



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

MARINA BACELAR SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS E QUALIDADE
DO ACABAMENTO DE SUPERFÍCIE DE PREPARO EM DENTINA
BOVINA COM ULTRASSOM PIEZOELÉTRICO E PONTAS
DIAMANTADAS DE ALTA ROTAÇÃO**

2022

MARINA BACELAR SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS E QUALIDADE DO
ACABAMENTO DE SUPERFÍCIE DE PREPARO EM DENTINA BOVINA COM
ULTRASSOM PIEZOELÉTRICO E PONTAS DIAMANTADAS DE ALTA ROTAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRA, pelo Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA E TECNOLOGIA APLICADA À ODONTOLOGIA.

Área: Inovação tecnológica multidisciplinar com ênfase em odontologia. Linha de pesquisa: Inovação tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo S Uemura

Coorientador: Prof. Dr. João Maurício Ferraz da Silva

São José dos Campos

2022

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2023]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Silva, Marina Bacelar

Análise comparativa das características e qualidade do acabamento de superfície de preparo em dentina bovina com ultrassom piezoelétrico e pontas diamantadas de alta rotação / Marina Bacelar Silva. - São José dos Campos : [s.n.], 2022.

47 f. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Aplicada à Odontologia - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2022.

Orientador: Eduardo Shigueyuki Uemura

Coorientador: João Maurício Ferraz Silva

1. CVD. 2. Preparo cavitário. 3. Microscopia eletrônica de varredura. 4. Ponta diamantada. 5. Rugosidade superficial. I. Uemura, Eduardo Shigueyuki, orient. II. Silva, João Maurício Ferraz, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr Eduardo Shigueyuki Uemura (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituição de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Dr Eduardo Galera da Silva

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituição de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. George Miguel Spyrides

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Faculdade de Odontologia

Campus do Rio de Janeiro

São José dos Campos, 29 de setembro de 2022.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Edma e Fernando, que são minha referência e inspiração. Obrigada por sempre me guiarem pelo melhor caminho, mesmo com todas as dificuldades, para estarmos onde estamos hoje. Tudo o que sou hoje, devo a vocês. Não há palavras suficientes para agradecer-lhes o que fizeram e fazem por nossa família. Amo vocês!

À minha irmã, Maria Fernanda, por sempre vibrar com amor, junto comigo, a cada conquista. Agradeço a parceria, paciência, confiança e admiração.

À minha madrinha, Rosália Bacelar, por ser uma tia tão presente, nos momentos de alegria e nos momentos difíceis, que desde sempre acreditou no meu potencial e me incentivou a ir atrás dos meus objetivos.

Ao namorado, Fernando, por estar ao meu lado, me incentivando e me fazendo acreditar que posso mais do que imagino. Obrigada pelo companheirismo, paciência e amor.

Ao meu primo Breno, que cresceu comigo como irmão, e que compartilhou comigo a vida de pós-graduando. Obrigada pelo apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa do diretor do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, Profa. Dra. Rebeca di Nicoló, e do vice-diretor Prof. Claudio Antônio Talge Carvalho.

Ao Programa de Pós-graduação em CIÊNCIA E TECNOLOGIA APLICADA À ODONTOLOGIA, MESTRADO PROFISSIONAL pela oportunidade de retornar a essa instituição e tornar possível meu título de Mestre.

Ao Prof Eduardo S. Uemura, meu orientador, que acreditou em meu potencial, compartilhou seu vasto e rico conhecimento de um profissional e professor excepcional. Obrigada por todo apoio, conselhos e ensinamentos. Minha admiração e respeito só aumentaram ainda mais. Meus sinceros agradecimentos.

Ao Prof João Maurício Ferraz, meu co-orientador, pelas oportunidades concedidas desde a graduação, PROAC e aqui na pós-graduação. Também tem meu completo respeito e admiração. Obrigada por tudo.

A Técnica da Prótese Thaís Paradella, que pacientemente me auxiliou no laboratório de prótese no andamento da minha pesquisa.

A amiga e colega de pós-graduação, Aline Garbin, que me incentivou e compartilhou comigo os momentos de conquista e de dificuldade deste período de pós-graduação.

Ao Professor Eduardo Galera, por ter aceito, prontamente, ser parte da minha banca de qualificação e da minha banca de defesa de dissertação.

RESUMO

Silva MB. Análise comparativa das características e qualidade do acabamento de superfície de preparo em dentina bovina com ultrassom piezoelétrico e pontas diamantadas de alta rotação [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2022.

O objetivo deste trabalho foi comparar, *in vitro*, as características e qualidade do acabamento de superfície em dentes bovinos, através da análise de rugosidade superficial e análise de imagens em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Apesar de amplamente utilizadas, as pontas diamantadas apresentam limitações como baixa durabilidade e suas repetidas esterilizações causam diminuição da capacidade de corte. Com o surgimento das pontas odontológicas de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*), sua indicação tem sido ampliada como alternativa, pois associadas a aparelhos de ultrassom apresentam boa resistência ao desgaste. Oitenta dentes bovinos foram selecionados para este estudo e foram divididos em oito grupos de acordo com o tipo de ponta utilizada para confecção do desgaste do preparo protético: Grupo I – ponta diamantada KG nº2135 acoplada em alta rotação (AR) grupo controle; Grupo II - ponta diamantada KG nº2135 (AR), ponta diamantada CVDentus CR4 acoplada em ultrassom (US); Grupo III - ponta diamantada KG nº2135 (AR), ponta diamantada CVDentus CR4 seguida da ponta CR4U, acopladas em US; Grupo IV – ponta diamantada KG nº2135 (AR), ponta diamantada TR18-H CVDentus AR; Grupo V – ponta diamantada KG nº2135 acoplada em AR, seguido de broca carbide multilaminada 30 lâminas de acabamento de preparo, acopladas em baixa rotação; Grupo VI– ponta diamantada KG nº2135 (AR), seguido de broca carbide multilaminada 30 lâminas e finalização com ponta de borracha, Grupo VII - ponta diamantada KG nº2135 (AR), broca CVDentus TR18-H (AR), ponta diamante CR4-U (CVDentus) (US); Grupo VIII - ponta diamantada KG nº2135 (AR), ponta diamante CR4 (CVDentus), ponta diamante T1-F (US). Após confecção dos preparos, 10 amostras de dentes de cada grupo foram analisados quanto a rugosidade em rugosímetro e duas amostras de cada grupo serão avaliadas por Microscópio eletrônico de varredura (MEV). Os dados referentes à avaliação quantitativa (rugosidade superficial) foram submetidos à análise estatística.

Palavras-chave: CVD; preparo cavitário; microscopia eletrônica de varredura (MEV); ponta diamantada; rugosidade superficial.

ABSTRACT

Silva MB. Comparative analysis of the characteristics and quality of the preparation surface finish in bovine dentin with piezoelectric ultrasound and high-speed diamond burs [dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2022.

The objective of this work was to compare, in vitro, the characteristics and quality of the surface finish in bovine teeth, through the analysis of surface roughness and image analysis in Scanning Electron Microscopy (SEM). Despite being widely used, diamond burs have limitations such as low durability and their repeated sterilization causes a decrease in cutting capacity. With the emergence of CVD (Chemical Vapor Deposition) diamond dental tips, their indication has been expanded as an alternative, because associated with ultrasound devices they present good resistance to wear. Eighty bovine teeth were selected for this study and were divided into eight groups according to the type of tip used to make the prosthetic preparation wear: Group I – diamond tip KG nº2135 coupled in high rotation (HR) control group; Group II - diamond bur KG nº2135 (AR), diamond bur CVDentus CR4 coupled to ultrasound (US); Group III - diamond bur KG nº2135 (AR), diamond bur CVDentus CR4 followed by the CR4U bur, coupled in US; Group IV – diamond bur KG nº2135 (AR), diamond bur TR18-H CVDentus AR; Group V – diamond bur KG nº2135 coupled in AR, followed by a multi-laminated carbide bur 30 preparation finishing blades, coupled in low rotation; Group VI – diamond bur KG nº2135 (AR), followed by a 30-blade multi-blade carbide bur and finishing with a rubber tip, Group VII – diamond bur KG nº2135 (AR), CVDentus bur TR18-H (AR), diamond bur CR4-U (CVDentus) (US); Group VIII - diamond bur KG nº2135 (AR), diamond bur CR4 (CVDentus), diamond bur T1-F (US). After preparation of the preparations, 10 samples of teeth from each group were analyzed for roughness in a rugosimeter and two samples from each group will be evaluated by Scanning Electron Microscope (SEM). Data referring to the quantitative evaluation (surface roughness) were subjected to statistical analysis.

Keywords: CVD (Chemical Vapor Deposition); cavity preparation; scanning electron microscopy; surface properties; tooth wear.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Politriz Buehler Ecomet 250.....	20
Figura 2 - Cortadora de espécimes circulares Micromil.....	21
Figura 3 - Conferência da medida da amostra circular sendo com um paquímetro digital.....	21
Figura 4 - Amostras circulares posicionadas nos orifícios da base metálica. Uma camada de silicone foi usada para melhorar a estabilidade das amostras nos orifícios.....	24
Figura 5 - Ponta diamantada CVDentus CR4 acoplada em ultrassom (US) Clinical Plus – Dent Surg para realizar o desgaste na amostra.....	24
Figura 6 - Aparelho de Ultrassom CVDentus DentSurg.....	25
Figura 7 - Rugosímetro de superfície (SJ-400 Mitutoyo)	25
Figura 8 - Amostras posicionadas para leitura da superfície no rugosímetro de superfície.....	26
Figura 9 - Gráfico BoxPlot.....	30
Figura 10 - Análise de MEV - GRUPO 1 – aumento de 300x.....	32
Figura 11 - Análise de MEV - GRUPO 2 – aumento de 300x.....	32
Figura 12 - Análise de MEV - GRUPO 3 – aumento 300x.....	33
Figura 13 - Análise de MEV - GRUPO 4 – aumento de 300x.....	33
Figura 14 - Análise de MEV - GRUPO 5 – aumento de 300x.....	34
Figura 15 - Análise de MEV - GRUPO 6 – aumento de 300x.....	34
Figura 16 - Análise de MEV - GRUPO 7 – aumento de 300x.....	35
Figura 17 - Análise de MEV - GRUPO 8 – aumento de 300x.....	35
Figura 18 - Pontas de diamante CVD utilizadas.....	46
Figura 19 - Ponta diamantada nº2135 KG.....	46
Figura 20 - Broca carbide FG multilaminada 30 lâminas nº9714FF.....	46
Figura 21 - Taça de borracha.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Pontas diamantadas e alta rotação	12
2.2	Piezoelétrico e Diamante CVDentus.....	13
2.3	Piezoelétrico e Diamante CVDentus no preparo dental.....	15
3	PROPOSIÇÃO.....	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1	Obtenção e preparo das amostras de dente bovino.....	18
4.2	Desgaste das amostras	20
4.3	Análise das amostras	23
4.3.1	Análise da Rugosidade Superficial.....	23
4.3.2	Análise em Microscópio Eletrônico de Varredura.....	24
4.4	Esquema simplificado da metodologia.....	25
4.5	Análise estatística.....	26
5	RESULTADOS	27
5.1	Análise Estatística	27
5.2	Estatística Descritiva por grupos	27
5.3	Análise gráfica	28
5.4	Análise por microscopia eletrônica de varredura.....	29
6	DISCUSSÃO.....	35
7	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	ANEXOS	44

1 INTRODUÇÃO

A ponta diamantada foi o primeiro instrumento rotatório cortante consolidado no mercado odontológico, usada desde 1932, é considerada o instrumento abrasivo mais utilizado na Dentística e na Prótese Dentária. É formada por uma haste de metal altamente resistente, tal como o aço ou aço-inox, onde pequenas lacunas alojam lascas de diamante. O método utilizado para ligar as partículas de diamante à matriz metálica das lacunas é o de codeposição eletrolítica do diamante natural ou sintético, podendo ser utilizado também métodos alternativos como a soldagem, a aglomeração e a utilização de adesivos (Cardoso et al., 2008). Podem ser utilizadas para confecção de preparos totais e parciais do elemento dentário, visando a reabilitação com materiais restauradores indiretos, como as cerâmicas odontológicas; ou diretos, como em resinas compostas. Estes instrumentos também são indicados para realização de acabamento destas restaurações, que objetiva melhorar a textura, lisura, brilho, anatomia e promover a redução do índice de placa bacteriana e inflamação gengival (Machado et al., 2014).

Estas tecnologias de confecção das pontas diamantadas convencionais apresentam limitações devido a heterogeneidade no formato das partículas de diamante e a dificuldade de automação em sua fabricação, fatores que conferem uma baixa durabilidade as mesmas. Além disso, repetidas esterilizações dessas pontas diminuem sua efetividade de corte, uma vez que afetam o componente que une as partículas de diamante a haste metálica causando a perda destas partículas (Cardoso et al., 2008). Seu uso requer habilidade clínica profissional, para que seu alto poder de corte não cause desgaste excessivo dos tecidos dentais saudáveis, bem como trauma excessivo à polpa dentária, devido à geração de calor durante os procedimentos operatórios e consequente aumento da temperatura intrapulpar. Durante a realização de preparos cavitários, um aumento em 5.5°C na temperatura intra-pulpar, pode causar danos irreversíveis ao dente (Wicht, 2002).

As desvantagens citadas levaram a busca de alternativas ao uso da alta rotação na Odontologia para o desgaste da estrutura dental, dentre elas, destaca-se o uso de aparelhos de ultrassom, aos quais são acopladas pontas de diamante com

características diferentes das pontas diamantadas convencionais (Machado et al., 2014).

O uso de aparelhos ultrassônicos para realizar preparos cavitários vem sendo estudado desde 1949, demonstrando não provocar danos significativos ao completo dentina-polpa. A técnica é aconselhável por envolver menos calor e ruído além de promover o desgaste do tecido dentário por meio da vibração (Shafer, 1988).

A ponta diamantada CVD foi desenvolvida pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE – São José dos Campos, SP – Brasil) em 1988 com o apoio da Fundação de apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e teve marca registrada de CVDentus. A tecnologia CVD de obtenção de diamante utiliza gases, como metano, que na presença de uma alta concentração de hidrogênio dentro de um reator específico, sofrem algumas interações físico-químicas depositando uma camada contínua de diamante sobre uma haste metálica de molibdênio, sem a necessidade de métodos para promover adesão (Trava-Airoldi, 2002). Inicialmente estas pontas foram associadas à turbinas de alta rotação e apresentaram resultados satisfatórios quando comparadas as pontas diamantadas convencionais, diante de sua excelente efetividade de corte associada a sua alta resistência ao desgaste, conferindo-lhes maior durabilidade (Borges, 1999).

Diante da forte aderência do diamante a haste metálica foi proposta a utilização das pontas de diamante CVD associadas ao aparelho de ultrassom, uma vez que a camada contínua de diamante formada seria capaz de resistir aos movimentos oscilatórios gerados pelo mesmo (Carvalho, 2011).

O ultrassom apresenta diversas vantagens, como menor pressão, ruído e aquecimento, além da redução da necessidade do uso da anestesia, proporcionando a diminuição do medo do paciente. Além disso, as pontas são anguladas e se adaptam diretamente na peça de mão do aparelho de ultrassom, permitindo melhor acesso a determinadas regiões do dente e, conseqüentemente, a confecção de preparos cavitários minimamente invasivos (Mastrantonio, 2010).

O efeito piezoelétrico, consiste no princípio de eletrificação sobre pressão, onde uma tensão elétrica é aplicada sobre um material cerâmico (cristais de quartzo) dentro de um transdutor. Quando esses cristais são submetidos à uma carga elétrica, eles

se expandem e contraem, alternadamente para produzir ondas ultrassônicas, e a ponta do inserto ligado a esse transdutor vibra em um movimento de amplitude baixa, anterior-posterior, que causam desorganização e ruptura de fragmentos sólidos. As ondas ultrassônicas podem causar segmentação em superfícies sólido/sólido por vibração, e sólido/líquido por cavitação. Esses dois fenômenos são utilizados na odontologia (Stubinger, 2015).

Vários fatores clínicos e laboratoriais podem contribuir para uma boa adaptação das restaurações, próteses em porcelana e facetas. Dentre os fatores clínicos, está a confecção de um preparo ideal que, segundo Dietschi, (1992), deve proporcionar detalhes nítidos, redução adequada de material e contornos marginais lisos. A obtenção de preparos lisos é um critério necessário para que ocorra uma boa moldagem e, conseqüentemente, uma excelente adaptação. Desta forma, torna-se necessário a utilização de instrumentos rotatórios eficientes para acabamento dos preparos indiretos (Laufer, 1996; Oliveira, 2008).

A possível melhora na qualidade dos preparos cavitários poderá contribuir para o aumento da longevidade das restaurações e próteses. Há algum tempo existe a preocupação em relação ao acabamento das margens dos preparos cavitários e protéticos, referente a presença de prismas de esmalte friáveis e irregularidades que ocorrem durante a preparação, podendo causar infiltrações marginais, assim como pequenas fraturas, após restaurados (Francischone, 2009).

Desta forma, foi estudado neste trabalho diferentes tipos de desgaste e acabamento de preparos dentais, para medirmos quantitativamente a média de rugosidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pontas diamantadas e alta rotação

Introduzidas no final do século XVIII, as brocas diamantadas foram criadas para substituir as ferramentas de carborundum que, utilizadas para corte em esmalte, perdiam rapidamente sua forma. Naquela época, as brocas diamantadas eram feitas de cobre com pequenas lacunas ou depressões em sua superfície nas quais as partículas de diamante eram fixadas através de marteladas. Em 1932, um industrial alemão, W. H. Drendel, introduziu o processo de adesão galvânica das partículas de diamante às lacunas, criando um instrumento mais moderno para corte do tecido dentário. Somente em 1957 com a introdução do contra-ângulo de alta rotação foi que houve a aceitação universal das brocas diamantadas pelos profissionais (Siegel, 1998).

Pontas diamantadas são instrumentos abrasivos normalmente utilizados na área odontológica para a remoção de esmalte dentário, acabamento superficial de restaurações e para a fabricação de próteses. Em tais pontas os grãos de diamante são fixos por eletrodeposição de níquel em uma matriz metálica de pequeno diâmetro que são diretamente montadas no eixo árvore de uma caneta odontológica, sendo, dessa forma, rebolos de pequeno diâmetro (Cardoso et al., 2008).

A tecnologia de confecção das brocas diamantadas convencionais apresenta algumas limitações tanto durante o processo de fabricação quanto em eficiência, devido a heterogenicidade no formato das granulações, a dificuldade de automação em sua fabricação e pela pequena durabilidade. Além disso, as repetidas esterilizações dos instrumentos diamantados podem levar a perda da matriz que liga as partículas de diamante às lacunas, e conseqüentemente causar uma menor eficiência no corte devido à perda de partículas (Borges, 1999).

O conjunto turbina de alta rotação e pontas diamantadas, ao realizar procedimentos clínicos rotineiros, pode sofrer alterações negativas no desempenho e longevidade de ambos esses elementos. O profissional odontológico pode deparar-se com situações adversas relacionadas às pontas diamantadas, como inclinação

(dobra), fratura e perda da eficiência de corte (Eames, 1977; Borges, 2003). A diminuição do rendimento de corte ocorre devido à perda de partículas de diamantes, assim como o desgaste e a alteração da forma dos grânulos decorrentes do uso prolongado do instrumento rotatório (Eames, 1977; Grajower, 1979).

2.2 Piezoelétrico e Diamante CVDentus

O uso de materiais ultrassônicos em odontologia tem sido relatado desde o último século. No que tange a piezoeletricidade, ela foi descoberta no ano de 1881, pelo físico Pierre Curie, onde esse sistema foi aplicado em procedimentos cirúrgicos na área médica e odontológica (Atieh, 2015). Ademais, no final da década de 90, analisaram o uso do equipamento piezoelétrico para substituição de instrumentos rotatórios em cirurgia oral e maxilofacial, buscando procedimentos cirúrgicos com mais segurança aos tecidos moles e exatidão em osteotomias, além de favorecer à cicatrização tecidual (Marini, 2017). O sistema piezoelétrico leva em conta a atuação física de determinados cristais (quartzo, turmalina, topázio), os quais passam por oscilações de caráter mecânico com uma certa frequência, causando cavitação no local, tendo um rompimento de coesão molecular, devido a própria agitação ultrassônica (Esposito, 2017).

A técnica piezoelétrica usa frequências ultrassônicas onde tem-se uma vibração de pontas específicas, as quais oscilam, possibilitando uma dissecação de material ou tecido mineralizado eficaz e milimétrica. Sendo que, o efeito cavitacional gerado da vibração das pontas, com irrigação copiosa de soro fisiológico, possibilita um campo operatório de excelente visualização (Nguyen, 2016).

Nos seus primeiros anos, o aparelho piezoelétrico foi utilizado para remoção de cálculos, limpeza e desinfecção de materiais odontológicos, na remoção de partículas aderidas aos instrumentais, e remoção de próteses fixas cimentadas (Walmsley, 1989).

Na década de 50 ocorreu uma das primeiras aplicações do ultrassom na Odontologia, utilizado para a confecção de preparos cavitários e considerado uma técnica alternativa e menos invasiva que os instrumentos rotatórios cortantes (Catuna,

1953). Este aparelho operava a uma frequência de 29kHz e necessitava de uma pasta abrasiva para permitir o processo de corte ou desgaste do esmalte e dentina (Postle, 1958). Apesar da lentidão de corte, da necessidade de um sugador mais potente para remover o volume de pasta formado durante o processo de corte, da remoção ineficiente de tecido cariado, do alto custo e do tamanho do aparelho, características favoráveis desta técnica, como a possibilidade de eliminar a anestesia local, a boa aceitação dos pacientes pela diminuição do ruído, vibração e calor e, especialmente, pela baixa pressão exercida com diminuição dos efeitos traumáticos a polpa dentaria foram ressaltadas (Postle, 1958; Street, 1959).

Mesmo assim, essas características que os aparelhos de ultrassom apresentam no início foram alguns dos motivos para que a sua utilização do fosse preterido ao uso da alta-rotação e suas pontas diamantadas, e portanto seu uso foi abandonado frente às vantagens de uso, tempo de preparo e facilidade clínica do instrumento rotatório (Laird, 1991).

Apesar do grande período sem uso preferencial do ultrassom para preparo cavitário, uma forma mais simples do equipamento inicialmente lançado, foi ajustado para o uso com insertos de remoção de cálculo no tratamento periodontal (Balamuth, 1963). Sua evolução continuou e se estendeu para especialidades como a periodontia, endodontia e cirurgia oral.

Pesquisadores do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos, Brasil) desenvolveram a tecnologia de insertos de únicos de diamante fortemente aderida em uma haste de molibdênio, obtido pelo processo denominado CVD (*Chemical Vapor Deposition*) (CVDentus® - Clorovale Diamantes, São Paulo, Brasil). O diamante formado era capaz de resistir aos movimentos oscilatórios gerados pelo ultrassom, podendo ser acoplado a ele. Desta forma, surgiu uma técnica alternativa a alta rotação para o corte do tecido dentário, com a possibilidade de minimizar o ruído e o desconforto causados pelo método convencional (Trava-Airoldi, 2002; Lima, 2006).

Somente com o sucesso na criação de insertos de diamante CVD com o substrato de molibdênio, é que o piezoelétrico passou a ser utilizado para realização de preparos cavitários coronários, com corte satisfatório em esmalte e dentina. E isso

não só possibilitou a realização dos preparos cavitários utilizando-se de um instrumento oscilatório, mas também agregou as diversas vantagens do uso de um diamante único, com durabilidade 30X maior, em comparação com as pontas diamantadas para alta rotação, de ter maior precisão de corte e um preparo uniforme e mais definido. Além disso, as características inerentes da energia ultrassônica desde os primeiros aparelhos, permaneceram: ausência de ruído, redução ou ausência de sensibilidade, melhor refrigeração da ponta, e maior aceitação pelo paciente pelo conforto oferecido (Trava-Airoldi, 2008).

Vários testes comparativos foram realizados entre as pontas diamantada convencional e a ponta CVD, mostrando a superioridade da ponta CVD nos requisitos conforto do paciente e segurança do profissional, além da eficiência de corte, mostrou-se necessário à sua industrialização (Trava-Airoldi, 1996).

A superioridade das pontas CVD foram demonstradas por Valera (1996), quando comparadas às pontas diamantadas convencionais, nos requisitos: durabilidade, qualidade de acabamento, facilidade de limpeza e garantia de contato do dente somente com o diamante.

2.3 Piezoelétrico e Diamante CVDentus no preparo dental

O preparo dental é uma fase importante na confecção de prótese fixa. Durante essa fase, vários parâmetros devem ser respeitados para que o resultado final seja previsível e satisfatório, tais como a forma e a espessura da linha de acabamento cervical (LAC), o desgaste das superfícies axiais e oclusais, a inclinação das paredes e o estado da superfície (Fernandes, 2013).

A tendência da Odontologia nas últimas décadas e principalmente dos últimos anos é seguir os princípios menos invasivos, com desgastes mínimos de estrutura dentária, de modo a ser conservadora e com o máximo de conforto para o paciente.

O sucesso da adesão, como passo seguinte ao preparo, sem dúvidas, tem influência direta do modo que o remanescente dental é preparado. A necessidade de desgaste excessivo afim de conseguir um embricamento mecânico da peça protética tem se tornado desnecessário. Os termos de preparo têm se tornado cada vez

mais conservadores, e personalizados para cada caso, deixando o sucesso da adesão da peça às custas dos agentes de união, cimentos resinosos e resinas com partículas que associam estética, resistência e pouco índice de infiltração.

Segundo Cardoso et al., (2008), além das considerações anatômicas do preparo e sua possibilidade de maior desgaste seletivo, o uso do piezoelétrico e insertos de diamante, resultou numa superfície diferente na estrutura dental. Foi observada uma superfície mais lisa e com uma camada de *smear layer* menor, além de vários túbulos dentinários abertos em áreas onde estava ausente. A remoção da camada de *smear layer* parcial ou total, foi relacionada à propriedade de cavitação do ultrassom piezoelétrico, onde vibrações acima dos 20kHz provocaram um borbulhamento do líquido e consequente limpeza da superfície através da implosão das partículas sólidas ali depositadas, tornando-a limpa e livre de resíduos.

No trabalho *in vitro* de Kawaguchi (2008), sobre adesão em superfícies preparadas com os insertos de diamante CVD, em dois grupos com sistemas adesivos diferentes, não foram encontrados resultados que demonstrassem que essas superfícies tinham alguma influência sobre o processo de adesão em ambos os sistemas, porém que o sistema adesivo deve ser escolhido de acordo com o tecido dental mais disponível para a adesão (esmalte ou dentina).

Sous (2009) observou em seu estudo de preparos para coroas totais, que o uso do ultrassom e insertos diamantados para término de preparo eram atraumáticos aos tecidos periodontais, menos agressivos à polpa e dentes adjacentes, e que os preparos obtidos foram muito satisfatórios, tendo sido posicionados dentro do sulco gengival, e que apresentavam margens claras, definidas e com superfícies lisas.

Um estudo feito por Horne (2012) comparou os términos de preparo feitos com instrumento rotatório e ultrassom de várias granulações de diamante em ambos. Observou-se que os términos feitos com o ultrassom eram superiores àqueles realizados com alta rotação; os términos tinham limites bem definidos, margens lisas, mais largas e ângulos axiais/marginais arredondados, além de apresentarem menos resíduos sobre a dentina, serem mais limpos e apresentarem túbulos dentinários expostos, uma condição que é mais ideal para o processo adesivo.

3 PROPOSIÇÃO

O presente estudo avaliou a rugosidade superficial e a qualidade dos acabamentos de superfície em dentina bovina, comparando o uso de pontas diamantadas acopladas em alta rotação com o uso de pontas diamantadas acopladas em ultrassom.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo oitenta dentes bovinos foram selecionados e limpos com curetas periodontais e armazenados em água destilada em congelador, a 1,7 a 3,3°C. As raízes foram seccionadas em uma cortadora de precisão – ISOMET, e descartadas, sendo utilizadas apenas as porções coronais.

4.1 Obtenção e preparo das amostras de dente bovino

As coroas tiveram suas faces vestibulares aplainadas, expondo a superfície dentinária através de uma máquina recortadora de gesso (Kohl Baco S.A. Ind. Bras), sob refrigeração com água, para minimizar o aquecimento friccional do desgaste.

Para regularizar as superfícies dentinárias expostas, as coroas foram submetidas a ação de lixas d'água de granulações 240, 400 e 600 (3M do Brasil), sempre sob refrigeração com água em Politriz (Buehler Ecomet 250) (Figura 1), para que a smear layes resultante fosse uniforme sobre a superfície de dentina (Pashley, 1997). O tempo de ação de cada lixa foi padronizado em 15s e realizado manualmente, com movimentos circulares e tentando manter uma pressão uniforme e constante.

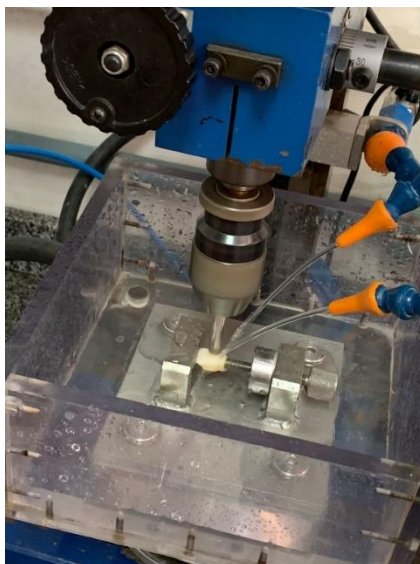
Figura 1- Politriz Buehler Ecomet 250



Fonte: Elaborada pelo autor.

As coroas foram fixadas á base de uma cortadora de espécimes circulares (Micromil) com a face vestibular voltada para cima (Figura 2).

Figura 2 - Cortadora de espécimes circulares Micromil



Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram obtidas amostras cilíndricas da camada de dentina dos dentes bovinos utilizando-se uma broca diamantada trefina com 6mm de diâmetro interno (Figura 3).

Figura 3 - Conferência da medida da amostra circular sendo com um paquímetro digital



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2 Desgaste das amostras

Tabela 1 - Materiais utilizados e fabricantes

Material utilizado	Fabricante	Indicação
Ponta Diamantada nº2135	KG Sorensen	Preparos rotineiros em esmalte e dentina Acesso inicial a lesões cariosas Desgaste inicial de preparos protéticos
Ponta de diamante CR4 para ultrassom	CVDentus	Término do preparo (margem larga) Término do desgaste
Ponta de diamante CR4U para ultrassom	CVDentus	Refinamento do desgaste em remoção do excesso de material Refinamento do preparo em margem protética estreita e auxílio para a hibridização do selamento imediato
Ponta de diamante TR18-H	CVDentus	Desgastes em geral e cavidade Preparo protético Biselamento da linha de término
Broca carbide 30 lâminas nº9714FF de acabamento de preparo	KG Sorensen	Acabamento de preparo e de restaurações
Ponta diamante T1-F	CVDentus	Desgaste fino para remoção de material na região intrapapilar, supra e subgingival Texturização em material restaurador Alisamento radicular
Taça de borracha para acabamento	Microdont	Acabamento e polimento de preparos
Contra-ângulo Multiplicador Koncept 1:5	KaVo	Indicado para refinamento e término de preparo de prótese estética, inlay, onlay, alisamento, preparos cavitários e facetas
Piezoelétrico Clinical Plus DentSurg	CVDentus	Ultrassom Piezoelétrico que atende todas as especialidades clínicas: Endodontia, Dentística, Periodontia e Prótese. Confecção de preparos protéticos mais conservadores.

Fonte: Elaborada pelo autor.

As amostras foram divididas em 8 grupos, de acordo com o tipo de ponta a ser utilizado para confecção dos desgastes e preparo.

- Grupo I – controle, ponta diamantada KG nº 2135 acoplada em alta rotação com irrigação;

- Grupo II - ponta diamantada KG nº 2135 acoplada em alta rotação com irrigação, ponta de diamante CVDentus CR4 acoplada em Ultrassom CVDentus Clinical Plus – DentSurg Pro;
- Grupo III - ponta diamantada KG nº 2135 acoplada em alta rotação com irrigação ponta de diamante CVDentus CR4, seguida por ponta de diamante CVDentus CR4U acoplada em Ultrassom CVDentus Clinical Plus – DentSurg Pro;
- Grupo IV – ponta diamantada KG nº 2135 acoplada em alta rotação com irrigação, ponta de diamante TR18-H CVDentus acoplada em alta rotação com irrigação;
- Grupo V – ponta diamantada KG nº2135, broca carbide FG multilaminada 30 lâminas nº9714FF de acabamento de preparo acopladas em contra ângulo multiplicador 5X em baixa rotação;
- Grupo VI – ponta diamantada KG nº2135 acoplada em alta rotação com irrigação, broca carbide FG multilaminada 30 lâminas nº9714FF de acabamento de preparo acopladas em contra ângulo multiplicador e finalização com pontas de borracha acoplado em contra-ângulo em baixa rotação, adicionado de branco de espanha;
- Grupo VII - ponta diamantada KG nº2135 acoplada em alta rotação com irrigação, ponta especial CVDentus TR18-H acoplada em alta rotação com irrigação, ponta de diamante CR4-U (CVDentus) acoplada em Ultrassom CVDentus Clinical Plus – DentSurg Pro;
- Grupo VIII - ponta diamantada KG nº2135 acoplada em alta rotação com irrigação, ponta de diamante CR4 CVDentus, ponta de diamante T1-F acoplada em Ultrassom CVDentus Clinical Plus – DentSurg Pro.

Para a realização dos desgastes, as amostras foram posicionadas e fixadas com silicone em uma base metálica com orifícios circulares de 6mm de diâmetro, permitindo a estabilidade das amostras durante a sequência dos desgastes (Figura 4).

Figura 4 - Amostras circulares posicionadas nos orifícios da base metálica. Uma camada de silicone foi usada para melhorar a estabilidade das amostras nos orifícios.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os desgastes foram feitos respeitando a sequência definida em cada um dos 8 grupos de estudo. Todos os grupos (1 a 8) tiveram como a primeira ponta utilizada a ponta diamantada KG nº2135 acoplada em alta rotação sob refrigeração, sendo aplicada 3 vezes em cada corpo de prova. Foi utilizada uma ponta diamantada KG nº2135 para cada grupo.

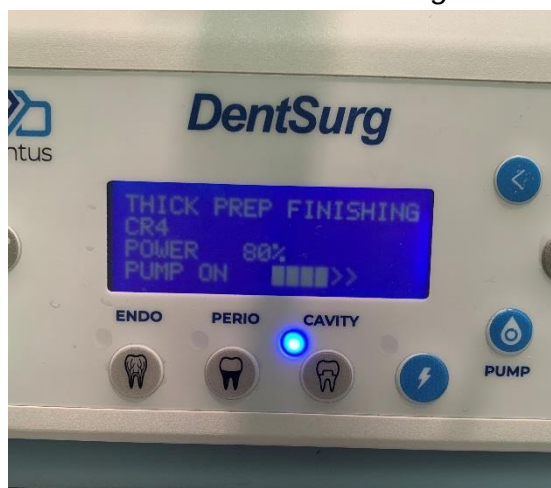
Já nos grupos 2, 3, 7 e 8, nos quais foram utilizadas pontas para ultrassom e para alta rotação com diamante CVDentus, cada ponta foi aplicada 5 vezes em cada corpo de prova (Figura 5). As pontas para ultrassom foram acopladas no piezoelétrico *Clinical Plus DentSurg* CVDentus (Figura 6), sob refrigeração. A cada troca de ponta, a programação específica era feita no aparelho.

Figura 5 - Ponta diamantada CVDentus CR4 acoplada em ultrassom (US) *Clinical Plus – Dent Surg* para realizar o desgaste na amostra



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6 - Aparelho de Ultrassom CVDentus *DentSurg*



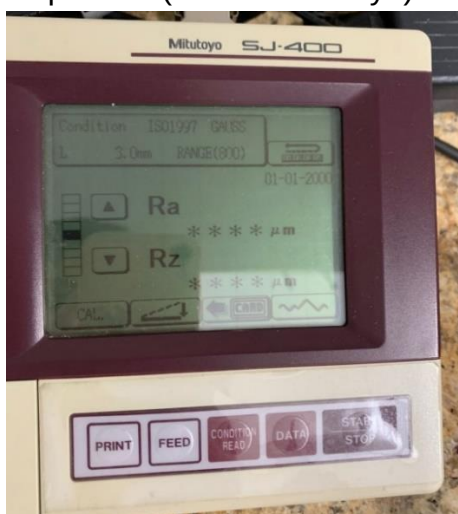
Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3 Análise das amostras

4.3.1 Análise da Rugosidade Superficial

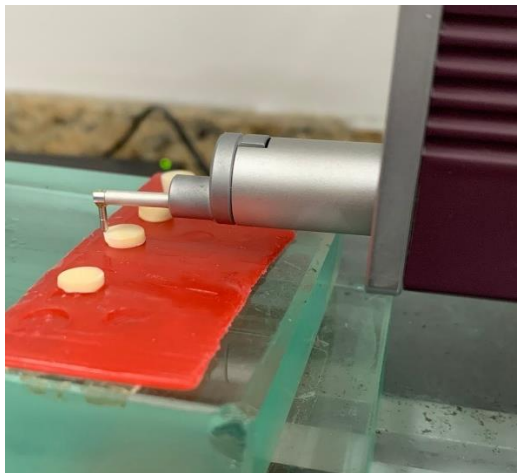
Posteriormente a confecção dos desgastes, a rugosidade superficial (Ra) da dentina dos espécimes foi analisada através do Rugosímetro de superfície (SJ-400 Mitutoyo). Foram realizadas 3 leituras para cada corpo de prova (Figuras 7 e 8).

Figura 7 - Rugosímetro de superfície (SJ-400 Mitutoyo)



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 8 - Amostras posicionadas para leitura da superfície no rugosímetro de superfície



Fonte: Elaborada pelo autor.

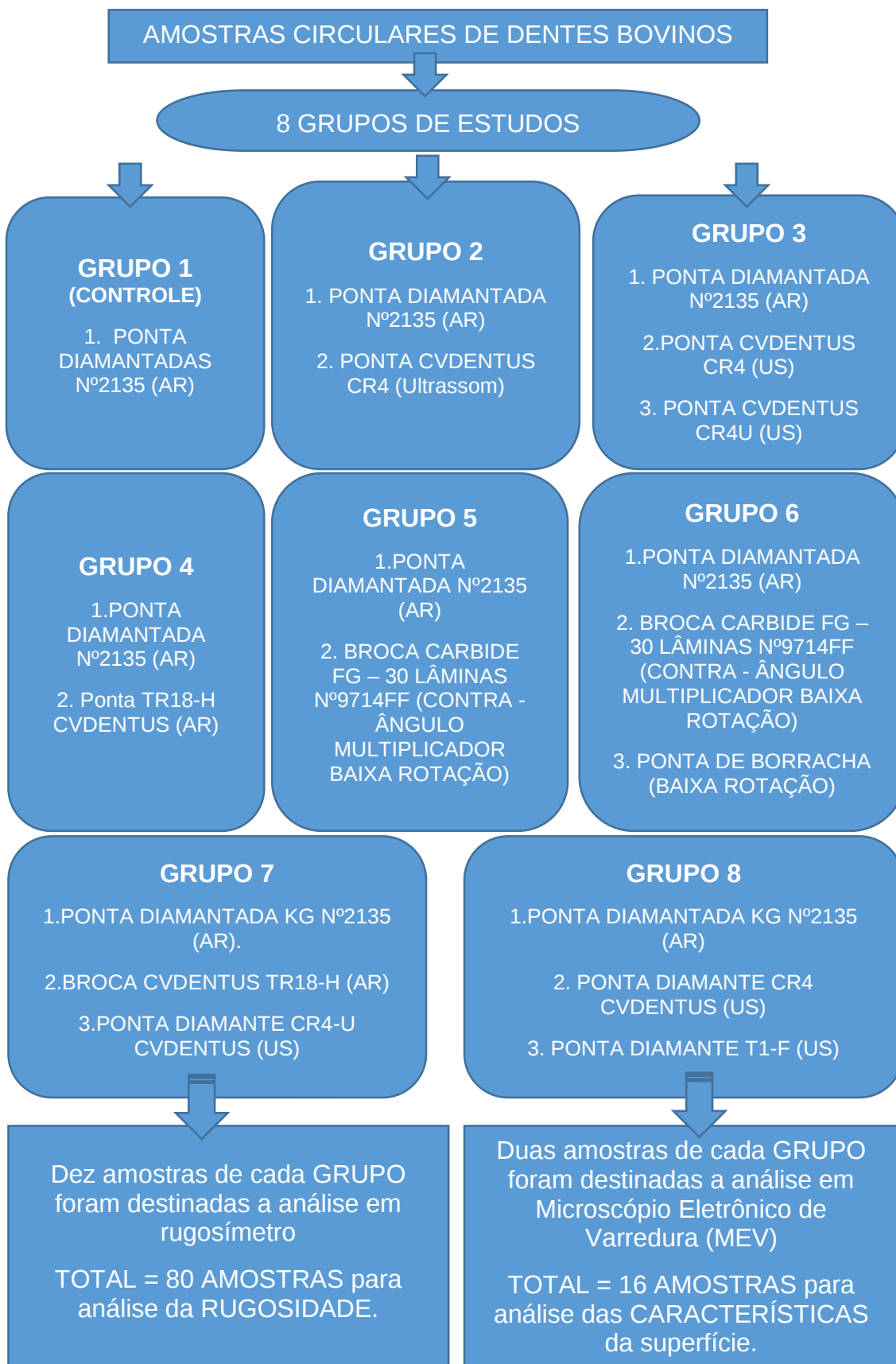
4.3.2 Análise em Microscópio Eletrônico de Varredura

Dois espécimes de cada grupo foram analisados quanto a rugosidade e características de superfície por análise das imagens obtidas através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), totalizando 16 amostras para análise.

Os espécimes foram mantidos em câmpula de vidro com sílica por 7 dias para completa desidratação. Em seguida, os espécimes foram montados em *stubs*, e foi depositada em vácuo uma camada de 4 nm de liga de Au-Pd nas superfícies das amostras (Emitech SC7620 Sputter Coater, Moorestown, NJ, EUA). Posteriormente, as amostras foram examinadas em MEV (Inspect S50, FEI, Hillsboro, Oregon, EUA), com 15 KV de potência. As imagens foram coletadas por meio de um computador acoplado ao MEV.

4.4 Esquema simplificado da metodologia

FLUXOGRAMA



4.5 Análise estatística

Para a comparação dos 8 grupos de estudo foi realizada uma Análise Exploratória dos Dados. Foi realizada uma abordagem paramétrica ANOVA 1 fator e abordagem não paramétrica com o teste de Kruskal-Wallis. Aplicação do teste de Tukey com nível de significância de 0,05 ou 5%.

5 RESULTADOS

5.1 Análise Estatística

Os corpos de prova de cada um dos 8 grupos foram analisados em Rugosímetro (Mahr - Goettingen, Alemanha) para definição da rugosidade da superfície. Os valores de RA (Rugosidade Aritimética Principal), foram obtidos em μm (micrômetros). Foram realizadas três leituras em posições diferentes em cada corpo de prova.

As tabelas com os valores de Ra de cada um dos espécimes de acordo com o grupo de estudo estão contidas no Anexo 2. Após a análise e tabulação dos dados, procedeu-se com a análise estatística, que compreendeu análise estatística descritiva, uma análise de variância ANOVA, e o teste Kruskal-Wallis a nível de significância de 5%.

5.2 Estatística Descritiva por grupos

Na tabela abaixo constam as médias, mediana, IQR (amplitude interquartil), mínimo, máximo e o desvio de padrão de cada um dos 8 grupos.

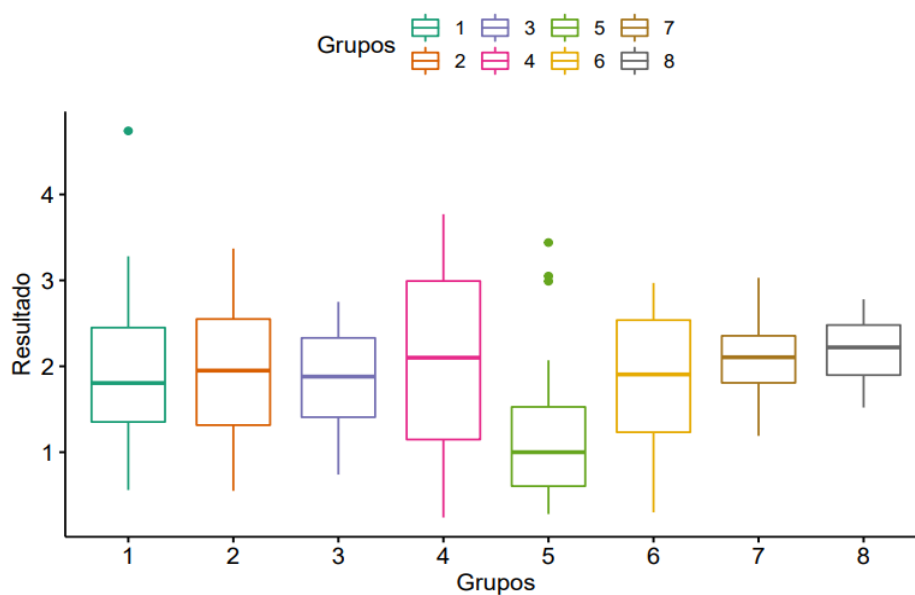
Tabela 2- Estatística Descritiva por grupos

Grupos	Observações	Média	Desvio Padrão	Mediana	IQR	Min	Máx
1	30	1.93	0.895	1.805	1.0975	0.56	4.74
2	30	1.94	0.868	1.950	1.2350	0.55	3.37
3	30	1.87	0.530	1.880	0.9225	0.74	2.75
4	30	2.07	0.998	2.100	1.8450	0.24	3.77
5	30	1.24	0.844	1.000	0.9225	0.28	3.44
6	30	1.83	0.798	1.905	1.3050	0.30	2.97
7	30	2.07	0.423	2.105	0.5475	1.19	3.03
8	30	2.19	0.377	2.220	0.5825	1.52	2.78

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3 Análise gráfica

O gráfico *Box Plot*, Figura 9, ilustra os valores de cada grupo, suas médias e o desvio padrão de cada um dos 8 grupos.

Figura 9 - Gráfico *Box Plot*

Fonte: Elaborada pelo autor.

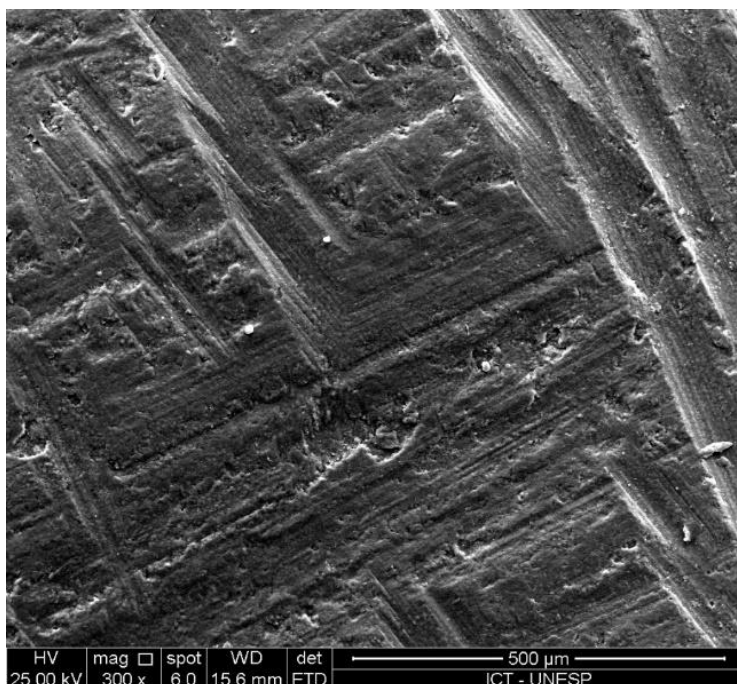
Além disso, realizamos uma análise de variância, conhecida como ANOVA. Ela nos auxilia na avaliação, na comparação das médias entre os grupos, para testar se a população que está sendo avaliada possui homogeneidade. A Tabela ANOVA foi feita utilizando o software gratuito R Studio, e seu resultado foi de 4,47, (de acordo com a estatística F), ou seja, rejeita-se a hipótese nula de que não haja diferença entre as médias dos 8 grupos analisados e possui um nível de significância de 1%. Assim, para validar este valor precisa-se verificar a normalidade dos resíduos e a homogeneidade dos dados (teste de Levene). Como resultado, tem-se que primeiro, sobre a homogeneidade dos dados, do teste de Levene, assim como a normalidade dos resíduos, que tem um resultado que ambos estão dentro dos 5% do nível de significância. Ou seja, não existe diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.

No teste de Kruskal-Wallis, em um nível de 5% de significância, podemos concluir que existe uma diferença no tratamento dos 8 grupos do presente trabalho.

5.4 Análise por microscopia eletrônica de varredura

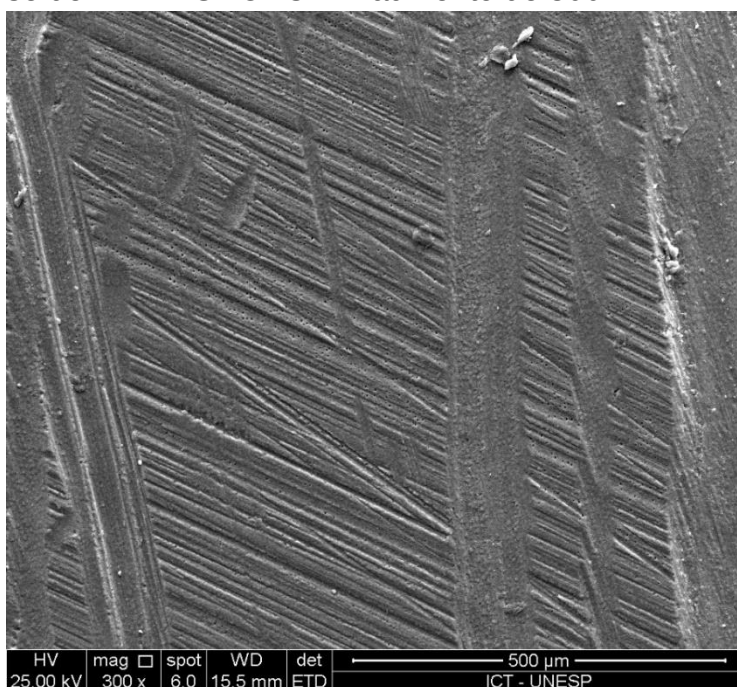
A partir das imagens de obtidas pelo Microscópio Eletrônico de Varredura foi feita a análise e caracterização das superfícies de dentina após a sequência dos desgastes, figuras 10 a figura 17.

Figura 10 - Análise de MEV - GRUPO 1 – aumento de 300x



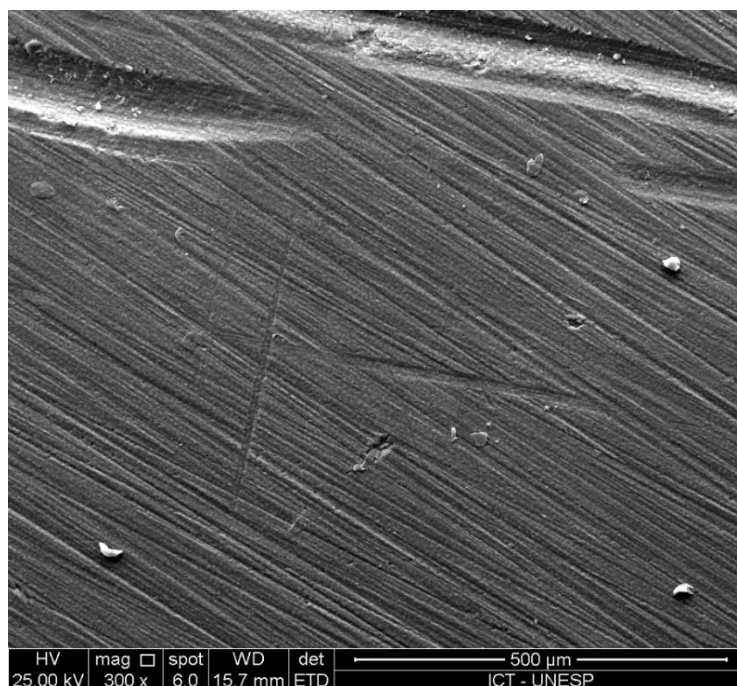
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 11 - Análise de MEV - GRUPO 2 – aumento de 300x



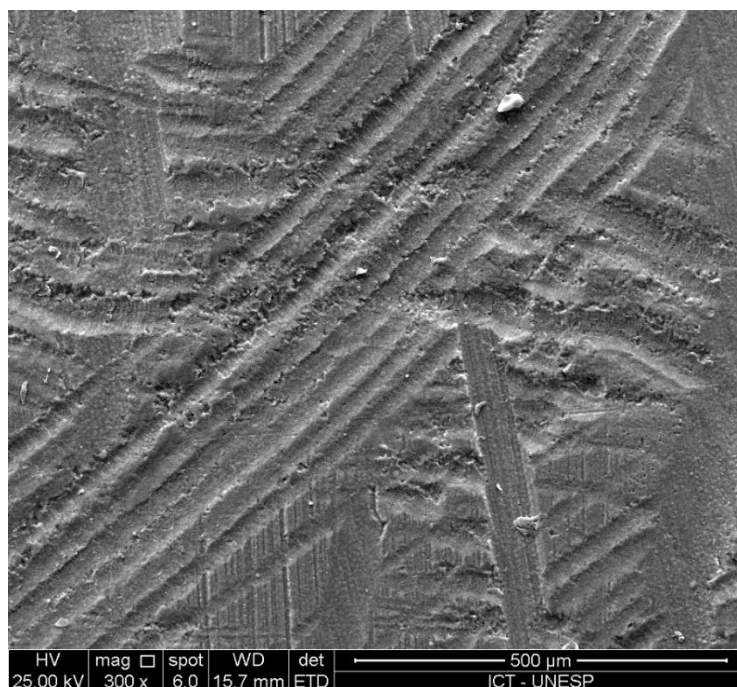
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 12 - Análise de MEV - GRUPO 3 – aumento 300x



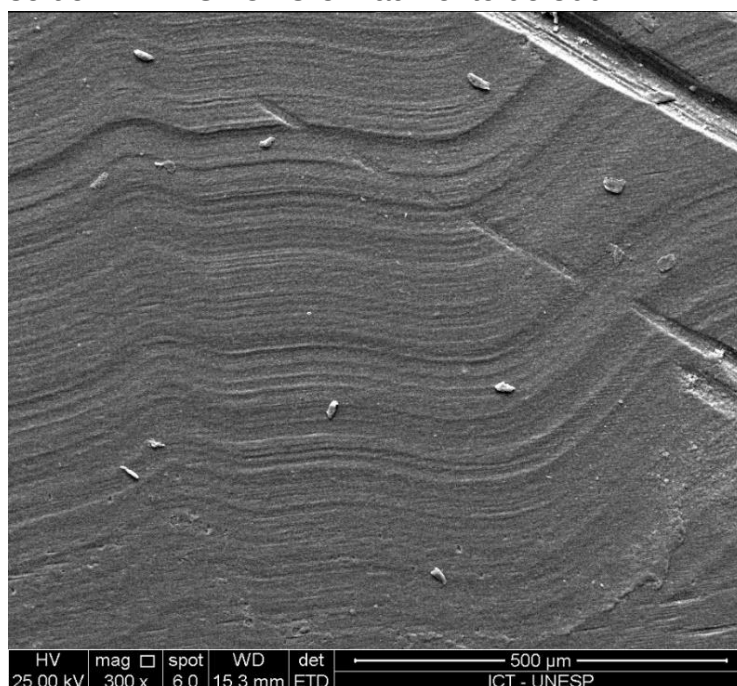
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 13 - Análise de MEV - GRUPO 4 – aumento de 300x



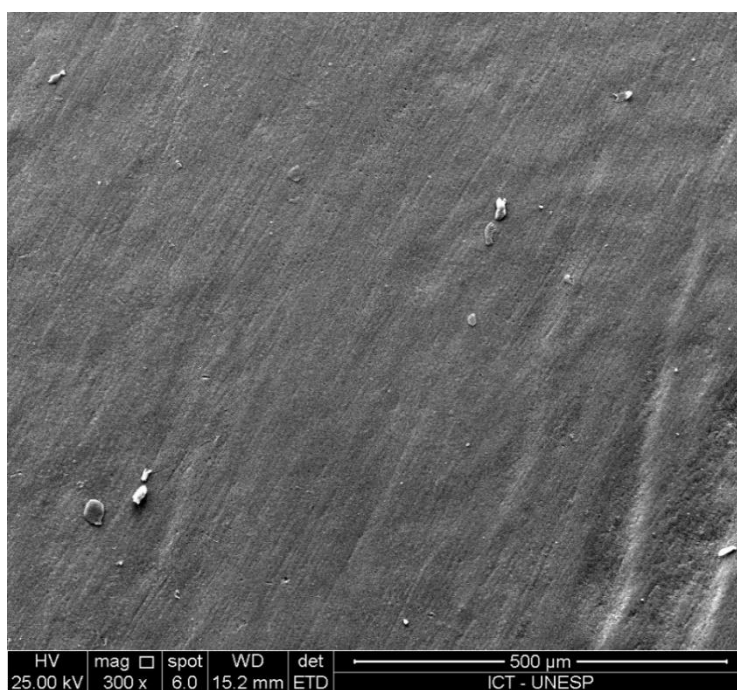
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 14 - Análise de MEV - GRUPO 5 – aumento de 300x



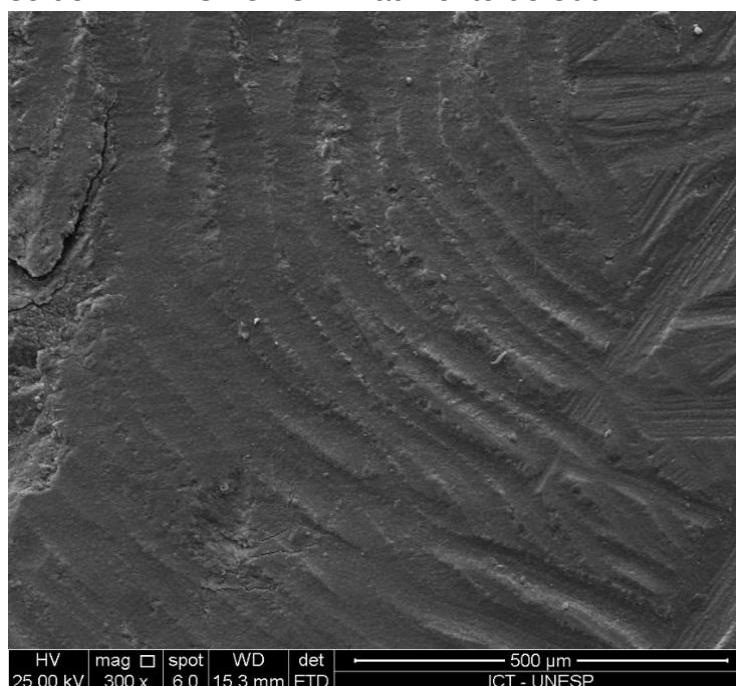
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 15 - Análise de MEV - GRUPO 6 – aumento de 300x



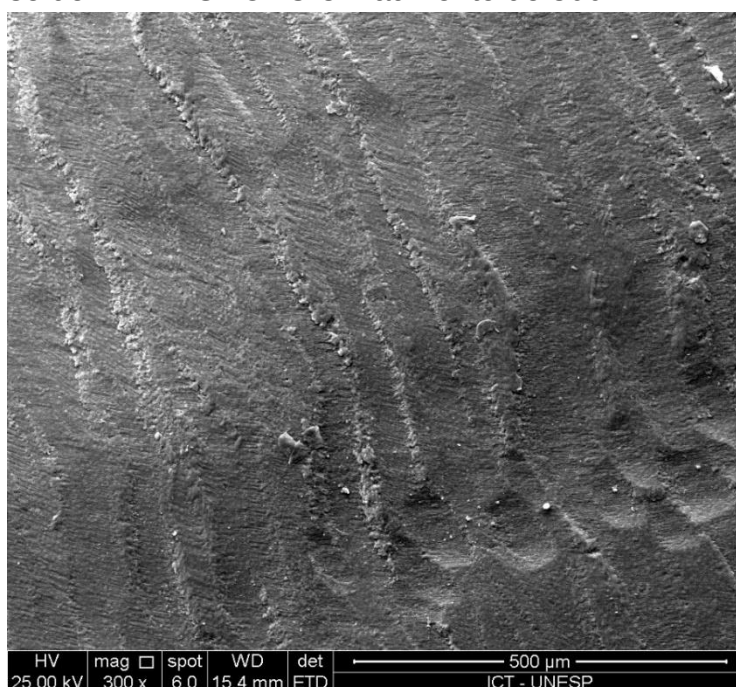
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 16 - Análise de MEV - GRUPO 7 – aumento de 300x



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 17 - Análise de MEV - GRUPO 8 – aumento de 300x



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na análise da superfície dentinária a partir das imagens, observa-se que a dentina tratada com Ponta diamantada 2135 KG (Grupo 1 – Controle) e também os grupos 2, 3 e 4 apresentam topografia irregular, ranhuras médias a profundas. Os grupos 2, 3 e 4 apresentam em comum o uso das pontas de diamante CVD em ultrassom em sequência do desgaste inicial com a ponta diamantada em alta rotação.

As imagens dos grupos 5 e 6 demonstram uma topografia mais regular da dentina, com superfície mais lisa e homogênea. Nesses dois grupos utilizou-se a broca carbide multilaminada FG – 30 lâminas de acabamento, sendo que no grupo 6, um polimento da superfície com taça de borracha foi adicionado.

Nos grupos 7 e 8, a topografia da dentina apresenta-se mais regular que os grupos 1 a 4. Algumas ranhuras superficiais são observadas, em comparação aos grupos 5 e 6.

6 DISCUSSÃO

O sucesso dos procedimentos restauradores depende entre outros fatores da qualidade da superfície dentária remanescente, assim como de seu contorno e acabamento, componentes biológicos e mecânicos do preparo dental. Os princípios e distâncias biológicas devem ser respeitadas, assim como incorporação de formas de retenção e resistência, proporcionando saúde periodontal e durabilidade estrutural (Kois, 1994; Kosyfaki, 2010; Shenoy, 2012; Hilton, 2013).

O término cervical é considerado um ponto crítico em preparos com finalidade protética, uma vez que corresponde a linha que irá definir a adaptação da prótese ao remanescente dentário (Hung, 1990). Assim, o prognóstico em longo prazo de próteses fixas está diretamente relacionado a termos cervicais precisos, nítidos e regulares, visto que uma adaptação imprecisa eleva os riscos de infiltrações e cáries secundárias na linha de cimentação dificultando a manutenção das estruturas periodontais (Ellis, 2012; Massironi, 2011). Términos nítidos facilitam a impressão destes pelo material de moldagem, propiciando a aplicação e/ou injeção da porcelana, o que contribui para um resultado duradouro, estético e funcional da restauração final (Horne, 2012).

O preparo cavitário realizado de forma convencional utiliza canetas de baixa velocidade e também canetas de alta rotação, que mantem uma média de 250.000 a 300.000 rpm (Stanley, 1959). O emprego desses instrumentos provoca um aumento de temperatura no local de ação, tornando-se necessário uma refrigeração adequada para evitar o superaquecimento dos tecidos dentários (Goodis, 1988).

A caneta de alta rotação vem sendo utilizada há mais de 40 anos pelos cirurgiões dentistas e, dentre os vários métodos de remoção da estrutura dental nesse período desenvolvidos, o mais frequentemente utilizados pelos cirurgiões dentistas é a associação das turbinas de alta rotação refrigeradas a ar/água com o uso de brocas e/ou pontas diamantadas e instrumentos manuais (Christensen, 1996).

Com o advento dos materiais restauradores adesivos e subsequente desenvolvimento de preparos cavitários minimamente invasivos, muitos instrumentos de corte foram introduzidos no mercado odontológico e a ponta de diamante CVD

acoplada em ultrassom apresenta propriedades de corte muito favoráveis para esta nova filosofia de preservação de estrutura dentária sadia, além disso, é um instrumento que não exige do profissional um treinamento extenso, nem necessita de modificação na técnica restauradora.

Com relação a análise estatística aplicada sobre a obtenção dos dados de rugosidade, obtivemos as médias, mediana, e desvio padrão apresentadas na tabela 1, a partir da análise dos valores de rugosidade, o teste ANOVA foi realizado e mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Porém, analisando melhor a tabela 1, verificamos que o grupo 4 possui o maior número de desvio padrão, com 0,998, com maior grau de variância entre as amostras. Já o grupo 8, é o grupo com menor desvio padrão dentro todos os grupos, com 0,377. Isso pode ser evidenciado no Quadro 1.

Por meio da Figura 9 que ilustra o *Box Plot*, é possível ratificar que o maior desvio padrão entre os grupos, ocorreu no grupo 4, o que reforça uma maior diferença entre as amostras e leituras coletadas. Diferentemente do grupo 8, que por ter um grau menor de dispersão entre as amostras e respectivas leituras, demonstrou homogeneidade durante o período de coleta. Também, pode-se perceber que o maior valor nas leituras observadas, foi do Grupo 1 (controle – Ponta diamantada), com seu valor respectivo de 4,74 μm .

O estudo indicou que tanto a ponta de diamante CVD acoplada ao aparelho de ultrassom como a ponta diamantada convencional acoplada em alta rotação foram efetivas no corte de dentina dos dentes bovinos, no entanto, a ponta diamantada convencional apresentou características mais invasivas de corte. Estes resultados podem ser associados às diferenças entre os princípios de corte (rotação e oscilação) dos instrumentos avaliados, os tipos de diamante (lascas e pedras únicas), de suas pontas ativas.

Os desgastes que tiveram associação de pontas diamantadas convencionais e pontas de diamante CVD em aparelho de ultrassom (grupo 2 e 3) e ponta diamantada convencional e ponta de diamante CVD em alta rotação, tiveram pouca diminuição de riscos e irregularidades, comparadas ao grupo 1 – controle, onde o desgaste foi realizado apenas com a ponta diamantada convencional nº2135.

Nos grupos 5 e 6, os desgastes iniciaram-se com a ponta diamantada convencional em alta rotação e em sequência de desgaste associou-se uma broca carbide multilaminada de acabamento em contra-ângulo multiplicador baixa rotação, grupo 5. No grupo 6, após a broca multilaminada, finalizou-se com polimento em taça de borracha. Nesses grupos, observamos superfícies mais homogêneas, com topografia mais regular da dentina, com ausência de riscos.

Nos grupos 7 e 8, a sequência de desgastes se deu novamente pela associação ponta diamantada convencional em alta rotação com pontas de diamante CVD acopladas em alta rotação (TR18-H) e ultrassom (CR4U), respectivamente no grupo 7, indicadas para refinamentos de términos cervicais de preparo. A associação desses instrumentos rotatórios cortantes neste grupo também resultou em superfície com topografia mais regular da dentina, certamente pela associação de pontas. No grupo 8, a sequência após a ponta diamantada convencional se deu pela ponta de diamante CR4, seguida pela T1-F, ambas acopladas em ultrassom. Neste grupo também se observou superfície mais homogênea em comparação aos grupos 1, 2, 3 e 4.

A associação da ponta de diamante CVD ao aparelho de ultrassom mostrou um padrão de corte mais conservador do que o da ponta diamantada convencional, assim como evidenciou Lima (2006), ao avaliar as características das pontas de diamante CVD em ultrassom segundo o formato da ponta ativa e variando-se o movimento dado pelo ultrassom no corte de dentes humanos. No nosso estudo, nem sempre esse padrão mais conservador, resultou em uma superfície dentinária mais homogênea e de topografia regular.

As pontas de diamante CVD apresentam características mais conservadores em relação as pontas diamantadas convencionais. Além disso, possuem formato anatômico que permite o acesso a regiões de difícil visibilidade, além de propriedades que não permitem a agressão ao tecido gengival. No entanto, demandam maior tempo clínico do operador. O movimento ultra-sônico que promove a movimentação oscilatória da ponta ativa, não permite a ampliação do preparo fora de seus limites, o que também caracteriza um aspecto mais seguro na confecção do desgaste dental em comparação ao movimento rotatório das pontas diamantadas acopladas em alta rotação.

Sendo assim, características como: visibilidade e acessibilidade ao campo operatório, tempo disponível para o preparo e condição gengival são fatores que podem determinar o instrumento de escolha para realização do preparo.

7 CONCLUSÃO

Conforme a metodologia utilizada neste estudo, a partir dos resultados obtidos, podemos concluir que:

- A análise da Rugosidade superficial, por rugosímetro não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos.
- Neste estudo, o grupo 1, preparado com a ponta diamantada nº2135 foi o grupo que apresentou maior irregularidade de superfície, considerando-se o protocolo de preparo menos favorável.
- A ponta de diamante TR18-H acoplada em alta rotação melhorou a rugosidade de superfície da dentina preparada apenas com a ponta diamantada nº2135 KG, promovendo uma superfície mais homogênea.
- As pontas de diamante CVD de refinamento de preparo TR18-H e CR4U em sequência da ponta diamantada nº2135 apresentam-se como boa alternativa para obtenção de superfície de preparo regular e homogênea, assemelhando-se a sequência a superfície obtida após desgaste com uso de a broca multilaminada 30 lâminas para acabamento (grupo 5 e 6).
- O grupo 6, onde utilizou-se broca carbide 30 lâminas, seguida de taça de borracha apresentou a superfície com topografia a mais regular entre todos os grupos.

REFERÊNCIAS

Atieh MA, Alsabeeha NH, Tawse-Smith A, Faggion CM Jr, Duncan WJ. Piezoelectric surgery vs rotary instruments for lateral maxillary sinus floor elevation: a systematic review and meta-analysis of intra- and postoperative complications. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015 Nov-Dec;30(6):1262-71. doi: 10.11607/jomi.3895. PMID: 26574851.

Balamuth L. Ultrasonics and dentistry. *Sound: Its uses control*. 1963;2:15-9. doi: 10.1121/1.2369595

Borges AB, Cavalcanti BdN, Tavares ACdS, Claro FA, de Araújo MAM, Valera MC. Avaliação do desgaste de pontas diamantadas e sua influência na infiltração marginal de restaurações de resina composta. *Braz Dent Sci*. 2003;6(1):36-43. doi: 10.14295/bds.2003.v6i1.188

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. doi: 10.1016/s0022-3913(99)70130-7. PMID: 10384166.

Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J, Carvalho RC, Van Meerbeek B. Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives. *Dent Mater*. 2008 Apr;24(4):492-501. doi: 10.1016/j.dental.2007.04.011. Epub 2007 Aug 1. PMID: 17675225.

Carvalho FP. CVDentus® X micromotor na segunda infância: avaliação de aspectos técnicos, comportamentais e da agradabilidade: Universidade de São Paulo; 2011.

Catuna MC. Sonic Energy; A possible dental application. *Ann Dent*. 1953;12:100-1.

Christensen GJ. Cavity preparation: cutting or abrasion? *J Am Dent Assoc*. 1996 Nov;127(11):1651-4. doi: 10.14219/jada.archive.1996.0102. PMID: 8952243.

Dietschi D, Maeder M, Holz J. In vitro evaluation of marginal fit and morphology of fired ceramic inlays. *Quintessence Int*. 1992 Apr;23(4):271-8. PMID: 1502303.

Eames WB, Reder BS, Smith GA. Cutting efficiency of diamond stones: effect of technique variables. *Oper Dent*. 1977 Autumn;2(4):156-64. PMID: 366578.

Ellis R, Bennani V, Purton D, Chandler N, Lowe B. The effect of ultrasonic instruments on the quality of preparation margins and bonding to dentin. *J Esthet Restor Dent*. 2012 Aug;24(4):278-85. doi: 10.1111/j.1708-8240.2011.00495.x. Epub 2011 Nov 17. PMID: 22863135.

Esposito M, Barausse C, Balercia A, Pistilli R, Ippolito DR, Felice P. Conventional drills vs piezoelectric surgery preparation for placement of four immediately loaded zygomatic oncology implants in edentulous maxillae: results from 1-year split-mouth

randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2017;10(2):147-158. PMID: 28555205.

Fernandes PFS, Almeida TC, Sampaio Fernandes J, Leal Silva C, Pinho AR. Erros mais frequentes no preparo dental realizado pelos alunos de prótese fixa da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto. *Rev Odontol UNESP*. 2013;36(4):305-16.

Francischone AC. Avaliação da qualidade de margem de preparos cavitários realizados com diferentes técnicas e instrumentos: Universidade de São Paulo; 2009.

Goodis HE, Schein B, Stauffer P. Temperature gradients at two locations within the tooth during cavity preparation in vitro. *J Prosthet Dent*. 1988 Dec;60(6):684-8. doi: 10.1016/0022-3913(88)90399-x. PMID: 3204527.

Grajower R, Zeitchick A, Rajstein J. The grinding efficiency of diamond burs. *J Prosthet Dent*. 1979 Oct;42(4):422-8. doi: 10.1016/0022-3913(79)90144-6. PMID: 385844.

Hilton TJ, Ferracane JL, Broome JC. Summitt's fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach. Quintessence Publishing Company Incorporated Batavia, NY, USA; 2013. 0867155280.

Horne P, Bennani V, Chandler N, Purton D. Ultrasonic margin preparation for fixed prosthodontics: a pilot study. *J Esthet Restor Dent*. 2012 Jun;24(3):201-9. doi: 10.1111/j.1708-8240.2011.00477.x. Epub 2011 Sep 20. PMID: 22691082.

Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappell RP. Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. *J Prosthet Dent*. 1990 Jan;63(1):26-31. doi: 10.1016/0022-3913(90)90260-j. PMID: 2404103.

Kawaguchi F, Botta S, Vieira S, Steagall Junior W, Matos A. Can surface preparation with CVD diamond tip influence on bonding to dental tissues? *Appl Surf Sci*. 2008;254(13):4118-22. doi: 10.1016/j.apsusc.2007.12.042

Kois JC. Altering gingival levels: the restorative connection part I: biologic variables. *J Esthet Res Dent*. 1994;6(1):3-7. doi: 10.1111/j.1708-8240.1994.tb00825.x

Kosyfaki P, del Pilar Pinilla Martín M, Strub JR. Relationship between crowns and the periodontium: a literature update. *Quintessence Int*. 2010 Feb;41(2):109-26. PMID: 20165743.

Laird WR, Walmsley AD. Ultrasound in dentistry. Part 1--Biophysical interactions. *J Dent*. 1991 Feb;19(1):14-7. doi: 10.1016/0300-5712(91)90030-3. PMID: 2016423.

Laufer BZ, Pilo R, Cardash HS. Surface roughness of tooth shoulder preparations created by rotary instrumentation, hand planing, and ultrasonic oscillation. *J Prosthet Dent*. 1996 Jan;75(1):4-8. doi: 10.1016/s0022-3913(96)90410-2. PMID: 8850446.

Lima LM, Motisuki C, dos Santos-Pinto L, dos Santos-Pinto A, Corat EJ. Cutting characteristics of dental diamond burs made with CVD technology. *Braz Oral Res*. 2006 Apr-Jun;20(2):155-61. doi: 10.1590/s1806-83242006000200012. PMID: 16878210.

Machado AC, Tolentino AB, Spini PHR, de Queiroz Gonzaga RC, Zeola LF, Reis BR, et al. Análise das dimensões padrões das macrogeometrias de pontas diamantadas de diferentes fabricantes e modelos. *Rev Odontol Bras Central*. 2014;23(64):47-52. doi: 10.36065/robrac.v23i64.844

Marini E, Marini L, Messina AM. Treatment of giant maxillary dentigerous cyst and ectopic third molar with piezoelectric surgery. *Ital J Dent Med*. 2017;2:131-6. doi: 10.32033/ijdm.2017.2.04.4

Massironi D. Optimizing the prosthetic margin with sonic instrumentation. *Dent Today*. 2011 Feb;30(2):152, 154-5. PMID: 21400997.

Mastrantonio SDS, Gondim JO, Josgrilberg ÉB, Cordeiro RdCL. Minimizing fear during dental treatment using ultrasonic points. *RGO Revista Gaúcha de Odontologia*. 2010;58(1):119-22.

Nguyen VG, von Krockow N, Weigl P, Depprich R. Lateral Alveolar Ridge Expansion in the Anterior Maxilla Using Piezoelectric Surgery for Immediate Implant Placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016 May-Jun;31(3):687-99. doi: 10.11607/jomi.4214. PMID: 27183077.

Oliveira JPPd. Influência do acabamento de preparos para coroas totais com microscópio operatório na adaptação marginal de restaurações em cerâmica tipo CAD-CAM [tese]. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul: 2008.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent*. 1997 Sep;25(5):355-72. doi: 10.1016/s0300-5712(96)00057-7. PMID: 9241954.

Postle HH. Ultrasonic cavity preparation. *J Prosthet Dent*. 1958;8(1):153-60. doi: 10.1016/0022-3913(58)90027-1

Shafer WG, Hine MK, Levy BM, Tomich CE. Tratado de patología bucal. Tratado de patología bucal. Nueva Editorial Interamericana; 1988. ISBN 9682510333.

Shenoy A, Shenoy N, Babannavar R. Periodontal considerations determining the design and location of margins in restorative dentistry. *J Interdiscip Dent*. 2012;2:3-10. doi: 10.4103/2229-5194.94184

Siegel SC, Von Fraunhofer JA. Dental cutting: the historical development of diamond burs. *J Am Dent Assoc*. 1998 Jun;129(6):740-5. doi: 10.14219/jada.archive.1998.0316. PMID: 9631615.

Sous M, Lepetitcorps Y, Lasserre JF, Six N. Ultrasonic sulcus penetration: a new approach for full crown preparations. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2009 Jun;29(3):277-87. PMID: 19537467.

STANLEY HR Jr, SWERDLOW H. Reaction of the human pulp to cavity preparation: results produced by eight different operative grinding technics. *J Am Dent Assoc*. 1959 May;58(5):49-59. doi: 10.14219/jada.archive.1959.0125. PMID: 13653904.

Street EV. A critical evaluation of ultrasonics in dentistry *Prosthet Dent*. 1959;9(1):132-41. doi: 10.1016/0022-3913(59)90109-X

Stübinger S, Stricker A, Berg BI. Piezosurgery in implant dentistry. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2015 Nov 11;7:115-24. doi: 10.2147/CCIDE.S63466. PMID: 26635486; PMCID: PMC4646478.

Trava-Airoldi V, Corat E, Moro J. Studies of CVD diamond applications as ultrasound abrading devices in odontology and related uses. *Rev Bras Aplic Vácuo*. 2008;25(2):71-4. doi: 10.17563/rbav.v25i2.70

Trava-Airoldi VJ, Corat EJ, Leite NF, do Carmo Nono M, Ferreira NG, Baranauskas V. CVD diamond burrs—development and applications. *Diamond Relat Mater*. 1996;5(6-8):857-60. doi: 10.1016/0925-9635(95)00516-1

Trava-Airoldi VJ, Corat EJ, Santos LV, Diniz AV, Moro JR, Leite NF. Very adherent CVD diamond film on modified molybdenum surface. *Diamond Relat Mater*. 2002;11(3-6):532-5. doi: 10.1016/S0925-9635(01)00721-X

Valera MC, Ribeiro JF, Airoldi VT, Corat EJ, Peta AFV, Leite NF. Pontas de diamantes-CVD. *RGO (Porto Alegre)*. 1996;44(2):104-8.

Walmsley AD, Jones PA, Hullah W, Harrington E. Ultrasonic debonding of composite-retained restorations. *Br Dent J*. 1989 Apr 22;166(8):290-4. doi: 10.1038/sj.bdj.4806798. PMID: 2655678.

Wicht MJ, Haak R, Fritz UB, Noack MJ. Primary preparation of class II cavities with oscillating systems. *Am J Dent*. 2002 Feb;15(1):21-5. PMID: 12074224.

ANEXO A - Imagens dos instrumentos rotatórios utilizados



Figura 18 - Pontas de diamante CVD utilizadas.



Figura 19 - Ponta diamantada n°2135 KG



Figura 20 - Broca carbide FG multilaminada 30 lâminas n°9714FF.



Figura 21 - Taça de borracha.

ANEXO B - Tabelas com os valores de Ra de cada um dos espécimes de acordo com o grupo

Grupo 1 (controle)			
	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
	Ra em μm	Ra em μm	Ra em μm
Amostra 1	4,61	3,27	2,19
Amostra 2	4,51	5,17	4,7
Amostra 3	2,49	3,88	4,2
Amostra 4	4,82	5,38	3,76
Amostra 5	1,82	2,44	2,5
Amostra 6	2,75	1,44	3,99
Amostra 7	2,35	2,49	2,94
Amostra 8	3,4	4,69	5,15
Amostra 9	2,95	2,15	3,62
Amostra 10	2,3	3,99	3,75

Grupo 2			
	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
	Ra em μm	Ra em μm	Ra em μm
Amostra 1	1,16	0,80	0,70
Amostra 2	1,56	1,87	2,10
Amostra 3	0,64	0,55	0,73
Amostra 4	2,40	1,28	0,76
Amostra 5	1,63	2,36	3,05
Amostra 6	2,60	3,26	3,05
Amostra 7	3,32	3,37	2,92
Amostra 8	2,23	1,92	1,64
Amostra 9	2,78	2,22	1,98
Amostra 10	1,42	1,8	2,1

Grupo 3			
	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
	Ra em μm	Ra em μm	Ra em μm
Amostra 1	2,51	1,21	1,20
Amostra 2	0,74	1,28	1,4
Amostra 3	1,87	1,69	1,87
Amostra 4	1,67	1,75	1,43
Amostra 5	2,39	2,15	2,44
Amostra 6	2,5	2,12	2,07
Amostra 7	2,55	2,43	1,58
Amostra 8	2	1,27	1,97
Amostra 9	1,18	1,26	1,89
Amostra 10	2,15	2,64	2,75

Grupo 4			
	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
	Ra em μm	Ra em μm	Ra em μm
Amostra 1	2,97	3,48	3
Amostra 2	3,27	2,62	3,44
Amostra 3	2,3	2,63	3,43
Amostra 4	1,01	0,88	0,99
Amostra 5	3,77	3,01	2,35
Amostra 6	1,41	1,26	1,51
Amostra 7	0,24	0,82	0,98
Amostra 8	1,76	2,07	1,11
Amostra 9	2,65	3,14	1,47
Amostra 10	2,13	1,09	1,35

Grupo 5			
	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
	Ra em μm	Ra em μm	Ra em μm
Amostra 1	0,52	0,60	0,52
Amostra 2	0,88	0,86	0,50
Amostra 3	1,99	2,07	1,54
Amostra 4	3,05	2,99	3,44
Amostra 5	1,30	0,62	1,49
Amostra 6	1,47	0,79	0,68
Amostra 7	2,04	0,28	0,43
Amostra 8	1,37	1,17	0,32
Amostra 9	2,04	1,12	0,60
Amostra 10	1,13	0,67	0,65

Grupo 6			
	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
	Ra em μm	Ra em μm	Ra em μm
Amostra 1	1,59	1,89	2,97
Amostra 2	2,53	2,54	0,62
Amostra 3	1,16	1,92	2,66
Amostra 4	0,34	0,30	0,76
Amostra 5	2,77	2,75	2,77
Amostra 6	0,73	1,42	2,10
Amostra 7	2,02	1,55	1,18
Amostra 8	1,11	1,39	1,59
Amostra 9	2,32	2,76	2,81
Amostra 10	2,28	1,88	2,20

Grupo 7			
	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
	Ra em μm	Ra em μm	Ra em μm
Amostra 1	2,25	2,52	2,1
Amostra 2	2,34	1,94	1,19
Amostra 3	2,28	2,10	1,92
Amostra 4	1,77	2,11	1,75
Amostra 5	2,32	1,65	2,08
Amostra 6	2,49	2,36	2,52
Amostra 7	3,03	2,44	2,41
Amostra 8	2,04	2,16	2,11
Amostra 9	2,58	1,69	1,54
Amostra 10	1,25	1,32	1,92

Grupo 8			
	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3
	Ra em μm	Ra em μm	Ra em μm
Amostra 1	2,61	2,51	2,29
Amostra 2	2,03	2,02	2,2
Amostra 3	2,42	2,28	2,65
Amostra 4	1,69	1,81	1,7
Amostra 5	1,8	2,24	2,37
Amostra 6	1,62	1,89	1,62
Amostra 7	2,72	2,78	1,92
Amostra 8	2,78	2,25	1,52
Amostra 9	2,76	2,25	2,50
Amostra 10	2,05	2,1	2,18