



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE
ARARAQUARA

Caroline Canhizares Marcelo

Análise morfológica e de resistência à flexão da
interface ponta ativa/ haste metálica em fresas *carbide*
após o uso e procedimentos de esterilização

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Reabilitação Oral – Área de Prótese, da Faculdade de
Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual
Paulista, para obtenção do Título de Mestre, em
Reabilitação Oral – Área de Concentração – Prótese.

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Regina Helena Barbosa Tavares da Silva

Araraquara

2007

Marcelo, Caroline Canhizares.

Análise morfológica e de resistência à flexão da interface ponta ativa/ haste metálica em fresas *carbide* após o uso e procedimentos de esterilização / Caroline Canhizares Marcelo. - Araraquara : [s.n.], 2007.

159 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador: Profa. Dra. Regina Helena Barbosa Tavares da Silva

1. Esterilização 2. Instrumentos odontológicos 3. Infecção 4. Microondas 5. Corrosão I. Título.

Caroline Canhizares Marcelo

Análise morfológica e resistência à flexão da interface
ponta ativa/ haste metálica em fresas *carbide* após o
uso e procedimentos de esterilização

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Prof^a. Dr^a. Regina Helena Barbosa Tavares da Silva

2º Examinador: Prof^a. Dr^a. Lígia Antunes Pereira Pinelli

3º Examinador: Prof. Dr. Paulo Martins Ferreira

Araraquara, 30 de março de 2007

Dados Curriculares

Caroline Canhizares Marcelo

NASCIMENTO 20 de fevereiro de 1981 – Santo André-SP

FILIAÇÃO	João Roberto Marcelo Nilce Faria Canhizares Marcelo
2000/2003	Curso de Graduação Faculdade de Odontologia de Araraquara Universidade Estadual Paulista – UNESP
2005/2007	Curso de Pós-Graduação em Reabilitação Oral – Área Prótese, Nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

Dedicatória

Agradeço a Deus por ter conduzido a minha vida até aqui, e por ter me proporcionado à oportunidade de concretizar o meu sonho. Sem a presença Dele, na minha vida, ela teria sido vazia e sem graça, sem inspiração, sem motivação, sem amor, sem emoção e completamente desprovida de realizações e vitórias.

“Porque o Senhor dá a sabedoria, e da sua boca vem o conhecimento e o entendimento. Ele reserva a verdadeira sabedoria para os retos; escudo é para os que caminham na sinceridade, para que guarde as veredas do juízo e conserve o caminho dos seus santos.” (Pv 2:6-8)

Agradecimento Especial

À minha querida professora *Regina Helena Barbosa Cavares da Silva* pela segurança e competência na sua orientação, pela paciência, disponibilidade, pela sua amizade, e por acreditar em mim quando eu achei difícil acreditar em mim mesma. Meu eterno respeito, admiração e agradecimento.

“As misericórdias do Senhor são a causa de não sermos consumidos, porque as suas misericórdias não têm fim; renovam-se a cada manhã. Grande é a tua fidelidade” (Lm 3:22-23)

Aos meus maravilhosos pais, *João Roberto e Nilce*, agradeço a vocês por tudo que hoje sou, obrigada pela vida, pelo amor, por aceitar o que sou e pelo incentivo na busca do meu sonho. Agradeço, também, por terem confiado em mim, acreditado que eu conseguiria vencer, tudo que sou e tenho devo a Deus e a vocês. Amo vocês.

“Bendirei o Senhor em todo o tempo, o seu louvor estará sempre nos meus lábios. Gloriar-se-á no Senhor a minha alma; os humildes o ouvirão e se alegrarão.” (Sl 34:1-2)

Ao meu irmão, *André* pelo carinho, amizade e apoio. Obrigada por sua atenção, paciência e ajuda nessa etapa tão importante de minha vida. Meu eterno respeito e gratidão.

À minha avó materna, *Pedrina* pelo amor, carinho e apoio durante esta caminhada.

A toda minha família, e em especial *Tia Nely, primas Débora e Leticia, Tia Donizette, Tia Neide* que de uma forma direta ou indireta me ajudaram na conquista desse sonho. Obrigada pelo amor, carinho, palavras de conforto e incentivo nos momentos mais difíceis.

Às minhas queridas amigas *Ana Paula Pita, Ana Paula Ribeiro, Marina, Aline Silva* pelo apoio, carinho, compreensão e amizade sincera e honesta construída durante esses anos.

À professora *Ligia Antunes Pereira Pinelli* pelo constante incentivo, pela amizade e confiança em todos os momentos.

Aos meus colegas do curso de pós-graduação: *Alejandro, Isabella, Juliê, Laiza, Livia, Luciano e Paula* pelo convívio agradável, amizade e companheirismo nestes dois anos.

"Esperei com paciência no Senhor, e ele se inclinou para mim, e ouviu o meu clamor." (Sl 40:1)

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, representada pela Senhora Diretora Profa. Dra. *Rosemary Adriana Chiéricki Marcantonio*, pela oportunidade de desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral, área de Prótese, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, representado pelo Prof. Dr. *Gelson Luis Adabo*, pela contribuição em minha formação profissional.

A todos os professores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese pela presteza e competência nos ensinamentos transmitidos durante o curso.

Aos funcionários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, em especial ao *Mane, Dulce, Lúcia, Malu, Marta e Silvia*, pelo respeito, carinho e amizade.

Aos funcionários da Biblioteca, pela atenção e paciência com que sempre nos receberam e, em especial à *Maria Helena Matsumoto Komasti Leves*.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação, *Mara, Rosângela, Vera e Silvia*, pela atenção, disponibilidade e simpatia.

A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara, que me ajudaram, apoiaram e participaram desta fase de minha vida, em especial.

Ao professor *João Aristeu da Rosa* e a *Zenaide* pela disponibilidade, orientação e auxílio na execução das fotografias feitas na lupa estereoscópica.

Ao professor *Dalton Geraldo Guaglianoni* pela atenção, gentileza e auxílio na execução da estatística.

À FAPESP, CAPES e PROAP pelo apoio financeiro concedido e indispensável à realização desta pesquisa.

A todos que, embora não estejam aqui citados, tenham contribuído direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Minha eterna gratidão

“Amo o Senhor, porque ele ouve a minha voz e as minhas súplicas.
Porque inclinou para mim os seus ouvidos, invocá-lo-ei enquanto eu viver.”
(SI 116:1-2)

Certa noite eu tive um sonho, sonhei que estava na praia com o "Senhor", e através dos céus, passaram cenas da minha vida.

Por cada ano que passava eram deixados dois pares de pegadas na areia, um era o meu e o outro do Senhor.

Quando a última cena da minha vida passou diante de nós, olhei para trás, para as pegadas na areia, e notei que muitas vezes no caminho de minha vida havia apenas um par de pegadas.

Notei também que isso só acontecia nos momentos mais difíceis da minha vida, os dias de maior angústia, de maior medo, de maior dor.

Isso me aborreceu e perguntei então ao Senhor:

"Senhor! Tu me deixaste, por quê? Senhor, tu me disseste que, tendo eu resolvido te seguir, que tu andarias sempre comigo, em todo o caminho. Contudo, notei que durante as maiores tribulações de meu viver havia na areia do caminho de minha vida, apenas um par de pegadas. Não compreendo porque, nas horas em que eu mais necessitava de ti, tu me deixaste sozinho."

O Senhor respondeu-me:

"Meu precioso filho, eu amo-te. E disse que estaria contigo por toda a tua caminhada e não te deixaria um minuto sequer. E não te deixei. Os dias em que tu viste apenas um par de pegadas na areia foram os dias em que eu te carreguei nos braços".

(Mary Stevenson, 1936)

Sumário

RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	25
2.1 Utilização de fresas <i>carbide</i>	26
2.2 Alterações morfológicas de fresas <i>carbide</i>	35
2.3 Controle de infecção cruzada.....	37
2.4 Utilização do forno de Microondas.....	61
3 PROPOSIÇÃO.....	72
4 MATERIAL E MÉTODO.....	74
4.1 Material.....	75
4.2 Método.....	82
5 RESULTADO.....	91
6 DISCUSSÃO.....	110
7 CONCLUSÃO.....	127
8 REFERÊNCIAS.....	130
APÊNDICE.....	139
Apêndice 1.....	140
Apêndice 2.....	150

Resumo

Marcelo CC. Análise morfológica e de resistência à flexão da interface ponta ativa/ haste metálica em fresas *carbide* após o uso e procedimentos de esterilização. [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia de Araraquara da UNESP; 2007.

Resumo

Na prática odontológica os rigores de controle de infecção exigem do cirurgião-dentista procedimentos de esterilização e desinfecção sobre seus instrumentos para prevenir a infecção cruzada, porém, esses procedimentos podem levar à oxidação e, portanto, determinar o aparecimento de corrosão nos instrumentos rotatórios cortantes. Considerando as questões que têm sido levantadas sobre o efeito dos vários métodos de esterilização sobre a eficiência de corte e resistência dos instrumentos dentais, este trabalho teve como objetivo avaliar possíveis alterações morfológicas e também alterações na resistência de união ocorridas entre a ponta ativa/ haste metálica em fresas *carbide* causadas pelo uso e procedimentos de esterilização. Para tanto foram utilizadas 130 fresas *carbide* que foram divididas em grupos de acordo com o tratamento aplicado: controle, autoclave, estufa, microondas e glutaraldeído. Depois de completado o teste experimental proposto, todos os grupos foram submetidos ao teste de resistência à flexão. Foi realizada também análise morfológica (qualitativa) das fresas por fotomicrografias capturadas por meio de uma lupa estereoscópica LEICA com o software.

Os dados foram devidamente anotados e submetidos à análise estatística com testes de Kruskal-Wallis e Dunn. Os resultados, tanto da avaliação morfológica quanto da resistência à flexão, mostraram que somente o grupo do glutaraldeído se comportou de maneira diferente do grupo controle, havendo diferença estatística significativa entre esses dois grupos. E, os demais grupos foram estatisticamente semelhante ao grupo controle. Pode-se concluir que nenhum método físico de esterilização estudado (autoclave, estufa e microondas) influenciou negativamente as características morfológicas e a resistência de união da interface ponta ativa/ haste metálica de fresas *carbide*. E, que o tratamento por glutaraldeído foi o pior procedimento de esterilização para as fresas *carbide*.

Palavras-chaves: Esterilização; instrumentos odontológicos; infecção; microondas; corrosão.

Abstract

Marcelo CC. Morphologic analyses and fracture resistance between the cutting head/ steel shank of carbide burs after the use and sterilization procedures. [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia de Araraquara da UNESP; 2007.

Abstract

Such as in all professions related to health, in dentistry there are necessary procedures which limit or obstruct disease propagation through clinical practice. Among such procedures is the sterilization of rotary instruments to prevent the risk of cross-infection. Each day in clinical practice, physical and chemical methods of sterilization can corrode appearance. The presence of corrosion on rotary cutting instruments makes them unusable. Concerning questions that have been raised on effect of some sterilization methods on the cutting efficiency and dental instruments resistance, this paper aimed to evaluate the influence of cutting time, sterilization methods and the amount of sterilization cycles in morphologic alterations and fracture resistance between the cutting head/ steel shank of carbide burs. An in vitro study was carried out in which one hundred-thirty tungsten-carbide burs were divided into five groups in accordance with sterilization method: control; autoclave; dry heat; microwave and glutaraldehyde. Glass plates were cut for 2.5 minutes by each bur attached to a high-speed handpiece with an intermittent load of 0.68N. After cutting time, burs were cleaned, dried, and submitted to a

sterilization method corresponding to each group. Each cutting time or sterilization cycles, the visual accompaniment of the burs and photographed under a stereomicroscope. All groups were submitted to the flexure strength test at the end of a stipulated time in the mechanical rehearsals machine, MTS. Results obtained were submitted to the Kruskal-Wallis test and Dunn, which showed that only the group of glutaraldeído had difference significant statistics of the control group and the another groups (autoclave, dry heat and microwave) had been statistical similar to the control group, in both the morphologic evaluation and the fracture resistance. It may be concluded that no physical method of sterilization studied (autoclave, dry heat and microwaves) influenced negatively the morphologic characteristics and the fracture resistance between the cutting head/ steel shank of carbide burs. The treatment for glutaraldehyde was the worse sterilization procedure for the carbide burs.

Keywords: Sterilization; dental instruments; infection; microwave; corrosion.

Introdução

1 Introdução

A evolução tecnológica vem no decorrer dos anos, proporcionando à Odontologia, avanços no desenvolvimento e aprimoramento de instrumentos mais efetivos, novos materiais e técnicas, permitindo aperfeiçoar os conceitos e métodos de tratamento odontológico de pacientes^{15,16,51,55,56,63}.

Nesse contexto, as fresas de aço comum constituíram-se durante muito tempo, em instrumentos rotatórios de grande utilidade na confecção de preparos de tecidos dentais¹⁴, remoção e polimento de restaurações²⁶, mas, a sua pequena durabilidade somada à sua eficiência de corte efêmera criavam sérios problemas, até o surgimento de novos instrumentos de corte com durabilidade mais efetiva³⁹, como as fresas de aço inoxidável do tipo carbeto de tungstênio (*carbide*)^{14,51}. Mesmo assim, desde que as fresas *carbide* foram introduzidas no mercado em 1947, os fabricantes têm se esforçado para aperfeiçoar o seu desempenho e durabilidade^{51,63}.

Paralelamente pode-se encontrar crescente preocupação dos órgãos de saúde pública com os cuidados quanto à higiene e controle de infecções^{2,3,8,11,13,18,19,27,32,33,35-37,40,45-48,50,54,57,61}. Como todas as

ciências da área de saúde, em Odontologia esses cuidados devem ser respeitados, pois abrange uma grande variedade de procedimentos que podem incluir desde um simples exame até uma cirurgia mais complexa. Como esses procedimentos geralmente implicam em contato com secreções da cavidade oral, algumas vezes representadas simplesmente pelo contato com saliva, outras vezes pelo contato com sangue, secreções bucais, secreções respiratórias e aerossóis^{7,12,13,24,33,36,37,40,43,45,50,53,54}, é de fundamental importância adotar medidas de controle de infecção nos consultórios, utilizando-se de todo conhecimento sobre as técnicas de esterilização e desinfecção, as quais devem ser extensamente estudadas e divulgadas para garantir a saúde dos pacientes e da equipe de profissionais que participam do seu tratamento^{5,7,13,33,40,43,48}. Caso contrário, certamente ocorrerá a transmissão de infecções, tanto entre pacientes, como do paciente para o profissional ou vice e versa, incluindo-se nesse círculo todos os profissionais envolvidos no tratamento do paciente.

O Ministério da Saúde⁷ determina as medidas e precauções para o combate à infecção cruzada na prática odontológica: “Todo instrumental deve ser submetido aos procedimentos de lavagem, enxágüe, desinfecção ou esterilização” Portanto o controle universal das infecções é de fundamental importância e, na prática odontológica, envolve procedimentos como o uso de equipamento de proteção individual (EPI) para o profissional e sua equipe, bem como técnicas de

bloqueio mecânico e biológico, esterilização de instrumentos, desinfecção de superfícies e equipamentos e a eliminação apropriada de resíduos contaminados^{7,32,40,43,48}.

Sendo assim, o cirurgião-dentista tem a responsabilidade legal e ética de prevenir a infecção cruzada entre pacientes e membros da equipe e ainda orientar a equipe de saúde bucal na manutenção desse controle^{2,3,7,8,11,13,35-37,40,44,45,50,53,54,57}.

As fresas dentais tem sido claramente identificadas como veículo potencial para infecção cruzada^{34,41,57,62}, pois estão sujeitas a contaminação por microorganismos presentes na saliva e, eventualmente, entram em contato com sangue^{12,19,20,24,45,50,53,62}. Por esses motivos elas são consideradas como artigos críticos⁷ e requerem processamento adequado antes de novo uso^{12,34}.

A American Dental Association² (ADA) recomenda que todos os instrumentos que são utilizados para penetração em tecidos ou que entram em contato com membrana mucosa e fluidos de sangue ou saliva devem ser esterilizados antes de serem reutilizados em outros pacientes. Entretanto, Roher, Bulard⁴⁵ afirmaram que todos os métodos de esterilização aceitos e recomendados pela ADA apresentam um obstáculo em relação às fresas *carbide*, pois podem determinar o aparecimento de processos de corrosão^{4,5,9,12,24,30,34,36,41,42,64}. Apesar de muitos instrumentos odontológicos serem efetivamente limpos e esterilizados após o uso, para as fresas dentais esses procedimentos

são freqüentemente negligenciados, sendo comumente submetidas somente à limpeza e imersão em solução desinfetante branda previamente à re-utilização²⁰. Muitos cirurgiões-dentistas justificam a opção pelo uso de desinfecção química, alegando que o calor da estufa ou da autoclave leva ao surgimento de oxidação seguida de corrosão¹² que acabam por acarretar a perda de eficiência de corte^{3,5,42}, ou ainda a uma falência precoce do instrumento^{5,12,34,64} que, em últimas palavras, acarretaria em prejuízo financeiro na gestão de um consultório. Esse temor é relatado na literatura em trabalhos que mostram que o método mais utilizado para a esterilização de fresas *carbide*, no consultório odontológico, é a imersão em solução de glutaraldeído 2%³², por um curto período, geralmente 30 minutos, o que a rigor age somente como um método de desinfecção e não de esterilização³.

O desenho das fresas *carbide* utilizadas em Odontologia compreende em três regiões básicas: uma ponta ativa, contendo seis lâminas de corte^{14,51}, composta de grãos sinterizados de carbeto de tungstênio fixados por uma matriz de cobalto quase puro; uma haste de aço inoxidável coberta por uma fina camada protetora e uma solda composta de prata-cobre-zinco-manganês-níquel, responsável pela união da parte ativa à haste^{4,34,60}. Contudo a oxidação e corrosão não afetam somente a porção ativa (lâminas de corte), esse efeito nocivo ocorre também na área de solda que ao ser afetada leva à perda do instrumento em decorrência de seu rompimento^{4,9,12,30,34,41,42}.

Recentemente, muitos trabalhos, motivados pela crescente conscientização em relação ao controle de infecção, estão sendo conduzidos não somente para o aprimoramento da eficiência desses instrumentos, como também para a busca de métodos de limpeza, desinfecção e esterilização que sejam eficazes sem interferir na sua durabilidade^{3,4,8,9,12,19,20,24,34,41,53-56,62,64}. No entanto, na literatura não são encontrados estudos que avaliem os efeitos dos métodos de esterilização e desinfecção sobre as fresas *carbide*, embora existam trabalhos definindo que a presença de corrosão sobre instrumentos rotatórios de corte cause sua inutilização^{4,5,9,12,24,30,34,36,41,42,64}.

Se, por um lado, a adoção de procedimentos de esterilização e desinfecção é vital para garantir a realização de um atendimento odontológico seguro, por outro, estes procedimentos podem resultar em alterações no desempenho dos instrumentos rotatórios cortantes, reduzindo, assim, sua vida útil. Portanto, o efeito de cada processo de esterilização no desempenho das fresas *carbide* deve ser estudado e se possível determinado⁵ para que se possa encontrar quais métodos sejam seguros, modernos, eficazes, rápidos e econômicos sem causar dano estrutural à fresa.

Em uma análise mais acurada pode-se perceber que existe discordância entre várias informações sobre o efeito dos procedimentos de esterilização^{3,4,9,12,24,30,41,44,49,53,55,56} em fresas *carbide*, mesmo que se considere a importância da biossegurança nos

consultórios odontológicos. Pode-se também perceber a existência de trabalhos que mostram que os métodos de esterilização afetam negativamente esses instrumentos, principalmente na interface de união parte ativa/ haste metálica (área de solda), somando-se a isto, o fato de que as fresas ao sofrerem a ruptura precoce da área de solda, decorrente do procedimento de esterilização, podem ainda estar apresentando boa eficiência de corte.

Em razão disso achou-se pertinente focar este estudo nos efeitos que alguns procedimentos de esterilização possam causar sobre a área de solda e, conseqüentemente, na vida útil desses instrumentos.

Revisão da literatura

2 Revisão da literatura

2.1 Utilização de fresas *carbide*

2.1.1 Análise da eficiência de corte

Schuchard, Walkins⁵¹, em 1967, realizaram um estudo para avaliar comparativamente a eficiência de corte de fresas *carbide* de diferentes formas e fabricantes, e ainda comparar a eficiência de corte entre pontas diamantadas e fresas *carbide*. Os desgastes foram realizados com profundidade de 1,26 mm e com força de 0,56 a 8,83 N, em 10 blocos de esmalte dental. Segundo os autores, realizar preparos dentais com pequena força de aplicação confere um prolongamento do tempo de vida útil da fresa. Relatam ainda que, apesar de as pontas diamantadas terem indicação para a sua utilização, os cirurgiões-dentistas devem considerar sua ineficiente ação de corte em detrimento das fresas *carbide*, incluindo o atrito que estas pontas produzem na superfície dental, promovendo maior geração de calor e maior rugosidade superficial do preparo.

Em 1978, Lloyd et al.²⁹, descreveram uma série de testes conduzidos para determinar a efetividade de várias técnicas de refrigeração usadas durante o preparo dental. A comparação foi realizada entre quatro técnicas de irrigação: ar constante, spray ar/ água, jato de água e jato de água aplicado diretamente no centro da fresa. Essa comparação foi realizada de duas maneiras, pelo controle de temperatura da estrutura dental e pela eficiência de corte das fresas. Os procedimentos de desgastes foram realizados com fresas *carbide* em turbina de alta-rotação, por meio de um equipamento desenvolvido pelos autores, que mantinha a pressão de corte constante (70 g) juntamente com a análise da temperatura de superfície (termopar); durante 15 a 20 segundos para a técnica seca e 6 a 10 segundos para as técnicas com água. A análise da eficiência de corte dos instrumentos foi dada pela relação entre o tempo gasto para a realização do desgaste e a diferença de peso do dente (antes e após cada desgaste). Foi realizado também um acompanhamento visual das fresas pelo microscópio eletrônico de varredura. Os resultados demonstraram que as técnicas que utilizaram refrigeração por água promoveram melhor controle da temperatura da estrutura dental que àquela com ar constante, além de as fresas *carbide* apresentarem melhor eficiência de corte.

Considerando que a eficiência de instrumentos rotatórios cortantes tem sido testada em muitos substratos, Luebke et al.³¹, em 1980, realizaram um estudo para avaliar a eficiência de corte de fresas *carbide* após 30 minutos de aplicação em esmalte e dentina. Foram utilizadas 30 fresas de três diferentes marcas comerciais (Kerr, nº 55; S.S. White, nº 556 e Teledyne Densco, nº 556). Os substratos de cortes foram montados em blocos de resina acrílica e imediatamente antes de cada desgaste, cada bloco teve seu peso inicial aferido em balança analítica com sensibilidade para 0,0001 g. Os desgastes foram realizados com turbina de alta-rotação, durante 15 segundos, com pressão de corte constante de 70 g; e após esse desgaste, o substrato era seco com jatos de ar e novamente pesado. Este procedimento foi repetido até que cada ponta foi utilizada por 30 minutos. Além da avaliação da eficiência de corte, foi realizada análise por meio de microscópio eletrônico de varredura, para o exame dos danos sofridos pelas fresas. De acordo com os resultados, ficou aparente os danos ocorridos pelas fresas após o término do experimento, mostrando ainda que alguns materiais ficaram aderidos à superfície das fresas após seu uso, o que foi determinado por uma análise química como sendo cálcio; porém, não foi determinada qual a relação entre a presença destas partículas e a eficiência de corte. Os autores concluíram que a efetividade de corte das fresas *carbide* diminuiu com o tempo e que não foi estatisticamente significativa entre as fresas de diferentes marcas comerciais.

Fontana et al.¹⁶, em 1985, estudaram comparativamente a eficiência de corte de instrumentos de carbeto de tungstênio (fresas *carbide*) e dimantados, de fabricação nacional e importada, ao longo do tempo. Foram utilizadas quatro marcas de instrumentos com a forma cilíndrica, sendo 2 de diamante (KG Sorensen e Intesiv) e 2 de carbeto de tungstênio (Maillefer e S.S. White), as quais realizaram desgastes intermitentes sobre esmalte dental humano por meio de um aparelho de sensibilidade à pressão de corte (100 a 150 g). A eficiência de corte dos instrumentos foi avaliada pelo teste gravimétrico (diferença da massa dos dentes), onde por meio de uma balança analítica Sartorius, o dente era pesado antes e após o tempo de desgaste estipulado (20 segundos); ao todo, foram realizados 32 minutos de desgaste por fresa. De acordo com os resultados, houve diferença na eficiência de corte entre os dois tipos de instrumentos, mostrando uma superioridade na eficiência das pontas diamantadas. Esse fato pode ser explicado, provavelmente, devido à ação dos instrumentos sobre o substrato de desgaste, pois, enquanto as fresas *carbide* atuam exclusivamente pela ação de corte, as pontas diamantadas atuam por associação de corte e desgaste da estrutura dental. Quanto ao efeito do tempo sobre a eficiência de corte, no período estudado, não foi encontrada diferença estatística significativa, mostrando que a massa dental removida manteve-se a mesma ao longo dos testes de desgaste. Segundo os autores, há a necessidade de novos estudos com períodos

maiores de tempos, para detectar com exatidão os níveis de vida útil de cada tipo de instrumento rotatório.

Em 1990, Wilwerding, Aiello⁶³, realizaram um estudo para comparar a eficiência de corte de fresas *carbide* de diferentes marcas comerciais. Foram utilizadas cinco fresas *carbide* de seis marcas comerciais e, como substrato de corte, foi selecionado blocos de cerâmica Macor. Os testes foram realizados por meio de um equipamento que possibilitava a apreensão dos blocos de cerâmicas e o controle da pressão de corte durante a execução do experimento (40 gf). Os desgastes foram dirigidos por uma turbina de alta-rotação com pressão de ar constante durante 5 minutos, com refrigeração por spray de água. A eficiência de corte foi calculada dividindo a distância de desgaste, em milímetros, pelo tempo usado para o desgaste, em minutos. De acordo com os resultados, apenas uma marca comercial foi notadamente superior, sendo que as demais mostraram eficiência de corte semelhante. Foi observado também que, ao desgastar cerâmica Macor, houve uma perda gradativa da efetividade de corte. Segundo os autores, uma fresa eficiente gera menos trauma aos tecidos dentais, pois além de requerer menor pressão para obtenção do desgaste, menor tempo de contato da mesma com a estrutura dental é necessário.

Tanaka et al.⁵², em 1991, investigaram o comportamento da eficiência de corte de fresas *carbide* ao desgastar oito cerâmicas odontológicas e dentina bovina. Foram utilizadas 27 fresas *carbide*, as quais realizaram 4 ciclos de desgaste de 5 segundos cada, por meio de um aparelho desenvolvido pelos autores, que apresentavam controle da pressão de corte (20, 40, 60 ou 80 g). A eficiência de corte foi analisada pelo volume desgastado dos blocos cerâmicos e de blocos de dentina bovina embutida em resina acrílica. Além disso, foi realizada a análise de velocidade de rotação da fresa e avaliação do nível de deterioração sofrida pelos instrumentos devido ao uso, por meio do microscópio eletrônico de varredura. Pelos resultados, os instrumentos rotatórios analisados demonstraram alta eficiência de corte e pequenos danos quando se realizou desgaste em dentina bovina e em três tipos de cerâmica à base de mica. Entretanto, eles são considerados, segundo os autores, inadequados para desgastar as demais cerâmicas à base de Si_3N_4 ou CaO-SiO_2 , devido os instrumentos apresentarem menor eficiência de corte, além de danos mais severos. E, a velocidade de rotação da fresa depende da força aplicada e a natureza do substrato de corte. Concluiu-se que as fresas *carbide* de alta-rotação pode ser indicado para cerâmicas à base de mica, porém, não seria indicado para cerâmicas à base de Si_3N_4 ou CaO-SiO_2 .

Em 1992, King et al.²⁶, realizaram um estudo comparativo da eficiência de corte de fresas *carbide* sobre duas resinas compostas reforçadas por partículas de carga. Foram utilizadas 39 fresas *carbide* cilíndricas planas (nº 256), as quais foram acopladas à turbina de alta-rotação para a realização dos desgastes em blocos de resinas compostas, utilizando dois métodos de refrigeração: ar ou spray ar/água. Duas técnicas de desgastes foram analisadas: com pressão de corte constante (110 g) e velocidade constante de desgaste (0,21 mm/seg), sendo que os instrumentos foram aplicados de maneira a realizar dois cortes lineares por amostra (resina composta). Esses procedimentos de desgastes foram repetidos até a fresa perder sua capacidade de corte. A eficiência foi analisada pelo cálculo do volume do material removido. Ficou evidente que as fresas *carbide* apresentaram maior eficiência de corte quando aplicadas com refrigeração apenas por ar; mas, os autores alertam sobre o risco de esse procedimento causar maior dano à polpa dental pelo maior aquecimento da estrutura dental, e recomendam, como forma de minimizar esse risco, a aplicação do instrumento de corte com movimentos intermitentes e com pressão suave.

Em 1994, Ohmoto et al.³⁸, estudaram as características de diferentes técnicas de desgaste de estrutura dental em relação à velocidade de rotação e carga aplicada, relacionando com a eficiência de

corte. Foram utilizados como substratos, dentes bovinos, os quais foram desgastados por fresas *carbide* (JET1557, Shofu Co.) acopladas à turbina de alta-rotação. Foram usados dois procedimentos de desgastes: corte intermitente durante 10 segundos e corte contínuo durante 5 segundos; e também testadas duas direções de corte: horizontal e vertical. Ambos os procedimentos tiveram a velocidade de rotação da fresa e a força aplicada à turbina simultaneamente monitorada. A análise da eficiência de corte foi realizada de maneira indireta, pelo volume de desgaste, obtido a partir da pesagem do molde da área desgastada. A efetividade de desgaste era conseguida dividindo o volume do desgaste pelo tempo total de contato da fresa com a estrutura dental. Os autores afirmaram que o desgaste intermitente mostrou ser mais eficiente que o desgaste constante, explicado pela vantagem que aquele apresenta de remover os resíduos de estrutura dental na fresa e, ainda, de proteger o complexo dentino-pulpar do aquecimento gerado pelo maior contato com o spray de água. O corte vertical provocou uma carga de aplicação maior que o horizontal, devido à concentração de esforços na extremidade da fresa. Além disso, durante o corte intermitente, o operador foi capaz de aplicar tempo similar de contato com o dente e mesma força, enquanto que durante o corte contínuo não foi capaz, por mais que tentasse. Portanto, concluíram que o corte intermitente com força moderada deve ser preferível ao contínuo, por apresentar maior capacidade de remover estrutura dental. O corte contínuo tem a desvantagem do risco de aumentar a temperatura do

complexo dentino-pulpar pela interrupção do fluxo de água na região de desgaste da estrutura dental, como também, no contato com a fresa, o que permite o acúmulo de resíduos de corte nas lâminas das mesmas.

Em 1995, Watson, Cook⁶⁰, realizaram um estudo para avaliar o grau de concentricidade entre diferentes técnicas de fabricação de fresas *carbide* e o efeito da imprecisão da fresa sobre o esmalte dental. Erros de concentricidade da fresa podem ocorrer no mau alinhamento entre a haste de aço e a extremidade cortante em dois paços de fabricação da mesma. Isto pode acarretar em uma profundidade de corte irregular, vibração e danos ao substrato de corte. Foram utilizados dois tipos de fresas *carbide*, sendo uma de corpo único (*carbide*) e uma fabricada com soldagem da extremidade ativa de carboneto na haste aço (cinco fabricantes). De acordo com os resultados, em relação à concentricidade, as fresas *carbide* de corpo único foram as que revelaram melhores resultados, além de produzirem menor quantidade de trincas no esmalte. Segundo os autores, as fresas que apresentam maior concentricidade promovem cortes mais regulares, diâmetro de 6-18 µm, diferentemente das fresas com características excêntricas que realizaram cortes mais irregulares e apresentam ação de corte mais agressiva, 25-40 µm de profundidade. Portanto, ficou evidente que as fresas *carbide* altamente concêntricas minimizam os danos à estrutura dental, frente ao

desgaste por instrumentos rotatórios cortantes, fator este determinado durante os procedimentos de fabricação.

2.1.2 Alterações morfológicas de fresas *carbide*

Fichman et al.¹⁴, em 1981, realizaram um estudo para avaliar as alterações morfológicas sofridas pelas fresas *carbide*, em relação entre a forma e a característica superficial, pelo uso em estrutura dental e em polimento de amálgama. Foram selecionados 10 instrumentos diferentes, sendo cinco usados como fresa para desgaste de tecido dental e cinco para polimento em amálgama. Para cada número de instrumento foram selecionadas 3 fresas: uma que permaneceu sem uso, a segunda sendo empregada durante 1 minuto e a última pelo prazo de 5 minutos. A pressão e a velocidade de corte, bem como o tipo de superfície utilizada para o desgaste foram controlados. Após a utilização das fresas, essas eram limpas em ultra-som e levadas ao microscópio eletrônico de varredura para a análise morfológica. Nos resultados, os autores puderam observar que, as fresas esféricas e as tronco-cônicas invertidas, aplicadas em estrutura dental, apresentaram alterações visíveis, tanto na ponta do instrumento quanto na lâmina, o que pode ter ocorrido devido ao tamanho reduzido da ponta ativa desses instrumentos, o que leva a uma concentração de força. Naqueles de dimensões maiores, como as cilíndricas lisas e tronco-cônicas, ocorreram pequenas alterações, devido a melhor distribuição de carga, pelo fato desses

instrumentos apresentarem maior área da extremidade ativa. Também notaram que, algumas fresas, mesmo quando novas, apresentavam irregularidades, o que pode ser explicado por um defeito na usinagem; além disso, foi observado um aspecto poroso do metal empregado para a confecção das fresas *carbide*, o que não invalida sua utilidade e eficiência. Os autores concluem que a eficiência de corte dos instrumentos testados, após 5 minutos de utilização, ainda apresentam características que possibilitam a continuação de seu uso por mais tempo.

Fontana et al.¹⁵, em 1989, realizaram um estudo para avaliar o efeito do tempo de utilização sobre as características superficiais de dois tipos de instrumentos rotatórios (fresas *carbide* e pontas diamantadas). Foram utilizadas duas marcas comerciais para cada tipo de instrumento (uma nacional e uma importada), as quais realizaram desgastes em esmalte dental humano, durante 20 segundos, com pressão de corte controlada (100-150 g). Os instrumentos foram utilizados efetivamente durante 32 minutos, sendo realizada análise microscópica a cada 40 segundos para acompanhamento visual das características superficiais dos mesmos. De acordo com os resultados, a análise fotomicrográfica mostrou, inicialmente, defeitos de fabricação os quais se acentuaram com as utilizações das fresas e foram observadas ainda, alterações em ambos os instrumentos, sendo que, nas fresas *carbide*,

foram vistos, principalmente, fraturas das lâminas e o seu arredondamento. Embora, apresentando alterações durante o período estudado, os instrumentos continuaram apresentando efetiva ação de corte.

2.2 Controle de Infecção Cruzada

Devido ao custo das fresas *carbide*, elas têm sido repetidamente utilizadas por diversas vezes antes de serem descartadas e, portanto, elas devem ser esterilizadas para prevenir a infecção cruzada no consultório odontológico. Nesse contexto, McLundie³⁴, em 1974, realizou um estudo para avaliar o efeito da esterilização em fresas *carbide* de duas marcas comerciais, em diferentes métodos de esterilização. As fresas foram divididas em seis grupos de acordo com o método de esterilização ou desinfecção: estufa (160°C por 1 hora); estufa (180°C por 30 minutos); autoclave sem vácuo (134°C por 10 minutos); autoclave a vácuo (134°C por 20 minutos); imersão em água fervente (10 minutos); imersão em soluções químicas desinfetantes (24 horas). As fresas foram submetidas a 30 ciclos de esterilização ou desinfecção e foi realizada análise em microscópio eletrônico de varredura e foi analisado também, o nível de cobalto na solução química, as quais continham as fresas. Os resultados mostraram que a esterilização em estufa causou ligeira deterioração nas superfícies dos instrumentos e ainda foi visto alguns sinais de danos, devido à oxidação, enquanto que em autoclave, nenhum

dano visível foi visto na superfície dos instrumentos. Porém, quanto à esterilização em soluções desinfetantes e a desinfecção em água fervente promoveram uma maior deterioração da superfície da fresa *carbide*. O autor conclui que o tratamento de esterilização em autoclave e estufa deve ser preferencialmente utilizado nas fresas, entretanto, as soluções químicas utilizadas para limpeza e/ou esterilização, especialmente àquelas que contêm agentes oxidantes, não são recomendados.

Considerando que, o procedimento de esterilização em autoclave, promove o aparecimento do processo de corrosão em instrumentos rotatórios cortantes, diminuindo assim a eficiência de corte desses instrumentos, Johnson et al.²⁴, em 1987, desenvolveram um estudo que avaliou a eficácia de quatro substâncias anticorrosivas, na manutenção da eficiência de corte das fresas *carbide* esterilizadas em autoclave. A eficiência de corte foi avaliada a partir do desgaste de blocos de hidroxiapatita, utilizando-se turbina de alta-rotação com pressão constante de 10 gramas sob refrigeração (spray de água). A eficiência de corte foi mensurada levando-se em consideração, o tempo necessário para a fresa desgastar 5 mm do substrato de corte. Segundo os autores, três das quatro substâncias analisadas reduziram significativamente a perda da eficiência de corte das fresas esterilizadas em autoclave e, ainda, que a solução de nitrato de sódio é uma boa opção em se tratando de

anticorrosivo, uma vez que possui baixo custo, ao contrário das demais substâncias analisadas, e possibilita considerável preservação da eficiência de corte das fresas, após serem autoclavadas. Esta pesquisa não analisou o efeito anticorrosivo das substâncias, limitando-se apenas ao efeito sobre a eficiência de corte, porém, se há relação entre a corrosão e a eficiência de corte das fresas, a utilização das substâncias anticorrosivas auxilia na longevidade das fresas *carbide*, controlando a corrosão durante a autoclavagem e reduzindo a perda da eficiência de corte.

As soluções desinfetante/esterilizante contêm ingredientes os quais são agentes corrosivos em potencial para as fresas odontológicas, e o seu uso, implicaria no aparecimento de processos de corrosão, que mesmo a níveis microscópicos, promovem a redução da eficiência de corte além de enfraquecer a união da extremidade ativa à haste metálica. Nesse contexto, Bapna, Mueller⁴, em 1988, realizaram um estudo para avaliar o potencial corrosivo de cinco soluções desinfetantes (Sporicidin, Strall, Glutarex, Omni II e Omnicide) sobre fresas de aço comum e fresas *carbide*. Foi realizada uma avaliação corrosiva por meio de um potenciômetro, o qual registrava a ocorrência de trocas iônicas na superfície da fresa, e análise qualitativa pelo microscópio eletrônico de varredura. As substâncias avaliadas promoveram o desenvolvimento do

processo de corrosão em todas as fresas de aço comum e, nas fresas *carbide* o processo ocorreu principalmente na região da união entre a haste metálica e extremidade ativa. Os autores relatam que o comportamento de polarização das fresas *carbide* na substância desinfetante (eletrólito) está associado tanto aos constituintes microestruturais como, também, à formação de uma ligação galvânica macroscópica entre diferentes partes da fresa. Isso devido à haste ser provavelmente feita de um aço inoxidável *martensitic* (com ausência ou pequena quantidade de níquel); a área de solda ser principalmente composta de prata-cobre-zinco-manganes-níquel, e a extremidade cortante ser feita de carbeto de tungstênio impregnado com pó de cobalto. É obvio que ligações galvânicas diferentes se formem quando essas fresas são imersas em soluções desinfetantes/esterilizantes. A haste de aço inoxidável é catódica e a área de solda é anódica. Assim, por causa das características eletroquímicas, a extremidade de corte é também anódica, mas a corrosão desse componente não foi aparente nos resultados.

Os instrumentos rotatórios dentais tornam-se inevitavelmente contaminados por sangue e saliva durante a sua utilização e, portanto, devem ser submetidos a meticulosos tratamentos de limpeza e esterilização para serem reutilizados e assim, evitar a

infecção cruzada. Nesse contexto, Patterson, McLundie⁴¹, 1988, estudaram os efeitos da limpeza em ultra-som e esterilização em autoclave, em fresas *carbide*. Foram selecionadas duas marcas comerciais de fresas *carbide* FG, as quais foram submetidas a 40 ciclos de cada tratamento (limpeza em ultra-som, limpeza em ultra-som seguida de esterilização em autoclave e esterilização em autoclave). Os instrumentos foram avaliados qualitativamente, por meio de microscópio eletrônico de varredura, após 1 e 40 ciclos de limpeza e/ou esterilização. Após 40 ciclos testados, todas as fresas de uma das marcas comerciais permaneceram inalteradas, apesar de apresentarem um ligeiro escurecimento. Porém, após apenas 1 ciclo de limpeza, as fresas da outra marca comercial mostraram sinais prematuros de corrosão, sendo visíveis a olho nu. Na análise em microscópio eletrônico de varredura, confirmou que os danos ocorreram principalmente na área de interface entre *carbide*/haste de aço inoxidável que foi danificado seletivamente. E que após 40 ciclos de teste, todas as fresas desta marca apareceram enegrecidas. Os autores observaram também, que a localização da área de solda era diferente entre as marcas (em uma das marcas localizava-se na haste e na outra, na base da lâmina de corte), o que pode ter uma importante implicação clínica, por se tratar do ponto principal de localização da degradação devido à limpeza/esterilização. A localização da solda na base da lâmina de corte deixa esta junção exposta ao desgaste durante o uso, aumentando o risco de ocorrer à ruptura da união

haste/ponta ativa durante o uso. Os autores concluem que, apesar de algumas fresas *carbide* serem susceptíveis a danos, todos os instrumentos rotatórios que serão reutilizados devem ser submetidos à limpeza e esterilização, e que soluções ácidas para ultra-som devem ser utilizadas com cautela.

Zettlemoyer et al.⁶⁴, em 1989, realizaram um estudo para comparar o grau de falhas e a eficiência de corte de fresas Gates-Glidden de aço inoxidável e aço carbono, antes e após diferentes procedimentos de esterilização. Foram utilizadas 150 fresas Gates-Glidden de cada tipo, divididas em cinco grupos de acordo com o método de esterilização aplicado: (1) controle (sem tratamento de esterilização); (2) Autoclave (121°C, 20 minutos); (3) "bead sterilizer" (218°C, 30 segundos); (4) Estufa (171°C, por 1 hora) e (5) Imersão em glutaraldeído 2% (11 horas). A eficiência de corte foi avaliada pela comparação do tempo gasto para as fresas Gates-Glidden penetrar 12 mm dentro do substrato de corte. Como resultado, após um ciclo de esterilização, 13 fresas fraturaram antes de atingir a penetração máxima de 12 mm (12 fresas de aço carbono e uma de aço inoxidável), sendo que a fresa de aço inoxidável fraturou na união entre haste e ponta ativa; quanto a eficiência de corte, as fresas Gates-Glidden de aço carbono esterilizadas pelos métodos 2 e 3 causaram uma redução de 50% na eficiência de corte e, a taxa de fratura aumentou em

70%, enquanto que para as fresas de aço inoxidável não tiveram influência significativa. Quanto ao método 4, este causou redução da eficiência em ambos os tipos de fresas. Segundo os autores, essa diminuição da eficiência de corte e o aumento da taxa de fratura das fresas Gates-Glidden estão relacionadas com a presença de processos de corrosão apresentado pela mudança na coloração visual das mesmas. E, concluíram que somente a esterilização pela imersão em glutaraldeído não influenciou a eficiência de corte nem a taxa de fratura das fresas, e ainda, que as fresas Gates-Glidden de aço inoxidável são superiores às de aço carbono e que, portanto, para o uso clínico da fresa Gates-Glidden, àquela de aço inoxidável é mais bem recomendada.

Considerando as questões que estão sendo levantadas sobre o efeito de vários métodos de esterilização na eficiência de corte e também na resistência à fratura de instrumentos rotatórios cortantes, Cooley et al.⁹, em 1990, avaliaram os efeitos de quatro métodos de esterilização sobre as fresas utilizadas durante o preparo de pinos dentinários. Foram utilizadas sessenta fresas (Kodex-92), divididas em cinco grupos de acordo com o método de esterilização a que foram submetidas: (1) autoclave com vapor químico (Chemiclave 5000, MDT Corp) por 20 minutos a 132°C; (2) autoclave com vapor d'água (Ritter Speed Clave, Ritter Co) por 20 minutos a 121°C; (3) estufa (Dri-Clave,

Columbus Dental) por 1 hora a 163°C; (4) imersão em glutaraldeído 2% (Centra 28, Centra Dental) por 10 horas a temperatura ambiente e (5) controle (fresas que não foram submetidas a qualquer procedimento de esterilização). A avaliação da eficiência de corte foi realizada pela comparação do tempo gasto durante o preparo dental do conduto para o pino, antes e após a esterilização. Foi feito também teste de resistência à fratura, em uma máquina de ensaios mecânicos (Instron Corp). E após a esterilização, realizou-se avaliação das características das fresas em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que os quatro métodos de esterilização não influenciaram na resistência à fratura das fresas; apenas as fresas submetidas à esterilização em autoclave com vapor d'água promoveu modificações em sua superfície e que, este método ainda afetou a eficiência de corte das fresas, proporcionando um aumento do tempo gasto para o preparo dental. Segundo os autores, essa redução da eficiência de corte apresentada pelas fresas submetidas ao método de esterilização em autoclave com vapor d'água pode ter ocorrido devido ao processo de corrosão da superfície, que foram observadas nas imagens em microscopia eletrônica, corrosão esta que pode ser minimizada com um tratamento prévio à base de substâncias anticorrosivas, e pela completa secagem dos instrumentos, por meio do escoamento completo da autoclave antes de ser aberta.

A cadeia de assepsia é de grande importância para a segurança no tratamento odontológico e para a prevenção da infecção cruzada e, portanto, torna-se imperativo que o cirurgião-dentista conheça os fundamentos e requisitos dos principais métodos de esterilização para que possa orientar adequadamente o pessoal auxiliar na preparação do instrumental odontológico. Medeiros et al.³⁵, em 1990, avaliaram alguns dos principais métodos de esterilização e/ou desinfecção de instrumentos. Foram utilizadas fresas *carbide*, as quais foram contaminadas com culturas recentes de *P.aeruginosa*, *B.subtilis* e *C.sporogenes*. Após a contaminação, as fresas foram submetidas a um dos seguintes procedimentos: solução de formaldeído a 1% durante 10 minutos, 30 minutos e 10 horas; solução de glutaraldeído 2%, durante 10 minutos, 30 minutos e 10 horas; paraformaldeído (pastilhas de formalina), durante 24 horas em recipiente hermeticamente fechado; estufa a 160°C por 90 minutos; nenhum método de esterilização (grupo controle). Em seguida ao período de desinfecção ou esterilização, as fresas foram lavadas em soro fisiológico estéril e inoculadas, separadamente, em tubos contendo meio de cultura fluido, para avaliação do turvamento do meio como representativo do crescimento bacteriano e, conseqüentemente, da ineficácia do método de esterilização. Os métodos químicos de esterilização mostraram-se eficazes somente quando aplicados durante 10 ou 24 horas, enquanto que o tempo utilizado para a estufa foi suficiente para eliminar as formas esporuladas de microorganismos.

Considerando a necessidade do profissional da saúde em adotar medidas de prevenção de infecção-cruzada para sua proteção, bem como, a proteção do paciente, Magro-Filho et al.³³, em 1991, realizaram um estudo para verificar a aplicação das normas básicas de esterilização, desinfecção e paramentação utilizadas rotineiramente pelo cirurgião-dentista e auxiliar no consultório odontológico. A avaliação foi realizada por meio de questionário enviado aos clínicos do Estado de São Paulo. De acordo com os resultados, os autores concluíram que a grande maioria dos cirurgiões-dentistas não está obedecendo às normas de paramentação, desinfecção e esterilização adequadas; e, portanto, mostra que tanto o profissional como a auxiliar odontológico estão completamente expostos às doenças infecto-contagiosas, como também, podem estar contribuindo para a disseminação dessas doenças.

Considerando que as fresas Gates-Glidden são instrumentos rotatórios amplamente aplicados em diversos procedimentos odontológicos e pelo fato de existirem poucas informações referentes à sua resistência à corrosão em meios químicos, Lopes et al.³⁰, em 1992, realizaram um estudo que analisaram a resistência à corrosão de fresas de aço inoxidável Gates-Glidden número 3 (0,090 mm) em soluções contendo hipoclorito de sódio. Foram utilizadas fresas de diferentes fabricantes (Maillefer, Meisinger e FKG), que foram imersas durante cinco,

dez, vinte e trinta minutos em solução de hipoclorito de sódio, com concentração de 4 a 6%; após a imersão, foram lavadas em acetona no ultra-som e posteriormente analisadas no microscópio eletrônico de varredura, para comparação qualitativa da resistência à corrosão. A avaliação quantitativa foi feita através da pesagem das fresas em balança de precisão Metter H54, com precisão de 0,01 mg, antes do ataque e após a imersão na solução química. Os resultados obtidos mostraram que a resistência à corrosão das fresas de aço inoxidável Gates-Glidden variaram de acordo com o fabricante e o acabamento superficial não teve efeito controlador na resistência à degradação. E, segundo os autores, apesar de os aços inoxidáveis formarem uma camada protetora à corrosão em um grande número de meios químicos, esta camada pode ser ineficiente, principalmente em meios cloretados.

Considerando às freqüentes duvidas que surgem entre os cirurgiões-dentistas no que diz respeito aos danos de seus instrumentos rotatórios cortantes causados pelos métodos de desinfecção/esterilização, Araujo, Fantinato³, em 1994, avaliaram quatro diferentes agentes de esterilização (estufa, calbenium, cidex e glutassept) quanto a textura de superfície e corrosão em 30 pontas diamantadas 1093 da KG Sorensen. As pontas foram utilizadas em dentes humanos, com tempo de desgaste controlado; após esse tempo, elas eram lavadas e submetidas aos

agentes antimicrobianos, sendo, então, avaliadas quanto ao grau de alterações em lupa estereoscópica. A avaliação em lupa estereoscópica foi realizada antes e após os procedimentos de esterilização. Os autores concluíram que tanto a esterilização física como a química não apresentaram alterações sobre as pontas diamantadas e que as alterações observadas ocorreram devido à ação do uso.

De acordo com o conceito de cuidados universal, todos os instrumentos odontológicos devem ser considerados de risco para a transmissão de doenças infecciosas e, portanto, devem ser esterilizados, e ainda, considerando que a autoclave é o método mais seguro e simples para a esterilização, Savage, Walsh⁵⁰, em 1995, escreveram um artigo com o objetivo de esclarecer dúvidas a respeito desse método, para garantir seu adequado uso. Segundo os autores, os instrumentos devem passar por algumas etapas antes de serem esterilizados: devem ser submetidos à desinfecção, procedimentos de limpeza, lavagem, embalagem, autoclavagem e armazenamento dos instrumentos estéril até sua reutilização. A recepção, do instrumental contaminado deve ter um recipiente contendo solução desinfetante onde serão colocados os instrumentos, mas as fresas e limas endodônticas podem ser submetidas diretamente ao procedimento de limpeza para minimizar o risco de injúrias e acidentes durante o manuseio. O tratamento de limpeza é uma fase

muito importante, pois é nesse momento que os resíduos que poderiam impedir a penetração do vapor e, conseqüentemente a esterilização, são removidos. A seguir, os instrumentos devem ser secos e embalados para a esterilização, este passo também é bastante importante, porque além de auxiliar na prevenção da corrosão, auxilia no controle de infecção, pois embalagens molhadas podem permitir que os microorganismos passem através desta e sejam disseminados no ambiente. Para a esterilização por meio da autoclave, deve-se obedecer ao tempo recomendado para cada tipo de material e embalagem. Rotineiramente, os ciclos mais usados são de 15 minutos para materiais não embalados e 20 a 30 minutos para os embalados, conservando-se a temperatura de 121°C e pressão de 103 kPa. Para os autores, a autoclave é um método de esterilização absoluto e simples de ser executado, entretanto, deve-se ficar atento ao correto preparo dos instrumentos, principalmente com a remoção de resíduos de corte, embalagens e ciclo de esterilização.

Devido à crescente preocupação com a transmissão de infecções no ambiente odontológico, o Council on Scientific Affairs and Council on Dental Practice², em 1996, publicaram um artigo a respeito do controle de infecção na clínica odontológica com o objetivo principal de alertar os cirurgiões-dentistas aos pacientes de alto-risco de contaminação, destacar os aspectos da prática clínica que pode ser de

alto risco para o profissional, auxiliar e paciente, e ainda, sugerir procedimentos que devem reduzir esses riscos de infecção cruzada. Um procedimento bastante importante para a redução desses riscos é a limpeza, desinfecção e/ou esterilização de toda superfície e objetos contaminados. Todo instrumental odontológico que pretende ser reutilizado em outro paciente, deverá passar por métodos de esterilização eficaz sendo, por meio físico, químico ou físico-químico, dependendo do tipo de material. O cirurgião-dentista tem a responsabilidade tanto de realizar o controle de infecção cruzada, como orientar sua equipe para a manutenção da cadeia asséptica no consultório odontológico.

Burkhart, Crawford⁸, em 1997, estudaram a efetividade da técnica de limpeza, em ultra-som, na eliminação de resíduos do instrumental contaminado. Segundo os autores, a utilização do ultra-som como técnica de limpeza de instrumentos odontológicos contaminados eliminou a maior parte dos resíduos aderidos, e essa remoção é ainda maior quando se realiza o enxágüe após esse processo. Entretanto, a solução de limpeza, se utilizada por sucessivas vezes, será uma fonte de contaminação dos instrumentos. Os autores alertam ao fato de que algumas soluções utilizadas nesse método de limpeza podem levar, também, à corrosão de instrumentos de aço inoxidável.

Na perspectiva de atualizar o cirurgião-dentista e sua equipe sobre os procedimentos de controle de infecção no ambiente odontológico, o Ministério da Saúde⁷, em 2000, publicou um manual de condutas para o controle de infecção cruzada. Esse manual apresenta informações a respeito da situação e da tendência de propagação da AIDS no Brasil, risco de infecção desta e de outras doenças e, ainda, informações de métodos utilizados para se evitar e controlar sua propagação. Neste roteiro, fica claro a necessidade de se tomar medidas de precaução-padrão, que é um conjunto de medidas de controle de infecção universal, como forma eficaz de redução do risco de transmissão de agentes infecciosos nos serviços de saúde. O controle de infecção na prática odontológica deve obedecer a quatro princípios básicos: os profissionais devem tomar medidas para proteger a sua saúde, bem como, da sua equipe; os profissionais devem evitar contato direto com matéria orgânica; os profissionais devem limitar a propagação de microorganismos e os profissionais devem tornar seguro o uso de artigos, peças anatômicas e superfícies. E, que todo instrumental contaminado que pretende ser reutilizado deve ser lavado, enxaguado, desinfetado e esterilizado. Este manual ainda recomenda a utilização da autoclave e estufa como procedimentos de esterilização mais indicados para fresas *carbide*.

Considerando que o controle de infecção cruzada envolve uma série de procedimentos designados para prevenir a transmissão de microorganismos potencialmente patogênicos, Palenik et al.⁴⁰, em 2000, publicaram um artigo a respeito de métodos recomendados para o controle de infecção cruzada. Segundo os autores, todos os pacientes devem ser considerados infectados com algum tipo de organismo patogênico e assim, devem ser realizados durante os cuidados de todos os pacientes, procedimentos básicos de controle de infecção. Para a equipe odontológica isso inclui o uso de equipamento de proteção pessoal, algumas imunizações, além de lavagem de mãos rotineiramente. Além disso, devem ser tomadas medidas que visam remover e/ou eliminar organismos que tenham contaminado superfícies e objetos. Para isso, os autores recomendam que se devam seguir normas pré-estabelecidas que envolvam a proteção do contato com os microorganismos, principalmente em relação à eliminação dos microorganismos presentes nos instrumentos clínicos contaminados (métodos de desinfecção e esterilização). Assim, todo objeto que for ser reutilizado pelo clínico deve ser esterilizado.

Considerando o fato que os profissionais estão expostos a uma grande variedade de microorganismos e, assim, a necessidade de prevenção da infecção cruzada como uma conduta diária a um tratamento

odontológico, em 2000, Santana⁴⁹, em sua dissertação de mestrado, avaliou o efeito de dois métodos de esterilização (calor seco e calor úmido) sobre a eficiência de corte de pontas diamantadas de duas marcas comerciais encontradas no mercado nacional, uma com valor mais alto em relação à outra, respectivamente KG Sorensen e FAVA. Foram utilizadas 18 pontas diamantadas cilíndricas, que após o desgaste em esmalte dental humano em intervalo de tempo de 12 minutos (totalizando 72 minutos), foram submetidas ao método de limpeza com uso de escova de aço, seguida de esterilização pelo calor seco (estufa) ou calor úmido (autoclave). Segundo a conclusão da autora, a eficiência de corte das pontas diamantadas diminuiu ao longo do tempo sem prevalência de uma marca comercial sobre a outra, além disso, os métodos de esterilização não interferiram na eficiência de corte dos instrumentos estudados.

Para avaliar o efeito dos processos de esterilização e desinfecção, Ferreira et al.¹², em 2001, realizaram um estudo utilizando três métodos: autoclave, estufa e soluções químicas desinfetantes, sobre as brocas de aço carbono de baixa rotação e fresas *carbide* de alta rotação, associados ou não ao uso de lubrificantes. A análise foi feita visualmente utilizando lupa estereoscópica LEICA modelo Wild M 8 (Heerbrugg AG) com aumento de 20 a 30 vezes; os resultados foram registrados em fotografias e analisadas os aspectos cumulativos de cada

grupo e a comparação entre eles. Com esse estudo, os autores puderam observar a ocorrência de corrosão nas fresas, que foi progressivamente maior a cada processamento. Com os resultados, ficou claro que entre os métodos de esterilização/desinfecção dos instrumentos, aquele que causou menores danos às fresas, tanto de aço carbono quanto de aço *carbide*, foi o calor seco (estufa). Em relação à utilização de lubrificantes anticorrosivos para a esterilização em autoclave, as fresas de baixa e alta-rotação apresentam comportamentos distintos, sendo que a utilização de nitrito de sódio a 1% foi o mais eficaz para as brocas de aço carbono, enquanto que o Sekudrill e, secundariamente o Premix Slip, foram os mais eficientes na prevenção da corrosão em fresas *carbide*. Segundo os autores, a utilização da imersão de brocas de aço carbono ou fresas *carbide* em substância desinfetantes não é recomendado, por promover alto grau de corrosão nesses instrumentos principalmente à base da parte ativa.

Considerando que o controle da infecção cruzada não está somente relacionado com a esterilização do instrumental, mais também com a correta manipulação, limpeza e posterior armazenamento do instrumental até o momento do seu uso, Miller³⁶, em 2002, publicou um artigo indicando uma seqüência de processamento para controle de infecção, que envolve a desinfecção, limpeza, secagem e tratamento

anticorrosivo e empacotamento para esterilização. Segundo os autores, após o uso, os instrumentos contaminados devem ser imersos em solução desinfetante durante um tempo mínimo (menos de 3 horas), para se evitar qualquer processo de corrosão, seguindo para a próxima etapa, limpeza. Essa etapa é muito importante para a remoção de resíduos que poderiam isolar os microorganismos do agente de esterilização; o aparelho de ultra-som ou esponjas com substâncias detergentes deve, preferencialmente, ser utilizado. Após esse procedimento, os instrumentos a base de aço não inoxidável (aço carbono) que poderiam sofrer corrosão ao entrar em contato direto com água e calor, devem ser secos e banhados em uma solução anticorrosiva e secos novamente antes de serem embalados para a esterilização. Essa embalagem vai assegurar aos instrumentos, que os mesmo permaneçam estéreis até o momento do uso.

Miller³⁷, em 2002, descreveu sobre os processos de esterilização e as técnicas usadas para manter a esterilidade dos instrumentos até o atendimento ao paciente. Os três principais métodos de esterilização de instrumentos odontológicos são: autoclave (calor sobre pressão), estufa (calor seco) e quimiclave (vapor químico insaturado). A opção por cada método deve ser feito segundo o tipo de material que se quer esterilizar, optando por embalagens apropriadas e verificar a relação

tempo/temperatura de cada equipamento para que a esterilização seja realizada adequadamente, preservando a integridade do instrumental. Quando se opta pela esterilização por meio da autoclave, deve ficar atento ao tempo de secagem, porque esse tipo de esterilização deixa úmidas as embalagens e, que por esse motivo, não devem ser retiradas antes de completar o ciclo de secagem, evitando assim que se rasguem ou que microorganismos sejam transportados para dentro da embalagem através da água. Após a esterilização, os instrumentos estéreis devem ser armazenados em local seco e arejado, até o momento do seu uso. O monitoramento da efetividade do processo de esterilização é uma importante maneira de assegurar a segurança dos pacientes. Pode ser realizado com monitoramento biológico (testes com esporos) ou tintas termo- sensíveis internamente às embalagens. Portanto, o processamento do instrumental não envolve somente a esterilização, mais também, a manutenção da esterilidade até que os instrumentos sejam utilizados subsequentemente.

Considerando a preocupação da manutenção da cadeia asséptica no consultório odontológico, Tavares da Silva et al.⁵⁶, em 2002, realizaram um trabalho para avaliar o efeito dos métodos químicos de desinfecção sobre a eficiência de corte das pontas diamantadas de diferentes marcas comerciais (KGSorensen, MKS e Fava). A análise da

eficiência de corte foi feita pela diferença de pesagem do substrato de corte (dente humano), em balança analítica Sartorius, antes e após sofrerem o desgaste, sob pressão de corte controlada (50 a 80 g), a cada 30 segundos. Depois de completados 300 segundos de desgaste, as pontas eram submetidas à limpeza com escova de aço e desinfecção de acordo com o método selecionado (glutaraldeído 2%, derivado quaternário de amônia 0,2% ou nenhuma desinfecção). Esses procedimentos foram repetidos até completar o período de 1.200 segundos de desgaste. De acordo com a análise dos resultados, a eficiência de corte dos instrumentos diminuiu com o tempo de uso e, em relação ao tipo de procedência das pontas diamantadas, os resultados demonstraram que tiveram comportamentos diferentes entre si. E, segundo os autores, os agentes de infecção não causaram alterações na eficiência de corte dos instrumentos estudados, afirmando que a aplicação constante e periódica de agentes de desinfecção manteve-se, por mais tempo, a capacidade de corte dos mesmos.

Visto a necessidade em se buscar um método de limpeza, desinfecção e esterilização que sejam eficazes sem interferir no tempo de vida útil dos instrumentos rotatórios cortantes, Tavares da Silva et al.⁵⁵, em 2002, realizaram um estudo para avaliar o efeito de alguns produtos de desinfecção sobre a eficiência de corte de pontas diamantadas de três

diferentes marcas comerciais (kGSorensen, MKS e Fava), após a utilização do ultra-som como meio de limpeza. As pontas diamantadas realizaram desgaste de 30 segundos em esmalte dental humano, o qual, antes e após cada desgaste, era seco e pesado em balança analítica Sartorius; sendo a eficiência de corte avaliado através da perda de peso do substrato de corte. Para realização dos desgastes foi utilizado um aparelho de sensibilidade à pressão, com pressão controlada de 50 a 80 gramas. A cada 300 segundos de desgaste completados, as pontas eram submetidas à limpeza com ultra-som durante 12 minutos e, em seguida, feita a sua desinfecção pelo método selecionado (glutaraldeído 2%, quaternário de amônia 0,2% e nenhuma desinfecção). Esses procedimentos foram repetidos até completar o período de 2.400 segundos de desgaste. Foi realizada também uma análise das pontas em lupa estereoscópica, para acompanhamento visual das características de superfícies. De acordo com os autores, a eficiência de corte das pontas diamantadas foi diferente entre as marcas comerciais, mais todas apresentam diminuição da capacidade de corte ao longo do tempo de uso. O fator agente desinfetante não apresentou influência na eficiência de corte dos instrumentos testados, independente da marca utilizada.

O número de infecção cruzada e doenças infecciosas vêm-se disseminando drasticamente entre os profissionais da área odontológica, o que torna, portanto, essencial o efetivo controle de infecção em todas as clínicas odontológicas, em que procedimentos invasivos são rotineiramente executados. Em 2002, Machado, Kather³² realizaram um trabalho que avaliou as formas de prevenção e controle de infecções comumente utilizadas por 75 cirurgiões-dentistas da cidade de Taubaté, por meio de um questionário. A apuração destes resultados levou à constatação de que a maioria dos profissionais está preocupada com a contaminação, mais, ainda assim, ignoram ou não utilizam as barreiras de proteção, principalmente, devido a fatores econômicos e a falta de costume. Segundo os resultados deste trabalho, ficou evidente que a maioria dos profissionais realiza procedimentos de esterilização em fresas odontológicas pelo método químico, utilizando, principalmente, solução de glutaraldeído 2%.

Considerando que adoção de procedimentos de esterilização e desinfecção é vital para garantir a prevenção de infecção cruzada no ambiente odontológico, apesar desses procedimentos poderem alterar o desempenho das fresas dentais, reduzindo a sua vida útil, Bianchi et al.⁵, em 2003, realizaram um estudo para avaliar os efeitos dos principais tipos de esterilização (autoclave, estufa e glutaraldeído)

sobre a capacidade de corte e alterações microscópicas ocorridas em fresas odontológicas. A avaliação da eficiência de corte das pontas diamantadas foi realizada pelo ensaio de retificação do tipo tangencial plana de mergulho, onde as pontas desgastaram os corpos-de-prova com auxílio de um equipamento desenvolvido pelos autores; e o principal parâmetro em estudo foi o número de passadas das pontas no substrato, o que representa a capacidade da ponta em remover material. As pontas foram solicitadas até o momento em que ocorria o travamento do eixo de rotação do micro motor e então era calculado o volume de material removido (produto entre o número de passadas sobre o substrato e a área superficial deste) para a avaliação da eficiência. Após os desgastes, as pontas foram submetidas aos procedimentos de esterilização testados (autoclave, estufa ou glutaraldeído), sendo 1, 2 ou 3 vezes esterilizadas dependendo do grupo ao qual pertencia. Antes e depois da esterilização, as pontas foram avaliadas qualitativamente em microscopia. De acordo com os autores, as pontas diamantadas submetidas a diferentes processos e ciclos de esterilização apresentaram variações significativas na eficiência de corte. Notou-se que as pontas submetidas à estufa apresentaram sempre o melhor desempenho de corte. Os instrumentos que sofreram esterilização em autoclave ou esterilização química apresentaram processos de corrosão, acarretando em perda de grãos de diamantes ainda no início da usinagem, diminuindo o desempenho de corte dos mesmos. Portanto, concluiu-se que o processo de esterilização

em estufa é o melhor processo para as pontas diamantadas, pois demonstrou menor comprometimento à capacidade de corte das mesmas.

2.1.1 Utilização do forno de microondas

Considerando a desvantagens dos métodos de esterilização por meio físico e químico, sobre alguns instrumentos odontológicos metálico, incluindo os de aço inoxidável, Hume, Makinson²³, em 1978, estudaram a possibilidade de utilização de irradiação de microondas na esterilização odontológica. Para o teste de esterilização, foi utilizado: peça de mão (caneta de baixa rotação), alicate odontológico, fresas, alargadores e escova de cerdas, os quais foram contaminados por imersão em solução contendo esporos, bactérias e vírus, separadamente; depois foram secos, colocados em embalagens para esterilização e selados. Depois, foram expostos, à irradiação eletromagnética gerada pelo forno de microondas em tempos variados. Os resultados mostraram que os instrumentos que foram expostos às microondas acima de 12 minutos não mostraram crescimento de *Staphylococcus aureus* ou *Herpes simplex*. Entretanto, esporos de *Bacillus stearothermophilus* sobreviveram à exposição de microondas até o tempo de 64 minutos. Os autores concluem que, que a irradiação das microondas, na intensidade e no tempo avaliado, não foi efetiva na esterilização de instrumentos odontológicos secos.

Tendo em vista o desconhecimento da ação letal da irradiação por microondas, em 1979, Vela, Wu⁵⁹ avaliaram a natureza do efeito letal sobre as células microbianas. Foi utilizado um forno de microondas doméstico na frequência de 2450 MHz e 150 watts de potência. O efeito letal da irradiação por microondas foi determinado pela comparação da contagem de células viáveis na amostra irradiada, pela contagem da amostra do controle. Segundo os autores, somente houve falha de absorção de energia pelos microorganismos no estado seco, capaz de promover a inativação, mesmo irradiados por um longo período de tempo. E, concluem que o estudo mostrou claramente que a ação letal da irradiação por microondas é somente pelo efeito térmico e que, se houve um efeito não térmico, não foi bactericida; entretanto na possibilidade de existir, a água deve ser necessária para potencializar os efeitos não-térmicos.

Rohrer, Bulard⁴⁵, em 1985, realizaram uma pesquisa que teve como objetivo desenvolver um método de esterilização não destrutivo para fresas dentais e um método de esterilização seguro e efetivo para peças de mão (turbina), que fosse aceito pelos cirurgiões-dentistas e facilmente executado pela auxiliar. Foi analisada a esterilização de próteses totais e parciais, fresas dentais (*carbide* e diamantadas), instrumentos manuais e peças de mão, em forno de microondas modelo

doméstico (Toshiba, 2450 MHz, 720 watts). Os microorganismos utilizados para análise foram: leveduras, bactérias e vírus. Os instrumentos metálicos irradiados foram colocados juntamente com um béquer contendo 150 mL de água, para agir como material absorvente de energia. E, para que toda a superfície dos materiais irradiados entrasse em contato com a radiação eletromagnética foi utilizado um dispositivo que permitia a rotação tridimensional dos mesmos. Assim, a esterilização foi conseguida após 15 minutos de exposição. Segundo os autores, a esterilização de instrumentos metálicos em forno de microondas modelo doméstico pode ser realizada, desde que um material absorvente de microondas seja colocado junto, a fim de prevenir a formação de um arco de energia e que os instrumentos sejam totalmente expostos à radiação.

Em 1993, Rizzo⁴⁴ avaliou o efeito da esterilização por microondas sobre as pontas diamantadas. Foram utilizadas nove pontas diamantadas, que antes e após cada ciclo de esterilização, em forno de microondas, foram analisadas morfológicamente por meio de um estereomicroscópio Wind Heerbrugg, com sistema fotográfico Photo Automat MPS. Foram realizados 15 ciclos de esterilização em microondas por 3 minutos. Não houve alterações nas características das pontas até o último ciclo quanto à integridade ou perda da camada superficial de cromo interposta, ao brilho ou suavidade da superfície de aço e à resistência ao

deslocamento dos cristais de diamantes. De acordo com o autor, a esterilização por microondas pode ser utilizada como método alternativo para pontas diamantadas, como forma de reutilizá-las, apesar de não ter sido realizada análise microbiológica.

Rosaspina et al.⁴⁷, em 1994, realizaram um estudo sobre o efeito de um novo sistema de esterilização em microondas sobre os microorganismos. Foi utilizada uma suspensão bacteriana (10^9 UFC/mL) contendo, *Pseudomonas aeruginosas*, *Klebsiella oxitocica*, *Escherichia coli*, *Salmonela enteritidis*, *Citrobacter freundii*, *Proteus mirabilis*, *Sataphilococcus aureus* e *Streptococcus faecalis*. Lâminas de bisturi foram contaminadas pelos microorganismos e, depois de secas, foram imersas completamente em um béquer de vidro contendo água destilada em temperatura ambiente. O conjunto foi, então, exposto às ondas eletromagnéticas emitidas por um forno de microondas (Sterivelox S90S) na potencia de 600 watts, em uma freqüência de 2450 MHz, por períodos variados de exposição. Para verificação do crescimento bacteriano, posteriormente a exposição à energia das microondas, os instrumentos foram semeados e incubados por 48 horas, em uma temperatura de 37°C. Além disso, havia dois grupos controle: positivo (não recebia nenhum tipo de esterilização) e negativo (esterilização em autoclave a 121°C por 15 minutos). A análise do resultado mostrou que houve esterilização por

meio das microondas após o tempo de 3 minutos. E, de acordo com os autores, esse novo método de esterilização permite uma esterilização rápida e eficaz de lâminas de bisturi, sendo a sua ação na morte bacteriana não somente térmica, mais também pela própria ação das microondas.

Tendo em vista que as microondas têm sido utilizadas para descontaminação de um número de itens de equipamentos médicos, Rosaspina et al.⁴⁶, em 1994, realizaram uma pesquisa para avaliar a ação das microondas sobre *Mycobacterium bovis*. As lâminas de bisturi (aço inoxidável) e lâminas de vidro foram contaminadas com *Mycobacterium bovis* (10^6) e, depois de secas por 20 minutos, foram colocadas em um béquer de vidro contendo água destilada à temperatura ambiente. O conjunto foi exposto às ondas eletromagnéticas a 600 watts de potência, em uma frequência de 2450 MHz, durante 4 minutos. Os grupos controle foram tratados da mesma maneira de contaminação, mas foram esterilizados por meio de estufa (140°C, por 2 horas) e autoclave (121°C, por 20 minutos). As análises foram realizadas por meio de semeaduras e incubadas (37°C, por 48 horas) e, também, por microscopia eletrônica de varredura. De acordo com os resultados, nenhum crescimento foi observado nas culturas de qualquer dos métodos analisados (microondas, autoclave e estufa). E, pela análise da microscopia eletrônica de

varredura das amostras irradiadas por microondas, mostrou que a morfologia bacteriana sofreu uma série de mudanças progressivas diferentes àquelas sofridas pela exposição ao calor úmido e ao calor seco e que, segundo os autores, os mecanismos de esterilização pela ação das microondas não é somente térmica, podendo exercer um efeito mais complexo sobre as células dos microorganismos.

Considerando a necessidade de realizar a desinfecção/esterilização dos instrumentos utilizados no acabamento e polimento de restaurações em resina composta, com o intuito de prevenir a infecção-cruzada no ambiente odontológico e como forma de reutilizá-los, ao invés de descartá-los após o uso, Tate et al.⁵³, em 1995, avaliaram a eficiência de vários métodos de esterilização e desinfecção em dois diferentes tipos de instrumentos de acabamento e polimento (Enhance e MIn-Indentoflex). Os tratamentos incluíam esterilização física (microondas e autoclave), físico-química (Quimiclave) e imersão em soluções desinfetantes (iodo, glutaraldeído e fenol sintético). A eficiência dos métodos foi avaliada por meio de análise microbiológica. Dentre os três métodos químicos de desinfecção testados, somente o glutaraldeído apresentou-se efetivo à esterilização dos instrumentos, entretanto, dentre os métodos de esterilização físico e físico-químico, todos se mostraram eficientes e confiáveis. Assim sendo, os autores relatam que mesmo com

a limitação de desinfecção química e a possibilidade de degradação dos instrumentos pelos métodos físicos, quando os profissionais pretenderem reutilizar seus instrumentos, eles deverão realizar a esterilização dos mesmos, caso contrário, deverão descartá-los.

Considerando a relutância dos cirurgiões-dentistas em descartar certos instrumentos odontológicos após um único uso, devido ao custo do produto, Tate et al.⁵⁴, em 1996, realizaram um estudo para analisar o desempenho de instrumentos rotatórios utilizados para polimento de restaurações de resina composta, antes e após três ciclos de esterilização em autoclave ou microondas. Foram avaliadas as taças de resina impregnadas com material abrasivo (Enhance, L.D. Caulk Co., Milford, DE, USA), e discos de dióxido de silício impregnados por um material a base de borracha (Min-Identoflex, Centrix Inc., Shelton, CT, USA). Para avaliação da eficiência dos instrumentos, foram utilizados discos de resina composta de duas marcas comerciais (TPH, Caulk/Dentsply, Milford, DE, USA e Z100, 3M Dental Products, St. Paul, MN, USA). Os instrumentos foram divididos em três grupos, de acordo com o método de esterilização: autoclave a 121°C por 15 minutos; forno de microondas, sendo que cada instrumento foi colocado em um tubo de ensaio com 5 mL de água destilada e este, dentro de um béquer contendo 100 mL de água destilada, coberto com um filme plástico e exposto a 750

watts, por 6 minutos; controle (instrumentos que não sofreram procedimento de esterilização). Pelos resultados, pode-se observar que a esterilização não influenciou a eficiência de desgaste dos instrumentos Min-Identoflex, quando aplicadas em resinas TPH. Ambos os métodos de esterilização analisados melhoraram a eficiência dos instrumentos Enhance ao polir a resina TPH, e que, segundo os autores, ocorreu devido à maior retenção das partículas abrasivas à matriz resinosa, em consequência do calor produzido durante os procedimentos de esterilização. Para a resina Z100, as duas pontas de polimento não conseguiram promover maior lisura superficial, demonstrando uma diferença entre as resinas e não um efeito desses instrumentos. Os autores concluíram que os instrumentos analisados podem ser esterilizados por três ciclos em autoclave ou forno de microondas sem afetar seu desempenho clínico.

Considerando que os principais constituintes da placa em bases de prótese total são *Streptococcus gordonii* e *Cândida albicans*, em 1998, Webb et al.⁶¹ realizaram um estudo in vitro para testar a eficácia de dois métodos de esterilização das bases de próteses: (1) irradiação por microondas em diferentes potências e períodos de exposição e (2) imersão em hipoclorito de sódio 0,02% por 8 horas. As bases de prótese foram inoculadas com *C. albicans* ou *S. gordonii*, e realizados os testes,

de acordo com o tipo de esterilização. A análise microbiológica mostrou que as bases de próteses contaminadas se tornaram estéreis após seis minutos de irradiação em microondas, na frequência de 2450 MHz e potência de 350 watts. Entretanto, a imersão em hipoclorito de sódio no tempo estudado, não foi eficiente para se obter a esterilização das bases de próteses contaminadas com *S. gordonii*. Portanto, pode-se concluir que a esterilização em forno de microondas é mais efetiva que em hipoclorito de sódio.

Tendo em vista a importância e necessidade de esterilização dos instrumentos rotatórios cortantes usados em odontologia, associada à indispensável agilidade nos atendimentos, em 2003, Farias¹¹, em sua dissertação de mestrado, avaliou a efetividade do método de esterilização por meio da energia por microondas em pontas diamantadas. Foram utilizadas oitenta e uma pontas diamantadas, as quais foram contaminadas em uma suspensão bacteriana formada por bactérias pertencentes ao meio bucal (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *S. mutans*, *L. acidophilus*, *A. viscosus*, *E. faecalis* e *B. subtilis*), divididas em três diferentes grupos, de acordo com o procedimento de esterilização em forno de microondas modelo doméstico na potência máxima (800 W): (P1) as pontas diamantadas foram limpas com esponja de aço em água corrente, acondicionadas em placas petri contendo 40 mL de água e

submetidas à irradiação por microondas nos períodos de 0, 1, 2 e 3 minutos; (P2) os instrumentos foram envolvidos em folha de poliéster, acondicionados em envelopes para esterilização e expostos à energia nos períodos de 0, 2, 4, 5 e 6 minutos, sem sofrerem previamente o processo de limpeza e (P3) os corpos-de-prova foram limpos com esponja de aço em água corrente, acondicionados e submetidos à irradiação conforme o método anterior. A esterilização foi obtida tanto no procedimento P1, com apenas 1 minuto de exposição à irradiação, quanto no procedimento P3, com 6 minutos. Entretanto no método P2, não houve esterilização nos tempos estudados. Segundo a autora, a esterilização por meio de energia por microondas é mais um meio que poderá auxiliar nos procedimentos de esterilização em um consultório odontológico de maneira rápida e econômica, sendo seguro e eficiente para a esterilização de pequena quantidade de material contaminado, desde que o adequado procedimento de limpeza seja realizado previamente à esterilização.

Considerando a importância do controle de infecção cruzada nos consultórios odontológicos, a vasta utilização de fresas *carbide* e o receio dos cirurgiões-dentistas em esterilizar esses instrumentos devido ao risco de danificá-los, Pita⁴², em 2005, em sua dissertação de mestrado, avaliou comparativamente, o efeito de alguns métodos de esterilização sobre a eficiência de corte de fresas *carbide*.

Foram empregados como métodos de esterilização: estufa, autoclave e forno de microondas; as marcas comerciais das fresas foram: Komet e S.S. White; e o tempo de aplicação desses instrumentos rotatórios de corte, em esmalte dental bovino, variou de 12 a 60 minutos. Para análise da eficiência de corte, foi realizado o teste gravimétrico (diferença de peso do substrato de corte) e ainda, uma análise das características superficiais das fresas *carbide*, por meio de lupa estereoscópica Sartorius, após estas terem sido submetidas às diferentes condições experimentais. Na análise do resultado, foi observado que a eficiência de corte diminuiu ao longo do tempo de utilização, além de se notar que a partir de 60 minutos de uso em esmalte dental bovino, a eficiência de corte reduziu a 50% dos níveis iniciais. O efeito da esterilização foi diferente entre as marcas comerciais. Porém, a durabilidade total dos instrumentos não diferiu entre as marcas ou entre os métodos de esterilização aplicados. A autora afirma que a utilização de métodos de esterilização, pode e deve ser adotada com segurança para esterilização de fresas *carbide*, frente ao controle de infecção cruzada no ambiente de trabalho.

Proposição

3 Proposição

A proposta deste trabalho foi avaliar a influência do tempo de uso, dos métodos de esterilização e da quantidade de ciclos de esterilização na morfologia e na resistência de união entre a parte ativa e a haste metálica de fresas cilíndricas de aço inoxidável do tipo carbeto de tungstênio (*carbide*).

Material e método

4 Material e método

4.1 Material

Os materiais, instrumentos e equipamentos utilizados nesta pesquisa foram:

4.1.1 Fresas de aço inoxidável do tipo com carbeto de tungstênio (*carbide*)

Foram utilizadas, como corpo-de-prova, 130 fresas *carbide* cilíndricas lisas, de extremidade plana, com seis lâminas de corte, da marca S.S. White nº 57 (S.S.White Burs Inc., Lakewood, NJ, USA).

4.1.2 Substrato de corte

Como substrato de corte foi empregado vidro laminado^{1,10,17,21,22,58} da marca Cebrace (Cebrace Cia Brasileira de Cristal, Jacareí, SP, Brasil) cortados nas dimensões 30 X 30 X 10 mm, num total de 216 placas.

4.1.3 Embalagens para esterilização

Para a esterilização dos instrumentos em vapor sob pressão (autoclave), foram utilizadas embalagens plásticas (envelopes)

próprias para esterilização em autoclave (Sispack Medical Ltda., São Paulo, SP, Brasil), cortadas nas dimensões 55 X 100 mm e seladas em seladora Selapack (Sispack Medical Ltda., São Paulo, SP, Brasil).

4.1.4 Frasco reagente graduado com tampa de rosca

Frasco reagente graduado com tampa de rosca de 50 mL (Schott UK Ltd., Stafford, UK) para a técnica de irradiação em forno de microondas.

4.1.5 Broqueiro

Confeccionado em alumínio, com capacidade para 15 fresas (Metalúrgica Fava Indústria e Comércio Ltda., Franco da Rocha, SP, Brasil) para esterilização em estufa.

4.1.6 Béquer

Béquer de vidro (pirex) contendo 1000 mL de água, que foi colocado no interior do forno de microondas para absorver a carga potencial acumulada na superfície do metal, reduzindo a chance da criação de um arco de energia e protegendo dessa forma, o gerador de microondas (magnetron) de superaquecimento^{11,44,45}.

4.1.7 Instrumentos auxiliares

4.1.7.1 Pinça clínica

Para preservar a ponta ativa das fresas *carbide* do toque manual, e ajudar na apreensão e manipulação dos instrumentos rotatórios cortantes.

4.1.7.2 Pipeta graduada de 10 mL (Pyrex)

Para a padronização da quantidade de água (10 mL) em contato com a fresa, na técnica de esterilização em forno de microondas.

4.1.8 Equipamentos

4.1.8.1 Turbina de alta rotação

Turbina de alta-rotação Kavo Extratorque 625 (Kavo do Brasil Indústria e Comércio Ltda., Joinville, SC, Brasil), com pressão de ar de 32 libras (2, 1-2, 3 bar) e 350.000 rpm, para a realização dos desgastes.

4.1.8.2 Aparelho padronizador de desgastes

Aparelho padronizador de desgastes, idealizado e construído com base na linha do “Grupo de Pesquisas em Prótese Parcial Fixa e sobre Implantes”. Este aparelho padroniza e controla a força

exercida sobre o substrato durante os desgastes (Figura 1), considerando que a pressão exercida sobre a turbina, durante os desgastes com alta rotação, influencia a eficiência de corte do instrumento rotatório^{25,28,33,51,52}, esse equipamento foi calibrado para trabalhar com uma pressão de corte de 0,68 N^{29,31}. Para isso, é constituído por duas plataformas móveis, uma horizontal, que é dotada de um dispositivo para a fixação do substrato de corte. Para ajustar a posição correta do substrato antes do desgaste, tal plataforma pode ser movimentada por meio de manivelas no sentido horizontal (manivela A, direita – esquerda; manivela C, frente – trás) e no sentido vertical (manivela B, elevação – abaixamento). Uma outra plataforma que fica na posição vertical, permite a fixação da turbina de alta rotação de maneira que, após o acoplamento da fresa, a mesma fique posicionada paralela à plataforma horizontal. Quando o aparelho é ligado, a plataforma em que está fixada a turbina realiza movimentos no sentido vertical de cima para baixo e vice-versa permitindo que a fresa toque e desgaste o substrato. A magnitude da força exercida (0,68 N)^{29,31} é controlada e mantida constante pela presença de uma célula de carga acoplada na plataforma vertical. A cada toque da fresa no substrato de corte, a plataforma horizontal é movimentada 0,02 mm automaticamente para cima. Todo o processo de desgaste foi feito sob refrigeração automática de spray de água da própria turbina.

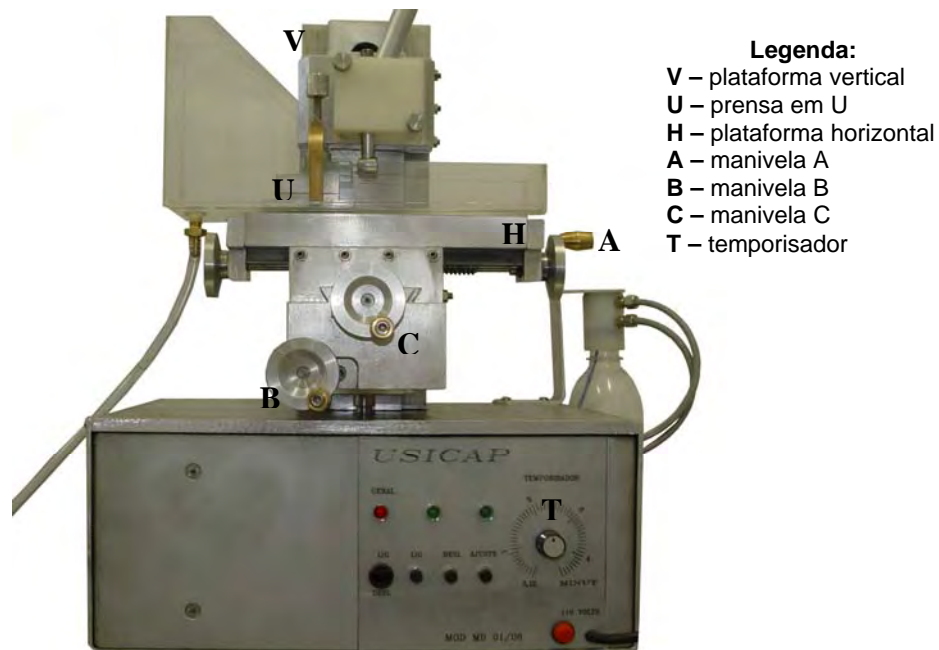


FIGURA 1 - Aparelho padronizador de desgaste.

Este aparelho possui também um equipo acoplado internamente que possibilita o acionamento e o desgaste do substrato, com a fresa acoplada na turbina de alta-rotação, de maneira padronizada e controlada sem influencia do pesquisador. A duração dos desgastes, em minutos, é controlada por um temporizador.

4.1.8.3 Micropipetador eletrônico

Um micropipetador eletrônico Powerpette Plus (Jencons Scientific Inc, Bridgeville, PA, UK) foi empregado para realizar a pipetagem de 10 mL de água destilada, utilizada para o procedimento de esterilização em forno de microondas.

4.1.8.4 Lupa estereoscópica

Foi utilizada uma lupa estereoscópica da marca LEICA, modelo MZ APO (Leica Imaging Systems Ltd, Cambridge, London, UK) para análise e acompanhamento visual qualitativo da interface ponta ativa/ haste metálica das fresas *carbide* ao longo do tempo de utilização e do processo de esterilização, com um aumento de 32 X, em associação com uma câmera digital Leica DC 100 e um software (Image Processing Analysis System - Leica Imaging Systems Ltd, Cambridge, London, UK) que permitiu a captura da imagem.

4.1.8.5 Autoclave

A esterilização dos corpos-de-prova em vapor sob pressão foi realizada em uma autoclave Sercon modelo HA (Sercon, Indústria e Comércio de Aparelhos Médicos Hospitalares Ltda., Mogi das Cruzes, SP, Brasil) com uma pressão de trabalho de 1,5 Kgf/cm², correspondendo a 127°C.

4.1.8.6 Estufa (Forno de Pasteur)

A esterilização dos corpos-de-prova por meio do calor seco foi realizada em uma estufa (Olidef, CZ Ind. E Comércio de Aparelhos Hospitalares, Ribeirão Preto, SP, Brasil), regulada para manter a temperatura interna em 170°C. Para isso, foi utilizado um termômetro de teto, com escala de -10°C a 200°C, que controlou a temperatura interna da estufa.

4.1.8.7 Forno de microondas

A esterilização em forno de microondas foi realizada em um aparelho doméstico Brastemp Jet Defrost 27 (Brastemp da Amazônia S.A., Manaus, AM, Brasil), com prato giratório, na potência 9, que corresponde a 608,52 watts.

4.1.8.8 Substância química

A esterilização por meio de substância química foi realizada com uma solução de glutaraldeído (Glutaron II, Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brasil), preparada de acordo com as especificações do fabricante.

4.1.8.9 Máquina de ensaios mecânicos MTS

A análise da resistência de união entre a ponta ativa/haste metálica das fresas *carbide* foi realizada por meio do ensaio de resistência à flexão na Máquina de Ensaio Mecânico MTS (Material Test System 810, MTS Systems Corporation, Minneapolis, Minnesota, EUA) (Figura 2).



FIGURA 2 - Máquina de Ensaio Mecânico MTS.

4.2 Método

A metodologia consistiu da análise das características morfológicas e da resistência à flexão de fresas *carbide*, após serem submetidas a diversos tempos de uso e ciclos de esterilização, a fim de verificar possível comprometimento da união entre ponta ativa/ haste metálica e alterações morfológicas que pudessem comprometer a eficiência de corte desses instrumentos.

4.2.1 Planejamento experimental

Foi realizado um planejamento experimental com o objetivo de treinamento e melhor definição da metodologia do experimento. Nesta etapa pôde-se calibrar o aparelho padronizador de desgaste utilizado, avaliar o controle dos fatores de interferência que não

se desejou estudar, além da definição do número de repetições necessárias.

Nesta etapa pôde-se determinar os fatores de variação: tempo e quantidade de desgaste, métodos de esterilização e quantidade de ciclos de esterilização.

Os fatores de variação com seus diferentes níveis estão agrupados e representados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Métodos de esterilização dos corpos-de-prova

Sigla	Métodos de esterilização
E1	Controle (nenhum)
E2	Autoclave
E3	Estufa
E4	Microondas
E5	Substância química

Tabela 2 - Tempos de desgaste (períodos de 2,5 minutos) e quantidade de ciclos de esterilização

Sigla	Tempo de desgaste	Ciclos de esterilização
A	6 tempos	6 ciclos
B	12 tempos	12 ciclos

4.2.2 Composição dos grupos experimentais

As fresas formaram cinco grupos (E1-5) com 24 fresas cada, de acordo com o método de esterilização a que foram submetidas, cada grupo foi dividido em dois subgrupos de 12 fresas (A e B) relativos ao tempo de uso e quantidade de ciclos de esterilização (Tabela 3). As fresas de todos os grupos (E1-5) foram submetidas ao ensaio de resistência à flexão ao final dos tempos de desgaste estipulados.

Tabela 3 - Composição dos grupos experimentais

GRUPO	MÉTODO DE ESTERILIZAÇÃO	SUBGRUPO A 15 minutos de desgaste (T_{0-6})	SUBGRUPO B 30 minutos de desgaste (T_{0-12})
E1	Controle	E1A	E1B
E2	Autoclave	E2A	E2B
E3	Estufa	E3A	E3B
E4	Microondas	E4A	E4B
E5	Substância química	E5A	E5B

4.2.3 Técnica de desgaste

Cada placa de vidro teve sua superfície delimitada em cinco regiões que foram as áreas submetidas aos desgastes. Para minimizar a indução de erros experimentais, foram utilizadas seis placas de vidro (subgrupo A), escolhidas aleatoriamente, para cada período de 15 minutos de desgaste por fresa *carbide* e doze placas vidro (subgrupo

B), para cada período de 30 minutos. Cada corpo-de-prova realizou 2,5 minutos de desgaste em cada placa de vidro, ou seja, a fresa nº 1 de cada grupo desgastou uma placa de vidro uma única vez^{9,31} por 2,5 minutos, passando para as placas seguintes até completar 15 minutos ou 30 minutos de desgaste dependendo do subgrupo que a fresa pertencia.

Inicialmente, a placa de vidro foi fixada na prensa em U acoplada ao aparelho padronizador de desgastes, de forma a permanecer paralela à base.

A fresa *carbide* foi colocada na turbina de alta rotação, permanecendo paralela com sua parte cortante à superfície do substrato de desgaste. Neste momento, o botão de ajuste do aparelho foi pressionado para que por meio da movimentação da manivela A a fresa *carbide* ficasse posicionada sobre a placa de vidro de modo que somente sua ponta ativa (em toda sua extensão) mantivesse contato com o vidro durante o desgaste. Da mesma maneira, a manivela B foi movimentada para permitir um contato inicial mínimo da fresa com o vidro (Figura 3). Após a seleção do tempo (2,5 minutos) no temporizador, o aparelho foi ligado, iniciando, automaticamente, o acionamento da turbina de alta-rotação. A fresa, então, foi aplicada no vidro com movimentos intermitentes^{28,38,49,55,56} sob refrigeração por spray de água^{28,29,31,49}. Durante o período de 2,5 minutos houve o toque da fresa com o vidro por 87 vezes, com pressão constante de 0,68 N^{29,31}, sendo que a cada toque, o substrato de desgaste foi elevado em 0,02 mm.



FIGURA 3 - Posição inicial da fresa *carbide* sobre o substrato de desgaste.

Após o período de desgaste, a fresa *carbide* foi limpa^{2,7,8,11,36,50} com escova de nylon⁷ durante 40 segundos em água corrente e seca^{15,16,49,55,56} para ser submetida ao método de esterilização conforme o grupo experimental. Estes procedimentos foram repetidos até completar 15 minutos de desgaste, totalizando 6 tempos de uso e 6 ciclos de esterilização para cada fresa (subgrupo A) ou 30 minutos, 12 tempos de uso e 12 ciclos de esterilização (subgrupo B).

4.2.4 Procedimentos de esterilização

Para o grupo E1 (controle) cada fresa desgastou uma das 5 regiões da placa de vidro por 2,5 minutos. Em seguida, a placa de vidro foi trocada aleatoriamente por outra e um novo desgaste foi realizado por 2,5 minutos, continuando dessa forma até completar 15 minutos (subgrupo A) ou 30 minutos de desgaste (subgrupo B). Após cada tempo

de uso, a fresa era limpa e seca, sem ser submetida a nenhum método de esterilização.

Os instrumentos pertencentes aos grupos submetidos à esterilização pelo vapor sob pressão (grupo E2) seguiu os mesmos padrões de desgaste do grupo controle, porém após cada desgaste de 2,5 minutos e subsequente limpeza, as fresas foram colocadas, individualmente, em envelopes para esterilização (55 X 100 mm), seladas, identificadas, e levadas à autoclave, permanecendo por 15 minutos a uma pressão de 1,5 Kgf/cm², correspondente à temperatura de 127°C^{2,6,7,9,24,50}. O tempo de secagem foi programado automaticamente pela autoclave, que sinalizou quando as fresas estavam secas e prontas para o uso.

As fresas pertencentes ao grupo de esterilização pelo calor seco (grupo E3) foram submetidas ao mesmo processo de desgaste descrito no grupo controle, sendo que a cada 2,5 minutos de uso e subsequente limpeza, esta era disposta no broqueiro de alumínio, sendo o conjunto levado à estufa, onde permaneceu da temperatura ambiente até atingir a temperatura de trabalho (170°C), permanecendo por 1 hora, e depois até o resfriamento natural à temperatura ambiente^{7,49}.

Na técnica de esterilização em forno de microondas (grupo E4), cada fresa, após seguir o mesmo padrão de desgaste do grupo controle, a cada 2,5 minutos de uso e subsequente limpeza, foi colocada em um frasco reagente graduado com tampa de rosca de 50 mL contendo 10 mL de água destilada. Após esse procedimento, o conjunto

foi colocado na posição lateral direita da cavidade do forno de microondas e um béquer de vidro contendo 1000 mL de água foi posicionado no centro do prato giratório. Em seguida, o aparelho de microondas foi acionado por 5 minutos na potência 9 (608,52 W). Depois da irradiação, a fresa foi removida do frasco com o auxílio de uma pinça clínica e submetida à secagem com jatos de ar. Foi esterilizada no forno microondas somente uma fresa *carbide* por vez e a água do interior do béquer foi trocada a cada ciclo de esterilização.

Para os instrumentos pertencentes ao grupo de esterilização por meio de solução de glutaraldeído (grupo E5), cada fresa, após 2,5 minutos de desgaste e subsequente limpeza, foi depositada no interior de um recipiente plástico contendo 10 mL de solução de glutaraldeído (Glutaron II) preparado de acordo com as recomendações do fabricante (mistura de 2 g de glutaraldeído com 100 mL de fosfato trissódico), permanecendo imersa nesta solução por 10 horas^{4,9,12,35}. Após este período a fresa foi removida do recipiente plástico com a ajuda de uma pinça clínica, lavada em água corrente e seca com jatos de ar, estando pronta para ser submetida ao desgaste novamente.

4.2.5 Alterações morfológicas

O acompanhamento visual das características morfológicas superficiais da interface ponta ativa/ haste metálica das fresas *carbide* (avaliação qualitativa) foi realizada com o uso de lupa estereoscópica conectada a uma câmera digital e os resultados foram

registrados em fotografias (análise fotomicrográfica). Dessa forma, antes de serem aplicadas sobre o vidro e após cada 2,5 minutos de desgaste ou após cada ciclo de esterilização, de acordo com o grupo ao qual as fresas pertenciam, as mesmas foram avaliadas e fotomicrografadas através de uma câmera fotográfica digital DC 100 e um programa de computador LEICA.

Para a padronização da região a ser fotomicrografada e comparada, inicialmente, cada fresa recebeu uma marcação em sua haste, que identificou a região inicial de análise fotomicrográfica (região 1), para facilitar a comparação das alterações na interface ponta ativa/haste metálica em consequência do tempo de uso, tipo de esterilização e ciclos de esterilização.

Foi usada uma adaptação do critério sugerido por Fontana et al.¹⁵ (1989), sendo atribuídos escores: nenhuma alteração (escore 0); ligeiras alterações (escore 1); alterações de média e profunda intensidade (escore 2) e fresas fraturadas (escore 3). As fotomicrografias foram analisadas por três profissionais calibrados de acordo com os escores traçados. Uma média das notas atribuídas pelos examinadores foi obtida e anotada em ficha para que se pudesse realizar a análise estatística.

4.2.6 Teste de resistência à flexão

A análise da resistência de união entre a ponta ativa/haste metálica das fresas *carbide* foi avaliada pelo ensaio de resistência à

flexão na Máquina de Ensaio Mecânicos MTS, a fresa foi fixada por suas extremidades em um suporte metálico apropriado (34 X 20 X 3 mm) em uma canaleta interna de 2 mm - na região da parte ativa da fresa e 13 mm - na região da haste metálica, o vão interno era de 6 X 4 mm sendo a carga aplicada eqüidistante a este vão (Figura 4). Foi utilizada célula de carga de 10 kN (Load Transducer modelo 66118D-01) e velocidade do atuador de 0,5 mm/min. Os dados foram coletados por meio de software específico (TestWorks[®], Sistema TestStar 2, MTS Systems Corporation, Minneapolis, Minnesota, EUA). O movimento foi cessado no momento da ruptura do corpo-de-prova e os dados foram coletados por meio do software.

Para verificação inicial da resistência à flexão das fresas *carbide*, foram selecionadas aleatoriamente 12 fresas sem uso e sem serem submetidas a nenhum procedimento de limpeza e esterilização (grupo inicial E0), que foram submetidas ao ensaio de flexão, uma vez que as mesmas não puderam retornar aos grupos experimentais, por serem quebradas.



FIGURA 4 - Fresa *carbide* posicionada no suporte metálico.

Resultado

5 Resultado

Neste estudo o efeito de quatro diferentes métodos de esterilização no comportamento da interface ponta ativa/ haste metálica de fresas de aço inoxidável de carbeto de tungstênio (*carbide*), foi estudado, por meio de avaliações morfológicas, com fotomicrografias, e resistência à flexão. Após a coleta dos dados os mesmos foram apresentados em tabelas apropriadas e analisados separadamente, cada método de avaliação.

5.1 Análise Morfológica

Os dados colhidos na análise morfológica foram organizados nos Quadros A1 a A10 (Apêndice 1) segundo cada método de esterilização. Com esses dados, foi traçada uma média das fresas de cada grupo, em cada período de avaliação. Essas médias posteriormente foram submetidas à análise estatística (Tabelas 4 a 8).

Tabela 6 - Média dos escores atribuídos às fresas do grupo E3 (desgaste seguido de esterilização em estufa), nos tempos de avaliação

Grupo E3	Fresas	Tempos avaliados												
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Subgrupo E3A	1	0	0	0	1	2	2	2						
	2	0	1	2	2	2	2	2						
	3	0	1	1	1	1	1	1						
	4	0	1	1	1	1	1	1						
	5	0	1	1	1	1	1	1						
	6	0	1	1	2	2	2	2						
	7	0	1	1	1	1	1	2						
	8	0	1	1	1	1	1	1						
	9	0	1	1	1	1	1	1						
	10	0	1	1	1	1	2	2						
	11	0	1	1	1	1	1	1						
	12	0	1	1	1	1	2	2						
Subgrupo E3B	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3
	4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	5	0	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	8	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	9	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	10	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	11	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	12	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2

Tabela 8 - Média dos escores atribuídos às fresas do grupo E5 (desgaste seguido de esterilização por imersão em glutaraldeído), nos tempos de avaliação

Grupo E5	Fresas	Tempos avaliados												
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Subgrupo E5A	1	0	1	2	2	2	3	3						
	2	0	2	2	2	2	2	2						
	3	0	2	2	2	2	3	3						
	4	0	1	2	2	2	2	2						
	5	0	2	2	2	3	3	3						
	6	0	1	2	3	3	3	3						
	7	0	2	2	3	3	3	3						
	8	0	2	2	3	3	3	3						
	9	0	2	2	2	3	3	3						
	10	1	1	1	2	2	2	2						
	11	0	2	2	2	2	2	2						
	12	0	2	2	2	2	3	3						
Subgrupo E5B	1	0	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	0	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	4	0	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	5	0	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	6	0	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	7	0	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	8	0	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	9	0	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	10	0	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	11	0	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	12	0	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

5.2 Análise da Resistência à Flexão

A análise da resistência de união entre a ponta ativa/haste metálica das fresas *carbide* foi realizada pelo ensaio de resistência à flexão, o qual foi aplicado em todas as fresas, de todos os grupos estudados, ao final do experimento.

Nas Tabelas 9, 10, 11, 12, 13 e 14 estão representados os valores da força necessária para a ruptura de cada fresa *carbide* na área de união ponta ativa/ haste (resistência à flexão), em kN, de acordo com os métodos de esterilização testados. As fresas que não apresentam os valores da força de ruptura são as que sofreram fratura durante a realização dos desgastes, não chegando ao final dos tempos estipulados e, conseqüentemente, não podendo ser submetidas ao teste de resistência à flexão.

Tabela 9 - Valores da força necessária para a ruptura de cada fresa *carbide* do grupo E0 (resistência inicial), em kN

Grupo	Fresas <i>carbide</i>	Força de ruptura (kN)
E0	1	0,139
	2	0,101
	3	0,102
	4	0,113
	5	0,134
	6	0,110
	7	0,113
	8	0,099
	9	0,094
	10	0,094
	11	0,094
	12	0,089

Tabela 10 - Valores da força necessária para a ruptura de cada fresa *carbide* do grupo E1 (controle), em kN

Grupo E1	Fresas <i>carbide</i>	Força de ruptura (kN)
Subgrupo E1A	1	0,102
	2	0,096
	3	0,104
	4	0,069
	5	0,094
	6	0,125
	7	0,028
	8	0,052
	9	0,026
	10	0,107
	11	0,103
	12	0,129
Subgrupo E1B	1	0,181
	2	0,088
	3	0,154
	4	0,090
	5	0,058
	6	0,097
	7	0,089
	8	0,070
	9	0,094
	10	0,186
	11	0,082
	12	0,156

Tabela 11 - Valores da força necessária para a ruptura de cada fresa *carbide* do grupo E2 (esterilização em autoclave), em kN

Grupo E2	Fresas <i>carbide</i>	Força de ruptura (kN)
Subgrupo E2A	1	0,130
	2	0,153
	3	0,107
	4	0,152
	5	0,103
	6	0,119
	7	0,170
	8	0,121
	9	0,062
	10	0,147
	11	0,107
	12	0,167
Subgrupo E2B	1	0,120
	2	0,180
	3	0,156
	4	0,125
	5	0,160
	6	0,159
	7	0,237
	8	0,165
	9	0,162
	10	0,082
	11	0,137
	12	0,075

Tabela 12 - Valores da força necessária para a ruptura de cada fresa *carbide* do grupo E3 (esterilização em estufa), em kN

Grupo E3	Fresas <i>carbide</i>	Força de ruptura (kN)
Subgrupo E3A	1	0,100
	2	0,075
	3	0,085
	4	0,066
	5	0,136
	6	0,084
	7	0,116
	8	0,078
	9	0,096
	10	0,111
	11	0,081
	12	0,133
Subgrupo E3B	1	0,114
	2	0,121
	3	0,141
	4	0,096
	5	0,055
	6	0,056
	7	0,085
	8	0,096
	9	0,150
	10	0,070
	11	-
	12	-

Tabela 13 - Valores da força necessária para a ruptura de cada fresa *carbide* do grupo E4 (esterilização em forno de microondas), em kN

Grupo E4	Fresas <i>carbide</i>	Força de ruptura (kN)
Subgrupo E4A	1	0,216
	2	0,140
	3	0,178
	4	0,172
	5	0,188
	6	0,107
	7	0,093
	8	0,132
	9	0,173
	10	0,111
	11	0,093
	12	0,160
Subgrupo E4B	1	0,118
	2	0,083
	3	0,101
	4	0,183
	5	0,190
	6	0,055
	7	0,002
	8	0,074
	9	0,068
	10	-
	11	-
	12	-

Tabela 14 - Valores da força necessária para a ruptura de cada fresa *carbide* do grupo E5 (esterilização por imersão em glutaraldeído), em kN

Grupo E5	Fresas <i>carbide</i>	Força de ruptura (kN)
Subgrupo E5A	1	0,080
	2	0,038
	3	0,033
	4	0,033
	5	-
	6	-
	7	-
	8	-
	9	-
	10	-
	11	-
	12	-
Subgrupo E5B	1	-
	2	-
	3	-
	4	-
	5	-
	6	-
	7	-
	8	-
	9	-
	10	-
	11	-
	12	-

5.3 Metodologia Estatística

Para realizar a comparação entre os métodos de esterilização testados, aplicou-se análise estatística dos dados colhidos na avaliação morfológica e na resistência à flexão, por meio da análise de variância não-paramétrica, ou de livre distribuição, H de Kruskal-Wallis.

Este método foi utilizado, uma vez que os dados obtidos não se ajustaram a pressuposições para a utilização da ANOVA. E para testar as comparações múltiplas, utilizou-se o teste de Dunn.

Foi adotado um nível de probabilidade de 5% de significância, o que significa que quando o valor de probabilidade (valor - p) for menor que 0,05, considera-se a existência de uma diferença significativa.

5.4 Análise dos resultados

5.4.1 Análise Morfológica

Para realizar a comparação das características morfológica da interface ponta ativa/ haste das fresas *carbide*, afetadas pelos métodos de esterilização, as médias dos escores atribuídos às fresas de cada grupo foram analisadas e comparadas estatisticamente, a cada período de avaliação. Os resultados se encontram nas Tabelas A1 a A20, do Apêndice 2, e pôde-se observar que, no tempo inicial (T0), o valor da probabilidade (valor p) encontrado foi maior que 0,05, demonstrando que não houve diferença significativa entre os grupos estudados, em ambos os subgrupos (A e B). Entretanto, imediatamente após o primeiro tempo de desgaste, o valor de probabilidade, p , do grupo E5 (glutaraldeído) foi inferior a 0,05, evidenciando a presença de uma diferença significativa deste grupo com o grupo controle (E1), enquanto que os demais grupos (E2-autoclave, E3-estufa e E4-microondas) se

comportaram semelhantemente ao grupo controle, pois, os valores de probabilidade nestes casos foram maiores que o nível de significância adotado (5%). Esse resultado manteve-se similar até o término dos tempos de desgaste estipulados, tanto nos subgrupos A (seis tempos de desgaste) quanto nos subgrupos B (12 tempos de desgaste).

5.4.1 Análise da Resistência à flexão

Para avaliar se o uso das fresas *carbide* influencia a resistência de união da parte ativa e a haste metálica das mesmas, foi realizada uma comparação dos valores da força de ruptura, em kN, das fresas pertencentes ao grupo inicial (E0), com os valores do grupo controle E1 (E1A e E1B). O resultado encontra-se na Tabela 15 e mostra o valor de probabilidade (valor p) muito superior a 0,05. Portanto, não há evidência estatística de que tenha havido diferença entre os dois grupos avaliados.

Tabela 15 - Estatística H de Kruskal-Wallis para análise comparativa da resistência à flexão das fresas *carbide*, do grupo inicial (E0) com o grupo controle (subgrupos E1A e E1B)

Comparação entre grupos	Estatística H
E0, E1A e E1B	0,00
Valor de p	1,00

Para avaliar o efeito cumulativo dos tempos de desgaste e ciclos de esterilização na resistência de união ponta ativa/ haste de fresas *carbide*, foi realizada a comparação entre os subgrupos A (seis tempos de desgaste e seis ciclos de esterilização) e B (12 tempos de desgaste e 12 ciclos de esterilização) de cada grupo estudado e os resultados estão demonstrados na Tabela 16. Pode-se notar que pela análise dos subgrupos do grupo E1 (controle), E2 (autoclave), E3 (estufa) e E5 (glutaraldeído), os valores de probabilidade, p , foram maiores que o nível de significância adotado de 5% (0,05), isso demonstra que não houve diferença significativa entre a quantidade de tempos de desgaste e ciclos de esterilização. Entretanto, no grupo E4 (microondas), o teste estatístico H de Kruskal-Wallis apresentou um valor de probabilidade (valor p) menor que 0,05, neste caso, mostrou haver diferença entre os subgrupos A e B, indicando que a quantidade de tempos de desgastes e ciclos de esterilização influenciou na resistência de união da parte ativa/haste das fresas *carbide*.

Tabela 16 - Estatística H de Kruskal-Wallis para análise comparativa da resistência à flexão das fresas *carbide* entre os subgrupos A e B de cada grupo experimental

Comparação (Método de Dunn)	valor-p
Subgrupos E1A e E1B	0,5833
Subgrupos E2A e E2B	0,2039
Subgrupos E3A e E3B	0,5830
Subgrupos E4A e E4B	< 0,05*
Subgrupos E5A e E5B	0,1658

* $p < 0.05$ – diferença estatisticamente significativa

Para analisar a influência dos diferentes métodos de esterilização empregados sobre a resistência de união das fresas *carbide*, utilizou-se o mesmo método estatístico H de Kruskal-Wallis associado ao teste de Dunn, sendo os resultados apresentados na Tabela 17. Pode-se observar que cinco valores de probabilidade apresentaram-se menores do que 5% ($p < 0,05$), indicando que, nesses casos houve diferença estatisticamente significativa, o qual demonstrou que o grupo submetido à esterilização por glutaraldeído (E5) se comportou de maneira diferente aos demais grupos (E1-controle, E2-autoclave, E3-estufa e E4-microondas), mostrando que este método de esterilização influencia negativamente a resistência de união entre a ponta ativa/ haste metálica das fresas *carbide* e, também, houve uma diferença significativa entre os grupos E2 e E3 ($p < 0,05$), o que permite constatar um comportamento diferente entre os métodos de esterilização, ou seja, entre autoclave (grupos E2) e estufa (grupos E3).

Tabela 17 - Estatística H de Kruskal-Wallis para análise comparativa da resistência à flexão das fresas *carbide*, dos cinco grupos, de acordo com o método de esterilização empregado

Comparação (Método de Dunn)	valor p
Grupos E1 (controle) e E2 (autoclave)	> 0,05
Grupos E1 (controle) e E3 (estufa)	> 0,05
Grupos E1 (controle) e E4 (microondas)	> 0,05
Grupos E1 (controle) e E5 (glutaraldeído)	< 0,05*
Grupos E2 (autoclave) e E3 (estufa)	< 0,05*
Grupos E2 (autoclave) e E4 (microondas)	> 0,05
Grupos E2 (autoclave) e E5 (glutaraldeído)	< 0,05*
Grupos E3 (estufa) e E4 (microondas)	> 0,05
Grupos E3 (estufa) e E5 (glutaraldeído)	< 0,05*
Grupos E4 (microondas) e E5 (glutaraldeído)	< 0,05*

* $p < 0,05$ – diferença estatisticamente significativa

A Figura 4 mostra a média das forças necessárias para fraturar as fresas *carbide* na área de união entre a ponta ativa/ haste metálica, de cada grupo experimental. Esse resultado demonstra que o grupo E2 (autoclave) apresentou maior resistência à fratura em comparação com o grupo E3 (estufa). Portanto, em relação a esses dois métodos de esterilização, a autoclave se mostrou superior.

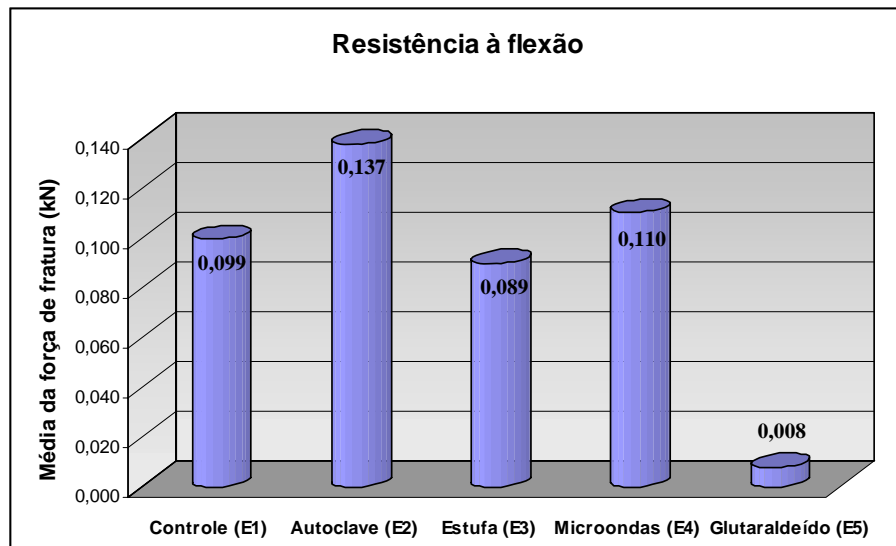


FIGURA 4 - Média das forças de ruptura, de acordo com o grupo experimental, em kN.

Discussão

6 Discussão

Motivados a realizar este estudo com base na crescente conscientização do controle de infecção cruzada, nos questionamentos e constatações de trabalhos da literatura e trabalhos preliminares, pudemos após coleta dos dados nos testes de análise morfológica e de resistência à flexão, verificar uma série de fatores que podem influir no comportamento e principalmente no tempo de vida útil de fresas *carbide*.

Por meio da análise das Tabelas 4 a 8, referente aos resultados obtidos na avaliação morfológica, constatou-se que a característica superficial da interface ponta ativa/ haste metálica das fresas *carbide* sofre alterações em função do tempo de utilização das mesmas, independente do método de esterilização empregado. Esses achados estão de acordo com outros trabalhos na literatura que encontraram alterações superficiais nas fresas, em função do tempo de uso^{3,14,15}. Pela análise estatística desses resultados, Tabelas A1 a A20 (do Apêndice 2), fica evidente que essas alterações morfológicas da interface de união das fresas dos grupos E2 (autoclave), E3 (estufa) e E4 (microondas) não foram diferentes estatisticamente das alterações

ocorridas nas fresas do grupo controle (E1), em cada tempo de desgaste avaliado. Entretanto, o grupo E5 (glutaraldeído) apresentou uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) do grupo controle imediatamente após o primeiro tempo de desgaste, ou seja, tempo T1 (um tempo de desgaste e um ciclo de esterilização). Esses comportamentos foram mantidos constantes até o final do experimento, tanto nos subgrupos A (seis tempos de desgaste e seis ciclos de esterilização) como nos subgrupos B (doze tempos de desgaste e doze ciclos de esterilização).

Durante a avaliação morfológica das fresas *carbide*, pôde-se notar que a região de interface ponta ativa/ haste das fresas dos grupos E1 (controle), E2 (autoclave), E3 (estufa) e E4 (microondas) apresentaram alterações morfológicas pela degradação superficial do metal, aparecendo pequenas depressões nesse local, não havendo qualquer sinal de processo de corrosão. Isso pode ser visto nas Figuras 5 a 8, ilustradas abaixo.

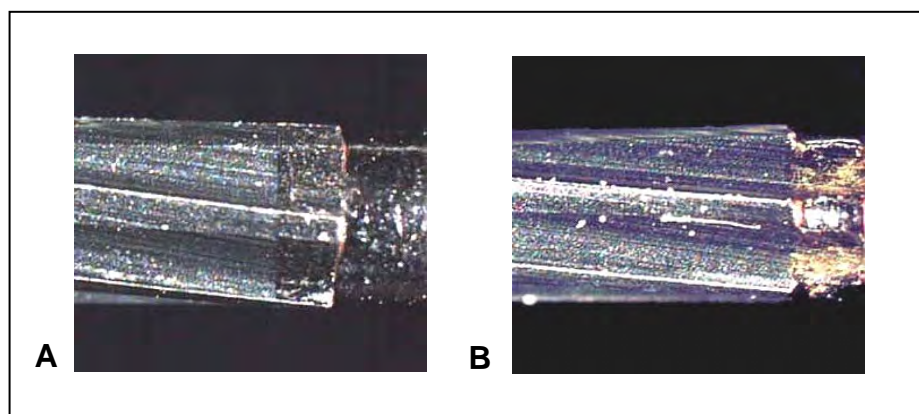


FIGURA 5 - Fotomicrografias, em lupa estereoscópica (32X), da interface ponta ativa/ haste metálica de uma fresa *carbide* do grupo E1 (controle), A- antes do uso e B- após 12 ciclos de desgaste.

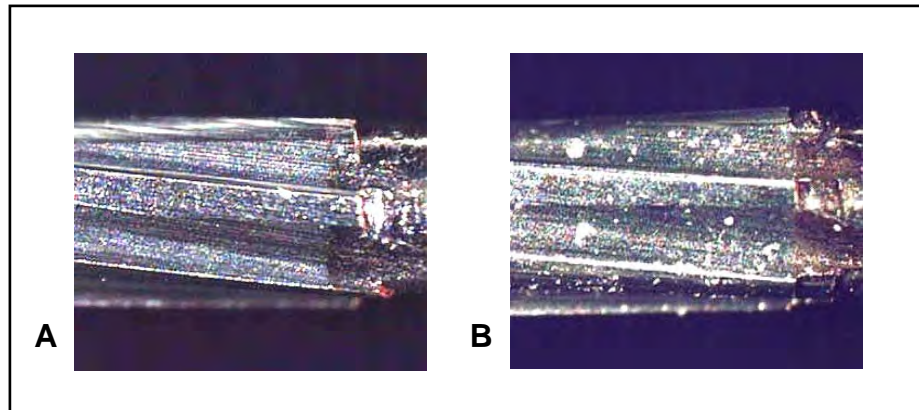


FIGURA 6 - Fotomicrografias, em lupa estereoscópica (32X), da interface ponta ativa/ haste metálica de uma fresa *carbide* do grupo E2 (autoclave), A- antes do uso e B- após 12 ciclos de esterilização.

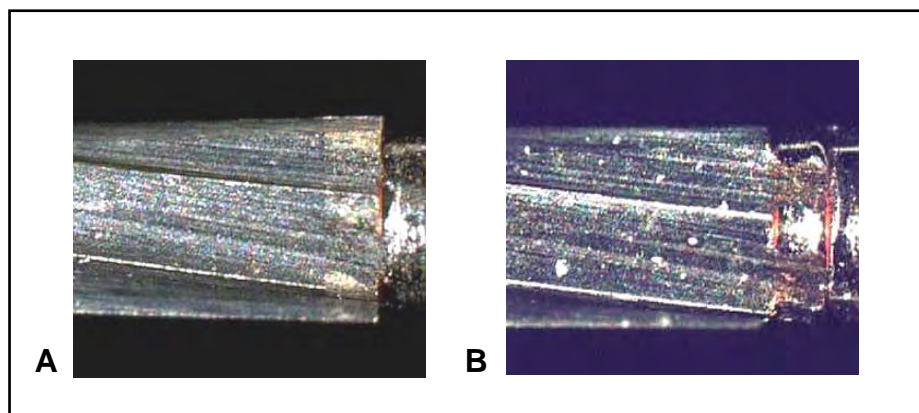


FIGURA 7 - Fotomicrografias, em lupa estereoscópica (32X), da interface ponta ativa/ haste metálica de uma fresa *carbide* do grupo E3 (estufa), A- antes do uso e B- após 12 ciclos de esterilização.

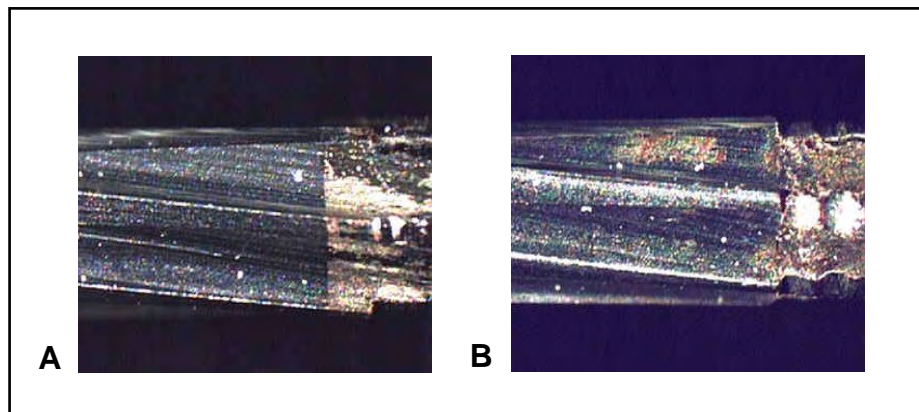


FIGURA 8 - Fotomicrografias, em lupa estereoscópica (32X), da interface ponta ativa/ haste metálica de uma fresa *carbide* do grupo E4 (microondas), A- antes do uso e B- após 12 ciclos de esterilização.

Ao contrário do que foi visto anteriormente, nas fresas *carbide* do grupo E5 (glutaraldeído) foi observado, que logo após o primeiro ciclo de esterilização, já se constatou a presença de algumas alterações superficiais na região de interface ponta ativa/ haste, tanto em observação a olho nu, quanto em lupa estereoscópica. Essas alterações apareciam como uma degradação superficial precoce nesta região, com presença de corrosão do tipo corda de união, ou seja, corrosão em torno da área de solda, concentrada na base da lâmina de corte. Além disso, foi observada uma nítida progressão dessas alterações superficiais e do processo de corrosão durante os reprocessamentos de esterilização, ocorrendo o desenvolvimento de pites generalizados em toda a área. Essas características podem ser visualizadas na Figura 9.

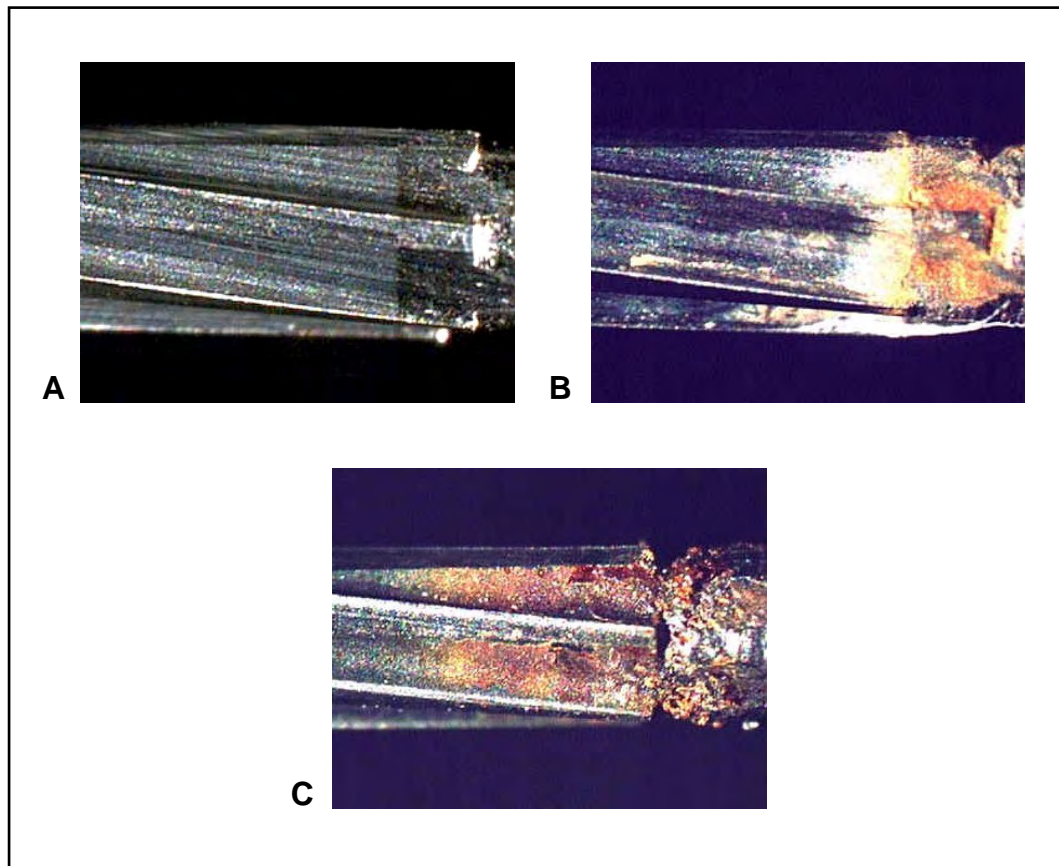


FIGURA 9 - Fotomicrografias, em lupa estereoscópica (32X), da interface ponta ativa/ haste metálica de uma fresa *carbide* do grupo E5 (glutaraldeído), A- antes do uso; B- após o primeiro ciclo de esterilização e C- após o sexto ciclo de esterilização.

As alterações morfológicas presentes nas fresas *carbide* pertencentes ao grupo de esterilização pela imersão em solução de glutaraldeído parecem ter ocorrido em função de uma dissolução do material, com perda total da cobertura superficial e mudança na coloração para marrom-escuro. Essa forma de corrosão também foi vista no trabalho de Lopes et al.³⁰, e segundo os autores, esse tipo de corrosão é

altamente indesejável, frente à possibilidade de contaminação metálica e à tendência ao desenvolvimento de trincas, que podem levar a fratura prematura do instrumento rotatório.

Esse resultado está de acordo com alguns trabalhos da literatura que avaliaram as alterações superficiais de instrumentos rotatórios submetidos a procedimentos de desinfecção/esterilização por meio de imersão em substância química, encontrando alterações quanto à textura de superfície, degradação dos instrumentos e presença de corrosão^{4,5,12,24,32,34,41,42}. Entretanto, estes resultados contrastam com os de Araujo, Fantinato³, Cooley et al.⁹ e Zettlemoyer et al.⁶⁴, os quais não verificaram qualquer alteração morfológica superficial em fresas dentais, após a esterilização química. A provável causa dessa diferença se deve ao fato de que os instrumentos avaliados, no trabalho desses autores, não terem sido os mesmos utilizados nesta pesquisa, fresas *carbide*, e, portanto, podem apresentar diferentes materiais na composição metálica, além da diferença entre os processos de fabricação dos instrumentos.

Na literatura encontram-se trabalhos que afirmam que os métodos físicos e físico-químicos de esterilização existentes podem determinar o aparecimento de corrosão^{3,4,5,9,12,23,24,30,32,34,41,42,50,53}. E, a presença de corrosão sobre os instrumentos rotatórios de corte causa uma inutilização precoce destes^{4,24,64}.

Define-se corrosão como sendo a deteriorização de um material geralmente metálico, por ação química ou eletrolítica do meio,

com a presença ou não de esforços mecânicos. O fenômeno da corrosão é um processo espontâneo e indesejável por intensificar as alterações macroestruturais e microestruturais dos materiais, aumentar o desgaste e variações químicas da sua composição, reduzindo em consequência a resistência mecânica e o tempo de vida dos componentes^{4,24,30}.

Quando a corrosão ocorre microscopicamente, o ataque à microestrutura das fresas está diretamente relacionado à perda de corte da extremidade ativa e, quando a corrosão ocorre macroscopicamente, como pôde ser visto no metal misto que compõe a solda entre a haste metálica e a ponta ativa das fresas utilizadas neste trabalho, contribui provavelmente para a redução da resistência de união entre as duas partes do instrumento, ponta ativa/ haste. Isto acarreta na deterioração do desempenho e posterior quebra do instrumento⁴. Isto pôde ser observado neste trabalho, visto que houve fratura prematura em vinte e cinco fresas *carbide*, antes que as mesmas pudessem completar o período experimental, sendo duas fresas pertencentes ao grupo E3 (estufa), três fresas do grupo E4 (microondas) e vinte fresas do grupo E5 (glutaraldeído). Essas fraturas ocorreram, em grande parte, justamente na união ponta ativa/ haste metálica desses instrumentos.

Os problemas advindos da corrosão das fresas *carbide* empregadas em odontologia, podem ser diretos e indiretos. Os custos de substituição dessas fresas, a perda da eficiência de corte, superaquecimento das estruturas dentais durante o preparo dental e a

fratura prematura desse instrumento durante o uso, são alguns desses problemas^{4,9,24,30,64}.

Zettlemoyer et al.⁶⁴ relatou que clinicamente as fraturas das fresas são provavelmente um resultado de fadiga do metal causado pela esterilização e/ou decréscimo da eficiência de corte da superfície corroída. Assim, quando a eficiência de corte diminui, o profissional tende a aumentar a força aplicada no instrumento rotatório, resultando em aumento na flexão da haste metálica do mesmo e, por fim, acarretando na falência do instrumento.

Embora haja esse tipo de achado na literatura, no tempo utilizado neste trabalho constatou-se, através da análise dos resultados obtidos (Tabela 17), que os métodos físicos de esterilização estudados (autoclave, estufa e microondas) não influenciaram a resistência de união entre ponta ativa/ haste metálica das fresas *carbide*, pois estes grupos (autoclave, estufa e microondas) apresentaram resultados estatisticamente semelhantes aos do grupo controle (E1), grupo que foi somente submetido ao desgaste sem nenhum procedimento de esterilização. Entretanto, o método químico de esterilização (glutaraldeído) comportou-se de maneira diferente dos demais, mostrando que este tipo de esterilização afeta negativamente a resistência de união entre ponta ativa/ haste metálica de fresas *carbide*, estando os resultados do processo de esterilização química de acordo com os relatados em vários trabalhos da literatura^{4,5,12,24,32,34,41,42}.

Na análise do grupo submetido à esterilização por meio de imersão em solução de glutaraldeído, verificou-se que no subgrupo A (seis ciclos de esterilização), somente 33,3% das fresas conseguiram completar os seis ciclos propostos, enquanto que, 25% das fresas fraturaram após o segundo ciclo de esterilização; 25% fraturaram após o quarto ciclo e 16,7% fraturaram após o terceiro ciclo de esterilização. Entretanto, no subgrupo B (doze ciclos de esterilização), 25% das fresas fraturaram após completarem quatro ciclos de esterilização; 16,7% fraturaram após seis ciclos; 16,7% fraturaram após dois ciclos; 8,3% após oito ciclos; 8,3% após sete ciclos; 8,3% após cinco ciclos; 8,3% após três ciclos e 8,3% após um único ciclo de esterilização. Portanto, nenhuma fresa carbide conseguiu completar a quantidade de 12 ciclos de esterilização propostos, fraturando prematuramente. Isso reforça veementemente que o método químico diminui a vida útil dos instrumentos, fato que por si só poderia ser o gerador da crença de que a esterilização das fresas *carbide* diminui a vida útil do instrumento acarretando em prejuízos para quem as utiliza.

A causa disso pode ser em parte respondida pelo trabalho de Bapna, Miller⁴ que avaliaram o efeito das soluções químicas esterilizantes e desinfetantes sobre fresas *carbide* relatando que as soluções químicas estudadas apresentam ingredientes ativos em sua composição como fenóis, glutaraldeídos e boratos, os quais são agentes corrosivos em potencial para os metais que compõem as fresas dentais e

concluindo que pela análise em MEV, ocorreu à deposição de corrosão sobre a união de solda entre a haste metálica e a parte ativa das fresas *carbide* estudadas.

Em contrapartida, Cooley et al.⁹ analisaram o efeito de quatro métodos de esterilização comumente empregada na prática clínica (autoclave com vapor d'água, autoclave com vapor químico, estufa e imersão em solução de glutaraldeído) sobre a resistência à fratura das fresas utilizadas durante o preparo de pinos dentinários. Concluíram que houve o aparecimento do processo de corrosão na superfície das fresas, mas seus resultados indicaram que os quatro métodos de esterilização não influenciaram a resistência à fratura das mesmas.

Essa divergência de resultados pode provavelmente ser devido às fresas dentais analisadas por esses autores serem diferentes das usadas neste trabalho e, portanto, a região da interface ponta ativa/haste possuir composição metálica diferente. Outro fator que pode justificar essa ocorrência é a diferença entre os processos de fabricação dos instrumentos. Quanto maior a quantidade de carbono na liga metálica, menor a resistência à corrosão. Podendo-se somar a isso outras possíveis causas desse efeito, como: o tipo de união da ponta ativa/haste (solda elétrica ou solda convencional utilizando liga metálica), e principalmente, a localização da área de solda^{34,41,42}. Isso porque a colocação da solda na base da extremidade de corte da fresa, deixa esta junção sujeita ao desgaste durante o uso, o que aumenta a

vulnerabilidade aos procedimentos de limpeza e esterilização, favorecendo a fragilidade desta união e sua ruptura durante o uso^{41,42}. Outra possível explicação seria a diferença de comportamento de polarização, devido à formação de células micro-eletromecânicas nos eletrólitos de diferentes composições e concentrações, pela formação de uma corrente galvânica entre as diferentes partes das fresas (ponta ativa/ interface de união/ haste), uma vez que a haste é catódica e a extremidade ativa anódica⁴.

Visto que a composição é um dos principais fatores que determinam a durabilidade do instrumento e seu comportamento ao longo do tempo⁴² e não obstante de o carboneto de tungstênio ser um material friável mesmo quando unido a uma matriz (“cermet”)^{51,60}, a constituição metálica total da fresa determina sua resistência à fratura e à corrosão. Pela análise da composição da fresa *carbide*, realizada no trabalho de Pita⁴², por meio de espectroscopia por dispersão de energia, que indica a composição dos materiais, encontrou que a região de interface ponta ativa/ haste da fresa é composta por: carbono; alumínio; tungstênio; cromo; manganês; ferro e níquel, e, segundo Ferreira et al.¹² fresas com teor de carbono maior que 0,03% promovem o aparecimento do processo de corrosão em torno do cordão de solda e a ocorrência de corrosão do tipo intergranular. Apesar de aços inoxidáveis formarem uma superfície protetora à corrosão em um grande número de meios químicos³⁰, essa

camada pode ser ineficiente em meios contendo aldeídos, como foi observado neste trabalho.

Após a comparação entre os diferentes métodos de esterilização avaliados neste trabalho, observamos que apenas o grupo E2 (autoclave) e o grupo E3 (estufa) mostraram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) e pela análise das médias dos valores da resistência à flexão, o grupo que foi submetido à esterilização em autoclave mostrou-se superior à estufa. Estando de acordo com o trabalho de McLundie³⁴ onde as fresas *carbide* que receberam tratamento de esterilização em autoclave sofreram pouca deterioração visível. Entretanto, quando as fresas foram esterilizadas por meio da estufa houve um leve aumento no número de fendas na superfície das mesmas, sendo estas, uma das causas de fratura prematura da fresa.

Analisando a Figura 4 das médias dos valores da resistência à flexão, pode-se observar que as fresas *carbide* esterilizadas por meio de autoclave apresentaram as maiores médias, ou seja, maior resistência à flexão na região de união entre ponta ativa/ haste metálica. Portanto, nota-se que houve uma tendência de comportamento diferente entre os métodos de esterilização estudados podendo classificá-los da seguinte forma: o glutaraldeído é o método mais prejudicial, dentre os outros métodos testados a autoclave (E2) teve um desempenho superior à estufa (E3) e os demais métodos foram equivalentes.

Considerando que os métodos de esterilização existentes (autoclave, estufa e substância química) apresentam alguns inconvenientes como, o alto custo de equipamentos, o tempo requerido para a esterilização e os danos causados aos instrumentos, torna-se importante investigar métodos alternativos de esterilização que superem as limitações desses métodos, principalmente, frente aos danos causados às fresas dentais^{20,23,24,34,42,44,45,49,53,54}. Dentre os meios mais modernos, o uso da irradiação por microondas tem sido bastante estudado, desenvolvido e divulgado^{11,23,42,44-47,53,54,59,61}. Com essa finalidade, foi avaliado neste estudo o efeito da esterilização em fornos de microondas doméstico sobre as alterações morfológicas e resistência à flexão das fresas *carbide*.

O emprego do forno de microondas para esterilização foi realizado de acordo com a técnica sugerida por estudos prévios realizados pelo Grupo de Pesquisas em Prótese Parcial Fixa e Sobre Implantes*, pois se mostrou eficiente em causar a morte de microorganismos, inclusive de esporos, sua forma mais resistente^{11,45-47,53,54}. Esse método de esterilização atua através da conversão de energia elétrica a baixa frequência (60 Hz) em campo eletromagnético com centros de cargas positivas e negativas (ondas eletromagnéticas). As ondas eletromagnéticas, microondas, são geradas através de magnetrons, possuindo propriedade diferente conforme o material sobre o

* Spinola SG. Esterilização de fresas carbide em forno de microondas: efeito do material umectante. Iniciação Científica. Bolsa FAPESP Proc. 05/04618-2

qual age⁴⁴. O princípio do aumento de temperatura é o aquecimento pelas microondas causado pelas oscilações das moléculas polares, pois, são eletricamente não-balanceadas. A molécula de água é como uma molécula polar. A vibração molecular produz aquecimento, promovendo uma elevação na temperatura e, possivelmente, isto resulta em degradações das moléculas afetadas²³.

Apesar de muitos autores terem estudado e confirmado que a irradiação por microondas promove a destruição microbiana, até dos microorganismos mais resistentes, a causa da letalidade dos microorganismos ainda não foi totalmente esclarecida, não se sabe se isso ocorre pela irradiação por si só ou pelo calor gerado durante a irradiação^{44,46,47,59}.

Um problema relatado com a esterilização em forno de microondas é a colocação de objetos metálicos no seu interior, como este material não é absorvente de microondas, quando colocado dentro do forno, ele reflete as mesmas que podem atingir e afetar o magnetron causando encurtamento da sua vida útil. Para que se minimize este problema, juntamente ao objeto metálico, deve-se colocar um material que seja absorvente de microondas, como, por exemplo, a água⁴⁵, para ser utilizado como uma carga paralela no intuito de reduzir a quantidade de energia refletida. Portanto, o conceito errôneo da impossibilidade do uso de objetos metálicos no interior do forno de microondas só ocorre no caso de não utilização do material absorvente, como, por exemplo, se o

forno de microondas for ligado com a cavidade vazia ou somente com objetos metálicos^{44,45}.

Nesse estudo, pôde ser observado, que a esterilização das fresas *carbide* em forno de microondas não influenciou a característica morfológica e a resistência à flexão entre ponta ativa/ haste metálica da mesma, pois, de acordo com a Tabela 17, seus resultados foram estatisticamente semelhantes aos do grupo controle (E1). Embora tenha ocorrido diferença estatística entre os subgrupos E4A (seis tempos de desgaste e seis ciclos de esterilização) e E4B (12 tempos de desgaste e 12 ciclos de esterilização) do grupo das fresas esterilizadas no forno de microondas, de acordo com a Tabela 16, não foi encontrado diferença significativa com o grupo controle.

Portanto, pelo fato do procedimento de esterilização por meio do forno de microondas não ter afetado a característica morfológica e resistência à flexão da interface ponta ativa/ haste das fresas *carbide*, com base neste trabalho pode-se considerar que esse método pode ser indicado como uma importante opção aos procedimentos tradicionais de esterilização de fresas *carbide*, com vantagens como, requerer um tempo de exposição menor, facilidade técnica, além do custo inferior, tanto em relação ao equipamento, quanto ao consumo de energia^{44-47,53,54}.

Em relação aos três métodos físicos de esterilização estudados, ao fazermos uma análise panorâmica abrangendo os resultados obtidos nos dois tipos de avaliação desenvolvidos neste

trabalho, autoclave, estufa e microondas não influenciaram negativamente a característica morfológica e a resistência à flexão da interface ponta ativa/ haste das fresas *carbide*. Para o grupo das fresas esterilizadas por meio de imersão em solução de glutaraldeído ocorreram grandes alterações morfológicas superficiais, com presença de processos de corrosão avançado e perda de material, influenciando negativamente a interface ponta ativa/ haste, o qual pôde ser comprovado pelo teste de resistência à flexão, pois, essas fresas apresentaram os menores valores de força de ruptura, como também, ocorreu fratura prematura da maior parte das fresas *carbide* pertencentes a esse grupo antes do final do experimento, mostrando que este método de esterilização afeta negativamente a vida útil desses instrumentos, podendo então, com base neste trabalho, considerar a esterilização pelo método químico contraindicado em fresas *carbide*.

Conclusão

7 Conclusão

Considerando as condições experimentais deste trabalho e com base nos resultados obtidos, é lícito concluir que:

1) Com relação às alterações morfológicas

- os três métodos físicos estudados (autoclave, estufa e microondas) não apresentaram alterações morfológicas significantes na interface ponta ativa/ haste metálica das fresas *carbide*;
- o método químico de esterilização (glutaraldeído) promoveu as piores alterações morfológicas na interface de união das fresas *carbide* desde o primeiro tempo de desgaste e ciclo de esterilização.

2) Com relação à resistência de união

- o tempo de uso não influenciou na resistência à flexão das fresas *carbide*;
- a quantidade de ciclos de esterilização pelos métodos físicos estudados não influenciou na resistência de união das fresas *carbide*;

-
-
- a resistência de união das fresas *carbide* foi influenciada negativamente pela esterilização por meio do método de imersão em solução de glutaraldeído, sendo este método contra-indicado por causar a diminuição da vida útil desses instrumentos.

3) Visto que os métodos físicos de esterilização não influenciaram a vida útil dos instrumentos, os profissionais podem e devem realizar os procedimentos de esterilização nas fresas *carbide*, por serem considerados agentes de infecção em potencial, aumentando o risco de infecção cruzada em um consultório odontológico.

Referências

*8 Referências **

1. American Dental Association. Council on Dental Materials and Devices. J Am Dent Assoc. 1975; 90: 459-67.
2. American Dental Association. Council on Scientific Affairs and Council on Dental Practice. Infection control recommendations for the dental office and the dental laboratory. J Am Dent Assoc. 1996; 127: 672-80.
3. Araujo MAM, Fantinato V. Esterilização e desinfecção de instrumento rotatório. Avaliação e alterações. Rev Bras Odontol. 1994; 51: 2-6.
4. Bapna MS, Mueller HJ. Corrosion of dental burs in sterilizing and disinfection solutions. J Prosthet Dent. 1988; 59: 503-11.
5. Bianchi EC, Silva EJ, Cezar FAG, Aguiar PR, Bianchi ARR, Freitas CA, et al. Aspectos microscópios da influência dos processos de esterilização em pontas diamantadas. Mater Res. 2003; 6: 203-10.
6. Border BG, Rice-Spearman L. Microwaves in the laboratory: effective decontamination. Clin Lab Sci. 1999; 12: 156-60.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Manual de procedimentos básicos em microbiologia clínica para o controle de infecção. Brasília; 1992.

* De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site: http://www.nlm.gov/bsd/uniform_requirements.html

-
-
8. Burkhart NW, Crawford J. Critical steps in instrument cleaning: removing debris after sonication. *J Am Dent Assoc.* 1997; 128: 456-62.
 9. Cooley RL, Arshall TD, Young JM, Huddleston AM. Effect of sterilization on the strength and cutting efficiency of twist drills. *Quintessence Int.* 1990; 21: 919-23.
 10. Eames WB, Nale JL. A comparison of cutting efficiency of air-driven fissure burs. *J Am Dent Assoc.* 1973; 86: 412-5.
 11. Farias RJM. Esterilização de pontas diamantadas através da energia por microondas [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2003.
 12. Ferreira EL, Ferraz GA, Padilha JC, Ruthes S. Avaliação do efeito dos processos de esterilização e desinfecção em brocas de aço carbono e aço *carbide* associados ou não ao uso de lubrificantes. *Rev ABO Nac.* 2001; 8: 375-81.
 13. Ferreira RA. Barrando o invisível. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1995; 49: 417-27.
 14. Fichman DM, Curti A, Kiyohara PK, Collesi JPP. Alterações morfológicas observadas em brocas devidas ao desgaste de estrutura dental e ao polimento do amalgama. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1981; 35: 354-60.
 15. Fontana RHBTS, Faria IR, Angelieri LMD, Dinelli W, Fontana UF. Brocas para alta rotação. *RGO.* 1989; 37: 341-5.

-
-
16. Fontana UF, Dinelli W, Gabrielli F, Fontana RHBTS, Angelieri LMD. Estudo comparativo da eficiência de instrumentos rotatórios de carbeto de tungstênio e diamante. Análise gravimétrica. Efeito de tempo e procedência do instrumento. Rev Assoc Paul Cir Dent. 1985; 39: 54-63.
 17. Freire CBRC, Freitas CA, Francisconi PAS. Avaliação do desempenho de pontas diamantadas. Rev Fac Odontol Bauru. 1996; 4: 17-23.
 18. Gordon BL, Burke FJT, Bagg J, Marlborough HS, McHugh ES. Systematic review of adherence to infection control guidelines in dentistry. J Dent. 2001; 29: 509-16.
 19. Gureckis KM, Burgess JO, Schwartz RS. Cutting effectiveness of diamond instruments subjected to cyclic sterilization methods. J Prosthet Dent. 1991; 66: 721-6.
 20. Harkness N, Davies EH. The cleaning of dental diamond burs. Br Dent J. 1983; 22: 42-5.
 21. Hartley JL, Hudson DC, Sweeney WT, Dickon G. Methods for evaluation of rotating diamond-abrasive dental instruments. J Am Dent Assoc. 1957; 54: 637-44.
 22. Henry EE, Peyton FA. The relationship between design and cutting efficiency of dental burs. J Dent Res. 1955; 33: 281-92.
 23. Hume WR, Makinson OF. Sterilizing dental instruments: evaluation of lubricating oils and microwave radiation. Oper Dent. 1978; 3: 93-102.

-
-
24. Johnson GK, Perry FU, Pelleu GB. Effect of four anticorrosive dips on the cutting efficiency of dental carbide burs. *J Am Dent Assoc.* 1987; 114: 648-50.
 25. Kanaan E, Amis AA, Derrick JS. The magnitude of cutting forces at high speed. *J Prosthet Dent.* 2003; 89: 286-91.
 26. King DR, Reitz CD, King AC. Gutting efficiency of carbide burs on two composite resins. *J Can Dent Assoc.* 1982; 48: 263-5.
 27. Kugel G, Perry RD, Ferrari M, Lalicata P. Disinfection and communication practices: a survey of US dental laboratories. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131: 786-92.
 28. Liao WM, Taira M, Ohmoto K, Shintani H, Yamaki M. Studies on dental high-speed cutting. *J Oral Rehabil.* 1995; 22: 67-72.
 29. 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: 675-84.
 30. Lopes HP, Elias CN, Costa Filho, AS. Avaliação da corrosão de brocas Gates-Glidden. *Rev Bras Odontol.* 1992; 49: 32-5.
 31. Luebke NH, Chan KC, Bramson JB. The cutting effectiveness of carbide fissure burs on teeth. *J Prosthet Dent.* 1980; 43: 42-5.
 32. Machado GL, Kather JM. Estudo do controle da infecção cruzada utilizada pelos cirurgiões-dentistas de Taubaté. *Rev Biociências.* 2002; 8: 1-8.

-
-
33. Magro-Filho O, Melo MS, Martin SC. Métodos de esterilização, desinfecção e paramentação utilizados pelo cirurgião-dentista e auxiliar no consultório odontológico. Levantamento entre os profissionais. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1991; 45: 589-92
 34. McLundie AC. The effects of various methods of sterilization and disinfection on tungsten-carbide burs. *Br Dent J.* 1974; 137: 49-55.
 35. Medeiros PJ, Tinoco E, Uzeda M. Avaliação de quatro métodos para esterilização de instrumentos de Odontologia. *Rev Bras Odontol.* 1990; 47: 30-2.
 36. Miller CH. Instrument sterilization and beyond. *Am J Dent.* 2002; 15: 137-8.
 37. Miller CH. Tips preparing instruments for sterilization. *Am J Dent.* 2002; 15: 66.
 38. Ohmoto K, Taira M, Shintani H, Yamaki M. Studies on dental high-speed cutting with carbide burs used on bovine dentin. *J Prosthet Dent.* 1994; 71: 319-23.
 39. Osborne J, Anderson JN, Lammie GA. Tungsten carbide and its application to the dental bur. *Br Dent J.* 1951; 90: 229-35.
 40. Palenik CJ, Burke T, Miller CH. Strategies for dental clinic infection control. *Dental Update.* 2000; 27: 7-15.
 41. Patterson CJW, McLundie AC. The effect of ultrasonic cleansing and autoclaving on tungsten carbide burs. *Br Dent J.* 1988; 164: 113-5.

-
-
42. Pita APG. Efeito do método de esterilização e do tempo de uso sobre a eficiência de corte de fresas *carbide* [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2005.
 43. Polyzos GL, Zissis AJ, Yannikakis SA. The effect of glutaraldehyde and microwave disinfection on some properties of acrylic denture resin. *Int J Prosthodont*. 1995; 8: 150-4.
 44. Rizzo R. Gli effetti della sterilizzazione con microonde sulle frese diamantate. *Minerva Stomatol*. 1993; 42: 93-6.
 45. Rohrer MD, Bulard RA. Microwave sterilization. *J Am Dent Assoc*. 1985; 110: 194-8.
 46. Rosaspina S, Salvatonelli G, Anzanel D. The bactericidal effect of microwaves on *Mycobacterium bovis* dried on scapel blades. *J Hosp Infect*. 1994; 26: 45-50.
 47. Rosaspina S, Liguori G, Anzanel D, Finzi G, Salvatorelli G. Prove sperimentali su di un sistema di sterilizzazione a micro-onde. *Minerva Stomatol*. 1994; 43: 17-21.
 48. Samaranayake L. Rules infection control. *Int Dent J*. 1993; 43: 578-84.
 49. Santana IL. Estudo comparativo da eficiência de desgaste de pontas diamantadas em função do tipo de esterilização, tempo de utilização e procedência do instrumento [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2000.

-
-
50. Savage NW, Walsh LJ. The use of autoclaves in the dental surgery. *Aust Dent J.* 1995; 40: 197-200.
 51. Schuchard A, Walkins EC. Cutting effectiveness of tungsten carbide burs and diamond points at ultra-high rotational speeds. *J Prosthet Dent.* 1967; 18: 58-65.
 52. Tanaka N, Taira M, Wakasa K, Shintani H, Yamaki M. Cutting effectiveness and wear of carbide burs on eight machinable ceramics and bovine dentin. *Dent Mater.* 1991; 7: 247-53.
 53. Tate WH, Goldschmidt MC, Ward MT, Grant RL. Disinfection and sterilization of composite polishing instruments. *Am J Dent.* 1995; 8: 270-2.
 54. Tate WH, Goldschmidt MC, Ward MT, Powers JM. Performance of composite finishing and polishing instruments after sterilization. *Am J Dent.* 1996; 9: 61-4.
 55. Tavares da Silva RHB, Pimenta FB, Pita APG, Pereira JM. Pontas diamantadas: eficiência de corte após limpeza. *RGO.* 2002; 50: 225-30.
 56. Tavares da Silva RHB, Miranda AF, Pimenta FB, Pita APG, Pinelli LAP. Efeito da desinfecção química sobre a eficiência de corte de pontas diamantadas. *Rev Odontol UNESP.* 2002; 31: 259-68.
 57. Teixeira M, Santos MV. Responsabilidade no controle de infecção. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1999; 53: 177-89.

-
-
58. Vaz JC, Steagall L, Issao M. Eficiência de instrumentos de diamante no desgaste do esmalte de dentes humanos e vidro. Ensaio preliminar com instrumentos nacionais e estrangeiros. Rev Assoc Paul Cir Dent. 1981; 35: 82-91.
 59. Vela GR, Wu JF. Mechanism of lethal action of 2,450MHz radiation on microorganism. Appl Environ Microbiol. 1979; 37: 550-3.
 60. Watson TF, Cook RJ. The influence of bur blade concentricity on high-speed tooth-cutting interactions: a video-rate confocal microscopic study. J Dent Res. 1995; 74: 1749-55.
 61. Webb BC, Tjomas CJ, Harty DWS, Willcox MDP. Effectiveness of two methods of denture sterilization. J Oral Rehabil. 1998; 25: 416-23.
 62. Whitworth CL, Martin MV, Gallagher M, Worthington HV. A comparison of decontamination method used for dental burs. Br Dent J. 2004; 197: 635-40.
 63. Wilwerding T, Aiello A. Comparative efficiency testing 330 carbide dental burs utilizing Macor[®] substrate. Pediatr Dent. 1990; 12: 170-1.
 64. Zettlemoyer TL, Goerig AC, Nagy WW, Grabow W. Effect of sterilization procedures on the cutting efficiency of stainless steel and carbon steel gates glidden drills. J Endod. 1989; 15: 522-5.

Apêndice

Apêndice 1

Quadro A1 - Escores atribuídos às fresas *carbide* do subgrupo E1A do grupo E1 (controle), pelos três examinadores (A1, A2 e A3), a cada tempo de desgaste (T1-T6)

Tempos	Exam	Fresas <i>carbide</i>											
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
INICIAL	A1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	A2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
	A3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
T1	A1	0	0	0	2	1	1	1	1	0	0	1	1
	A2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2
	A3	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1
T2	A1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
	A2	1	1	0	2	0	1	1	1	1	1	2	2
	A3	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
T3	A1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
	A2	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	2	2
	A3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T4	A1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1
	A2	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2
	A3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2
T5	A1	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1
	A2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
T6	A1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1
	A2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2

Quadro A3 - Escores atribuídos às fresas *carbide* do subgrupo E2A do grupo E2 (autoclave), pelos três examinadores (A1, A2 e A3), a cada tempo de desgaste (T1-T6)

Tempos	Exam	Fresas <i>carbide</i>											
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
INICIAL	A1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	A2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
	A3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	A1	1	1	0	2	1	0	1	0	1	1	1	1
	A2	1	1	0	1	2	0	1	0	2	1	1	1
	A3	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
T2	A1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2
	A2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
T3	A1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2
	A2	1	2	1	2	2	0	1	1	2	2	0	1
	A3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T4	A1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2
	A2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2
	A3	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2
T5	A1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
	A2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	0	2
	A3	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2
T6	A1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2
	A2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2
	A3	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2

Quadro A4 - Escores atribuídos às fresas *carbide* do subgrupo E2B do grupo E2, pelos três examinadores (A1, A2 e A3), a cada tempo de desgaste (T1-T12)

Tempos	Exam	Fresas <i>carbide</i>											
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
INICIAL	A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1
	A3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	A1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	2	1	1
	A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	A3	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
T2	A1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1
	A2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
	A3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
T3	A1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
	A2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
	A3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1
T4	A1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1
	A2	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	A3	0	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1
T5	A1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1
	A2	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1	1	1
	A3	0	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1
T6	A1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1
	A2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	A3	1	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2
T7	A1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1
	A2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	A3	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1
T8	A1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
	A2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	A3	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1
T9	A1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
	A2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	A3	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1
T10	A1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
T11	A1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	A2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	A3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
T12	A1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	A2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
	A3	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1

Quadro A5 - Escores atribuídos às fresas *carbide* do subgrupo E3A do grupo E3 (estufa), pelos três examinadores (A1, A2 e A3), a cada tempo de desgaste (T1-T6)

Tempos	Exam	Fresas <i>carbide</i>											
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
INICIAL	A1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
	A2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
	A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	A1	0	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1
	A2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2
	A3	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T2	A1	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1
	A2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	A3	0	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
T3	A1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2
	A2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
	A3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T4	A1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1
	A2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	A3	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
T5	A1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2
	A2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	A3	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
T6	A1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
	A2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2
	A3	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2

Quadro A6 - Escores atribuídos às fresas *carbide* do subgrupo E3B do grupo E3, pelos três examinadores (A1, A2 e A3), a cada tempo de desgaste (T1-T12)

Tempos	Exam	Fresas <i>carbide</i>											
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
INICIAL	A1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	A1	1	0	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1
	A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A3	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0
T2	A1	1	0	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1
	A2	1	1	1	1	3	1	1	2	1	2	2	1
	A3	1	0	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1
T3	A1	2	1	2	2	3	2	2	1	1	1	2	2
	A2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	A3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
T4	A1	1	1	2	1	3	2	2	2	1	1	2	1
	A2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1
	A3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2
T5	A1	2	1	2	1	3	2	1	2	1	1	2	2
	A2	1	1	1	0	3	1	1	1	1	2	1	1
	A3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1
T6	A1	2	2	1	1	3	0	1	2	2	2	2	1
	A2	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	2	1
	A3	1	1	2	2	3	1	1	1	1	2	1	2
T7	A1	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2
	A2	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2	1	1
	A3	1	1	2	1	3	2	1	1	1	2	2	1
T8	A1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
	A2	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2	1	1
	A3	1	1	2	1	3	1	1	1	1	2	2	2
T9	A1	2	1	2	1	3	1	1	2	2	2	2	2
	A2	1	1	1	1	3	1	1	1	2	2	2	1
	A3	1	1	2	2	3	2	1	1	1	2	2	2
T10	A1	2	1	3	2	3	2	1	2	1	2	2	2
	A2	2	1	3	1	3	1	1	1	2	2	2	2
	A3	2	1	3	1	3	1	2	1	2	2	2	2
T11	A1	2	2	3	2	3	1	2	2	2	2	2	2
	A2	2	1	3	1	3	1	1	1	2	2	2	2
	A3	1	1	3	2	3	2	2	1	1	2	2	1
T12	A1	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2
	A2	2	1	3	1	3	1	1	1	2	2	2	2
	A3	2	1	3	2	3	1	2	1	2	2	2	1

Quadro A7 - Escores atribuídos às fresas *carbide* do subgrupo E4A do grupo E4 (microondas), pelos três examinadores (A1, A2 e A3), a cada tempo de desgaste (T1-T6)

Tempos	Exam	Fresas <i>carbide</i>											
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
INICIAL	A1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
	A2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	A1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
T2	A1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
	A2	1	1	0	1	2	1	1	1	0	1	1	2
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T3	A1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2
	A2	1	1	0	1	2	1	1	1	1	1	1	2
	A3	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
T4	A1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2
	A2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
	A3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
T5	A1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2
	A2	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
	A3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
T6	A1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2
	A2	1	1	1	0	2	1	1	2	1	1	1	2
	A3	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2

Quadro A8 - Escores atribuídos às fresas *carbide* do subgrupo E4B do grupo E4, pelos três examinadores (A1, A2 e A3), a cada tempo de desgaste (T1-T12)

Tempos	Exam	Fresas <i>carbide</i>											
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
INICIAL	A1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	A2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	A1	0	0	0	0	2	0	1	1	1	1	1	1
	A2	2	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	A3	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
T2	A1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
	A3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T3	A1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
	A2	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
	A3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T4	A1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	A2	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	2	1
	A3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
T5	A1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2
	A2	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	A3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T6	A1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2
	A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
T7	A1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1
	A2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T8	A1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
	A2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
T9	A1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
	A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
T10	A1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
	A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
T11	A1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3
	A2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	3	3
	A3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	3	3
T12	A1	2	2	1	2	3	2	2	1	1	2	3	3
	A2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	3
	A3	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	3	3

Quadro A9 - Escores atribuídos às fresas *carbide* do subgrupo E5A do grupo E5 (glutaraldeído), pelos três examinadores (A1, A2 e A3), a cada tempo de desgaste (T1-T6)

Tempos	Exam	Fresas <i>carbide</i>											
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
INICIAL	A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	A2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	A1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
	A2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	A3	12	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1
T2	A1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
	A2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	A3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2
T3	A1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2
	A2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2
	A3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2
T4	A1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2
	A2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2
	A3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2
T5	A1	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3
	A2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3
	A3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3
T6	A1	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3
	A2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3
	A3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3

Apêndice 2

Tabela A1 - Estatística H de Kruskal-Wallis para análise comparativa da avaliação morfológica das fresas do subgrupo E1A (controle) com as fresas dos subgrupos E2A, E3A, E4A e E5A

Período de avaliação	Estatística H
T0	0,2951
Valor p	0,9901

Tabela A2 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1A (controle) com as fresas dos subgrupos E2A, E3A, E4A e E5A, período T1 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1A	168,33 A
Grupos E2A	255,00 A
Grupos E3A	298,33 A
Grupos E4A	320,00 A
Grupos E5A	483,33 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A3 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1A (controle) com as fresas dos subgrupos E2A, E3A, E4A e E5A, período T2 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1A	207,50 A
Grupos E2A	316,25 A
Grupos E3A	250,00 A
Grupos E4A	245,00 A
Grupos E5A	506,25 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A4 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1A (controle) com as fresas dos subgrupos E2A, E3A, E4A e E5A, período T3 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1A	205,00 A
Grupos E2A	300,00 A
Grupos E3A	252,50 A
Grupos E4A	252,50 A
Grupos E5A	515,00 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A5 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1A (controle) com as fresas dos subgrupos E2A, E3A, E4A e E5A, período T4 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1A	230,83 A
Grupos E2A	299,58 A
Grupos E3A	253,75 A
Grupos E4A	230,83 A
Grupos E5A	510,00 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A6 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1A (controle) com as fresas dos subgrupos E2A, E3A, E4A e E5A, período T5 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1A	213,33 A
Grupos E2A	300,00 A
Grupos E3A	278,33 A
Grupos E4A	213,33 A
Grupos E5A	520,00 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A7 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1A (controle) com as fresas dos subgrupos E2A, E3A, E4A e E5A, período T6 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1A	193,33 A
Grupos E2A	301,66 A
Grupos E3A	280,00 A
Grupos E4A	236,66 A
Grupos E5A	513,33 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A8 - Estatística H de Kruskal-Wallis para análise comparativa da avaliação morfológica das fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B

Período de avaliação	Estatística H
T0	0,1967
Valor p	0,9955

Tabela A9 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T1 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	300,00 A
Grupos E2B	238,75 A
Grupos E3B	300,42 A
Grupos E4B	177,50 A
Grupos E5B	508,33 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A10 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T2 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	255,00 A
Grupos E2B	255,00 A
Grupos E3B	263,75 A
Grupos E4B	215,83 A
Grupos E5B	535,42 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A11 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T3 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	235,00 A
Grupos E2B	280,83 A
Grupos E3B	264,17 A
Grupos E4B	216,25 A
Grupos E5B	528,75 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A12 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T4 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	230,00 A
Grupos E2B	297,50 A
Grupos E3B	259,17 A
Grupos E4B	211,67 A
Grupos E5B	526,67 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A13 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T5 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	215,00 A
Grupos E2B	321,25 A
Grupos E3B	265,42 A
Grupos E4B	197,92 A
Grupos E5B	525,42 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A14 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T6 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	232,50 A
Grupos E2B	296,25 A
Grupos E3B	284,58 A
Grupos E4B	190,00 A
Grupos E5B	521,67 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A15 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T7 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	226,25 A
Grupos E2B	307,92 A
Grupos E3B	278,75 A
Grupos E4B	185,42 A
Grupos E5B	526,67 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A16 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T8 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	220,00 A
Grupos E2B	300,00 A
Grupos E3B	292,08 A
Grupos E4B	180,00 A
Grupos E5B	532,92 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A17 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T9 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	213,75 A
Grupos E2B	311,67 A
Grupos E3B	285,00 A
Grupos E4B	174,58 A
Grupos E5B	540,00 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A18 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T10 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	211,67 A
Grupos E2B	307,50 A
Grupos E3B	297,50 A
Grupos E4B	173,33 A
Grupos E5B	535,00 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A19 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T11 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	250,00 A
Grupos E2B	268,33 A
Grupos E3B	286,67 A
Grupos E4B	195,00 A
Grupos E5B	525,00 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Tabela A20 - Postos médios e as respectivas diferenças encontradas pela análise estatística H de Kruskal-Wallis e pelo teste de Dunn. Análise comparativa entre as fresas do subgrupo E1B (controle) com as fresas dos subgrupos E2B, E3B, E4B e E5B, período T12 de avaliação

Grupos	Posto médio
Grupos E1B	241,25 A
Grupos E2B	259,17 A
Grupos E3B	278,75 A
Grupos E4B	225,83 A
Grupos E5B	520,00 B

Letras maiúsculas iguais indicam não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupo experimentais

Autorizo a reprodução deste trabalho.

Araraquara, 30 de março de 2007.

CAROLINE CANHIZARES MARCELO