualitative and quantitative indices, followed by Fava, Microdont, KG and Option.

Keywords: Electron microscopy. High speed dental equipment. Sterilization.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Eletrodeposição convencional.....	11
Figura 2-Morfologia de diamante obtido por diferentes métodos .....	15
Figura 3-Esquema geral do processo de deposição de filmes de diamante, a partir de uma fase gasosa, pelo método CVD .....	16
Figura 4-Esquema de diferentes tipos de sistemas utilizados para crescimento de diamante CVD.....	18
Figura 5-Custo de cada ponta em função da espessura do filme diamantado .	19
Figura 6-Custo de cada ponta em função do número de reatores .....	20
Figura 7-Numeração ISO .....	22
Figura 8-Cor e número ISO para granulação .....	22
Figura 9-Esterilização de brocas e pontas segundo <i>guideline</i> da ADA .....	25
Figura 10-Dente bovino inserido em cera utilidade .....	29
Figura 11-Divisão da ponta diamantada em terços .....	31
Figura 12-KOMET 5 usos DISTAL .....	32
Figura 13-KOMET 5 usos 1/3 MEDIO .....	32
Figura 14-KOMET 5 usos BASE .....	32
Figura 15-KOMET 10 usos DISTAL .....	33
Figura 16- KOMET 10 usos 1/3 MEDIO .....	33
Figura 17- KOMET 10 usos BASE .....	33
Figura 18- KOMET 0 uso DISTAL .....	33
Figura 19- KOMET 0 uso 1/3 MEDIO .....	33
Figura 20- KOMET 0 uso BASE .....	33
Figura 21-Microscopia de um filme de diamante confeccionado através de método não convencional .....	34
Figura 22-Microscopia de um filme de diamante confeccionado através de método não convencional .....	35
Figura 23-Distribuição Homogênea .....	38
Figura 24-Distribuição Heterogênea.....	38
Figura 25-Morfologia Heterogênea.....	39
Figura 26-Morfologia Homogênea .....	39
Figura 27-Utilização da barra sobre o grânulo, destacado em vermelho .....	40
Figura 28-Utilização da barra sobre o grânulo, destacado em vermelho .....	40

Figura 29-Para ilustração, demonstra áreas compatíveis com arrancamento de grânulos de diamante .....	41
Figura 30-Para ilustração. demonstra o emaranhado de debris presente na ponta diamantada após múltiplos usos.....	42
Figura 31-Mostra o arredondamento das arestas com o desgaste(x750) .....	42
Figura 32-Para ilustração,demonstra a perda de morfologia dos grãos após 10 usos, nota-se, também, desgaste do substrato .....	43

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	6
1.1	HISTÓRICO.....	6
1.2	FLUXO DE ÁGUA E ALTERAÇÕES NA CÂMARA PULPAR .....	8
1.3	CONFECÇÃO DE PONTAS DIAMANTADAS .....	9
<b>1.3.1</b>	<b>Confecção de pontas diamantadas convencionais.....</b>	<b>10</b>
1.3.1.1	Etapas da eletrodeposição .....	11
1.3.1.2	Métodos alternativos de adesão .....	12
<b>1.3.2</b>	<b>Método de Deposição Química por Vapor e modificações .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.3</b>	<b>Comparação dos métodos de confecção das pontas diamantada .....</b>	<b>18</b>
1.4	TIPOS DE GRÂNULOS: SINTÉTICOS E NATURAIS.....	20
1.5	PADRONIZAÇÃO ISO.....	21
1.6	ESTERILIZAÇÃO .....	23
2	MATERIAL E MÉTODO .....	<b>27</b>
2.1	PONTAS DIAMANTADAS ANALISADAS .....	27
2.2	SUBSTRATO PARA OS TESTES.....	29
2.3	ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA .....	30
2.3.1	Análise quantitativa .....	<b>30</b>
2.3.2	Análise qualitativa.....	<b>31</b>
2.4	ANÁLISE EM SONDA DE ENERGIA DISPERSIVA.....	31
3	RESULTADOS .....	<b>32</b>
3.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	32
3.2	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.....	32
3.3	SONDA DE ENERGIA DISPERSIVA .....	43
4	DISCUSSÃO .....	<b>49</b>
5	CONCLUSÃO.....	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXO A- TERMO DE DOAÇÃO DOS DENTES BOVINOS.....</b>	<b>57</b>
	<b>ANEXO B- PARECER CONSTUBSTANCIADO COMPESQ.....</b>	<b>58</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Este estudo avaliou a superfície de pontas diamantadas de quatro marcas nacionais e uma importada, de forma qualitativa e quantitativa através da microscopia eletrônica de varredura. A hipótese nula foi de que os produtos mostrariam características semelhantes independente da marca e número de utilizações.

Analisou-se qualitativamente os grânulos de diamante, utilizando microscópio eletrônico de varredura, verificando eventuais diferenças de morfologia entre os mesmos e foi mensurado o tamanho desses grânulos.

Quantificou-se a presença de grânulos de diamante em suas superfícies no baseline, após 5 e 10 utilizações, utilizando microscópio eletrônico de varredura.

Identificou-se os elementos constituintes do substrato dos grânulos e dos materiais de união dos grânulos à superfície ativa da ponta diamantada através da utilização da sonda de energia dispersiva.

### 1.1 HISTÓRICO

As pontas diamantadas tiveram seu início em 1897, com Willman e Schroeder, pesquisadores alemães da Universidade de Berlim. Uma ponta diamantada rudimentar era confeccionada com a deposição de pó de diamante sobre uma superfície de cobre ou de matrizes de ferro, através de marteladas<sup>1</sup>.

Em 1899, dois anos após foi relatado que as pontas deveriam ser usadas para acabamento e polimento das margens de esmalte e já se mencionava necessidade de refrigerar as pontas com água [...] (Claudius Ash and Sons<sup>\*</sup>, 1889 apud Siegel & Von Fraunhofer<sup>2</sup>).

A aceitação das pontas diamantadas se deu de forma rápida, pois os instrumentos que eram utilizados anteriormente, as pontas carbide de sílica e

---

<sup>\*</sup> Ash C and Sons. Dental catalog. 1899; section E:28

de pedra, eram ineficientes no corte do esmalte e perdiam a sua forma quando utilizadas contra o tecido mineralizado. A ponta diamantada, como conhecemos hoje, foi idealizada no ano de 1932 por W. H. Drendel, um industrial alemão que desenvolveu um processo de galvanização de grânulos de diamante em matrizes de aço inoxidável. A utilização e distribuição das pontas diamantadas na Europa e Estados Unidos limitou-se entre os anos de 1939 até o ano de 1946, pois viu-se que embora fosse um instrumento ideal para corte, era muito caro. Além disso as formas e tamanhos das pontas não eram compatíveis com as reais necessidades dos cirurgiões dentistas <sup>3,4</sup>.

Nos Estados Unidos, com o passar da Segunda Guerra Mundial, houve um avanço na qualidade de vida da população através da melhora em técnicas e serviços de saúde. O americano buscava o “tratamento ideal” com os “materiais ideais”, de forma a ter o melhor atendimento possível. Ao mesmo tempo que ocorreu essa procura, houve escassez no mercado internacional de materiais base para produção de instrumentos de corte tal como o aço, abrasivos e sílica . Mais uma vez as pontas diamantadas surgiram como uma opção para o mercado que não tinha condições de se sustentar sem material de base. Com a cooperação entre os cirurgiões dentistas, professores das universidades, Forças Armadas dos Estados Unidos e a indústria americana, foram desenvolvidas as pontas diamantadas com baixa e com alta eficiência de corte. A produção massiva e introdução das canetas de alta rotação em torno dos anos 50, foram o fator definitivo para a aceitação das pontas diamantadas por parte dos cirurgiões dentistas <sup>5</sup>.

O design das pontas é baseado em princípios de engenharia, onde o instrumento de corte é fixo e a peça é levada ao encontro de uma máquina que se move com um torque de 5.000 rpm a 10.000rpm. Na odontologia temos o inverso, a peça é fixa (dente, cerâmica, metal) e o que se move é o instrumento cortante, com uma rotação que varia de 25.000 rpm até 450.000 rpm <sup>2</sup>.

## 1.2 FLUXO DE ÁGUA E ALTERAÇÕES NA CÂMARA PULPAR

Instrumentos rotatórios são eficientes pois eles permitem que tecidos mineralizados sejam preparados com o mínimo de esforço. Entretanto, se esses instrumentos são utilizados de maneira incorreta, a polpa dental pode sofrer danos irreparáveis. Estímulos térmicos e não térmicos quando aplicados sobre as estruturas dentárias podem danificar a polpa. Várias alterações podem ocorrer devido à geração de calor, tais como a formação de dentina reacional, sensibilidade pós-operatória e necrose pulpar<sup>6,7</sup>.

Um aquecimento excessivo do dente no momento do preparo cavitário pode degradar a porção fundamental, comprometendo o transporte de íons, que, ao esgotar a reserva fisiológica tecidual, levará à morte pulpar<sup>8</sup>.

O aumento da temperatura acima de 5,5°C, a polpa pode não reverter a inflamação em 40% dos casos. Além disso, eles relatam que um aumento da temperatura em 11°C acima da temperatura normal leva à necrose pulpar, invariavelmente<sup>9</sup>.

Outro estudo realizado por Bergenholtz e Nyman, 1984, 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.<sup>10</sup> Segundo outros estudos, as possíveis causas da perda de vitalidade após o preparo de dentes vitais para colocação de coroas, além da exposição pulpar, são a quantidade de dentina remanescente; o desgaste excessivo da dentina e os danos causados aos tecidos pulpares.<sup>11</sup>

Os fatores que influenciam na formação de calor incluem o tamanho e o tipo do instrumento rotatório, o contato intermitente da ponta para com o tecido, o torque, a abrasividade da ponta e a quantidade de tecido removido. Esses fatores devem ser rotineiramente observados e controlados pelo cirurgião dentista, a fim de eliminar os efeitos deletérios da geração de calor. Pontas diamantadas utilizadas repetidamente perdem seu poder de corte e para obter o corte do tecido o cirurgião dentista aumenta a pressão de uso da ponta

diamantada contra o dente gerando calor aumentado em relação ao habitual em pontas novas. Outros fatores que devem ser observados são o número e direção dos orifícios de refrigeração, sendo que a direção do jato deve ser em direção a ponta da broca. O spray refrigerador de ar-água é essencial para procedimentos realizados com a alta rotação, independentemente da pressão aplicada ou tipo de broca associada com a caneta. Uma adequada refrigeração previne uma desidratação excessiva e aumenta a eficiência de corte das pontas e brocas. A temperatura da água não deve exceder o valor de 35°C<sup>12,13,14</sup>.

Embora alguns autores tenham demonstrado que o spray de água não seja o único método capaz de prevenir injúrias na polpa e que o método de refrigeração por ar também seja efetivo, geralmente se aceita que a refrigeração através do spray de água é o método de escolha, não apenas para evitar o aumento da temperatura no tecido dentário, mas também para melhorar a eficiência do corte do instrumento, na qual o número de saídas de água da alta rotação têm um fator importante nesse quesito. O uso do spray de água é capaz de mudar as características do processo de corte e desgaste, provavelmente por prevenir a formação do *clogging*<sup>†</sup> e por agir como um lubrificante entre o instrumento rotatório e o substrato.<sup>15</sup>

Von Fraunhofer e Siegel, 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.<sup>16</sup> Os autores sugerem que o clínico utilize um fluxo de água entre 25ml/min a 50ml/min. Lloyd, Rich e Brown citam que a remoção de tecido realizada com o fluxo de água é, aproximadamente, 3 vezes maior do que se comparada com a remoção à seco.<sup>17</sup>

### 1.3 CONFECÇÃO DE PONTAS DIAMANTADAS

A ponta diamantada é o instrumento rotário mais comumente utilizado nos pacientes e em laboratórios dentários. Atualmente existem 2 tipos básicos

---

<sup>†</sup> *clogging*: aglomerado de tecido, bactérias, materiais que se aderem ao instrumento rotatório

de confecção de pontas diamantadas: o método convencional que consiste na galvanização de partículas de diamante sintético ou natural sobre uma haste metálica e o método CVD (*chemical vapour deposition*). O método convencional foi constituído em 1950 e contém algumas limitações inerentes como a heterogeneidade das partículas e o baixo tempo de vida útil. Problemas são acrescentados quando se leva em conta as múltiplas esterilizações que podem diminuir a efetividade de corte. A esterilização afeta a matriz que adere as partículas na haste, gerando a perda de grânulos.<sup>18</sup>

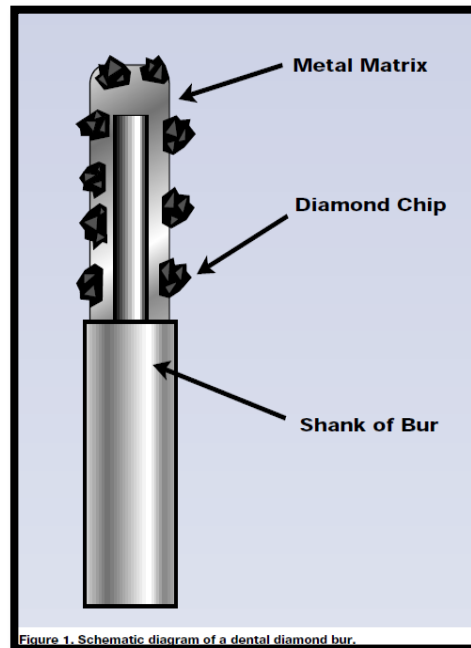
Cabe ressaltar que cada fabricante utiliza uma técnica específica para confecção de seus instrumentos, sendo essas segredos industriais, dificultando a padronização.

### **1.3.1 Confecção de pontas diamantadas convencionais**

As pontas diamantadas convencionais têm uma ou mais camadas de grãos de diamante ligados a uma haste que se insere a cabeça da peça de mão. A haste é usualmente fabricada a partir de um metal de alta resistência tal como aço inoxidável. A extremidade de trabalho ou de corte da haste é usinada para uma forma específica e os grânulos de diamante se ligam a ela através de uma matriz. As dimensões e formas das lacunas determinam o tamanho e a forma final do produto e servem de base para a designação de numeração ou sistemas utilizada pelos fabricantes.<sup>2</sup>

Os grânulos de diamante estão ligados à estrutura de metal usinado de várias maneiras. O método mais comum é por codeposição eletrolítica de partículas de diamante natural ou sintético, através de uma matriz de metal, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1- Eletrodeposição convencional



Fonte: Siegel e Von Fraunhofer<sup>3</sup>

### 1.3.1.1 Etapas da eletrodeposição

O processo de eletrodeposição é realizado em várias etapas. Na primeira fase, a porção da haste da peça, que se encontra em seu estágio bruto, é revestida com um material inerte (não condutor). Esse material inerte se opõe à deposição de metal sobre a superfície revestida, desta forma, a porção do instrumento rotatório que deve ser inserida na peça de mão é protegida de receber qualquer eletrodepósito.<sup>2</sup>

As peças de aço inoxidável, em seguida, são preparadas ou galvanizadas com uma fina camada de níquel, geralmente através de uma solução ácida de cloreto de níquel ou solução de sulfamato de níquel, mantidas sob condições cuidadosamente controladas de pH. Essa solução remove quaisquer filmes passivos e ligeiramente condiciona a superfície usinada. Esse banho de níquel também contém partículas de diamante. De acordo com a solução e as condições de agitação do eletrodo durante o processo de eletrodeposição, os grânulos de diamante se depositam junto com o níquel

para formar uma camada sobre a parte usinada . Este processo de revestimento inicial prende as partículas de diamante na porção de corte da broca, a parte previamente usinada. As brocas são então transferidas para um segundo banho de niquelagem, onde permanecem até que o desejado grau de cobertura de níquel seja atingido . Dependendo se os grânulos de diamante se depositam numa camada única ou em várias camadas, o processo como um todo pode levar de 30 a 60 minutos para uma ponta diamantada convencional (multiuso). Em contraste, várias fontes da indústria sugerem que o processo de galvanoplastia para uma ponta diamantada de uso único (descartável) leva apenas 20 a 30 minutos devido às diferenças nas condições de processo e controle de qualidade.<sup>2</sup>

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. As facetas expostas dos grânulos proporcionam a ação de corte, enquanto a parte do grânulo envolvida pela matriz garante firme adesão à haste da broca. 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 aspecto mais importante em todo o processo de fabricação e tem um efeito significativo sobre a eficiência de corte da broca. Tipicamente, a deposição de 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. Em contraste, a deposição insuficiente de níquel ou uma deposição de má qualidade podem causar perda dos grânulos, como resultado da fixação inadequada da matriz.<sup>2</sup>

#### 1.3.1.2 Métodos alternativos de adesão

Outros métodos de unir os diamantes ao aço inoxidável usinado são os métodos de brasagem (ou soldagem forte, é um processo de união entre materiais metálicos ou cerâmicos, por intermédio de um metal de enchimento fundido), e sinterização. Uma empresa utiliza uma técnica de microbrasagem em que a combinação de calor e de vácuo faz com que os grânulos de diamante fiquem aderidos à matriz, em vez do bloqueio mecânico comum da

técnica de galvanoplastia. Outra empresa utiliza um processo de sinterização para anexar uma mistura de grânulos de diamantes e pó de metal da matriz (geralmente várias ligas de ouro ou cobre) aos aço inoxidável usinado. A mistura é realizada a quente ou a frio, pressionada contra o aço inoxidável, que é seguido por um aquecimento para derreter e fundir a massa junto ao aço inoxidável. Uma terceira abordagem é unir os diamantes ao aço usinado com um adesivo. Uma mistura da liga de sinterização é pintada no aço usinado e a broca é então sinterizada sob pressão reduzida e no vácuo até atingir a forma e densidade desejadas. As pontas diamantadas sinterizadas são, normalmente, mais caras, porém apresentam um tempo de vida maior. Os fabricantes de pontas diamantadas convencionais afirmam que as várias camadas de partículas de diamante são capazes de produzir uma ponta diamantada de melhor qualidade, maior eficiência e que seja um produto de longa duração. Sua razão é que, de modo que os grânulos de diamante da camada superficial são desgastados ou removidos da matriz, os grânulos das camadas internas são expostos durante o processo de corte. Essa broca com camadas múltiplas é mais cara para produzir, gerando conseqüentemente aumento de custo ao cirurgião dentista [...] (Logan M, Brasseler USA<sup>‡</sup>, apud Siegel e Von Fraunhofer<sup>2</sup>).

### 1.3.2 Método de Deposição Química por Vapor e modificações

O diamante sintético é uma 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 aplicações.<sup>19</sup>

As películas de diamantes são de interesse para uma série de aplicações tribológicas<sup>§</sup> devido a sua alta dureza, baixo coeficiente de fricção, alta resistência ao desgaste e ser quimicamente inerte. O uso desses revestimentos de diamante oferece uma melhoria na tecnologia de confecção das pontas diamantadas.

---

<sup>‡</sup> Logan M, Brasseler USA. Oral communication. 1994 July.

<sup>§</sup> *tribologia* : é a ciência e tecnologia da interação de superfícies em movimento relativo, sendo que esta incorpora o estudo da fricção, lubrificação e desgaste.



Os dois métodos básicos para a síntese de diamante são a deposição química a partir da fase vapor (do inglês “chemical vapor deposition”, sigla CVD) e o crescimento a alta-pressão/alta-temperatura (do inglês “high-pressure/high-temperature”, sigla HPHT), sendo este último o que mais se assemelha ao processo de formação do diamante natural.<sup>20</sup>

Inicialmente os processos de deposição se restringiam ao crescimento unicamente de grãos, sobre grãos pré-existentes de diamante ou a partir de material à base de carbono que não o diamante. Com o desenvolvimento e entendimento cada vez maior das técnicas de crescimento, passou-se então a produzir filmes de diamante, sobre os mais variados tipos de substratos. O diamante sintético passou a ter aplicações industriais de grande importância, em diversos setores, tais como: I) mecânico, devido à sua alta dureza, condutividade térmica e força de flexão; II) eletrônico, opto-eletrônico, óptico e espacial, devido à sua alta condutividade térmica, baixa constante dielétrica, alta temperatura de operação, bom isolamento elétrico e boa transparência óptica; III) médico, devido à inércia química e baixo coeficiente de fricção; IV) eletroquímico, devido ao seu caráter semicondutor quando dopado, alta resistência química, ampla janela de potencial de trabalho e baixa corrente de fundo. Todas estas propriedades são em muitos casos inigualáveis, principalmente por se apresentarem em conjunto, num único material. (Angus JC<sup>\*\*</sup>, 1994 apud Barros RCM, Ribeiro MC, An-Sumodjo PT, Julião MSS, Serrano SHP<sup>20</sup>).

Hoje em dia, devido aos avanços conseguidos na CVD, películas de diamante policristalino de alta qualidade conseguem ser depositadas sobre o instrumento, que exibe uma melhor adesão, biocompatibilidade e maior tempo de vida<sup>21</sup>.

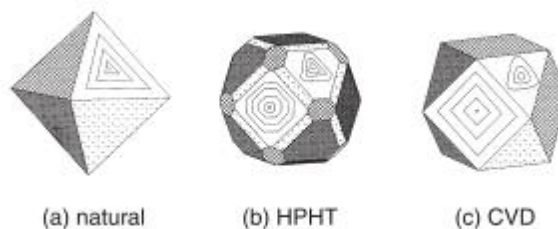
O diamante natural tem, em geral, grãos de formato octaédrico, enquanto o diamante CVD apresenta dois planos preferenciais de crescimento de grãos, um em formato cúbico e outro em formato octaédrico, como pode ser visto na Figura 2. O diamante HPHT apresenta grãos com cantos não

---

<sup>\*\*</sup> Angus JC. In: *Synthetic diamond: emerging CVD science and technology*. Spear KE, Dismukes JP, eds.; John Wiley & Sons: New York, 1994, cap.2.

definidos. É importante notar que várias das propriedades do diamante, como condutividade térmica, resistência elétrica, não variam com a orientação dos grãos.<sup>20</sup>

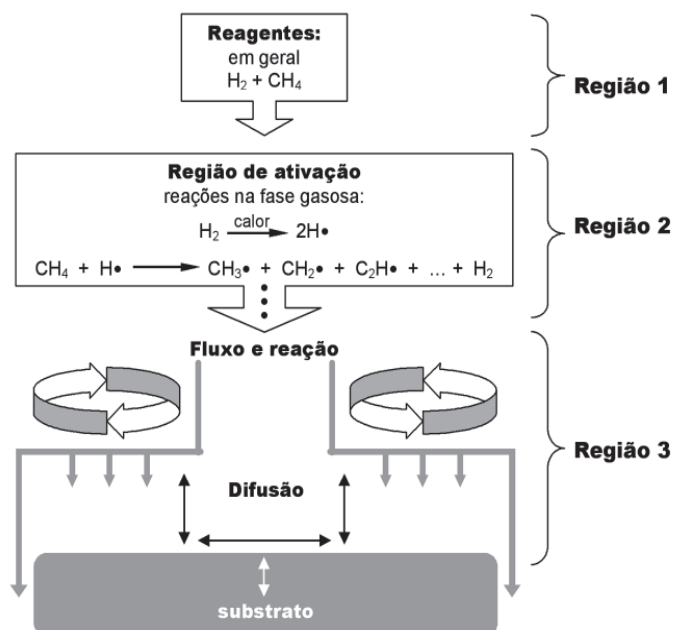
Figura 2- Morfologia de diamante obtido por diferentes métodos



Fonte: Barros, Ribeiro, An-Sumodjo, Juliãoe, Serrano<sup>20</sup>

O método CVD baseia-se na deposição de um filme de diamante sobre diferentes tipos de substratos, inclusive o próprio diamante, sob condições termodinamicamente metaestáveis, a partir da ativação de uma fase gasosa introduzida em um reator. Os reagentes gasosos utilizados são metano altamente diluído em hidrogênio. No entanto, podem ser empregadas outras substâncias orgânicas como fonte de carbono, ou juntamente com o metano, tais como metanol, acetona, etanol. Pequenas frações de oxigênio, ou ainda compostos halogenados, também podem ser usados com o objetivo de aumentar a taxa de crescimento e/ou aumentar a qualidade final dos filmes crescidos. De maneira geral, a ativação química dos gases acontece como indicado na Figura 3.<sup>20</sup>

Figura 3- Esquema geral do processo de deposição de filmes de diamante, a partir de uma fase gasosa, pelo método CVD



Fonte: Barros, Ribeiro, An-Sumodjo, Julião, Serrano<sup>20</sup>

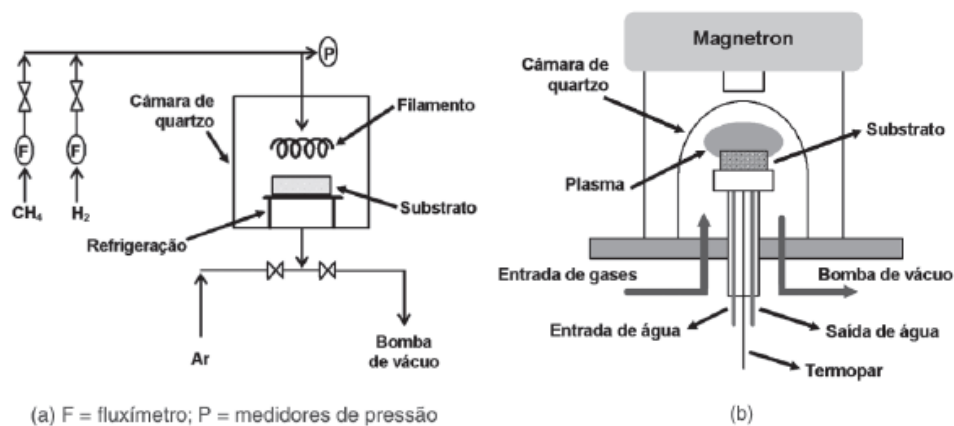
Os gases são injetados no reator, na etapa representada pela região 1. Em seguida, passam pela região de ativação, região 2, onde são formados, inicialmente, hidrogênio atômico e, logo em seguida, o radical metila, o qual é considerado o principal precursor do crescimento de diamante CVD. Outros radicais também são formados, mas têm participação secundária no processo. O hidrogênio atômico e o radical metila são, então, as principais espécies reativas envolvidas no crescimento de diamante. Por difusão, passando à região 3, o hidrogênio atômico e o radical metila chegam ao substrato, o qual 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 diamante policristalino, sobre o substrato empregado. Os grãos de diamante do filme começam a crescer a partir de uma camada intermediária de carбето, originada pela reação entre o substrato e o radical metila, ou a partir de outros grãos de diamante previamente depositados sobre o substrato, antes do crescimento, pelo método da sementeira. Neste caso, igualmente haverá formação de uma camada intermediária de carбето, antes do início do crescimento propriamente dito e este processo é chamado

de incorporação. No entanto, se o substrato for o próprio diamante, poderá ocorrer o crescimento de um cristal único, e não de um filme.<sup>20</sup>

A ativação dos gases é necessária para que se atinjam taxas de crescimento apreciáveis. O tipo de ativação da fase gasosa define a espécie de reator utilizado. Pode-se citar, por exemplo, os reatores com ativação por filamento quente de tungstênio (térmica), por plasma de microondas, por plasma de rádio-frequência, por chama de oxi-acetileno, dentre outros. Há variações na construção dos diferentes reatores, mas não no fundamento do processo de deposição. Os filmes policristalinos crescidos pelo método CVD podem conter, em sua rede cristalina, uma certa quantidade de impurezas provenientes de gases não totalmente eliminados do reator pelo vácuo, ou dos materiais usados no reator (filamento, porta-substrato, tubo de quartzo), mas também podem ser formadas ligações  $sp^2$  entre os próprios átomos de carbono 16. A superfície do diamante é terminada em hidrogênio, ou seja, a superfície crescida tem uma camada terminal de átomos de hidrogênio, em estágios diferentes de estruturação superficial.<sup>20</sup>

No reator assistido por filamento quente de tungstênio mostrado na Figura 4, os gases são injetados pela parte superior da câmara de reação, que está sob vácuo e possui sistema de refrigeração. O substrato é posicionado de modo que fique a uma distância adequada da região de ativação. Esta distância e as temperaturas do filamento e do substrato são previamente estabelecidas e controladas ao longo dos experimentos, de acordo com as necessidades. No reator assistido por plasma de microondas da Figura 4, os gases entram na câmara de quartzo pela parte inferior do sistema, o qual encontra-se sob vácuo e possui igualmente sistema de refrigeração. Um magnetron situado no topo do reator gera o plasma, o qual fica posicionado na região do substrato. O processo em ambos os reatores dar-se-á como mostrado na Figura 3.<sup>20</sup>

Figura 4- Esquemas de diferentes tipos de sistemas utilizados para crescimento de filmes de diamante CVD: (a) reator assistido por filamento quente; (b) reator assistido por plasma de microondas.



Fonte: Barros, Ribeiro, An-Sumodjo, Julião, Serrano<sup>20</sup>

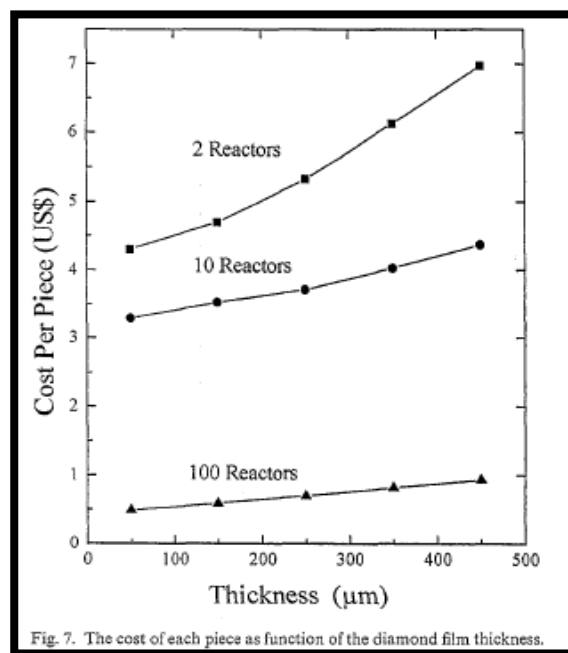
É importante ressaltar que as informações sobre os parâmetros de crescimento, ou as análises morfológicas, não se encontram disponíveis para possíveis compradores e que muitas vezes resultados experimentais, obtidos em um certo laboratório, não são reproduzidos em outro, principalmente devido a eventuais diferenças nos parâmetros experimentais utilizados durante o processo de crescimento dos filmes. Uma vez que estes dados e, em geral, também os dados de caracterização, são mantidos como segredos industriais pelas empresas, a utilização de eletrodos comerciais acaba por impedir o estabelecimento de correlação entre os resultados experimentais obtidos e os parâmetros de crescimento empregados.<sup>20</sup>

### 1.3.3 Comparação dos métodos de confecção das pontas diamantadas

Um estudo realizado por Trava-Airoldi, Corat, Del Bosco, Leite, 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 é 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.<sup>22</sup> A Figura 5,

mostra a dependência do custo de cada ponta diamantada 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 diamante.

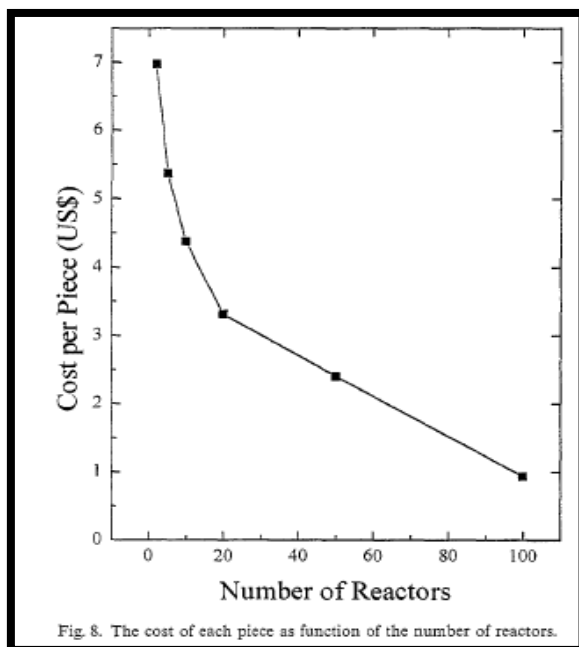
Figura 5- Custo de cada ponta em função da espessura do filme diamantado



Fonte: Trava-Airoldi, Corat, Del Bosco, Leite<sup>22</sup>

A Figura 6 também mostra a dependência do custo de produção por unidade como uma função do número de reatores para as brocas que contenham a espessura de 450µm de filme em sua ponta ativa. Uma dependência logarítmica é observada, e o custo final de cada peça é inferior a U\$ 1,00. Isto representa um custo de produção que é competitivo com o das pontas convencionais, principalmente considerando-se a sua vida útil prolongada.

Figura 6- Custo de cada ponta em função do número de reatores



Fonte: Trava-Airoidi, Corat, Del Bosco, Leite<sup>22</sup>

#### 1.4 TIPOS DE GRÂNULOS: SINTÉTICOS E NATURAIS

As partículas de diamantes utilizadas na confecção de pontas diamantadas variam entre os fabricantes, e os parâmetros mais importantes incluem o tipo de diamante (natural *versus* sintético), o tamanho e forma do grânulo, bem como a característica individual de cada partícula. No entanto, a influência desses parâmetros sobre a eficiência de corte de pontas diamantadas ainda não é totalmente compreendida. Sabe-se que os 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. Sabe-se que a maioria dos fabricantes utiliza os diamantes naturais na produção.

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 grânulo. O tamanho da malha é inversamente relacionado com o diâmetro ( $\mu\text{m}$ ) das partículas a serem peneiradas. Assim, quanto maior for a malha, menor será a partícula de diamante.

Normalmente um diamante com grãos médios contem grânulos de 90  $\mu\text{m}$  a 120  $\mu\text{m}$ , o que equivale a um tamanho de malha de 120 a 140. Uma ponta diamantada grossa é fabricada com grânulos peneirados com uma malha de 80 a 100 e contém partículas que variam de 150  $\mu\text{m}$  a 160  $\mu\text{m}$ . O controle de qualidade dos fabricantes determina a gama das dimensões das partículas dentro da dimensão das malhas utilizadas para cada categoria de ponta (superfina, fina, média, grossa), Inevitavelmente o tamanho dos grânulos varia entre as brocas de diferentes fabricantes e dentro de lotes do mesmo fabricante.<sup>23</sup>

Tabela 1- Granulação do diamante

Código	Descrição	$\mu$
SF	Super fine	30
F	Fine	50
M	Medium	107-120
C	Coarse	150-180
SC	Super Coarse	180-250

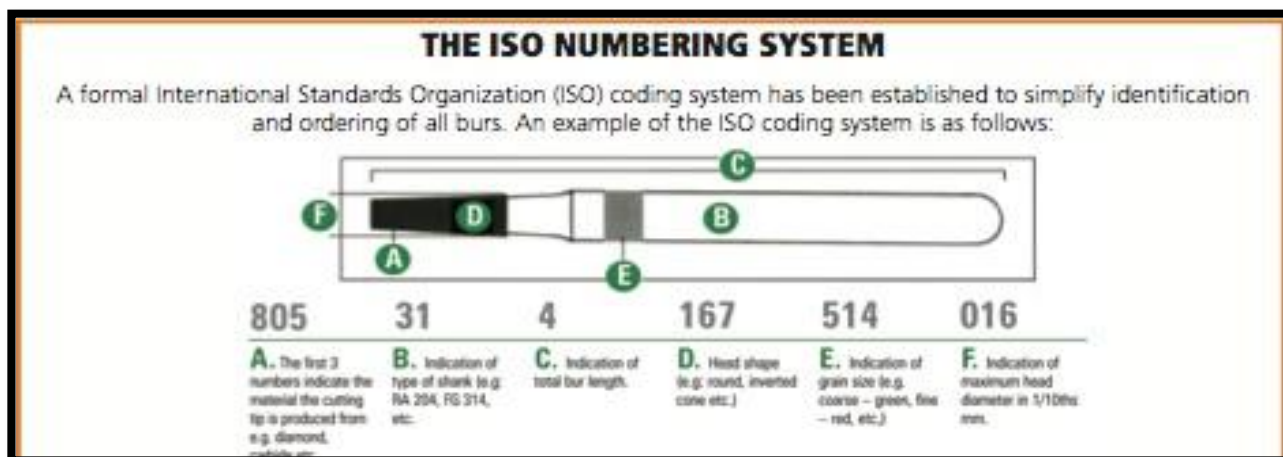
## 1.5 PADRONIZAÇÃO ISO

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 Figura 7 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



acordo com os tamanhos, 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 7- Numeração ISO



Fonte: Home page JOHNSON PROMIDENT<sup>24</sup>

A Figura 8 demonstra a classificação da granulação com suas respectivas cores e números correspondentes.

Figura 8- Cor e número ISO para granulação

ISO Nr.	Grit		
494	□	UF Ultra Fine	
504	■	XF Extra Fine	
514	■	F Fine	
524	■	M Medium	
534	■	C Coarse	
544	■	XC Extra Coarse	

Fonte: Home page MDT DENTAL<sup>25</sup>

Não existem normas 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.

## 1.6 ESTERILIZAÇÃO

Os dentistas são instruídos a seguirem diretrizes nacionais de esterilização de instrumentos contaminados com sangue ou saliva. Sabe-se que o pré requisito mais importante para esterilização é uma limpeza prévia satisfatória do instrumento. A contaminação orgânica residual dificulta que os patógenos presentes no sangue e saliva sofram os efeitos da esterilização, o que representa um risco para a infecção cruzada. As pontas diamantadas podem se tornar altamente contaminadas com tecido necrótico, saliva, sangue e patógenos durante seu uso. As pontas contêm uma arquitetura complexa que dificultam a limpeza prévia e a subsequente esterilização. Durante o uso de uma ponta diamantada, fragmentos de tecidos dentais, materiais restauradores, saliva, sangue e microorganismos tendam a se compactarem entre as partículas de diamante devido à pressão, ao calor e também à própria característica rugosa da superfície cortante desses instrumentos. O acúmulo desse *debris*<sup>††</sup> pode prejudicar a eficiência de corte da ponta diamantada, embora não haja consenso na literatura em relação ao efeito dos métodos de esterilização sobre as pontas diamantadas, provavelmente essa divergência ocorre devido a diferenças metodológicas dos experimentos, dos métodos de esterilização empregados e a característica do instrumento rotatório avaliado. A limpeza, a desinfecção e a esterilização dos instrumentos é imprescindível, pois evita infecções cruzadas no consultório.<sup>26</sup>

Tradicionalmente, a esterilização em consultório é realizada por meio de vapor saturado sob pressão (autoclave) e calor seco (estufa). Diversos estudos

---

<sup>††</sup> *debris*: Restos de qualquer coisa destruída, fragmentos, pedaços, cacos.

publicados têm investigado a eficiência das diversas técnicas de limpeza sobre os instrumentos contaminados. Dos resultados podemos dizer que a imersão do instrumento em germicida química não é capaz de desinfetar a ponta diamantada; o uso do ultrassom associada ou não a soluções químicas desinfetantes, mesmo com uma pré-imersão na solução, não é suficiente para remover toda a contaminação. Além do risco de contaminação cruzada entre pacientes devido a uma esterilização inadequada, acidentes perfuro-cortantes são comuns, durante o uso e durante a limpeza, podendo levar a um risco de contaminação entre paciente-profissional. Uma auditoria dos procedimentos que visavam controlar a infecção demonstrou que alguns dentistas não realizam a limpeza prévia de forma adequada antes da esterilização e que uma grande proporção de profissionais apenas realizam a suposta desinfecção dos instrumentos rotatórios.<sup>26</sup>

O *guideline*, "Infection control recommendations for the dental office and the dental laboratory" <sup>27</sup>, proposto pela ADA foi feito baseado nas recomendações do Centers for Disease Control and Prevention (CDC) e de outros artigos publicados na área médica e odontológica. Segundo esse *guideline*, a esterilização é o processo pelo qual todas as formas de microorganismos incluindo vírus, bactérias, fungos e esporos são destruídos. Os métodos adequados de esterilização incluem a utilização de vapor sob pressão (autoclave), calor seco, vapor químico e gás óxido de etileno (somente para os instrumentos que podem ser completamente limpos e secos). A imersão dos instrumentos em uma solução química esterilizante fria, em vez o uso de meios físicos de esterilização não são recomendadas por diversas razões: a esterilização por soluções químicas não podem ser monitoradas biologicamente; instrumentos esterilizados por soluções químicas devem ser manuseados de forma asséptica, enxaguados em água estéril e secos com toalhas estéreis; instrumentos esterilizados por soluções não são empacotados e, portanto, devem ser utilizados imediatamente ou então devem ser armazenados em um recipiente estéril. A desinfecção é geralmente menos letal para os organismos patogênicos do que a esterilização. O processo de desinfecção leva a uma diminuição no nível de contaminação microbiana, dependendo do desinfetante utilizado e o tempo de tratamento. A desinfecção

pode ser realizada utilizando o desinfetante químico de acordo com as instruções do fabricante. Abaixo segue a tabela proposta pela ADA:

Figura 9- Esterilização de brocas e pontas segundo *guideline* da ADA

STERILIZATION OF DENTAL INSTRUMENTS, MATERIALS AND SOME COMMONLY USED ITEMS.*					
INSTRUMENT, MATERIAL OR ITEM	STEAM AUTOCLAVE	DRY HEAT OVEN	CHEMICAL VAPOR	ETHYLENE OXIDE†	OTHER METHODS & COMMENTS
Angle Attachments*	‡	‡	‡	§	
Burs					
Carbon steel	**	††	††	††	Discard
Steel	‡	††	††	††	Discard
Tungsten-carbide	‡	††	‡	††	Discard

\* Since manufacturers use a variety of alloys and materials in these products, confirmation with the equipment manufacturers is recommended, especially for handpieces and their attachments.  
† Ethylene oxide should only be used to sterilize instruments that can be thoroughly cleaned and dried.  
‡ Effective and acceptable method.  
§ Ineffective method.  
\*\* Effective method, but risk of damage to materials.  
†† Effective and preferred method.

Fonte: American Dentistry Association<sup>27</sup>

Uma inovação relativamente recente na odontologia foi a introdução de pontas diamantadas de uso único (descartáveis). Elas foram desenvolvidas devido a necessidade de diminuição dos riscos de contaminação cruzada, diminuição do custo e pela otimização do tempo no consultório, pois elimina o tempo utilizada para realizar a limpeza, secagem, empacotamento e esterilização dos instrumentos rotatórios. Nos últimos anos, aumentou a necessidade do cirurgião dentista de utilizar instrumentos de baixo custo, eficazes e descartáveis, e as pontas diamantadas seguem essa tendência. Muitas empresas produzem instrumentos rotatórios descartáveis, algumas dessas já produzem esses produtos há mais de 10 anos. A grande maioria dos fabricantes produz pontas com grãos grossos e médios, algumas produzem pontas com grãos finos, utiliza-se diamante natural ou sintético na sua produção.<sup>2,15</sup>

As pontas diamantadas descartáveis foram desenvolvidas em resposta à recomendação do CDC e da ADA, onde uma odontologia organizada deveria minimizar os riscos de contaminação cruzada. O uso clínico dos instrumentos descartáveis evita a transferência de microorganismos entre os pacientes,

desde que as pontas sejam utilizadas em apenas um paciente. Sabe-se que as pontas podem ser um veículo de transmissão de doenças infecciosas (hepatite B, vírus da herpes, vírus da imunodeficiência humana), através do sangue, saliva e tecido mole.<sup>2,15</sup>

A lavagem da ponta inclui pré-embebição , esfregar à mão ou limpeza ultra-sônica e , em seguida, secar antes de embalar para a esterilização. Além disso, muitos fabricantes recomendam que pontas diamantadas devem passar por uma pedra de afiar antes da limpeza ultra-sônica ou então que as pontas sejam esfregadas com uma escova de aço para remover todos os detritos orgânicos antes da esterilização. Uma vez que estes procedimentos são demorados, a ADA recomenda a utilização de produtos descartáveis , sempre que possível. O uso clínico de brocas descartáveis pode ser vantajoso .

Pontas diamantadas descartáveis estão disponíveis em uma gama limitada de formas e rugosidades. O preço das convencionais (ou multiuso) é consideravelmente mais elevado do que a de brocas descartáveis, embora estudos recentes indicam eficiência de corte comparável. O diferencial no custo é atribuído a vários fatores, incluindo uma camada mais fina de metais galvanizados nas pontas descartáveis, menos camadas contendo diamantes, disponibilidade restrita de formas e medidas de controle de qualidade menos exigentes.

Normalmente, a inspeção para defeitos de brocas descartáveis é feita de forma aleatória, com um número limitado de inspeções feitas em todo o processo de fabricação. Em contrapartida, cada broca de diamante multiuso é inspecionado até quatro vezes durante o processo de fabricação. No entanto, estudos recentes sugerem que pontas diamantadas descartáveis são de qualidade aceitável e prestam um serviço clínico adequado.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

Abaixo estão descritas informações referente as pontas diamantadas analisadas, análise em microscopia eletrônica e análise em sonda de energia dispersiva.

### 2.1 PONTAS DIAMANTADAS ANALISADAS

Foram comparadas cinco pontas diamantadas com granulação do tipo regular, 4 delas são produzidas no Brasil, Fava (Metalurgica Fava Industria Comércio, Pirituba, São Paulo) lote 103100, KG Sorensen (Cotia, SP, Brasil) lote 21711, Option (Poul Sorensen, Osasco, São Paulo) lote 100308 e Microdont (São Paulo, SP, Brasil) lote 26/13. A ponta diamantada de controle foi a da marca Komet (Komet Medical, Gebr. Brasseler GmbH & Co KG, Lemgo, Alemanha) lote 030691. O total de pontas avaliadas foi de 15, constando cada grupo de 3 amostras. A Tabela 2 transcreve as descrições que as fabricantes fazem de seus produtos em seus sites. As imagens que constam na tabela foram, também, retiradas de material das empresas.

Tabela 2- Descrição das pontas a serem utilizadas em acordo com seus fabricantes

(continua)


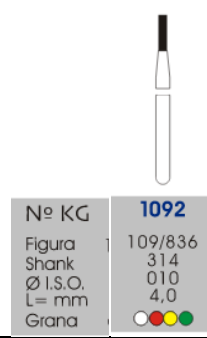

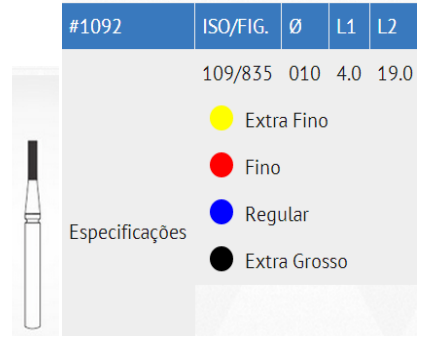

MARCA	DESCRIÇÃO DAS PONTAS DIAMANTADAS	DIMENSÃO-GRANULAÇÃO-ISO																							
KOMET	<p><u>PONTAS DIAMANTADAS</u></p> <p>A Komet-Brasseler utiliza somente diamantes naturais para fabricar seus instrumentos, garantindo maior aderência na haste e maior agressividade de desgaste -sua durabilidade 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 (2/3), 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"> <li>-camada anti-vibração: evita que os diamantes encostem na haste;</li> <li>-camada de ligação: para fixar os diamantes na haste;</li> <li>-capa-dura: para evitar que os diamantes se soltem facilmente</li> </ul> <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>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>5</th> <th>5</th> <th>5</th> <th>5</th> <th>5</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tamanho - Tamanho</td> <td>Ø 1/8 mm</td> <td>008</td> <td>009</td> <td>010</td> <td>012</td> <td>014</td> <td>016</td> </tr> <tr> <td>L mm</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></td> </tr> </tbody> </table>		5	5	5	5	5	5	Tamanho - Tamanho	Ø 1/8 mm	008	009	010	012	014	016	L mm	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
		5	5	5	5	5	5																		
Tamanho - Tamanho	Ø 1/8 mm	008	009	010	012	014	016																		
L mm	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0																			

Tabela 2- Descrição das pontas a serem utilizadas em acordo com seus fabricantes (conclusão)

MARCA	DESCRIÇÃO DAS PONTAS DIAMANTADAS	DIMENSÃO-GRANULAÇÃO-ISO												
KG SORENSEN	<p>Produzidas em aço inoxidável grau cirúrgico, com haste FG e diamantadas através de processo eletroquímico único, que confere maior resistência na aderência do aço inoxidável com o diamante, bem como maior dureza do mesmo, aumentando a vida útil da ponta diamantada.</p> <p><u>CILÍNDRICAS DE TOPO PLANO</u></p> <p>Promovem o avivamento de ângulos diedros, produzindo superfícies em ângulo reto. São destinadas à confecção e acabamento de terminos em forma de ombro ou degrau marginal em preparos cavitários protéticos.</p>	 <table border="1"> <tr> <td>Nº KG</td> <td><b>1092</b></td> </tr> <tr> <td>Figura</td> <td>109/836</td> </tr> <tr> <td>Shank</td> <td>314</td> </tr> <tr> <td>Ø I.S.O.</td> <td>010</td> </tr> <tr> <td>L= mm</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>Grana</td> <td></td> </tr> </table>	Nº KG	<b>1092</b>	Figura	109/836	Shank	314	Ø I.S.O.	010	L= mm	4,0	Grana	
Nº KG	<b>1092</b>													
Figura	109/836													
Shank	314													
Ø I.S.O.	010													
L= mm	4,0													
Grana														
FAVA	<p><u>CARACTERÍSTICAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Excentricidade zero</li> <li>-Parte ativa diamantada uniforme</li> <li>-Produzidas com matérias primas nobres que resultam em perfeito acabamento de superfície</li> </ul> <p><u>COMPOSIÇÃO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Haste em aço inoxidável parte ativa formada por micro grãos de diamantes naturais e sintéticos fixados por processo galvânico</li> <li>-Produto não estéril</li> </ul>	 <table border="1"> <tr> <td>Processo</td> <td><b>806</b></td> </tr> <tr> <td>Haste</td> <td><b>314</b></td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td><b>107</b></td> </tr> <tr> <td>Grão</td> <td><b>524</b></td> </tr> <tr> <td>ISO</td> <td><b>010</b></td> </tr> <tr> <td>L</td> <td><b>4,0</b></td> </tr> </table>	Processo	<b>806</b>	Haste	<b>314</b>	Modelo	<b>107</b>	Grão	<b>524</b>	ISO	<b>010</b>	L	<b>4,0</b>
Processo	<b>806</b>													
Haste	<b>314</b>													
Modelo	<b>107</b>													
Grão	<b>524</b>													
ISO	<b>010</b>													
L	<b>4,0</b>													
MICRODONT	<p>As Pontas Diamantadas MICRODONT são produzidas com diamante natural e o melhor aço inoxidável disponível no mercado internacional, superando as exigências das normas ISO para instrumentos rotativos diamantados, sendo aprovadas pela CD, FDA e exportadas para mais de 50 países.</p> <p><u>PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Alta precisão do corte</li> <li>-Perfeita tolerância da haste</li> <li>-Alta durabilidade</li> <li>-Excelente performance</li> </ul>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>#1092</th> <th>ISO/FIG.</th> <th>Ø</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>109/835</td> <td>010</td> <td>4.0</td> <td>19.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Especificações</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Extra Fino</li> <li> Fino</li> <li> Regular</li> <li> Extra Grosso</li> </ul>	#1092	ISO/FIG.	Ø	L1	L2		109/835	010	4.0	19.0		
#1092	ISO/FIG.	Ø	L1	L2										
	109/835	010	4.0	19.0										
OPTION	<p><u>BROCAS DIAMANTADAS</u></p> <p>Qualidade e experiência de 40 anos juntas em um único produto</p> <p>Somente a POUL SORENSEN pode trazer até você produtos garantidos e confiáveis, como a linha de Brocas Diamantadas OPTION.</p> <p>São brocas produzidas a partir de matéria-prima de alta qualidade, usando um método original de construção.</p> <p>A qualidade superior é alcançada por técnicas de fabricação avançadas com rigorosa inspeção e procedimentos de controle, que atende às normas ISO e CE, resultando em um produto com alta resistência, durabilidade e corte preciso.</p>	 <p><b>CILÍNDRICA (Topo plano)</b> CYLINDRICAL (Flat end) CILÍNDRICA (Topo plano)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>REF.</th> <th>FIG.</th> <th>ISO</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>GRÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1092</td> <td>109</td> <td>010</td> <td>4,0</td> <td>19,0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	REF.	FIG.	ISO	L1	L2	GRÃO	1092	109	010	4,0	19,0	
REF.	FIG.	ISO	L1	L2	GRÃO									
1092	109	010	4,0	19,0										

## 2.2 SUBSTRATO PARA OS TESTES

As pontas diamantadas foram testadas em dentes bovinos, originados de gado de abate. O Esmalte Humano pode ser substituído pelo Esmalte Bovino considerando sua cristalinidade.<sup>35</sup> Para a realização do estudo, foram confeccionadas 15 amostras de incisivos bovinos hígidos, extraídos de mandíbulas bovinas logo após o abate. Estes elementos dentais bovinos, incisivos centrais permanentes, constituem material de descarte dos frigoríficos e foram 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 estudo. O projeto foi executado após a aprovação do Compesq/UFRGS. Não houve, portanto, procedimento específico envolvendo contato direto com animais ou seres humanos. O projeto foi aprovado e cadastrado, recebendo o Parecer Constubstanciado da Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da UFRGS de número: 27670.

As coroas dos elementos dentais foram separadas de suas raízes com o uso de pontas diamantadas refrigeradas com água/ar em alta rotação e com discos de diamantes montados em peça reta, para permitir a remoção da polpa com extirpa nervos. As amostras foram armazenadas em recipiente plástico contendo água destilada e refrigeradas à 4°C, conforme protocolo do Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da UFRGS. Para a realização dos preparos os dentes foram embutidos em cera utilidade para estabilização da peça conforme Figura 10.

Figura 10- Dente bovino inserido em cera utilidade



Fonte: do autor, 2014



Cada preparo foi executado com toda altura da ponta diamantada cortando uma superfície de 4mm<sup>3</sup> de um elemento na face vestibular. Foram realizados preparos em caixa de 2mm de largura e altura por 4mm de profundidade. Este preparo foi realizado sob refrigeração com água/ar em alta rotação Extratorque 605C, Kavo, Chapecó, SC, Brasil). Em acordo com resultados obtidos em outros estudos, utilizamos um fluxo de água destilada em temperatura ambiente no valor de 40ml/min, que foi mensurado através da utilização de um cronômetro e proveta graduada.<sup>15,16</sup>

Após cada preparo, 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 Faculdade de Odontologia da UFRGS) e esterilizadas em autoclave, seguindo as normas propostas pela ADA.<sup>27</sup> O estudo foi do tipo duplo-cego. Um primeiro operador realizou os preparos recebendo as pontas diamantadas numeradas, previamente randomizadas (método simples por sorteio) pelo coordenador da pesquisa. Após a utilização das mesmas estas foram entregues a um segundo operador que fez as análises qualitativas e quantitativas com o microscópio eletrônico de varredura (MEV). As pontas foram analisadas no baseline, após 5 e 10 preparos. Cabe ressaltar que os autores não possuíram vínculo de qualquer natureza com os fabricantes das pontas diamantadas analisadas.

## 2.3 ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

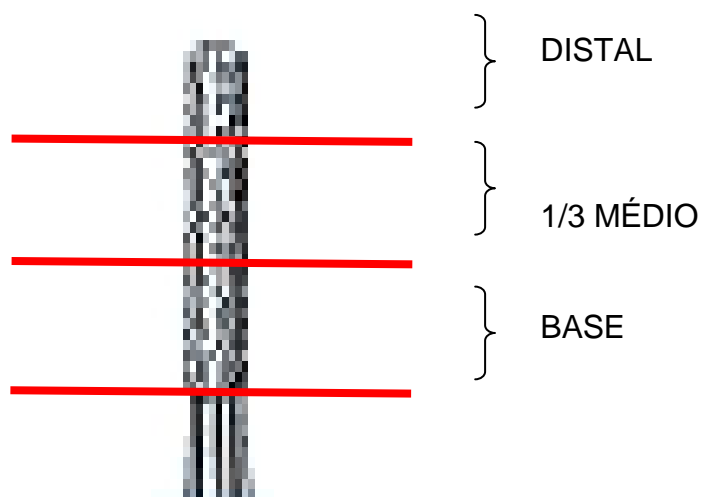
A análise topográfica superficial de cada amostra foi realizada com microscópio eletrônico de varredura JEOL 5800 (JEOL, Tóquio, Japão), do Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS. Para obtenção das imagens foi utilizado uma voltagem de 5kV e foi utilizado uma magnificação de 200x.

### 2.3.1 Análise quantitativa

As pontas foram analisadas através da MEV em pontos aleatórios de cada terço da peça, conforme Figura 11, onde foi feita a leitura do número de

grãos de diamante presentes em cada campo de magnificação de 200x . As 3 contagens foram somadas e estabelecida uma média por cada ponta avaliada.

Figura 11- Divisão da ponta diamantada em terços



Fonte: do autor, 2014.

### 2.3.2 Análise qualitativa

Descrição da morfologia dos grãos presentes nos 3 pontos mencionados acima em cada tempo de observação em MEV.

## 2.4 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) e nos grãos presentes através do microscópio JEOL 5800(JEOL, Tóquio, Japão) equipado com recurso de sonda de energia dispersiva(EDS), situado no Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS. A voltagem utilizada foi de 20kV. Este procedimento foi realizado no baseline de cada marca.

### 3 RESULTADOS

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

#### 3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Num primeiro momento foi proposto a realização de Anova, utilizando o software SPSS (versão 22. com nível de significância de 5%. O cálculo amostral proposto foi descrito por Borges.<sup>36</sup> Entretanto, como não houve tempo hábil, e por se tratar da primeira etapa de um grande estudo, optou-se por realizar análise de médias simples. Sendo que o fator de comparação sempre foi a ponta diamantada controle (Komet).

#### 3.2 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As amostras foram observadas em aumento de 200x com uma voltagem de 5kV. Foi realizado 1 tomada fotográfica respectiva a cada terço da ponta diamantada, totalizando um total de 3 fotografias por cada ponta diamantada em análise. As tomadas foram realizadas aleatoriamente conforme Figuras 12-20.

Figura 12- KOMET 5 usos DISTAL

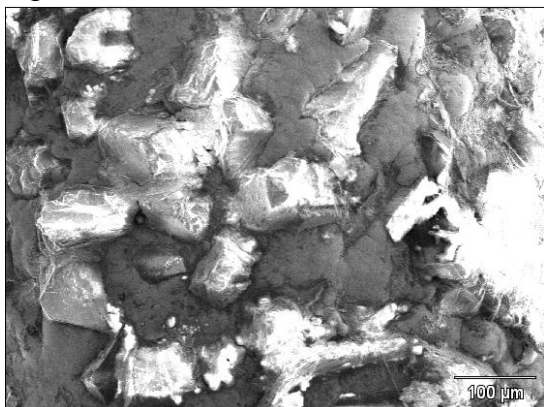


Figura 13- KOMET 5 usos 1/3 MEDIO

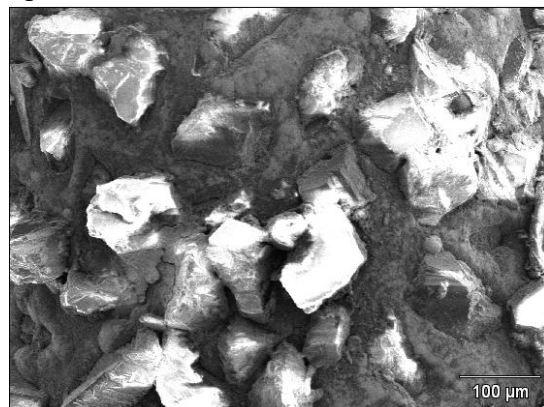


Figura 14- KOMET 5 usos BASE

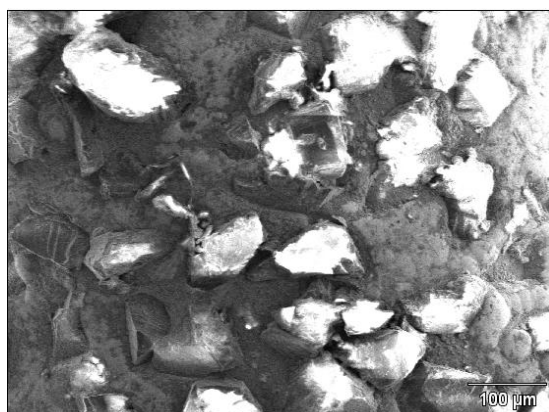


Figura 15- KOMET 10 usos DISTAL

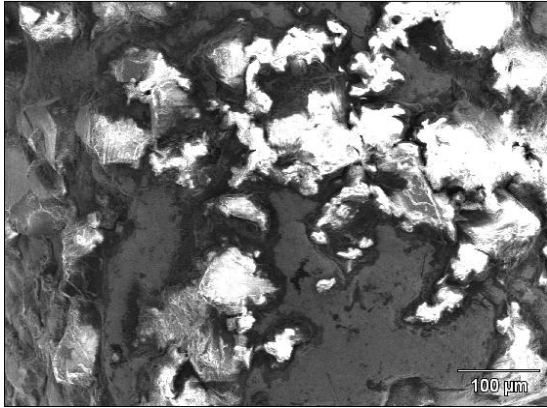


Figura 16- KOMET 10 usos 1/3 MEDIO

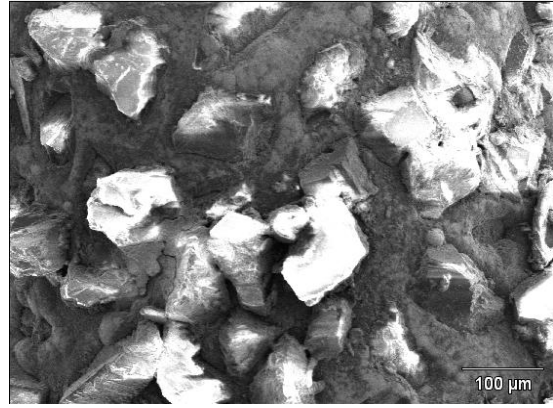


Figura 17- KOMET 10 usos BASE

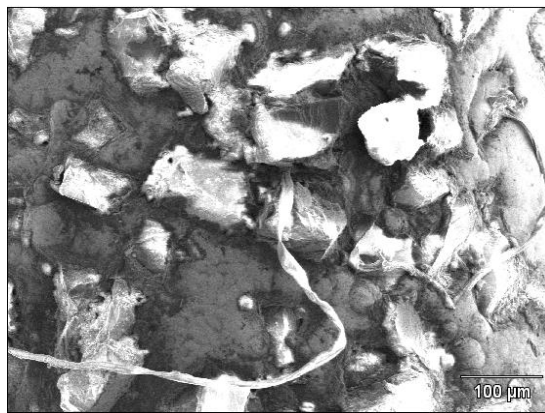


Figura 18- KOMET 0 uso DISTAL

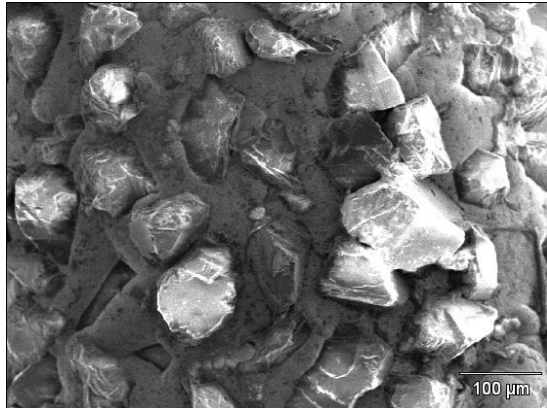


Figura 19- KOMET 0 uso 1/3 MEDIO

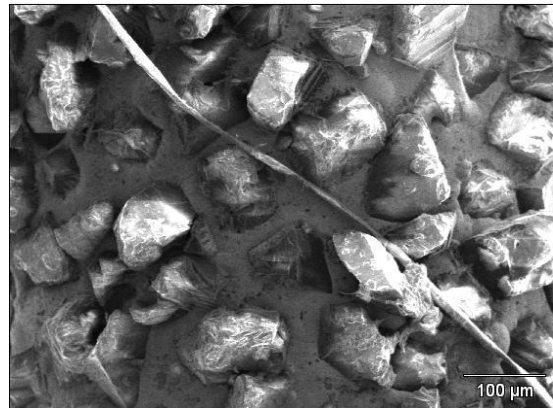
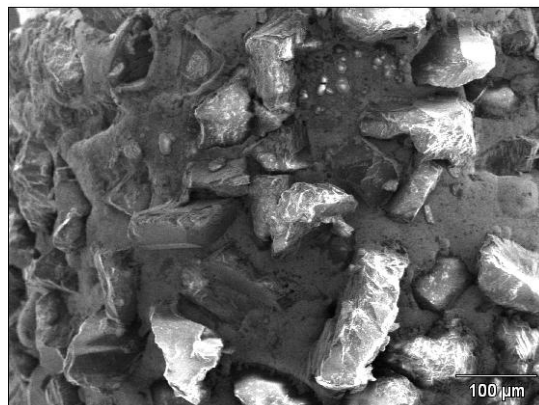


Figura 20- KOMET 0 uso BASE



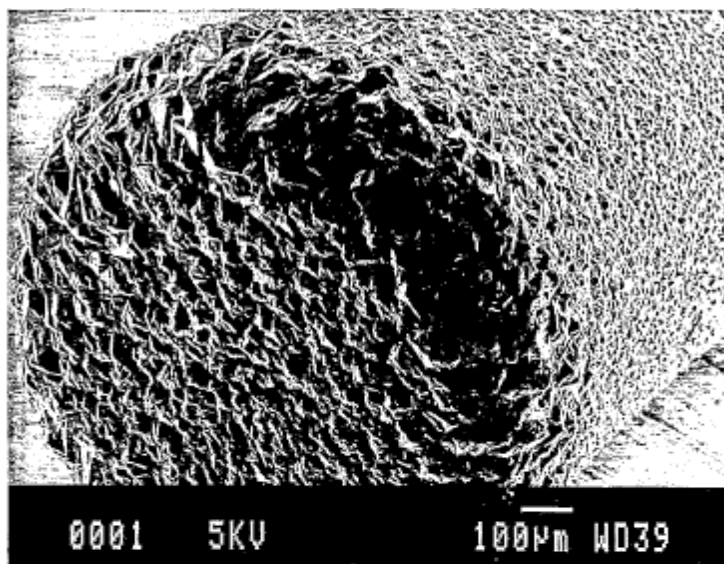
Fonte: do autor, 2014

No total foram realizadas 45 tomadas para a comparação entre grupos da mesma marca (0,5 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:

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, conforme Figuras 21-22 e são mais baratas se confeccionadas em grande escala.

Figura 21- Microscopia de um filme de diamante confeccionado através de método não convencional.



Fonte: Trava-Airoldi, Corat, Del Bosco, Leite<sup>22</sup>

Figura 22- Microscopia de um filme de diamante confeccionado através de método não convencional.

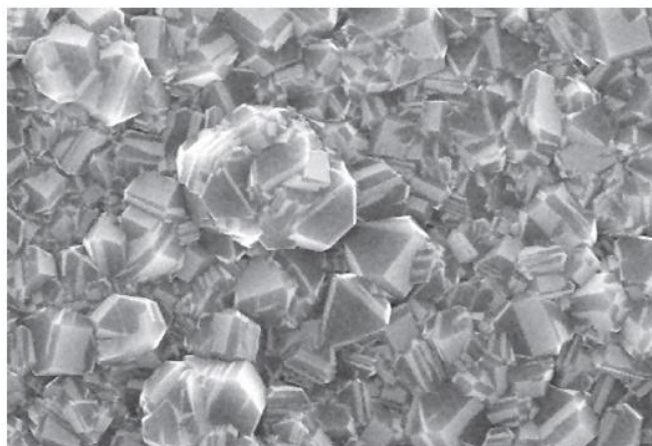


Figura 5. Micrografia obtida por microscopia eletrônica de varredura, mostrando a morfologia típica de um filme policristalino de diamante CVD crescido sobre silício

Fonte: Barros, Ribeiro, An-Sumodjo, Julião, Serrano<sup>20</sup>

Quantificar a média do número de grãos presentes em cada ponta diamantada conforme Tabelas 3-10 e fazer a síntese desses valores conforme Gráfico 1.

Tabela 3- Média da contagem de grãos nas amostras da marca KOMET

Marca	Quantificação		
	Baseline	5 usos	10 usos
Komet	33,6	24,3	25,6

Tabela 4- Média da contagem de grãos nas amostras da marca KG

Marca	Quantificação		
	Baseline	5 usos	10 usos
KG	26,6	17	18,6

Tabela 5- Média da contagem de grãos nas amostras da marca OPTION

Marca	Quantificação		
	Baseline	5 usos	10 usos
Option	22	13,3	11,6

Tabela 6- Média da contagem de grãos nas amostras da marca FAVA

Marca	Quantificação		
	Baseline	5 usos	10 usos
Fava	32,6	28,6	24

Tabela 7- Média da contagem de grãos nas amostras da marca MICRODONT

Marca	Quantificação		
	Baseline	5 usos	10 usos
Microdont	17,3	25,3	18

Tabela 8- Comparação entre marcas no baseline

	Quantificação				
	Komet	KG	Option	Fava	Microdont
Baseline	33,6	26,6	22	32,6	17,3

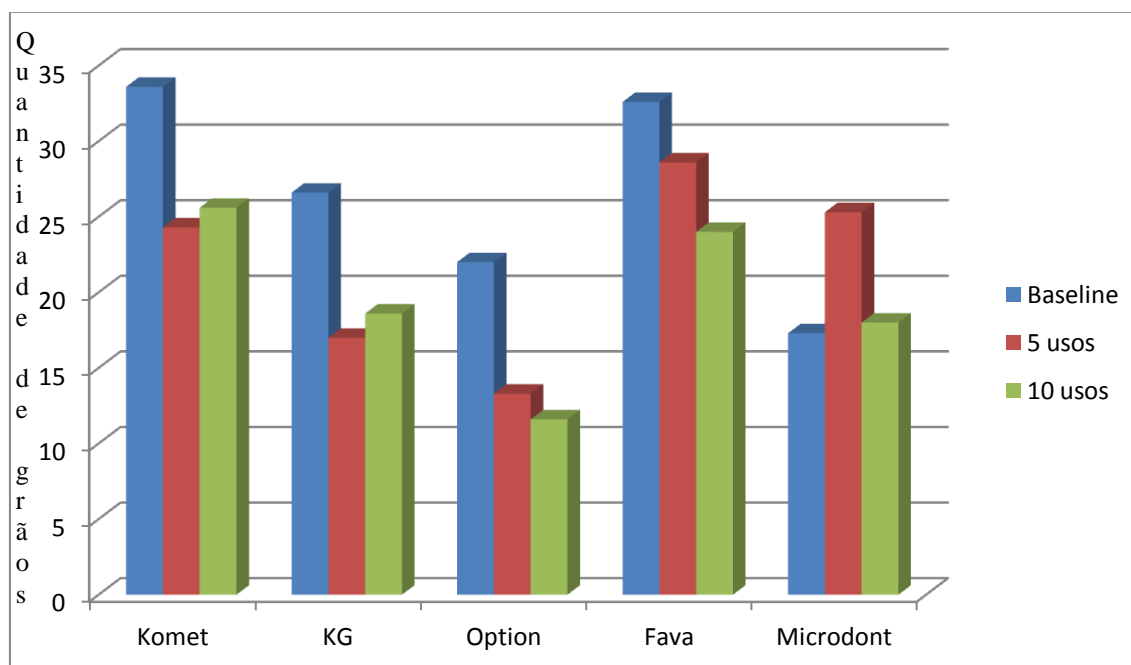
Tabela 9- Comparação entre marcas após 5 usos

	Quantificação				
	Komet	KG	Option	Fava	Microdont
5 usos	24,3	17	13,3	28,6	25,3

Tabela 10- Comparação entre marcas após 10 usos

	Quantificação				
	Komet	KG	Option	Fava	Microdont
10 usos	25,6	18,6	11,6	24	18

Gráfico 1- Síntese dos valores quantitativos



Fonte: do autor, 2014

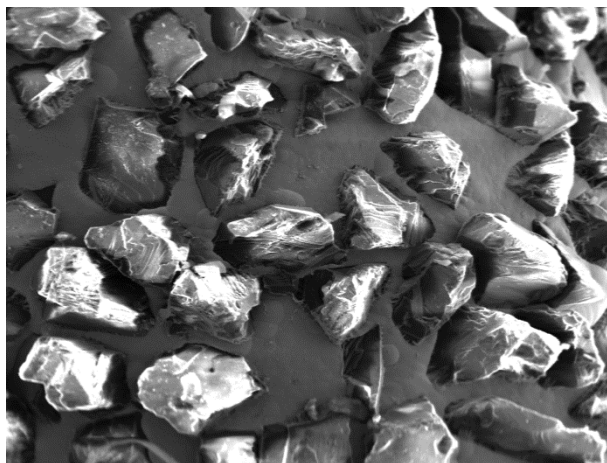
Montar a Tabela 11, onde descrevemos a homogeneidade (quando a ponta diamantada seguiu um padrão de distribuição dos grânulos, sem haver



muitos espaços livres no substrato) e a heterogeneidade (grãos dispostos de maneira aleatória, com a presença de muito espaços livres no substrato).

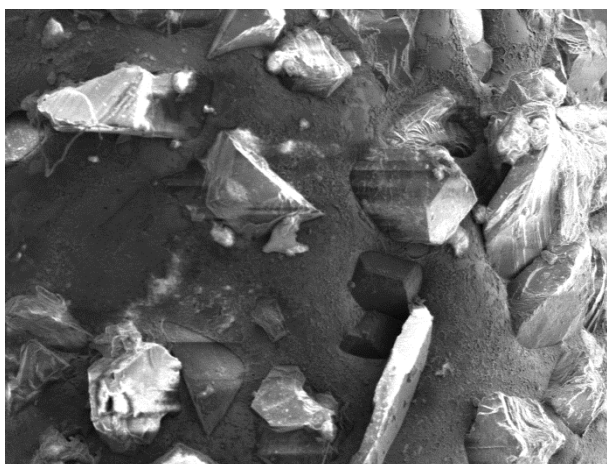
O critério utilizado como parâmetro de comparação entre distribuição homogênea e heterogênea dos grânulos no substrato são as Figura 23 e a Figura 24, respectivamente.

Figura 23- Distribuição Homogênea



Fonte: do autor,2014

Figura 24- Distribuição heterogênea

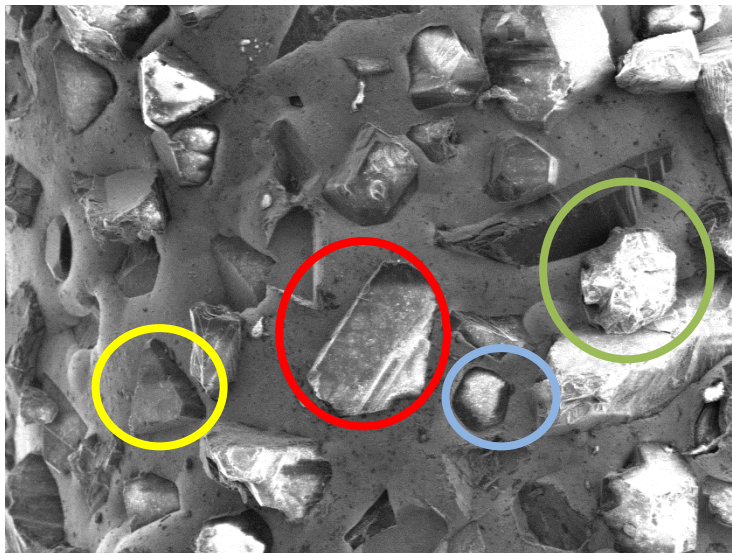


Fonte: do autor,2014

Na Tabela 11, também foi descrita a morfologia dos grãos. 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

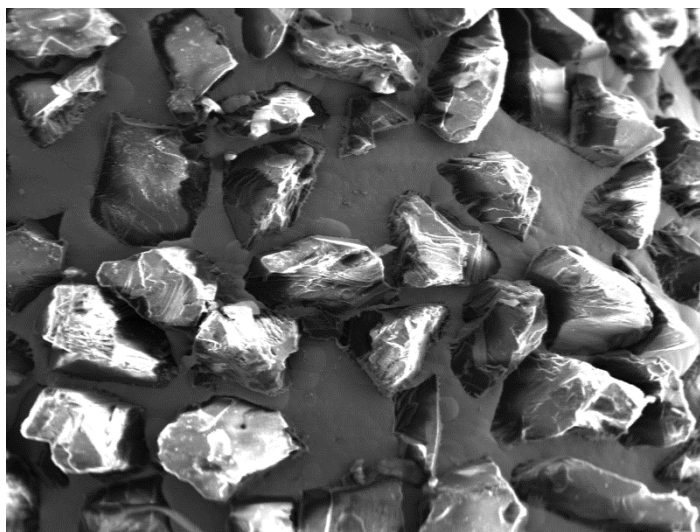
até 2 conformações para a ponta dita homogênea, conforme a Figura 24 e a Figura 25, respectivamente.

Figura 25- Morfologia heterogênea



Fonte: do autor,2014

Figura 26- Morfologia Homogêna

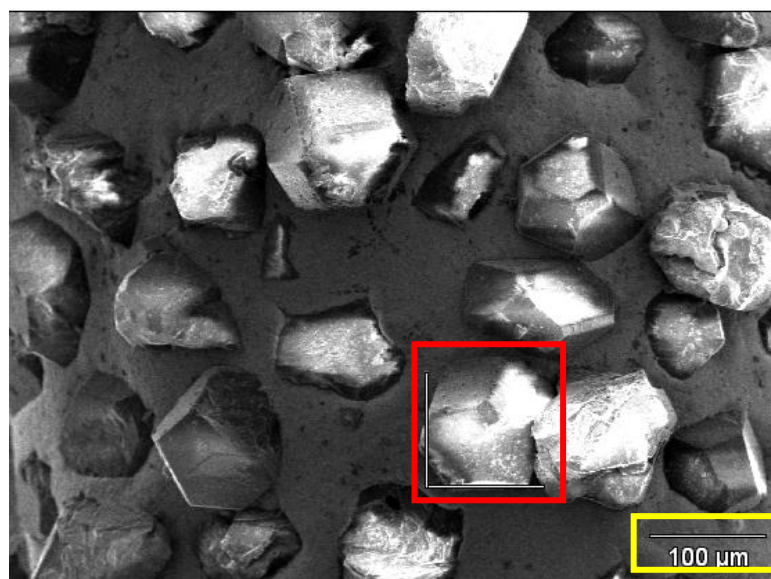


Fonte: do autor,2014

Por último, a Tabela 11 demonstra o parâmetro do tamanho dos grânulos. O critério utilizado como parâmetro de comparação entre tamanho

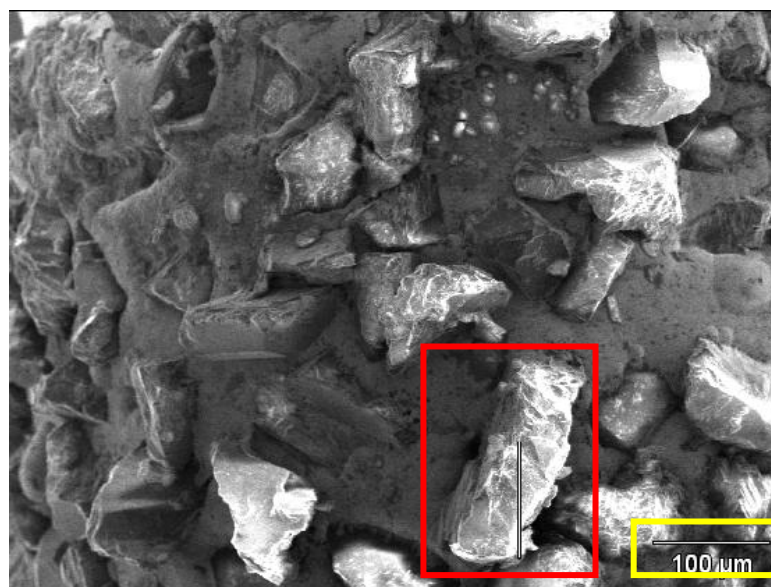
dos grânulos foi a utilização da barra de escala de 100 $\mu$ m sobre os grãos. A granulação especificada pela ISO como regular vai de 150  $\mu$ m a 180 $\mu$ m, sendo esses os valores ditos homogêneos. O que verificamos através da mensuração dos tamanhos dos grânulos é de que nenhuma marca se enquadra dentro dessa variação, pois grânulos menores do que 150 $\mu$ m estão muito presentes e alguns grânulos têm tamanho acima dos 180 $\mu$ m. Isso pode ser causado pela falta de um controle de qualidade no processo de peneiração durante a fabricação do instrumento. As Figuras 26 e 27 demonstram como foi utilizada a barra de 100 $\mu$ m.

Figura 27- Utilização da barra sobre o grânulo, destacado em vermelho



Fonte: do autor,2014

Figura 28- Utilização da barra sobre o grânulo, destacado em vermelho



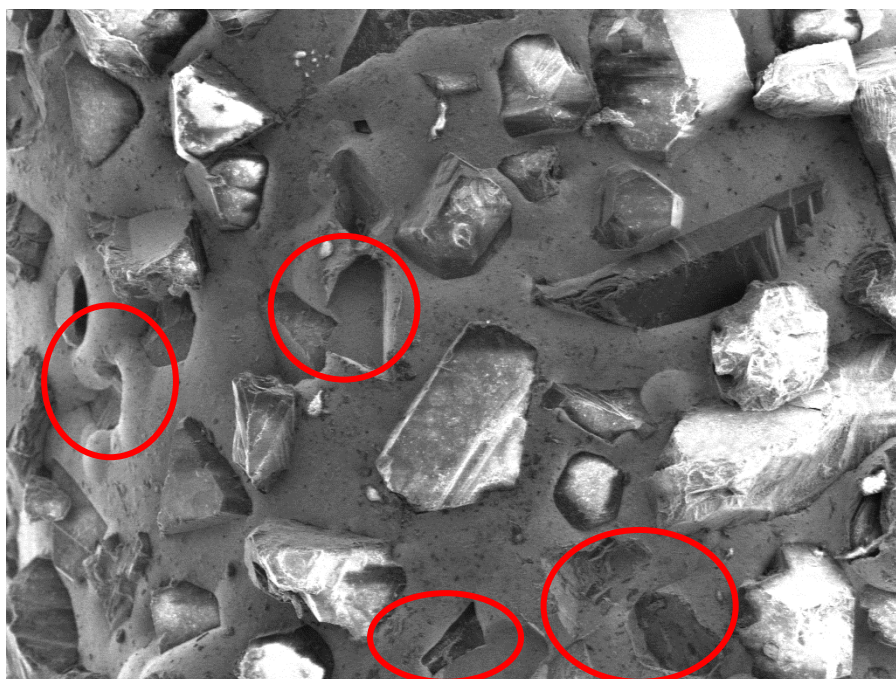
Fonte: do autor,2014

Tabela 11: Comparação entre marcas no baseline

	Distribuição	Grânulos	Tamanho Grânulos		Morfologia	Grânulos
	Homoge.	Heteroge.	Homoge	Heteroge.	Homoge.	Heteroge.
Komet	X			X	X	
KG	X			X		X
FAVA	X			X		X
Option		X		X		X
Microdont		X		X		X

Verificar que haviam áreas compatíveis com arrancamento de grânulos em todas as pontas avaliadas, exceto nas pontas do baseline, conforme Figura 28.

Figura 29- Para ilustração, demonstra áreas compatíveis com arrancamento de grânulos de diamante.



Fonte: do autor, 2014

Verificar que havia a presença de debris em todas as pontas diamantadas analisadas, exceto nas pontas do baseline, conforme Figura 29;

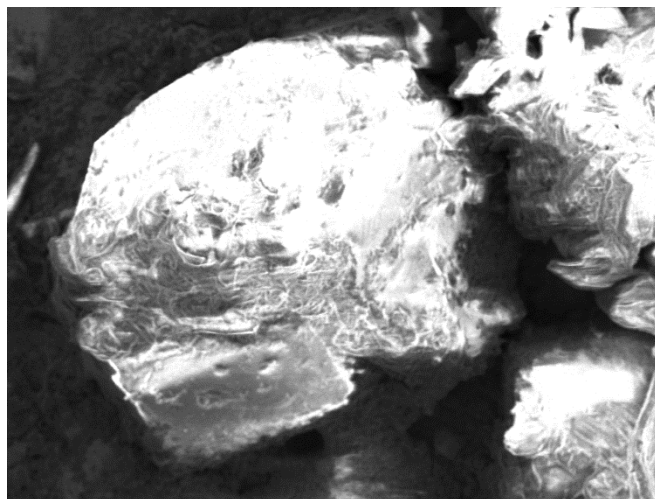
Figura 30- Para ilustração, demonstra o emaranhado de *debris* presente na ponta diamantada após múltiplos usos.



Fonte: do autor,2014

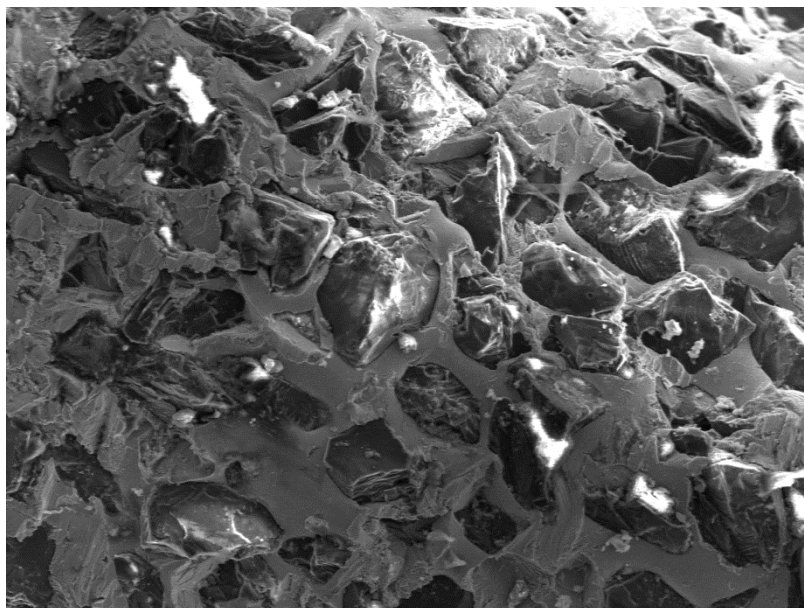
Nas pontas avaliadas após 5 e 10 usos pode-se confirmar que a morfologia dos grânulos se altera, havendo a perda de muitas arestas e arredondamento e destruição das estruturas piramidais, conforme Figura 30-31;

Figura 31- Mostra o arredondamento das arestas com o desgaste (x750)



Fonte: do autor,2014

Figura 32 - Para ilustração, demonstra a perda de morfologia dos grãos após 10 usos, nota-se, também, desgaste do substrato.



Fonte: do autor,2014

### 3.3 Sonda DE ENERGIA DISPERSIVA

As composições dos grânulos das diferentes marcas no baseline foram observadas por meio da sonda EDS e estão apresentadas na Tabela 3. A composição do grânulo da marca Komet apresentou apenas o elemento químico *C* (*carbono*); marca Fava apresentou *C*, *Ni* (*níquel*); marca KG apresentou *C*, *Cl* (*cloro*), *Ca* (*cálcio*), *Fe* (*ferro*); marca Microdont apresentou *C*, *Ca*, *Ni*, *Ti* (*titânio*), *Al* (*Alumínio*); marca Option apresentou *C* e *Ca*. Os Gráficos 2-6, resultantes a partir da sonda EDS, referem-se a análise de grânulos da marca Komet, Fava, KG, Microdont e Option, respectivamente.

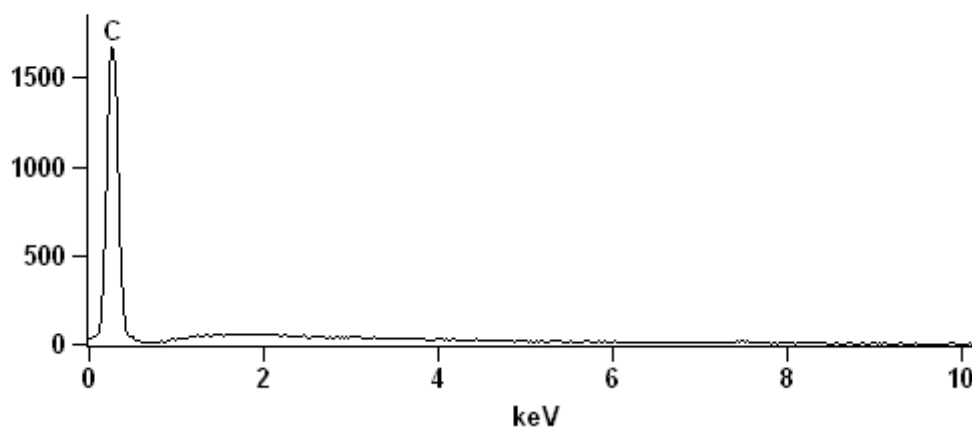
Tabela 11- Composição química dos grânulos analisados no baseline

Marca	Composição (% do peso)						
	C	Cl	Ca	Fe	Ni	Ti	Al
Komet	100	-	-	-	-	-	-
Fava	98,37	-	-	-	1,63	-	-
KG	99,01	0,25	0,48	0,26	-	-	-
Microdont	93,19	-	1,4	-	1,56	3,74	0,11
Option	99,43	-	0,57	-	-	-	-

Gráfico 2- EDS Baseline grânulos KOMET

Full scale counts: 1667

PONTA 12 EDS\_pt1

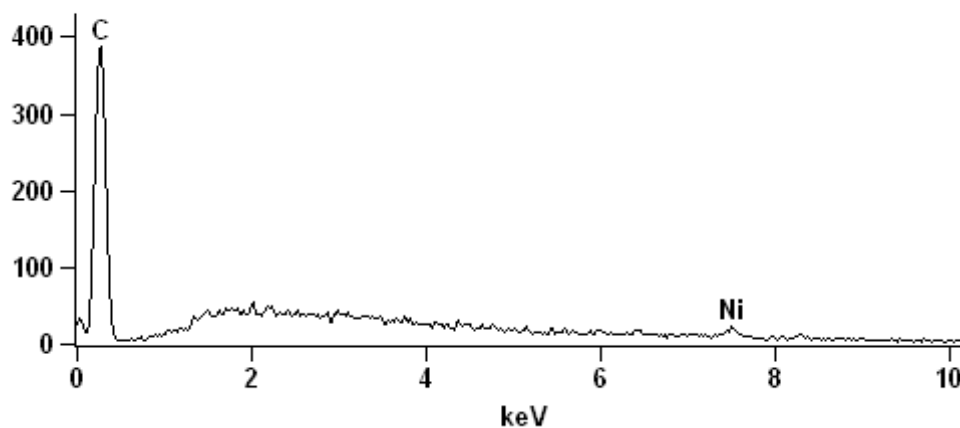


Fonte: do autor, 2014

Gráfico 3- EDS Baseline grânulos FAVA

Full scale counts: 387

Stub1 terco medio correto\_pt2

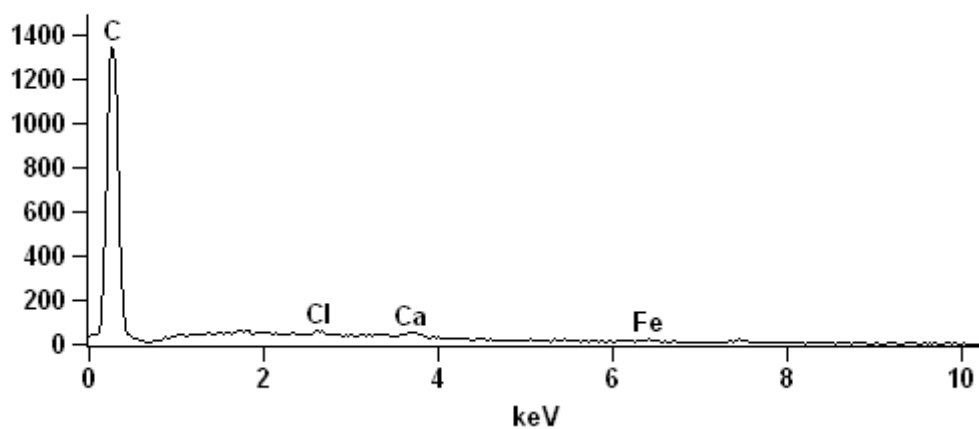


Fonte: do autor, 2014

Gráfico 4- EDS Baseline grânulos KG

Full scale counts: 1345

PONTA 7 EDS\_pt1

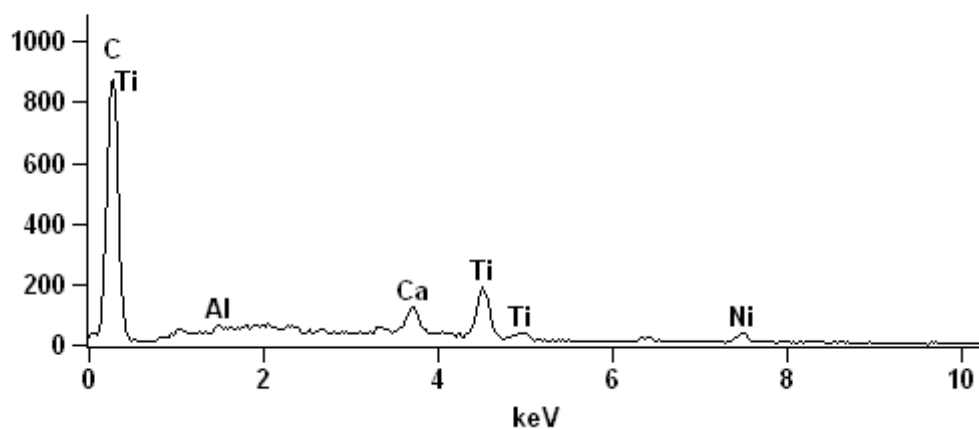


Fonte: do autor,2014

Gráfico 5- EDS Baseline grânulos MICRODONT

Full scale counts: 871

PONTA 9 EDS\_pt1

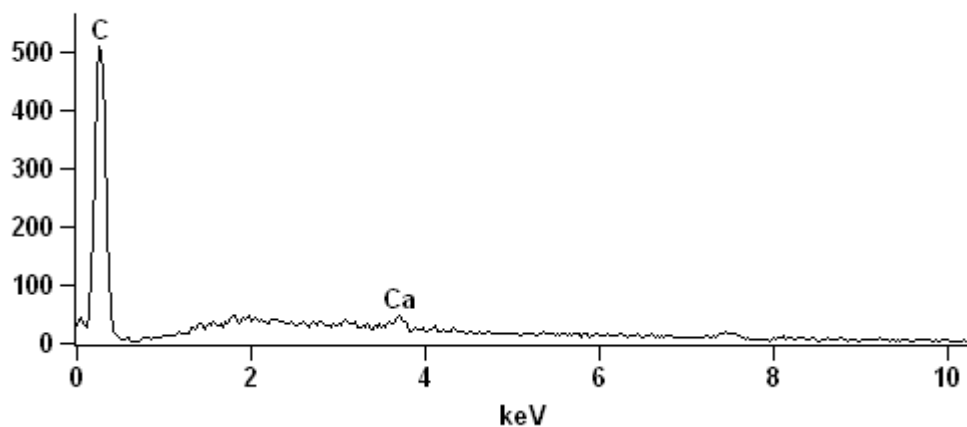


Fonte: do autor,2014

Gráfico 6- EDS Baseline grânulos OPTION

Full scale counts: 508

PONTA 5 EDS\_pt1



Fonte: do autor,2014



As composições dos substratos das diferentes marcas no baseline foram observadas por meio da sonda EDS e estão apresentadas na Tabela 4. A composição do substrato da marca Komet apresentou o elemento químico *Ni*, *Fe*; marca Fava apresentou *Ni*, *C*; marca KG apresentou *Ni*, *Cr* (*chromo*); marca Microdont apresentou *Ni*, *Cr*; marca Option apresentou *Ni*, *Cu* (*cobre*), *Zn* (*zinco*), *S* (*enxofre*). Os gráficos de 7-11, resultantes a partir da sonda EDS, referem-se a análise do substrato da marca Komet, Fava, KG, Microdont e Option, respectivamente.

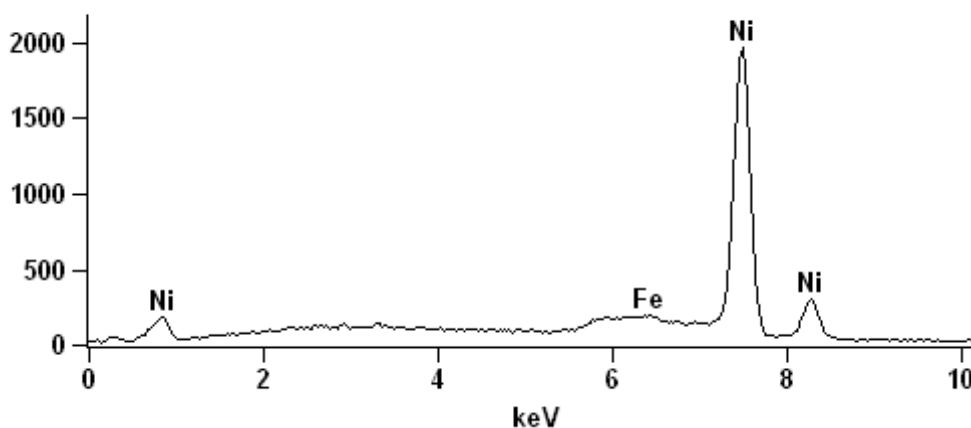
Tabela 12- Composição química dos substratos analisados no baseline

Marca	Composição (% do peso)						
	Ni	C	Cr	Cu	Fe	Zn	S
Komet	99,15	-	-	-	0,85	-	-
Fava	88,05	11,95	-	-	-	-	-
KG	90,31	-	9,69	-	-	-	-
Microdont	92,62	-	7,38	-	-	-	-
Option	87,03	-	-	6,65	-	5,52	0,8

Gráfico 7- EDS Baseline substrato KOMET

Full scale counts: 1961

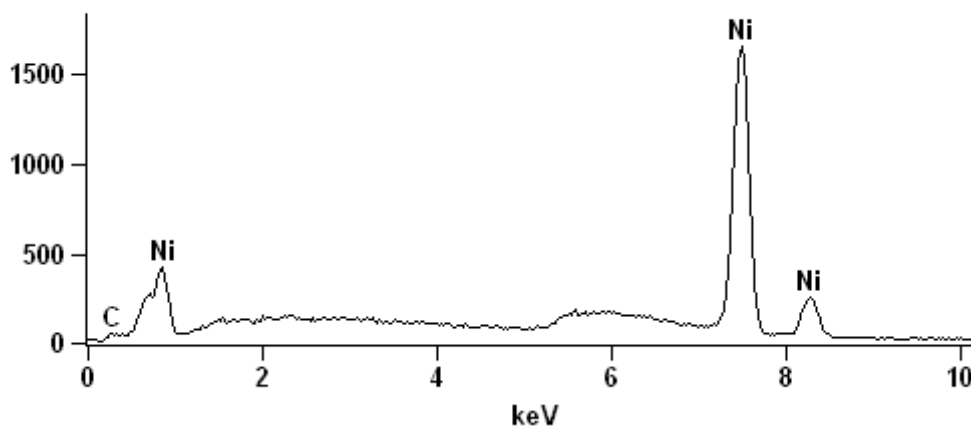
PONTA 12 EDS\_pt2



Fonte: do autor, 2014

Gráfico 8- EDS Baseline substrato FAVA

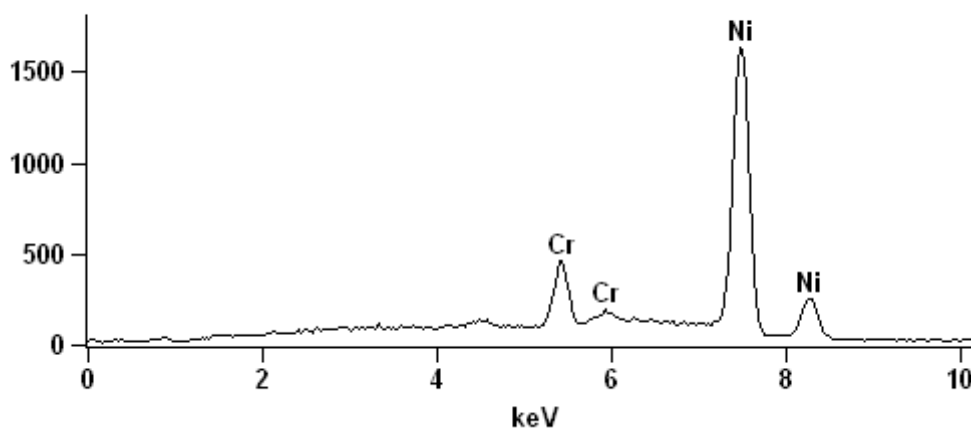
Full scale counts: 1649 Stub1 terco medio correto\_pt1



Fonte: do autor,2014

Gráfico 9- EDS Baseline substrato KG

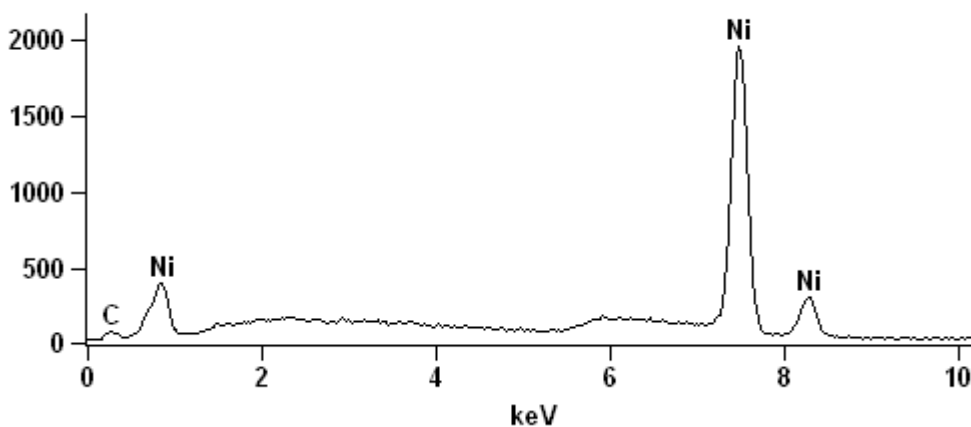
Full scale counts: 1630 PONTA 7 EDS\_pt2



Fonte: do autor,2014

Gráfico 10- EDS Baseline substrato MICRODONT

Full scale counts: 1950 PONTA 9 EDS\_pt2

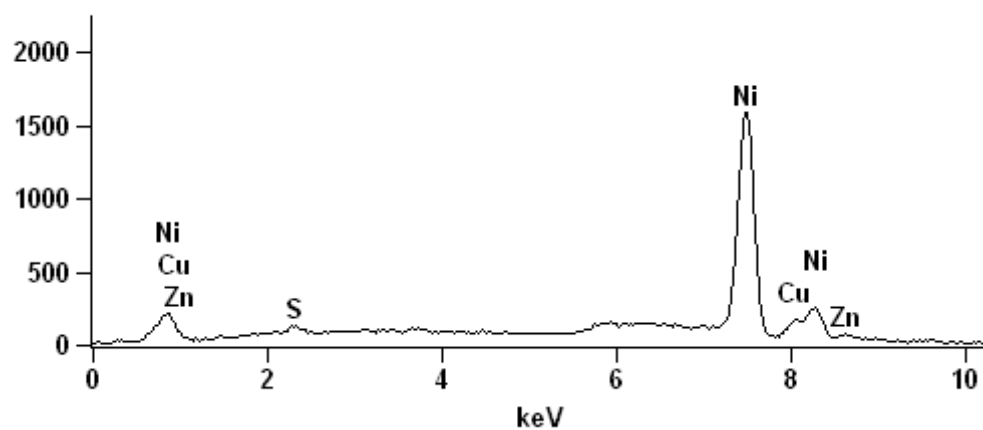


Fonte: do autor,2014

Gráfico 11- EDS Baseline substrato OPTION

Full scale counts: 1589

PONTA 5 EDS\_pt2



Fonte: do autor,2014

## 4 DISCUSSÃO

Pontas diamantadas são um material de uso diário tanto na prática clínica quanto laboratorial dos dentistas. A eficiência de corte das pontas diamantadas diminui com a repetição do uso da mesma, o que é observado pela mudança de forma dos grãos e pela perda desses grânulos.

A inexistência de normas internacionais sobre a longevidade das pontas diamantadas e as diferentes metodologias empregadas em estudos, dificulta a padronização e comparação das mesmas. Além disso, os métodos de confecção das pontas diamantadas são um segredo de fábrica, impossibilitando o clínico e o pesquisador de conhecer o material que está consumindo. Cabe ressaltar esse estudo que utilizou um ambiente real do clínico para análise das pontas, dado escasso na literatura consultada. A importância em realizar um estudo que procura reproduzir várias condições clínicas, está em aproximar-se da realidade da classe odontológica.

Nossas pontas diamantadas foram analisadas antes e após o uso, para determinar a extensão de degradação da superfície. A qualidade da superfície foi mensurada através da quantidade de grãos presentes após o uso, esfregação e esterilização, essa metodologia está de acordo com estudo proposto por outros autores.<sup>37</sup>

Através das análises realizadas com a sonda de energia dispersiva, conseguimos visualizar os elementos químicos que compõem as pontas diamantadas. Tratando-se do material que liga os diamantes à peça, pudemos notar que o níquel sempre se faz presente em uma grande quantidade. Através das imagens obtidas pela microscopia, pudemos notar que a matriz de níquel que circunda os grânulos de diamante exibe um perfil côncavo. Essa achado é causado pela característica de não condutibilidade do diamante. A perda prematura do revestimento do instrumento diminui o poder de corte, mas também influencia na deposição de smear metálico no dente do paciente. A contaminação do paciente por íons metálicos não deve ser apenas considerado um problema clínico em potencial. A presença desse smear pode afetar na

adesão de materiais restauradores, influenciando negativamente na longevidade das restaurações e peças protéticas. Esses achados corroboram com estudos prévios<sup>21</sup>

Substratos feitos com metais de primeira transição como o ferro, cobalto e níquel, são caracterizados pelas altas taxas de dissolução e difusão do carbono nesses substratos. A presença desses metais pode dificultar a deposição de diamante, mas ao mesmo tempo são os substratos mais utilizados pela indústria. 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 de 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.<sup>38</sup>

Pudemos notar, também, que há a presença de Cobalto em algumas amostras. O cobalto dá à peça uma maior dureza, porém tem o efeito adverso de dificultar a adesão dos grânulos de diamante no substrato. Estudos sugerem um pré-tratamento com soluções químicas para reduzir a quantidade de cobalto presente na superfície e também para criar uma maior rugosidade, facilitando a aderência dos grãos.<sup>38</sup>

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.<sup>15,19,20,21,22</sup>

Mesmo com esses dados, as indústrias ainda não adotam essa tecnologia como praxe. De todas as marcas analisadas em nosso estudo, nenhuma utilizava o método não convencional, que é capaz de cobrir totalmente e uniformemente filmes de diamantes sintéticos sobre a haste. 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.

Como continuidade desse estudo, pretendemos realizar a análise de stress dos grânulos através de espectro Raman. O espectro Raman é, provavelmente, a ferramenta analítica mais importante para a investigação das mais diversas estruturas produzidas pelo carbono. Esse método identifica através de picos específicos, se o diamante presente é natural ou se é obtido através de crescimento sintético. A importância de reconhecer essa diferença, entre ser sintético ou natural, está na forma geométrica do grânulo, pois se sabe que a morfologia influencia no poder de corte desses instrumentos.

## 5 CONCLUSÃO

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*.

A ponta diamantada controle, marca Komet, apresentou maior número de grânulos no Baseline, seguida pelas marcas Fava, Kg, Option e Microdont, respectivamente.

A ponta diamantada controle, marca Komet, apresentou um número de grânulos após 5 usos, menor do que o da marca Fava e Microdont, respectivamente. As marcas KG e Option tiveram contagens de grânulos menores do que a da marca controle, respectivamente.

A ponta diamantada controle, marca Komet, apresentou maior número de grânulos após 10 usos, seguida pelas marcas Fava,KG,Microdont e Option,respectivamente.

Pela análise dos grânulos através do EDS, a ponta controle, marca Komet, foi a única a apresentar 100% de carbono na sua composição. As outras marcas possuem outros elementos químicos na sua composição como cloro, cálcio, ferro, níquel, titânio e alumínio, com predominância do elemento carbono, que varia de 99,43% até 98,37% nessas marcas.

Pela análise dos substratos através do EDS, a ponta controle, marca Komet, foi a que apresentou maior composição de níquel em sua composição, valor de 99,15%, contanto com a presença de 0,85% de ferro. As outras marcas tiveram valores de níquel dentre 92,62% até 87,03%. Pudemos constatar a presença de diversos elementos químicos como carbono, cobre, zinco e enxofre nas outras marcas.

A análise qualitativa, descrita na Tabela 11, demonstra que a ponta diamantada controle, marca Komet, apresenta distribuição de grânulos homogêneos, assim como as marcas KG e Fava. O tamanho dos grânulos de todas as marcas é heterogêneo, não seguindo as especificações da ISO. A ponta diamanta controle, marca Komet, foi a única a apresentar uma morfologia homogênea de seus grânulos.



## REFERÊNCIAS

1. Vinski I. Two hundred and fifty years of rotary instruments in dentistry. *Br Dent J.* 1979;146(7):217-23.
2. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Dental cutting: the historical development of diamond burs. *J Am Dent Assoc.* 1998;129:740-5.
3. Walsh JP, Symmons HF. A comparison of the heat production and mechanical efficiency of diamond instruments, stones, and burs at 3,000 and 60,000 rpm. *N Z Dent J.* 1949;45(219):28-32.
4. Huntley RC. Adaptation of modern instruments with efficient operating speeds in restorative dentistry. *North-West Dent.* 1956;25(1):63-8.
5. Koblantz FF, Tateosian FD, Roemer FD, Steen SD, Glenn JF. An overview of cutting and wear related phenomena. In: *The cutting edge: interfacial dynamics of cutting and grinding.* Bethesda, Md.: U.S. Department of Health, Education, and Welfare; 1976. p.151-68.
6. Baume LJ. *The biology of pulp and dentine.* Philadelphia: Myers; 1980.
7. Trownbridge HO, Kim S. Pulp development, structure and function. In: Cohen S, Burns RC. *Pathways of the pulp.* 6th ed. St Louis: CV Mosby; 1994. p. 296-336.
8. Cavalcanti BN, Otani C, Rode SM. High-speed cavity preparation techniques with different water flows. *J Prosthet Dent* 2002;87(2):158-61.
9. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965;19:515-30.
10. Bergenholtz G, Nyman S. Endodontic complications following periodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. *J Periodontol* 1984;55:63-8.
11. Spierings TA, Peters MC, Plasschaert AJ. Thermal trauma to teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1:123-9.
12. Laforgia PD, Milano V, Morea C, Desiate A. Temperature change in the pulp chamber during complete crown preparation. *J Prosthet Dent.* 1991;65:56-61.
13. Taira M, Wakasa K, Yamaki M, Matsui A. Heat generated when cutting natural tooth enamel, composite resin model tooth enamel and glass-ceramic Typodont tooth. *Hiroshima Daigaku Shigaku Zasshi.* 1990;22:210-2.
14. Lauer HC, Kraft E, Rothlauf W, Zwingers T. Effects of the temperature of cooling water during high-speed and ultrahigh-speed tooth preparation. *J Prosthet Dent.* 1990;63(4):407-14.

15. Ercoli C, Rotella M, Funkenbusch PD, Russell S, Feng C. In-vitro comparison of the cutting efficiency and temperature production of 10 different burs. Part I: Turbine. J Prosthet Dent. 2009;101:248-61.
16. Von Fraunhofer JA, Siegel SC, Feldman S. Handpiece coolant flow rates and dental cutting. Oper Dent. 2000;25:544-8.
17. Lloyd BA, Rich JA, Brown WS. Effect of cooling techniques on temperature control and cutting rate for high-speed dental drills. J Dent Res. 1978;57:675-684.
18. Arcuri MR, Schneider RL, Strug RA, Clancy JM. Scanning electron microscope analysis of tooth enamel treated with rotary instruments and abrasives. J Prosthet Dent. 1993; 69:483-90.
19. Carvalho CA, et.al. The Use of CVD Diamond Burs for Ultraconservative Cavity Preparations: A Report of Two Cases. J Esthet Restor Dent. 2007;19:19-29.
20. 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
21. 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.
22. Trava-Airoldi VJ, Corat EJ, Del Bosco E, Leite F. Hot filament scaling-up for CVD diamond burr manufacturing. Surface Coatings Technology. 1995;797-802.
23. Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Assessing the cutting efficiency of dental diamond burs. J Am Dent Assoc. 1996;127(6):763-72.
24. JOHNSON PROMIDENT [Internet]. Numbering Systems- [citado em 2014 Fev 12 ]. Disponível em: <http://www.johnsonpromident.com/numbering-systems/>
25. MDT DENTAL [Internet]. Technical Information/ ISO GRITS for Dental Rotary Instruments -[citado em 2014 Fev 12 ]. Disponível em: <http://www.mdt dental.com/HTMLs/article.aspx?c0=14596&bsp=12487>
26. Whitworth CL, Martin MV, Gallagher M, Worthington HV. A comparison of decontamination methods used for dental burs. Br Dent J. 2004 Nov; 197(10):635-40.
27. ADA Council on Scientific Affairs and ADA Council on Dental Practice. Infection control recommendations for the dental office and the dental laboratory. J Am Dent Assoc. 1996 May;127(5):672-80.

28. KOMET BRAZIL [Internet]. Produtos - [citado em 2014 Fev 11 ]. Disponível em:<http://www.komet.com.br/index.asp?secao=detalhes2&id=575&descricao=835314014>
29. KOMET BRAZIL [Internet]. Dicas - [citado em 2014 Fev 11 ]. Disponível em: [http://www.komet.com.br/index.asp?secao=dicas\\_ver&com=1&id=60&local=2](http://www.komet.com.br/index.asp?secao=dicas_ver&com=1&id=60&local=2)
30. KG SORENSEN [Internet]. Indicação de uso - [citado em 2014 Fev 11 ]. Disponível em: [http://www.kgsorensen.com.br/upload/indicacao\\_de\\_uso.pdf](http://www.kgsorensen.com.br/upload/indicacao_de_uso.pdf)
31. KG SORENSEN [Internet]. Loja - [citado em 2014 Fev 11 ]. Disponível em: [http://www.kgsorensen.com.br/loja/index.php?route=product/product&path=39\\_41\\_62&product\\_id=179](http://www.kgsorensen.com.br/loja/index.php?route=product/product&path=39_41_62&product_id=179).
32. MICRODONT [Internet]. Produtos - [citado em 2014 Fev 11 ]. Disponível em: <http://www.microdont.com.br/produtos/cilindrica-extremidade-plana/#prettyphoto/3/>
33. OPTION [Internet]. Produtos - [citado em 2014 Fev 11 ]. Disponível em: <http://www.poulsorensen.com.br/produtos/brocas-diamantadas/>
34. FAVA [Internet]. Pontas - [citado em 2014 Fev 11 ]. Disponível em: [http://www.fava.com.br/website/ecm\\_produto\\_detalhar.asp?cod=1945&idi=1&mo=110&id\\_produto=40485](http://www.fava.com.br/website/ecm_produto_detalhar.asp?cod=1945&idi=1&mo=110&id_produto=40485)
35. Kapczinski MP, Lummertz GAB, May RI, Souza-Júnior OB, Forte TM. Braz Oral Res. 2013;27(Supl. 1):243.
36. 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. Cienc.Odontol.Bras. 2003 jan/mar; 6 (1): 36-43.
37. Blue DS, Griggs JA, Woody RD, Miller BH. Effects of bur abrasive particle size and abutment composition on preparation of ceramic implant abutments. J. Prosthet Dent. 2003 Sept;90(3):247-54.
38. 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.

**ANEXO 1- 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](http://www.ourodosul.com.br)

91360420 / 0001-34  
COOPERATIVA DOS SUINOCUL-  
TORES DO CAI SUPERIOR LTDA  
Rua 25 de Julho, 112  
CEP 95.785-000  
HARMONIA, RS

**ANEXO 2- PARECER CONSTUBSTANCIADO DO COMPESQ FO-UFRGS****PARECER CONSUBSTANCIADO DA COMISSÃO DE PESQUISA**

Parecer aprovado em reunião do dia 17 de outubro de 2014.

ATA nº 12/2014.

**A Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul após análise aprovou o projeto abaixo citado com o seguinte parecer:**

Resumo: 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. Este projeto propõe-se a analisar cinco marcas de pontas diamantadas, sendo quatro delas nacionais (Metalurgica Fava Indústria Comércio, Pirituba, São Paulo), KG Sorensen (Cotia, SP, Brasil), Option (Poul Sorensen, Osasco, São Paulo) e Microdont (São Paulo, SP, Brasil) e uma importada Komet(Komet Medical, Gebr. Brasseler GmbH & Co KG, Lemgo, Alemanha). O estudo tem como objetivo analisar qualitativamente os grânulos de diamante utilizando microscópio eletrônico de varredura verificando eventuais diferenças de formato entre os mesmos, quantificar a presença de grânulos de diamante em suas superfícies após 1, 5 e 10 utilizações utilizando microscópio eletrônico de varredura e identificar os elementos constituintes do substrato de união dos grânulos a superfície ativa da ponta diamantada com a sonda de energia dispersiva. O total de pontas avaliadas será de 20, constando cada grupo de 4 amostras. Cada teste de corte será executado com toda altura da ponta diamantada cortando uma superfície de 3mm de esmalte de um elemento dental (bovino) na altura da junção amelocementária. Este preparo será realizado sob refrigeração com água/ar em alta rotação. Após cada utilização, as pontas diamantadas serão lavadas com escova de aço e detergente e esterilizadas em autoclave, seguindo as normas propostas pela ADA. As pontas serão analisadas através da MEV em 3 pontos aleatórios e um ponto fixo (extremidade da ponta ativa), onde será feita a leitura do número de grãos de diamante presentes em cada campo de magnificação de 500x. As 4 contagens serão somadas e estabelecida uma média por ponta avaliada. Será descrita a morfologia dos grãos presentes nos 3 pontos mencionados acima em cada tempo de observação em MEV. Determinação dos elementos químicos presentes no substrato da ponta diamantada (para identificar o adesivo utilizado na união dos diamantes a ponta) e nos grãos presentes será feita por análise em sonda de energia dispersiva. Os dados serão analisados por Anova no software SPSS, com significância de 5%.

O projeto possui mérito científico e está corretamente descrito e delineado sendo o parecer desta Comissão de aprovação.

**PROJETO: 27670 - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CINCO MARCAS DE PONTAS DIAMANTADAS ATRAVÉS DA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA**

**PESQUISADOR RESPONSÁVEL: MYRIAM KAPCZINSKI**

Porto Alegre, 17 de outubro de 2014.

  
Prof. Dra. Juliana Jobim Jardim

Coordenadora da

Comissão de Pesquisa ODONTOLOGIA UFRGS