

*Renata Jansen de Mello Farias*



*Renata Jansen de Mello Farias*

ESTERILIZAÇÃO DE  
PONTAS DIAMANTADAS  
ATRAVÉS DA ENERGIA POR  
MICROONDAS

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, para obtenção do título de Mestre em Reabilitação Oral, área de concentração: Prótese.

Orientadora: ***Profa. Dra. Regina Helena Barbosa  
Tavares da Silva***

Araraquara  
2003

Farias, Renata Jansen de Mello

Esterilização de pontas diamantadas através da energia por microondas / Renata Jansen de Mello Farias. – Araraquara : [s.n.], 2003.

125 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. Microondas  
4. Controle de infecções dentárias I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley Cristina Chiusoli Montagnoli CRB 8/5646

Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Araraquara / UNESP

*Renata Jansen de Mello Farias*

ESTERILIZAÇÃO DE  
PONTAS DIAMANTADAS  
ATRAVÉS DA ENERGIA POR  
MICROONDAS

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Helena Barbosa Tavares  
da Silva – UNESP - Araraquara  
2º Examinador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alma Blásida Concepción Elizaur Bernitez  
Catirse – USP - Ribeirão Preto  
3º Examinador: Prof. Dr. Antonio Carlos Pizzolitto – UNESP -  
Araraquara

Araraquara  
27 de fevereiro de 2003

## *Dados Curriculares*

### *Renata Jansen de Mello Farias*

NASCIMENTO 14 de março de 1975 – SÃO LUÍS –MA

FILIAÇÃO Antônio Afonso Reis Farias  
Eneida Jansen de Mello Farias

1994/1999 Curso de Graduação  
Faculdade de Odontologia  
Universidade Federal do Maranhão

2000/2001 Curso de Especialização em Prótese Dentária,  
na Faculdade de Odontologia de Araraquara –  
UNESP

2001/2003 Curso de Pós Graduação em Reabilitação Oral  
(Prótese), nível de Mestrado, na Faculdade de  
Odontologia de Araraquara - UNESP

## *Dedicatória*

À Deus pela vida e por ter me acompanhado  
e guiado em mais uma caminhada.

Aos meus pais, Eneida e Afonso,  
pelo amor, compreensão, confiança, exemplo de vida  
e pelo grande apoio durante esta jornada.

Aos meus irmãos, Roberta e Afonso,  
pelo apoio, carinho, amizade e união.

*O meu eterno amor.*

## *Agradecimento Especial*

À professora

Regina Helena Barbosa Tavares da Silva,

pela orientação competente e segura,

pelo esforço e dedicação durante o desenvolvimento deste trabalho,

pelo carinho, atenção e paciência

nas diversas etapas dessa trajetória.

*Meu agradecimento,*

*respeito e carinho.*

## *Agradecimentos*

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, representada pelo Senhor Diretor Prof. Dr. Ricardo Samih Georges Abi Rached, pela oportunidade de crescimento profissional.

Ao programa de Pós Graduação em Reabilitação Oral, área de Prótese, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, representado pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Lúcia Machado e pelo Prof. Dr. Gelson Luis Adabo, pela contribuição em minha formação profissional.

A todos os professores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, pelos conhecimentos transmitidos e, em especial, aos professores Carlos Alberto dos Santos Cruz, Cínara Maria Camparis, Eunice Teresinha Giampaolo,

Francisco Guedes Júnior, Ivan Ribeiro de Faria, João Neudenir Arioli Filho, Lígia Antunes Pinelli Perreira, Marco Antonio Compagnoni, Renata Garcia

---

Fonseca, Sérgio Sualdini Nogueira e Sérgio Russi, pelo carinho, amizade e orientação.

Ao professor Antônio Carlos Pizzollito, da Faculdade de Farmácia de Araraquara, pela competência, auxílio e orientação no desenvolvimento da fase experimental.

Ao professor José Kleber da Cunha Pinto, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pela orientação necessária ao desenvolvimento deste trabalho.

À professora Alma Blasida Catirse, pela atenção, paciência, gentileza e auxílio na execução da estatística.

Aos senhores José Vicente Fortes e Elcio Motoaki Kawakame, do Centro de Manutenção de Equipamentos da UNESP, pela confecção do equipamento necessário para a realização desse trabalho.

À Maria do Carmo, funcionária da Faculdade de Farmácia, pelo incansável auxílio durante a execução da metodologia.

À Maria José Perón, pelo apoio, dedicação e correção das referências bibliográficas utilizadas neste trabalho e, a todos os funcionários da biblioteca, pelo auxílio e atenção prestados.

A todos os funcionários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, em especial à Dulce, Lúcia, Malu, Marta e Sílvia, pelo carinho e amizade.

Às funcionários da seção de Pós-Graduação, Mara, Rosângela, Vera e Sílvia, pela simpatia, atenção e disponibilidade.

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

Ao senhor Stuchi pela colaboração e auxílio na confecção das fotografias utilizadas neste trabalho.

A todos os meus colegas do curso, André, Eduardo, Fabiana, Fabiano, Janaina, José Fernando, Karin, Márcio Giampá, Márcio Mendonça, Max, Nara, Roberta, Suzana, Weber e Débora, pela amizade e companheirismo durante estes dois anos, e em especial, à Raphael,

Rosângela, Sabrina, Sicknan e Vanessa pelo apoio e compreensão nos momentos mais difíceis.

À Lígia e Flávio, pela amizade, incentivo e amparo durante esta jornada.

Aos amigos e companheiros de São Luís, Camila, Daniela, Darlon, Elaine, Éric, Érika, Etevaldo, Fernando, Ivone, Milena e Sílvia, que me acompanharam e me incentivaram durante a minha estada em Araraquara.

Às novas amigadas formadas em Araraquara: Alessandro Gonçalves, Alessandro Fuzetti, Alexandre, Cristina, Cristiane Oliveira, Cyntia, Halissa, Helen, José Carlos, Jussara, Elane, Kaline, Kleber, Leonardo, Maiby, Mariana, Pablo, Regiane, Renata Mesquita, Ticiane e Valcácia.

Em especial ao meu namorado, Everardo, pelo incentivo, amor e conforto durante os difíceis momentos vividos distantes da minha família.

---

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

A todos que, embora não estejam aqui citados,  
contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste  
trabalho.

*Minha eterna gratidão.*

“Pode ser que um dia deixemos de nos falar...

Mas, enquanto houver amizade,  
Faremos as pazes de novo.

Pode ser que um dia o tempo passe...

Mas, se a amizade permanecer,  
Um do outro há de se lembrar.

Pode ser que um dia nos afastemos...

Mas, se formos amigos de verdade,  
A amizade nos reaproximará.

Pode ser que um dia não mais existamos...

Mas, se ainda sobrar amizade,  
Nascemos de novo, um para o outro.

Pode ser que um dia tudo acabe...

Mas, com a amizade construiremos tudo novamente,

Cada vez de forma diferente,  
Sendo único e inesquecível cada momento,  
Que juntos vivemos e nos lembraremos para sempre.

Há duas formas para viver sua vida:  
Uma é acreditar que não existe milagre.  
A outra é acreditar que todas as coisas são um milagre.”

*Albert Einstein*  
14/03/1879-1955

## *Sumário*

<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 - REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 – Controle da infecção cruzada .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 – Esterilização em forno de microondas .....</b>	<b>33</b>
<b>3 - PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>4 - MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1 – Material .....</b>	<b>64</b>
<b>4.2 – Método .....</b>	<b>70</b>
<b>5 - RESULTADO .....</b>	<b>81</b>
<b>6 - DISCUSSÃO .....</b>	<b>86</b>

---

<b>7 - CONCLUSÃO .....</b>	<b>100</b>
<b>8 - REFERÊNCIAS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>116</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>120</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>123</b>

## *1 - Introdução*

---

*A* odontologia vem, com o decorrer dos anos, se beneficiando da evolução tecnológica e de várias pesquisas que têm proporcionado o desenvolvimento de novos materiais e instrumentos, permitindo com isso o surgimento de diversas técnicas clínicas para o tratamento dos pacientes.

Acompanhando toda essa evolução, sempre estão presentes os cuidados que se deve ter em relação ao complexo dentino-pulpar, mantendo a saúde não somente por meio de desgastes dentais conservadores e harmoniosos, mas, principalmente, por meio do controle de infecções dentro do consultório odontológico no manuseio de materiais e instrumentos odontológicos.

---

Dentre os instrumentos cortantes utilizados durante os desgastes dentais, os rotatórios de diamante são os mais empregados<sup>2,8,23,24,31,32,33,34,68,77,78,80</sup>, devido à maior eficiência na remoção de tecido dentário<sup>8,24,31,33,45,80</sup> e por exigirem menor força de aplicação<sup>60</sup>. Em parte isto se deve à característica altamente irregular e rugosa que advém do processo de fabricação por eletrodeposição e fixação das partículas de diamante a uma matriz na haste metálica, gerando assim, a parte ativa das pontas diamantadas<sup>35,71</sup>. Essa característica rugosa da superfície ativa pode causar nas pontas diamantadas maior ou menor grau de eficiência de corte<sup>65</sup>, dependendo do tamanho das partículas de diamante.

Apesar do efeito positivo quanto ao corte gerado por essa característica rugosa ocorre, também, um fenômeno negativo, pois quando associada à pressão e calor produzidos durante o desgaste dental, pode ocorrer a compactação de fragmentos de tecidos dentais, materiais restauradores, saliva, sangue e microrganismos entre as partículas de diamante. A diminuição ou perda da eficiência, devido ao acúmulo desses detritos, é um dos fatores que influencia negativamente a capacidade de corte dessas pontas e precede o outro fator que também leva a sua falência, que é a perda do diamante por uso<sup>27,30,59</sup>. Do ponto de vista econômico e prático isso gera a necessidade de se realizar a limpeza desses instrumentos, prolongando consideravelmente, o seu tempo de uso<sup>59,61</sup>.

---

Durante os preparos cavitários, os instrumentos rotatórios utilizados entram em contato com sangue e secreções. A constante exposição da equipe odontológica a estes fluidos é um perigo sempre presente e um contribuinte potencial à transmissão de infecções<sup>43,61,72,73</sup>. Todo esse conjunto de fatores determina que não somente uma minuciosa limpeza é imprescindível, mas uma precisa esterilização de tais instrumentos é fundamental antes do seu uso em pacientes<sup>1,9,13,34,48,75,77,84</sup>.

A necessidade de rigorosos procedimentos deve-se a existência de grandes concentrações de microrganismos no meio bucal<sup>1,2,23,43,47,50,57,69,72,75,84</sup>. Quanto maior a manipulação de sangue realizada pelos profissionais das áreas de saúde, maior será a chance de contrair uma doença infecto-contagiosa ou de ser um agente transmissor dessas<sup>23,43,47,64,70</sup>. A presença de traços de sangue na saliva, não visíveis, é suficiente para proporcionar muitas infecções<sup>12,47,65,73,74,75,84</sup>.

O cirurgião-dentista tem responsabilidade legal e ética no controle e prevenção de infecções em pacientes e membros de sua equipe, além do interesse na autoproteção em relação à possibilidade de contrair doenças através do paciente<sup>1,12,33,43,50,61,69,72,74</sup>. Portanto, os pacientes devem sempre ser atendidos como se fossem portadores de doença contagiosa, pois submetê-los a exames laboratoriais não é ético, legal, viável, nem suficiente<sup>23,50,65,74</sup>.

---

Devido aos elevados números de prevalência da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) e de outras doenças infecciosas, como hepatite (A, B, C, Delta e E), herpes e tuberculose, a prevenção na transmissão de microrganismos tornou-se prioridade em vários segmentos da sociedade mundial<sup>1,19,23,41,43,50,52,57,64,84</sup>. Estima-se que a hepatite B, infecção gravíssima a que estão expostos tanto o pessoal da equipe de saúde como os pacientes, atinge cerca de 300 milhões de indivíduos em todo o mundo, situando o Brasil numa faixa de prevalência de 1% a 7% de portadores crônicos<sup>21,65</sup>.

O interesse pela prevenção da infecção cruzada tem determinado uma revisão crítica dos sistemas para esterilização disponíveis aos cirurgiões-dentistas e dos apropriados procedimentos para a manutenção da assepsia. Atualmente não se dispõe de um único sistema que satisfaça às diversas exigências<sup>1,7,10,19,23,29,41,50,59,72,73</sup>.

Por esterilização, entende-se o processo de destruição de todas as formas de vida presentes num material<sup>1,7,29,48,75</sup>, podendo ser realizada por intermédio de meios físicos, tais como: calor seco, radiação (luz ultravioleta, raios X, beta e gama) e vapor d'água sob pressão ou por meios químicos, como o óxido de etileno, peróxido de hidrogênio, gás plasma e soluções químicas, variando de acordo com o tipo do material a ser esterilizado.

Para os materiais médico-cirúrgicos, os métodos mais comuns são autoclave e esterilização a gás, que requerem grandes

---

equipamentos, espaço, pessoal com conhecimento operacional, sistemas especiais de conexão eletrônica, isto é, vapor, água ou gás e constante vigilância. Nos hospitais, esses meios são geralmente encontrados, enquanto que, nas instituições para-hospitalares, a situação é problemática, pois os recursos necessários são dispendiosos e de difícil obtenção, por não serem métodos desenvolvidos para usuários de pequenos volumes como os consultórios odontológicos<sup>7,28,75</sup>.

Embora no mercado existam recursos modernos que facilitem o controle de infecções, alguns profissionais continuam a adotar métodos, técnicas e produtos ultrapassados<sup>58</sup>, apenas desinfetando seus instrumentos rotatórios a frio devido à possibilidade de enferrujar ou sofrer outros efeitos deletérios.

Pontas diamantadas estéreis descartáveis têm sido lançadas no mercado garantindo a todo paciente um instrumento novo, estéril e individual. No entanto, esse tipo de conduta encarece o tratamento odontológico e, somando-se a esse inconveniente, esses instrumentos são produzidos numa reduzida variedade de forma e granulometria em relação aos tradicionais. Levando-se em consideração que para o preparo protético são necessárias diversas fresas, algumas utilizadas apenas em breves manobras, as pontas diamantadas tradicionais continuam sendo as melhores opções e, desde que esterilizadas, poderão ser usadas e reutilizadas, com segurança e eficiência<sup>8,59</sup>.

---

Um método de esterilização que tem recebido crescente atenção é a irradiação por microondas. Essa forma de radiação eletromagnética tem sido utilizada para a esterilização de instrumentos e materiais odontológicos<sup>7,59,61,73,82</sup>, lâminas de bisturi<sup>62</sup>, cateteres plásticos<sup>39</sup>, lentes de contato<sup>17,39</sup>, materiais termossensíveis<sup>7,55</sup> e outros materiais médicos<sup>7,41,62,81</sup>, além de ser utilizada para a descontaminação de alimentos<sup>17,20,25,37,39,53</sup> e desinfecção de próteses dentárias confeccionadas em resina acrílica e materiais reembasadores resilientes<sup>4,17,51,57,82</sup>. Na Odontologia o forno de microondas também vem sendo utilizado na polimerização de resinas acrílicas<sup>11</sup>, na plasticização de godiva para moldagens<sup>58</sup>, assim como para o controle da infecção cruzada no consultório odontológico<sup>58,61</sup>.

O método de esterilização que utiliza forno de microondas convencional vem sendo divulgado como um sistema rápido, com potencial de agir sobre bactérias, vírus, esporos e fungos. Os inconvenientes iniciais apontados como impedimentos para o seu uso, como a colocação de substratos metálicos no interior do forno, temendo-se o risco de danificar o magnetron, somando à existência de pontos frios e pontos quentes no seu interior, que podem levar a uma falha na esterilização, foram adequadamente estudados e equacionados em diversos trabalhos de pesquisa<sup>54,59,61,73,86</sup>. Sendo assim, esse método é mais um meio que poderá auxiliar nos processos de esterilização de um consultório odontológico de maneira rápida e econômica, agindo sobre

---

bactérias, vírus, esporos e fungos, sendo seguro e eficiente para a esterilização de pequena quantidade de material contaminado<sup>3,22,39,56,59,61,73</sup>.

Apesar de ser um procedimento rápido e eficaz<sup>7,55,59,61,73</sup>, a esterilização através da energia por microondas tem sido pouco utilizada, divulgada e estudada, resultando em poucos trabalhos na literatura odontológica.

Neste trabalho, portanto, buscou-se um maior número de informações sobre a efetividade desse método de esterilização, principalmente analisando, indiretamente, o possível efeito dos pontos neutros no interior do forno por considerar que possa contribuir na agilização dos procedimentos e, conseqüentemente, dos atendimentos, sem que se perca o padrão de qualidade necessário para esterilização.

---

## *2 - Revisão da literatura*

---

### *2.1 - Controle da infecção cruzada*

Com o propósito de auxiliar os profissionais quanto à eliminação da infecção cruzada entre pacientes, Neugeboren et al.<sup>52</sup>, 1972, avaliaram a ação de soluções desinfetantes sobre canetas de alta rotação, peças de mão e pontas diamantadas antes e após os procedimentos de limpeza. Os autores observaram que a presença da camada de proteínas sobre as pontas diamantadas reduziu a atividade bactericida dos agentes desinfetantes e que a limpeza mecânica com escovas de aço, eliminando tal camada da superfície das pontas diamantadas, permitiu uma completa ação do agente desinfetante. Concluindo: há a necessidade da limpeza mecânica antes da desinfecção.

Considerando a alta contaminação das pontas diamantadas com fluidos orais, sangue e tecido cariado após o seu uso, Cooley et al.<sup>13</sup> (1982) avaliaram e compararam a efetividade de cinco agentes desinfetantes para instrumentos odontológicos. Os autores

---

observaram a necessidade dos procedimentos de limpeza do instrumental previamente à esterilização, independente do método escolhido, assim como a necessidade de se manter os instrumentais em embalagens ou recipientes apropriados durante todo o processo de esterilização até o momento do seu uso.

Preocupados com os efeitos da infecção cruzada nos procedimentos odontológicos e com a necessidade de limpeza e esterilização dos instrumentos cortantes rotatórios, Hooker & Staffanou<sup>34</sup>, em 1985, avaliaram a longevidade e eficiência de corte de instrumentos rotatórios diamantados após a limpeza com ultra-som e esterilização através de autoclave a 132°C, por 8 a 10 minutos. Os autores realizaram esta pesquisa em duas fases, sendo que na primeira, os instrumentos diamantados da marca Brasseler, Inc. foram pesados em uma balança de precisão decimal (Mettler), antes e após cada um dos seguintes procedimentos: a) os instrumentos foram apenas limpos com ultra-som durante 10 minutos, repetindo-se por 4 ciclos; b) os instrumentos passaram por 4 ciclos de autoclave e; c) os instrumentos foram submetidos a 4 ciclos de limpeza com ultra-som seguidos de esterilização em autoclave. Na segunda fase, diversas marcas de instrumentos foram pesadas em uma balança de precisão centesimal (Ainsworth). Foi realizada uma limpeza utilizando-se o ultra-som durante 5 minutos, seguida de esterilização em autoclave. Os instrumentos foram pesados e

---

novamente realizou-se a limpeza em ultra-som, mas desta vez, por 30 minutos, seguida da esterilização em autoclave. O resultado de todos os ciclos mostrou perda insignificante após limpeza com ultra-som e esterilização em autoclave. A média da perda foi da ordem de 0,01 a 1 mg, concluindo-se que o procedimento de limpeza seguido de esterilização não causa qualquer efeito deletério nos instrumentos rotatórios diamantados.

A American Dental Association<sup>1</sup>, em 1988, afirmou que o uso de procedimentos efetivos para o controle de infecções no consultório odontológico e no laboratório de prótese previne a contaminação cruzada que pode ocorrer e envolver toda a equipe odontológica, assim como, o paciente. O autor descreveu sobre a prevenção na transmissão de doenças infecciosas, a importância da vacinação contra a hepatite B e da lavagem das mãos, o correto manuseio de instrumentos cortantes e o uso apropriado de barreiras, como luvas, máscaras, gorros, óculos protetores, protetores de superfície e limitação da área de contaminação. Adequados procedimentos para desinfecção e esterilização também foram descritos, além da importância da limpeza associada à escovação ou ao uso de aparelhos de ultra-som e da necessidade de se embalar ou acondicionar os instrumentos em caixas ou recipientes apropriados, que possam ser vedados previamente à esterilização, com o intuito de se manter a esterilidade até o momento de seu uso.

---

Em 1991, Connor<sup>12</sup>, analisou o controle de contaminação na prática em prótese dentária através de um extenso trabalho de pesquisa. Baseado na observação do descaso pelo controle da infecção cruzada entre a equipe do consultório odontológico e do laboratório de prótese, o autor ratifica a importância da implantação de medidas de uso rotineiro capazes de prevenir a transmissão de doenças infecto-contagiosas potencialmente fatais. A desinfecção ou esterilização de moldagens e superfícies, assim como o respeito às técnicas de anti-sepsia são suficientes para inativar os agentes infecciosos, reduzindo o potencial para transmissão de doenças à equipe de saúde dental e aos pacientes. Concluindo ser essencial que a equipe clínica e laboratorial colabore para controlar a infecção cruzada e que a proteção pessoal pode ser feita por uma combinação de procedimentos de imunização e uso de paramentos.

Através do uso de indicadores biológicos, Hastreiter et al.<sup>33</sup>, em 1991, avaliaram os procedimentos de esterilização em diversos consultórios odontológicos. Para tal, os autores pesquisaram 381 consultórios, analisando 406 equipamentos empregados para a esterilização. Observaram que embora tenha ocorrido uma evolução nos equipamentos durante a década em questão, a porcentagem de falhas nos procedimentos de esterilização ainda é muito alta, sendo o operador,

---

a principal causa para o fracasso na esterilização. Concluíram que para a adequada esterilização são necessários quatro elementos: equipamentos de qualidade com contínua manutenção; correta operação do equipamento; treinamento do operador e o uso de indicadores biológicos para monitorar a efetividade dos procedimentos de esterilização.

Miller<sup>47</sup>, em 1992, ressaltou vários estágios de doenças infecto-contagiosas, suas relações com a odontologia e os cuidados que a equipe de saúde bucal deve tomar para diminuir suas prevalências. O autor observou que as bactérias da microbiota bucal têm potencial patogênico e que acidentes com instrumentos cortantes ou perfurantes podem ocasionar a inoculação destas, provocando uma doença infecciosa de difícil cura. Para o mesmo, a boca é a fonte primária para os agentes infecciosos no consultório odontológico, que podem se espalhar por meio de secreções como saliva e sangue. Concluindo que os profissionais podem trabalhar sem riscos quando alguns cuidados são tomados, como: vacinação, esterilização dos instrumentais, limpeza e desinfecção de mãos, superfícies e equipamentos.

Já em 1993, Miller<sup>48</sup> direcionou seu trabalho a um procedimento fundamental no controle da infecção em consultório odontológico, porém, muitas vezes ignorado, a limpeza. Considerando a limpeza de instrumentais, equipamentos e superfícies um dos aspectos

---

mais importantes no controle de infecções, o autor descreveu um guia explicando e auxiliando quanto ao correto procedimento para a limpeza no consultório odontológico, os paramentos necessários e agentes utilizados na sua execução, o adequado processo para a desinfecção, acondicionamento e esterilização dos instrumentais e materiais utilizados e, por fim, a importância da monitoração da esterilização, através de meios químicos ou biológicos. Concluindo que a limpeza apropriada deve ser o primeiro passo para a descontaminação, pois reduz o número de microrganismos e remove sangue, saliva ou outros materiais que podem protegê-los do contato direto com os agentes germicidas.

Scully et al.<sup>70</sup> (1993) pesquisaram possíveis rotas de transmissão do vírus do HIV, além das rotas parenterais. Os autores concluíram que é dever de todos os profissionais da área de saúde manter altos padrões de controle de infecção, empregando acessórios protetores e realizando a esterilização dos instrumentos utilizados ou desinfecção dos artigos que não podem ser esterilizados.

Preocupados com o controle da disseminação de doenças infecciosas, como a AIDS e hepatite B, entre os profissionais da Odontologia, Fantinato et al.<sup>21</sup> (1994) desenvolveram um manual orientando os corretos procedimentos para a desinfecção e esterilização. Os autores salientaram a importância do conhecimento e conscientização

---

por parte dos profissionais para o controle de tais doenças, assim como a utilização de técnicas apropriadas para a assepsia, desinfecção e esterilização, evitando a disseminação de doenças infecciosas no consultório odontológico.

Em 1995, Ferreira<sup>23</sup> afirmou que o controle da infecção cruzada é o maior desafio para os cirurgiões-dentistas e outros profissionais das áreas de saúde. Considerando que a cavidade bucal abriga mais de 300 microrganismos diferentes na sua flora e que não se pode mais classificar os indivíduos em grupos de risco quanto à propensão a contrair e disseminar doenças contagiosas, o ambiente odontológico propicia a contaminação tanto do paciente para o profissional, quanto o contrário. O autor relata que quanto menor for a atenção com as normas de segurança no consultório, maior será a possibilidade de se contraírem doenças infecto-contagiosas e que a limpeza do consultório e dos instrumentos odontológicos pode ser feita por agentes físicos, físico-químicos e químicos, de acordo com a sua composição. O autor conclui que o protocolo de controle de infecção deve ser instituído e utilizado na sua íntegra por todos os profissionais da equipe de saúde.

Recomendações para os métodos de desinfecção e esterilização de instrumentos odontológicos foram descritas por Gurevich

---

et al.<sup>29</sup>, em 1996. Os autores realizaram um questionário avaliando os métodos utilizados para a desinfecção e esterilização em onze mil consultórios odontológicos. Observaram que princípios básicos como adequada limpeza antes dos procedimentos de desinfecção e esterilização foram ignorados, concluindo que devido à inadequada esterilização de instrumentos odontológicos, a potencialidade para a transmissão de agentes infecciosos entre indivíduos depende apenas da prevalência de pacientes portadores de vírus, como do HIV, da hepatite B e C.

Considerando a necessidade do controle de infecções na atualidade, Burkhart & Crawford<sup>10</sup> (1997) descreveram em seu artigo a importância da limpeza efetiva e remoção de detritos dos instrumentos odontológicos. Detritos orgânicos contaminados deixados sobre os instrumentos podem proteger os microrganismos, incluindo esporos, durante os procedimentos de esterilização. Por esta razão, os autores consideram a completa limpeza dos instrumentos uma etapa crítica na compensação de qualquer problema não detectado durante a esterilização, assim como, uma ação protetora para o profissional durante o acondicionamento do instrumental.

Normas para o controle de infecção e corretos procedimentos de desinfecção e esterilização em consultório odontológico

---

foram editadas, em 1999, pelo Conselho Federal de Odontologia<sup>9</sup>. De acordo com o risco potencial de transmissão de infecção, os materiais e instrumentais são classificados em artigos críticos, semicríticos e não-críticos, sendo que os artigos críticos (entram em contato com sangue e secreções) e os artigos semicríticos (entram em contato com a pele ou mucosa íntegra) devem estar sempre estéreis quando do seu uso em pacientes e os artigos não-críticos (entram em contato com a pele íntegra) devem ser desinfetados.

Considerando que as principais fontes de infecção cruzada em um consultório odontológico são os instrumentos pequenos e pontiagudos, principalmente as pontas diamantadas, Leontion et al.<sup>43</sup>, em 1999, avaliaram a inativação do vírus da hepatite B por meio de desinfetantes químicos. Para tal, oitenta pontas diamantadas foram contaminadas com vírus da hepatite B e submetidas ao processo de desinfecção por 15 minutos em agentes químicos, conforme o grupo ao qual pertenciam: Cidex CX 250, Asepsys, Rotagerm, TBS e Virkon, associado ou não à limpeza com ultra-som. Os autores concluíram que a associação do agente químico ao ultra-som torna-se necessária para a efetiva desinfecção e que apenas o desinfetante TBS apresentou resultados satisfatórios sem o uso associado do ultra-som.

Em 1999, Molinari<sup>50</sup> escreveu sobre a evolução e a aplicação dos cuidados rotineiros que devem ser adotados em

---

consultórios odontológicos para o controle da infecção cruzada. Dentre as precauções básicas, o autor descreveu sobre a importância do uso de luvas de látex, máscaras, óculos protetores, paramentos clínicos, descontaminação imediata dos instrumentos, adequado tempo para os procedimentos de esterilização, uso de desinfetantes químicos, utilização de objetos descartáveis por uma única vez, lavagem das mãos e o gerenciamento de todos procedimentos dentro da equipe odontológica. Tais procedimentos básicos devem sempre ser seguidos, pois embora muitos pacientes não apresentem sintomas ou sequelas de doenças infecciosas, podem possuí-las e transmiti-las para a equipe de saúde e, conseqüentemente, para os demais pacientes, criando um foco de transmissão ocupacional de patógenos.

Em 2000, Kugel et al.<sup>41</sup> salientaram a necessidade da desinfecção de moldagens e da comunicação entre o consultório odontológico e o laboratório de prótese no controle e prevenção da transmissão de doenças infecciosas. A equipe odontológica é vulnerável à contaminação cruzada por meio do transporte de moldagens entre consultórios e laboratórios odontológicos. Caso os procedimentos de limpeza, desinfecção e esterilização não sejam adequadamente aplicados e seguidos por ambas as partes, o risco de disseminação de infecções entre pacientes e equipe odontológica é agravado.

A importância quanto à prevenção da infecção cruzada na conduta diária de um tratamento dentário foi evidenciada por Santana<sup>65</sup>, em 2000, onde, em seu trabalho, para controlar e diminuir o risco de infecções em consultório odontológico apontou, entre outros procedimentos, a esterilização de instrumentos rotatórios. Após avaliar o efeito de dois métodos de esterilização, o calor úmido e o calor seco, sobre a eficiência de duas marcas comerciais de pontas diamantadas (KG Sorensen e FAVA), concluiu que a esterilização não interferiu na eficiência de corte das marcas estudadas e que não houve prevalência de uma marca sobre a outra.

## *2.2 - Esterilização em forno de microondas*

Um guia técnico para forno microondas foi desenvolvido por Panasonic<sup>54</sup>, [199-?] esclarecendo todo o mecanismo de funcionamento do forno de microondas. Neste manual encontram-se descritos os princípios fundamentais das ondas eletromagnéticas e do forno de microondas, os componentes do aparelho e suas funções, os circuitos básicos, o tipo de aquecimento gerado por microondas e suas vantagens, os materiais que podem ser usados no interior do forno, além

---

dos cuidados que devem ser observados durante a utilização do forno de microondas.

Em 1966, Goldblith<sup>26</sup> descreveu sobre os princípios de funcionamento da energia por microondas. O autor narrou sobre a ação da energia por radiofrequência, a possibilidade e o tipo de aquecimento sobre os organismos expostos, o tipo de penetração e ação da energia por microondas, a absorção e a escolha da frequência, assim como a possibilidade de seu uso em procedimentos de esterilização.

Preocupados com os possíveis riscos da exposição à radiação eletromagnética, Milroy & Michaelson<sup>49</sup>, em 1971, realizaram uma revisão da literatura sobre os efeitos biológicos da irradiação por microondas, analisando a condição presente na avaliação das normas e riscos. Os autores encontraram resultados controversos, relatando que sua existência deve-se à grande variação nos instrumentos utilizados nas pesquisas, nos animais experimentais e na frequência do aparelho de microondas, assim como, diferenças no limiar, efeitos cumulativos e danos residuais aos animais expostos. Concluíram que existem muitos dilemas não resolvidos no campo dos efeitos biológicos das microondas, mas apenas a frequência da irradiação por microondas pode ser considerada como um fator significante e não questionável, sendo que

---

frequências entre 2000 e 3000 MHz provavelmente representam um grande risco na determinação dos efeitos biológicos.

Em 1974, Bernard<sup>5</sup> avaliou a irradiação por microondas para a desnaturação de células e tecidos. O autor dispôs ratos adultos anestesiados no interior do forno de microondas na posição ventral e o forno foi acionado por 20 segundos na potência de 650 W. A temperatura gerada deve ultrapassar a temperatura de desnaturação das enzimas histológicas, mas não deve ultrapassar os 100°C devido à ebulição da água tecidual. Após a irradiação, a temperatura gerada no animal foi calculada através de um calorímetro, então, após 10 minutos, o animal deveria ser dissecado e preparado para a fixação histológica. Foram avaliadas amostras de fígado, rim, pulmão e testículos de animais irradiados e animais não irradiados (grupo controle). O aparelho de microondas doméstico produz um rápido aquecimento em materiais que contenham água, portanto o protoplasma exposto à irradiação por microondas pôde ser desnaturado. O autor concluiu que o aquecimento induzido por microondas pode ser usado como agente de fixação de peças histológicas.

Considerando a grande divergência na literatura quanto à existência de efeitos térmicos e não térmicos causados pela radiação por microondas sobre os microrganismos, Vela & Wu<sup>79</sup>, 1979, estudaram o

---

mecanismo de ação letal deste tipo de irradiação sobre bactérias, actinomices, fungos e bacteriófagos. Para tal, os autores utilizaram 70 amostras de 250g de terra divididas em 3 grupos, sendo que um grupo foi completamente desidratado, um grupo foi umedecido e o outro grupo foi imerso em água formando uma pasta. As amostras foram contaminadas e dispostas em béquer para a irradiação em forno de microondas com frequência de 2450 MHz, na potência de 150 W. A temperatura após a irradiação foi aferida e os efeitos letais sobre os microrganismos foram avaliados comparando-se a contagem de células vivas nas amostras irradiadas e não irradiadas (grupo controle) após a incubação por um período de até 2 dias. Foi observado que o aumento da temperatura das amostras depende da presença e quantidade de água, assim como o efeito bactericida da energia por microondas, concluindo: a) os microrganismos são inativados apenas na presença de água, sendo que organismos liofilizados não são afetados nem por exposições mais prolongadas e b) apenas os efeitos térmicos podem matar os microrganismos, não existindo efeitos não térmicos ou mutagênicos.

Em 1980, Dreyfuss & Chipley<sup>18</sup> estudaram alguns dos efeitos sub-letais gerados em células de *Staphylococcus aureus* (OSU 701) após a irradiação por microondas e aquecimento convencional. Os autores compararam a atividade enzimática em células expostas à irradiação por microondas e em células aquecidas

---

convencionalmente à atividade encontrada em células que não sofreram nenhum tratamento. As culturas microbianas foram irradiadas por 10, 20, 30 e 40 segundos em forno de microondas doméstico (Amana Radarange) ou foram expostas ao tratamento convencional em banho de água fervente, de maneira a alcançar as mesmas temperaturas atingidas no tratamento em forno de microondas e então, centrifugadas. Os autores observaram ação diferenciada da energia por microondas sobre vários sistemas enzimáticos, diferenças em algumas características físico-químicas, como o aumento da sensibilidade ao cloreto de sódio e um maior grau de injúria das células tratadas em forno de microondas em relação aos grupos controle e de aquecimento convencional. Tais efeitos foram atribuídos à habilidade da energia por microondas em distribuir instantaneamente a energia térmica aos componentes sub-celulares sensíveis ao calor. Os autores concluíram que os *S. aureus* afetados pela irradiação por microondas não podem ser explicados somente pelos efeitos térmicos.

Com o objetivo de desenvolver um método não destrutivo para a esterilização de fresas diamantadas e um método efetivo e seguro para a esterilização de peças de mão odontológicas que sejam aceitáveis pelos dentistas e facilmente realizáveis pelo pessoal auxiliar, Rohrer & Bulard<sup>61</sup>, em 1985, propuseram a esterilização utilizando o forno de microondas. Nesta pesquisa foram utilizados diversos tipos de

---

microrganismos, como: bactérias, fungos, vírus, esporos aeróbios e anaeróbios. Experimentos de esterilização foram conduzidos para a tentativa de inativação dos microrganismos em tubos de ensaio, próteses totais e parciais, fresas odontológicas, instrumentos manuais e peças de mão de turbinas de ar. Para tal, o forno de microondas (Toshiba), com frequência de 2450 MHz, foi utilizado a 720 W de potência, colocando-se no interior do forno um béquer de vidro contendo 150 mL de água, funcionando como um absorvente da energia por microondas. Os autores desenvolveram técnicas para superar os problemas dos fornos de microondas com relação à utilização de metais, concluindo que instrumentos metálicos, incluindo peças de mão com turbinas de ar e fresas diamantadas podem ser esterilizados em forno de microondas desde que se utilize um dispositivo para rotação tridimensional.

Em 1987 Jeng et al.<sup>36</sup>, estudaram o mecanismo de esterilização através da energia por microondas em situações de mínima umidade. A possibilidade de desenvolvimento de curtos ciclos de esterilização através da energia por microondas a baixas temperaturas para a inativação de esporos e o mecanismo para a atividade esporicida foram analisados utilizando-se esporos de *B. subtilis* (ATCC 9372), por apresentarem extrema resistência ao calor seco, comparando-se ao tratamento convencional por meio de calor seco. Os autores não encontraram diferenças significantes na atividade esporicida produzida

---

pelos tratamentos térmico convencional e microondas, os quais proporcionaram inativação cinética similar em temperaturas aproximadamente idênticas. Concluindo que a atividade esporicida em ambos os tratamentos deveu-se ao calor, não encontrando nenhum efeito não térmico na irradiação por microondas.

Devido às especulações sobre a causa dos efeitos adversos da irradiação por microondas sobre alguns microrganismos, Khalil & Villota<sup>40</sup>, em 1988, examinaram a natureza das forças sub-letais induzidas pela radiação por microondas em *Staphylococcus aureus*. Células de *S. aureus* (FRI-100, Food Research Institute, University of Wisconsin, Madison) foram expostas a temperaturas sub-letais (50°C) por 30 minutos utilizando-se fonte de calor convencional e energia por microondas (Sharp Carousel, SKR-1805, Sharp Eletronics Corp.), em meios aeróbios e anaeróbios. Após o estresse térmico, as células puderam retornar ao estado fisiológico normal, com início de crescimento e divisão celular. As lesões foram monitoradas por meio da diferença na contagem de células vivas antes e após os tratamentos térmicos. Os autores observaram uma maior redução na contagem de células no grupo sob condições aeróbicas submetido à irradiação por microondas, assim como maiores danos nas membranas e recuperação mais lenta quando comparado ao grupo submetido ao aquecimento convencional e ao grupo controle, o que não ocorreu no grupo irradiado por microondas sob

---

condições anaeróbicas. Concluiu-se que em condições aeróbicas, na temperatura de 50°C, a energia por microondas exerce danos adicionais nas células de *S. aureus* e em condições anaeróbicas, exerce menos lesões quando comparadas ao aquecimento convencional.

Em 1989, o Expert Panel on Food Safety & Nutrition<sup>20</sup> publicou uma revisão da literatura sobre fornos de microondas, onde foram descritas as características e propriedades físicas e elétricas deste tipo de onda eletromagnética. Descreveu-se, também, sobre os padrões de aquecimento, a característica e o tipo de inativação microbiana produzida pela energia por microondas, sua ação sobre a espécie humana, suas aplicações na indústria alimentícia, como no cozimento, acondicionamento e pasteurização de alimentos e nos processos de esterilização. Concluindo-se que os fatores que afetam os padrões de aquecimento por microondas em relação ao aquecimento convencional são a absorção da energia por microondas e sua profundidade de penetração, dependendo da forma, tamanho e conteúdo de sais dos produtos submetidos à irradiação.

Tentando estabelecer um novo método de esterilização, Diaz-Cinco & Martinelli<sup>15</sup>, 1991, se propuseram a avaliar o forno de microondas para a esterilização e compará-lo ao aquecimento convencional (banho Maria) e a autoclave. Os autores utilizaram culturas

---

de *Aspergillus nidulans* (Birkbeck College, London, UK), *Escherichia coli* (K98, Cambridge University, Cambridge, UK), *Bacillus subtilis* (Birkbeck College, London, UK) e um Bacteriófago T4 para *E. coli*. Inicialmente esporos de *A. nidulans* foram tratados em forno de microondas a 56°C por 4 minutos; 60°C por 8 minutos; 77°C por 10 minutos; 82°C por 20 minutos e 85°C por 30 minutos para avaliar o efeito de tais tratamentos comparando ao grupo controle e ao aquecimento convencional em banho Maria, seguindo as mesmas temperaturas e tempos com o intuito de verificar a existência de qualquer efeito não térmico. Após estes experimentos iniciais amostras das quatro culturas foram divididas em três grupos: a) tratamento em forno de microondas (Modelo 8910-8950) com frequência de 2450 MHz, na potência de 700 W por um período máximo de 30 minutos; b) banho Maria nas mesmas temperaturas e tempos e c) autoclave a 121°C por 15 minutos. A porcentagem de células vivas foi determinada pelo método da contagem em placa. Os autores observaram que a porcentagem de células vivas submetidas ao tratamento em forno de microondas e em banho Maria decresceu de forma semelhante com o aumento do tempo e temperatura e que apenas esporos antigos de *B. subtilis* permaneceram viáveis após o período de irradiação em forno de microondas, concluindo que somente efeitos térmicos são produzidos pela energia por microondas, sendo que este método pode ser utilizado tão bem quanto o aquecimento convencional ou pasteurização, com a vantagem de utilizar intervalos de tempo menores,

mas não pode substituir o método da autoclave devido à permanência de esporos nas condições avaliadas.

Kwan-Hoong<sup>42</sup> em 1991, relatou sobre a importância da uniformidade do campo elétrico das microondas no interior do forno para assegurar o aquecimento, principalmente quando pequenos volumes são irradiados. O autor descreveu sobre a necessidade do uso de béquer com água (carga fictícia) no interior do forno de microondas para a absorção da energia eletromagnética e transformação em energia térmica. Quando o béquer contendo água é utilizado, uma maior distribuição e uniformidade de energia são alcançada. Ao aumentar-se a quantidade de água de 100 mL para 200 mL, ocorreu menor alteração na temperatura, o que pode ser crítico na irradiação de pequenos volumes. Portanto, torna-se necessário o uso de água durante o acionamento do forno de microondas.

Em 1991, Petrillo et al.<sup>55</sup>, verificaram a eficácia do forno de microondas como método de esterilização para materiais termossensíveis. Foram utilizadas bactérias da espécie *Bacillus subtilis* em meio de caldo glicosado e um forno de microondas doméstico na potência média por 5 minutos. Após o processo de esterilização, os tubos foram incubados a 37°C por 48 horas. Apenas os grupos controle apresentaram crescimento após o período avaliado. Os autores

---

concluíram que o forno de microondas pode ser uma alternativa para esterilização de materiais termossensíveis.

Para avaliar a causa da morte microbiana após o aquecimento por microondas, Sastry & Palaniappan<sup>67</sup> (1991), compararam a diferença da temperatura entre os microrganismos e o meio líquido circundante por meio de princípios de transferência de calor. Os autores observaram que existe uma absorção seletiva da energia por microondas pelos microrganismos, aumentando o índice de morte microbiana devido, simplesmente, ao aquecimento térmico.

Fujikawa et al.<sup>25</sup>, em 1992, analisaram a cinética da destruição bacteriana após a irradiação por microondas. Neste estudo foram utilizados uma espécie bacteriana, a *Escherichia coli* e um forno de microondas doméstico (RE-S650, Sharp Corporation, Osaka, Japan), com frequência de 2450 MHz, nas seguintes potências: 100, 200, 300 e 500 W. Os resultados encontrados foram comparados aos da morte bacteriana após o aquecimento convencional. Nenhuma diferença notável foi encontrada entre as duas técnicas, concluindo que o perfil da destruição bacteriana é praticamente o mesmo, podendo ser explicado, principalmente, pelos efeitos térmicos.

---

Em 1993, Pinto<sup>56</sup> publicou uma apostila explicativa sobre fornos de microondas. O autor estudou os princípios básicos do aquecimento induzido por microondas, analisou os componentes e aplicações do forno de microondas, assim como as propriedades dos materiais dielétricos, concluindo que o processo de cozimento em forno de microondas é praticamente autocontrolado e que os fatores que influenciam no aquecimento são: a) forma, volume e tamanho dos alimentos; b) temperatura inicial dos alimentos; c) quantidade de alimentos e; d) consistência dos alimentos.

Considerando que os sistemas atuais disponíveis para a esterilização de pontas diamantadas abrangem um elevado tempo, além dos danos por corrosão do material, Rizzo<sup>59</sup> em 1993, se propôs a estudar o sistema de esterilização utilizando a energia por microondas para uso odontológico. O autor observou nove pontas diamantadas de diversas formas em estereomicroscópio (Wild Heerbrugg) com sistema fotográfico foto automático MPS 55, em aumentos de 9 e 40x. De cada instrumento foram realizados 5 diapositivos coloridos de determinada área da haste, da superfície abrasiva e da ponta, com particular atenção para a área de trabalho que, durante o uso pela primeira vez, se deteriora. Posteriormente, estas fresas foram imersas no líquido prescrito pelo fabricante do sistema, aldeído cinamica a 0,05% e expostas a 15 ciclos de esterilizações em Sterivelox 90 com duração de três minutos. Foram

---

realizados três ciclos diários com intervalos de 30 minutos. Terminados os ciclos, as fresas foram novamente observadas sob microscópio e fotografadas nas mesmas áreas. Foram analisados e confrontados o brilho e a suavidade da superfície do aço e a integridade da cromatura interposta entre o diamante e a eventual perda deste. Também foi analisada sob microscópio a resistência ao deslocamento dos cristais de diamante através do uso de uma agulha fina. O autor concluiu que a esterilização através da energia por microondas pode ser aplicada às pontas diamantadas de maneira repetida, resguardando sua eficácia biológica, sem com isto, explicar efeitos danosos.

Acreditando que o forno de microondas seja na atualidade um equipamento indispensável nos laboratórios, Boon & Kok<sup>6</sup> (1994), realizaram uma revisão da literatura orientando sobre os diversos usos dos fornos de microondas. Os autores discorreram sobre os tipos de radiação, a ação das ondas eletromagnéticas, a exposição e absorção da energia por microondas, o efeito das microondas sobre as moléculas e compararam o aquecimento convencional ao aquecimento por microondas. Também comentaram sobre o uso e vantagens do forno de microondas doméstico nos laboratórios químicos e nas pesquisas científicas, orientando sobre os corretos procedimentos e o melhor aproveitamento do aparelho como, por exemplo: o uso de aproximadamente 200 mL de água da torneira, ao invés de água

---

destilada, como material absorvente; a utilização sempre do mesmo reservatório e da mesma posição no interior do forno e a padronização da temperatura inicial de trabalho.

Preocupados com o ressurgimento da tuberculose, Rosaspina et al.<sup>62</sup> em 1994, analisaram a ação da energia por microondas sobre lâminas de bisturi de aço inoxidável e lamínulas de vidro utilizadas em microscopia. Os autores contaminaram 100 lâminas de bisturi e lamínulas em uma preparação comercial de *Mycobacterium bovis* (BCG, cepas de vacina Pasteur 92430-Mames La Coquette, França). Os instrumentos foram dispostos em um recipiente de vidro contendo água destilada e foram submetidos à irradiação por microondas na potência de 600 W, por um período de 4 minutos. Para efeito de comparação, os autores também realizaram o tratamento utilizando o calor seco (140°C por 2 horas), o calor úmido (121°C durante 20 minutos) e a ausência de tratamento. Os resultados foram analisados através dos métodos de cultura e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Nenhum crescimento foi observado nas culturas submetidas aos tratamentos por microondas, calor úmido e calor seco, ao contrário das amostras não tratadas. A análise em MEV mostrou que as amostras submetidas à energia por microondas sofreram uma série de alterações progressivas com características diferentes das observadas com a aplicação do calor seco ou úmido, nas quais as alterações morfológicas foram menos

---

extensas, algumas estruturas morfológicas foram melhor preservadas, não atingindo a completa desintegração celular. Os autores concluíram que a exposição à energia por microondas proporciona um alto grau de desinfecção, não agindo somente pelo calor, mas apresentando, também, propriedades adicionais ainda desconhecidas.

Questionando a possibilidade da irradiação por microondas influenciar a química das moléculas através, unicamente, do seu efeito eletromagnético, Welt et al.<sup>83</sup> em 1994, avaliaram o efeito desta irradiação sobre a inativação de esporos, por meio do tratamento convencional e em forno de microondas. Para tal, foram utilizados esporos da espécie *Clostridium sporogenes* (PA 3679) por apresentar conhecido parâmetro cinético de sua inativação térmica. As amostras foram irradiadas em forno de microondas (MQS 1403 W; Quasar, Elk Grove, Ill.), na potência de 900 W e submetidas ao aquecimento convencional em temperaturas equivalentes ao tratamento em forno de microondas (90°C, 100°C e 110°C). A inativação ocorreu tanto nas amostras irradiadas, quanto nas aquecidas convencionalmente. Este resultado implica na ausência de efeitos não térmicos durante o tratamento utilizando forno de microondas. Concluindo que o efeito da energia por microondas sobre os esporos é indistinguível do efeito gerado pelo aquecimento convencional.

---

O efeito da irradiação por microondas sobre vírus foi estudado por Kakita et al.<sup>37</sup>, em 1995. Para tal, suspensões de bacteriófagos PL-1 de *Lactobacillus casei* (ATCC 27092) foram dispostas em placas de Petri (90 mm) ou em tubos de ensaio (16 mm) e posicionadas no centro do prato giratório do forno de microondas (Toshiba, ER 115), a uma distância de 20 cm da fonte de energia. Após submetidas à irradiação em intervalos de tempo variados na potência de 500 W, as amostras foram analisadas em microscopia eletrônica para a elucidação do mecanismo de ação da esterilização por microondas. Os autores observaram que se aumentando o volume da suspensão aumentava-se, também, a inativação dos bacteriófagos, provavelmente por impedir a dissipação do calor gerado. Ao comparar o aquecimento convencional à esterilização por microondas, os autores observaram que este método esteriliza utilizando temperaturas inferiores, concluindo que a ação térmica deste método é mais forte que a induzida pelo aquecimento convencional.

Considerando que a energia por microondas é uma alternativa para os métodos tradicionais de esterilização e desinfecção, Polyzois et al.<sup>57</sup> (1995) compararam o efeito da desinfecção em forno de microondas e em glutaraldeído sobre a estabilidade dimensional, dureza e propriedades flexurais de próteses totais em resina acrílica. As amostras foram imersas em glutaraldeído a 2% por 1 ou 12 horas ou submetidas à

---

irradiação por microondas durante 3 ou 15 minutos a 500 W. Os autores encontraram que ambos os métodos podem ser aplicados na prática diária para a desinfecção de próteses totais. O método por microondas é uma alternativa confiável, com a vantagem de necessitar um menor tempo para sua realização.

Tate et al.<sup>73</sup> (1995), estudaram diversos métodos de esterilização e desinfecção em dois diferentes tipos de instrumentos para acabamento e polimento de resinas compostas. Métodos químicos e físicos de esterilização foram utilizados, incluindo: tratamento com iodofórmio, fenol sintético, glutaraldeído, forno de microondas, autoclave e esterilização por agentes químicos. Os autores obtiveram como resultados que os únicos meios eficientes para esterilização foram: forno de microondas, autoclave e agentes químicos e, como método de desinfecção, apenas o glutaraldeído foi efetivo.

Em 1996, Atmaca et al.<sup>3</sup>, analisaram o efeito da irradiação por microondas sobre as características reprodutivas de cepas bacterianas remanescentes após a exposição em forno de microondas. Suspensões bacterianas de *S. aureus* (ATCC 25923), *S. epidermidis*, *P. aeruginosa* e *P. acidovorans* foram expostas à irradiação utilizando-se um forno de microondas com frequência de 2450 MHz na potência de 550 W, nos intervalos de tempo de 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25 e

30 segundos. Após a exposição foi realizada a contagem de colônias, onde foi observado a reprodução e o número de bactérias vivas por mililitro. Os resultados foram comparados ao grupo controle, onde a suspensão bacteriana não foi exposta à irradiação por microondas e a um grupo que sofreu aplicação convencional de calor. Os experimentos foram repetidos 5 vezes para cada bactéria. Os autores observaram que a irradiação por microondas gerou efeitos diferentes sobre o meio líquido em relação ao aquecimento convencional, concluindo que a inibição bacteriana foi diferente nos dois grupos de tratamento e que a quantidade de líquido no meio apresenta um papel importante na absorção da energia por microondas.

O efeito da irradiação por microondas em diferentes suspensões de cepas bacterianas, fungos e poliovírus, diluídas em alimentos para recém-nascidos foi estudado, em 1996, por Kindle et al.<sup>39</sup>. Nesta pesquisa foram utilizados: a) um forno de microondas doméstico (Sharp R-2V11H) com frequência de 2450 MHz, na potência máxima de 600 W; b) os seguintes microrganismos: *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Enterobacter sakazakii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Mycobacterium terrae* e poliovírus tipo 1 e; c) cinco diferentes marcas comerciais de leite para recém-nascidos, manipulados conforme o fabricante em mamadeiras de vidro estéreis. Cada mamadeira foi exposta à energia por microondas, até

---

a percepção dos primeiros sinais de fervura (85 a 100 segundos). Os autores notaram que: a maioria das formas vegetativas foi destruída e nas amostras, nas quais ainda foi observado o crescimento microbiano, houve uma redução significativa dos microrganismos viáveis. Concluindo que o aquecimento até o ponto de fervura em forno de microondas é um método conveniente e rápido para a redução da contaminação microbiana na alimentação de recém-nascidos.

Em 1996, Nunes et al.<sup>53</sup> realizaram uma revisão da literatura avaliando a utilização do forno de microondas para o aquecimento e cozimento de alimentos, levando em consideração a segurança microbiológica dos produtos processados em relação à saúde dos consumidores. Como resultados, os autores observaram: a) as taxas de destruição microbiana são tão eficientes quanto as verificadas no aquecimento convencional; b) o binômio tempo e temperatura do processamento, assim como as características intrínsecas do produto, afetam as taxas de inativação microbiana; c) os efeitos térmicos convencionais são os responsáveis pela inativação microbiana e; d) as dificuldades experimentais, relacionadas às repetições das pesquisas, concorrem para as divergências existentes entre os autores em relação à segurança microbiológica dos alimentos tratados com energia por microondas. Concluíram, portanto, que a rapidez e automação do

processamento fazem do aparelho um artigo seguro, prático e de fácil higienização.

Devido à possibilidade de correlação entre os danos ambientais e os campos eletromagnéticos, Urech et al.<sup>76</sup>, em 1996, avaliaram o efeito da energia eletromagnética sobre líquens. Amostras de *Parmelia tiliacea* e *Hypogymnia physodes* foram irradiadas por microondas na frequência de 2450 MHz e potência de 600 W. O crescimento dos microrganismos foi avaliado quantitativamente. Os autores concluíram que a redução no crescimento dos líquens ocorreu devido aos efeitos térmicos, embora uma diferença entre estes e os efeitos não térmicos não pode ser determinada, não excluindo, completamente, a existência destes.

Baysan et al.<sup>4</sup> (1998), estudaram o uso do forno de microondas na desinfecção de materiais resilientes para reembasamento de próteses totais. Para a determinação da efetividade da energia por microondas na desinfecção destes materiais, os autores contaminaram amostras estéreis de material resiliente de longa duração (Molloplast-B, Detax, Karl huber GmbH & Co. KG, Ettlingen, Alemanha), nas dimensões de 2 X 2 cm, com microrganismos conhecidos (*Candida albicans*, ATCC 24433, American Type Culture Collection, Rockville, Md, EUA e *Staphylococcus aureus*, NCTC 6571, National Collection of Type Cultures,

---

Colindale, Reino Unido), por um período de incubação de 3 dias. Após este período, as amostras foram lavadas em solução salina sob leves oscilações para a remoção de células aderentes, dispostas em placas estéreis e divididas em grupos conforme o tipo de tratamento. Para o tratamento 1, as amostras foram irradiadas em forno de microondas convencional (Sharp R-8270b/W/P, Sharp, Osaka, Japão), na potência de 650 W, por um período de 2,5 minutos para cada lado. Um béquer contendo 150 mL de água foi colocado no interior do forno de microondas, funcionando como material absorvente. Para o tratamento 2, as amostras foram cobertas e mantidas secas durante 5 horas à temperatura ambiente. E para o tratamento 3, as amostras foram mantidas em solução de hipoclorito de sódio a 2% durante 5 horas à temperatura ambiente. Os autores encontraram uma alta redução na contagem de células nos tratamentos 1 e 3, com uma redução ligeiramente maior para o método do hipoclorito de sódio em relação ao forno de microondas. No entanto, devido às desvantagens no uso clínico do hipoclorito de sódio, a desinfecção por meio da energia por microondas pode ser considerada uma alternativa simples e efetiva.

Em 1998, Levre & Valentini<sup>44</sup> pesquisaram a inativação de *Salmonella* durante o cozimento de alimentos em fornos de microondas doméstico. Sessenta amostras de carne bovina foram contaminadas com *Salmonella serovar*. Em todos os experimentos utilizaram-se as mesmas

---

condições e posição no interior do forno de microondas, variando-se apenas o tempo de exposição. Os autores encontraram: a) a temperatura e o tempo de exposição adequados são responsáveis pela eliminação dos microrganismos contaminantes e b) o cumprimento dos procedimentos para o uso do forno de microondas doméstico torna-se importante e necessário para a padronização dos experimentos.

Sasaki et al.<sup>66</sup> (1998) avaliaram a existência de efeitos térmicos e não térmicos da energia por microondas sobre os microrganismos. Os autores submeteram esporos de bactérias aeróbicas em ausência de umidade à irradiação por microondas e compararam os resultados ao método convencional de aquecimento. Nos dois métodos de aquecimento, as espécies bacterianas apresentaram resistência térmica semelhante. Os autores concluíram que a esterilização por microondas é ocasionada apenas por efeitos térmicos, excluindo a possibilidade de existência de efeitos não térmicos.

Em 1998, Webb et al.<sup>82</sup> avaliaram a efetividade da esterilização de próteses totais, utilizando-se forno de microondas convencional. Os autores contaminaram próteses totais superiores com *C. albicans* e *S. gordonii* e as submeteram a dois métodos de esterilização: a) esterilização através da energia por microondas, empregando-se um forno de microondas doméstico nas potências de

---

70 W, 331 W e 604 W, nos intervalos de tempo de 1, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos e b) esterilização através do uso de hipoclorito de sódio a 0,0125% e a 0,02% por 8 horas. Os autores concluíram que esterilização de próteses totais em forno de microondas por 6 minutos na potência de 350 W é mais efetiva que imersão em hipoclorito de sódio a 0,02% por 8 horas, embora microrganismos não-viáveis tenham permanecido aderidos à superfície das próteses totais.

Acreditando que a irradiação por microondas poderia produzir esterilização de certos materiais contaminados tanto quanto o método tradicional da autoclave, Border & Rice-Spearman<sup>7</sup>, em 1999, avaliaram meios contaminados e materiais normalmente utilizados em laboratórios clínicos e para a saúde pessoal, como algodão e gaze. Para tal, os autores utilizaram um forno de microondas doméstico (Sharp Carousel; R4620), uma autoclave (Sybron Castle) para o controle negativo e os seguintes microrganismos: *E. coli*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa* e *C. albicans* (Chrisope Technologies, Lake Charles, LA). Após cada intervalo de exposição, a efetividade da descontaminação foi avaliada utilizando-se a técnica da contagem de colônias em meio de cultura microbiológica. Os autores observaram: a) apenas as bactérias das espécies *E. coli* e *P. aeruginosa* sobreviveram após 30 segundos de irradiação e b) fungos não sobreviveram nem sequer aos primeiros 15 segundos de exposição à irradiação por

---

microondas. Concluíram que o forno de microondas doméstico pode proporcionar esterilização rápida, segura, efetiva e menos dispendiosa para pequena quantidade de materiais contaminados utilizados rotineiramente em laboratórios clínicos e em kits para higiene pessoal.

Devido à dificuldade na higienização de próteses totais, contribuindo, conseqüentemente, para um alto índice de estomatite por próteses, Dixon et al.<sup>17</sup> (1999), avaliaram a energia por microondas como método para descontaminação e/ou esterilização de próteses totais reembasadas ou não por materiais resilientes. Os autores contaminaram amostras de três materiais resilientes com *C. albicans* e as submeteram à irradiação por microondas utilizando um forno doméstico (R-2A52, Sharp Corp., Mahwah, EUA), nos tempos de 5, 10 e 15 minutos, em potência máxima, na presença e ausência de água. Concluíram: a) apenas as amostras imersas em água e irradiadas durante 5 minutos foram esterilizadas; b) todas as amostras apresentaram aumento na dureza após 5 minutos de irradiação, embora não tenha sido clinicamente significativa e; c) amostras do material PermaSoft apresentaram alterações significantes na dureza quando submetidas repetidamente a vários ciclos.

---

Yeo et al.<sup>86</sup>, em 1999, analisaram a inativação de *Staphylococcus aureus* presentes em discos de aço inoxidável quando submetidos à irradiação por microondas. Para este estudo foram utilizados: um forno de microondas convencional (SANYO EM S153, RS Components, Venture Close, Corby, Northants, UK), operando em frequência de 2450 MHz e potência de 800 W; discos de aço inoxidável (AISI 316, RS Components, Venture Close, Corby, Northants, UK), com 15 mm de diâmetro e 5 mm de espessura, autoclavados e mantidos em fluxo laminar por 1 hora para secar; pirex de vidro para forno de microondas; pinças estéreis e bactérias da espécie *S. aureus* (NCTC 6571), mantidas em meio fluido de cultura. A solução bacteriana foi pipetada sobre a superfície dos discos de aço, então o conjunto foi colocado sobre o pirex de vidro e posicionado no centro do prato giratório do forno de microondas. A completa inativação da suspensão bacteriana foi alcançada em 110 segundos. Os autores concluíram que a esterilização de *S. aureus* em forno de microondas deve-se, principalmente, à transferência de calor através do substrato metálico e, em menor parte, à energia absorvida diretamente pelas microondas.

Com o intuito de investigar mais detalhadamente o mecanismo de inativação microbiana através da irradiação por microondas, Watanabe et al.<sup>81</sup>, em 2000, estudaram os efeitos dos compostos iônicos na inativação de alguns microrganismos. Os autores

---

utilizaram um forno de microondas doméstico (Toshiba ER-115) com frequência de 2450 MHz, na potência de 500 W e os seguintes microrganismos: *E. coli*, *S. aureus* e *C. albicans* (ATCC 1002). O valor da inativação celular encontrada foi proporcional ao aumento na temperatura acompanhada pela irradiação por microondas. Os autores encontraram: a) o efeito da energia por microondas sobre os microrganismos deve-se, principalmente, ao calor gerado nas células em suspensão e b) quanto maior a concentração dos compostos iônicos nas células em suspensão, maior o número de células inativadas.

Ainda em 2000, Woo et al.<sup>85</sup> examinaram o mecanismo de inativação celular microbiana através do aquecimento por microondas em bactérias gram-positivas e gram-negativas. Suspensões de *E. coli* (K-12, Korean Collection) e *B. subtilis* (KM107) foram dispostas em béqueres plásticos, posicionados no centro do prato giratório do forno de microondas (MR301M, LG Electronics, Changwoon, Korea) e expostas a vários intervalos de tempo, na potência de 600W. Após os períodos de irradiação realizou-se a contagem de células vivas, a quantidade de proteínas e ácidos nucléicos residuais e, a forma das células foi examinada em microscópio eletrônico de varredura. Em ambas suspensões, a contagem de células vivas reduziu drasticamente com o aumento da temperatura no forno de microondas, embora não tenha ocorrido redução significativa na densidade celular. Semelhante ao

---

aquecimento convencional, houve escape de material celular, indicando danos ao nível de membrana. No entanto, vários pontos escuros foram encontrados nos citoplasmas dos dois tipos de bactérias indicando que o aquecimento por microondas possui alguma ação sobre as proteínas.

Preocupados em encontrar parâmetros mais adequados para o melhor desempenho do forno de microondas nos diversos procedimentos odontológicos, Farias et al.<sup>22</sup> (2002), se propuseram a avaliar a estabilidade da temperatura em diferentes posições e alturas no interior de dois diferentes modelos de fornos de microondas: convencional e com dupla emissão de ondas. Para tal, fornos de microondas domésticos (Continental AW-30, Bosh Eletrodomésticos, Manaus, AM, Brasil e Brastemp BMC 38 ABHNA, Brastemp da Amazônia SA, Manaus, AM, Brasil) foram utilizados. A estabilidade da temperatura no interior dos fornos foi analisada aferindo-se a temperatura da água contida em béquer, disposto em 3 posições (central, lateral e frontal) e 2 alturas (0 e 3 cm), após o acionamento dos aparelhos em potência máxima durante 2 minutos. Os autores observaram: a) a posição central, independente da altura, apresentou as menores temperaturas para ambos os fornos de microondas e a maior variação; b) o aumento da altura levou a um aumento na temperatura para o forno de microondas convencional, enquanto que para o forno com dupla emissão de ondas, este fator foi irrelevante e; c) o forno de microondas com dupla emissão de ondas

produziu mais calor que o forno convencional. Concluindo que a ausência de padronização nas posições internas de uso do forno de microondas pode interferir nos resultados dos trabalhos e no desempenho dos aparelhos de microondas.

## *3 - Proposição*

---

*A* proposta deste trabalho foi avaliar a efetividade de diferentes tipos de processamento para esterilização de pontas diamantadas por meio de forno de microondas.

---

## 4 - *Material e método*

---

### 4.1 - *Material*

Os materiais, instrumentos e equipamentos utilizados nesta pesquisa foram:

#### 4.1.1 - *Culturas microbianas*

Foram utilizadas em uma única suspensão culturas padrões existentes no laboratório de Microbiologia Clínica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista – campus Araraquara, pertencentes às seguintes espécies: *Escherichia coli* – EC (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* – PA (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* – SA (ATCC 25923), *Streptococcus mutans* – SM (ATCC 25175), *Lactobacillus acidophilus* – LA (ATCC – IAL 523), *Actinomyces viscosus* – AV (T14V IAL 5), *Enterococcus faecalis* – EF (ATCC 10541) e *Bacillus subtilis* – BS (ATCC 6633). Para a obtenção de cada suspensão bacteriana utilizou-se 10 mL de solução salina 0,85% até alcançar o padrão  $10^7$  UFC/mL.

### *4.1.2 - Pontas diamantadas*

Foram utilizadas pontas diamantadas cilíndricas, nº 1092<sup>24,65</sup> da marca comercial FAVA (Metalúrgica Fava, Franco da Rocha, SP, Brasil).

### *4.1.3 - Material isolante*

Foi utilizado como isolante elétrico (material insulante)<sup>54,59,61</sup> folhas de poliéster (Sacos de poliéster para fornos convencionais e de microondas, Cozinha Prática, Curitiba, PR, Brasil) cortadas nas dimensões de 50 X 50 mm, para o envolvimento dos corpos-de-prova, assim como para a manutenção de pequena quantidade de água em torno dos mesmos<sup>3,17,53,79</sup> (Figura 1).

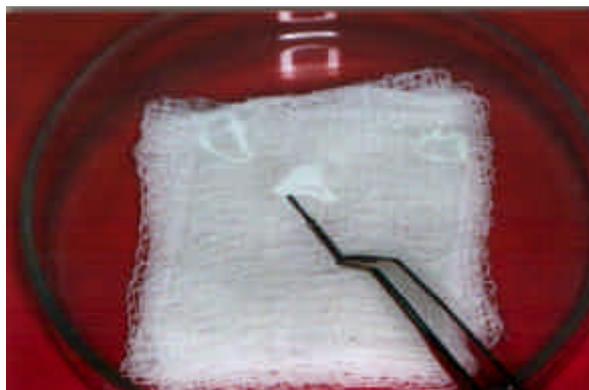


FIGURA 1 – Isolamento da ponta diamantada

#### *4.1.4 - Embalagens para esterilização*

Após o isolamento com a folha de poliéster, os corpos-de-prova foram acondicionados em embalagens plásticas para esterilização em autoclave (Defend self sealing, Carl Parker Associates, Hauppauge, New York, EUA), em seguida cortados e selados em máquina seladora apropriada (Euroseal 2001, Euronda, Vicenza, Itália), na largura de 70 mm (Figura 2).

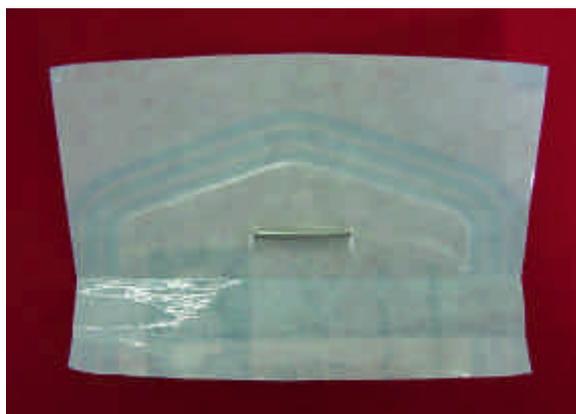


FIGURA 2 – Corpo-de-prova embalado para esterilização

#### *4.1.5 - Máquina seladora*

A máquina seladora da marca Euroseal 2001 (Euronda, Vicenza, Itália) foi utilizada para cortar e selar as embalagens para esterilização das pontas diamantadas.

#### 4.1.6 - *Béquer*

Utilizou-se durante os processos de esterilização um béquer de vidro (*pirex*) contendo 250 mL de água, posicionado no centro do prato giratório do forno de microondas, para absorver a carga potencial acumulada na superfície do metal, reduzindo a chance de um arco de energia<sup>4,6,42,51,61</sup> e protegendo, dessa forma, o gerador de microondas (magnetron) de um superaquecimento<sup>4,57,82</sup>.

#### 4.1.7 - *Suporte para os corpos-de-prova*

Foi desenvolvido um suporte em Tefalón PTFE (PTFE, Plastireal, São Paulo, Brasil), na forma de mesa circular com encaixes, com capacidade para suportar temperaturas de até 260°C em uso contínuo no forno de microondas. Este suporte com dimensão de 30 cm de diâmetro e 3 cm de altura apresenta um orifício central com 6,5 cm de diâmetro, para o posicionamento do béquer de vidro contendo 250 mL de água e doze orifícios periféricos com 4,5 cm de diâmetro, onde foram posicionados os corpos-de-prova na posição vertical (Figura 3), a uma altura de 3 cm do prato giratório, para que, desta forma, as ondas eletromagnéticas possam atingi-los em toda sua extensão<sup>22,58,61</sup>.



FIGURA 3 – Suporte para os corpos-de-prova

#### *4.1.8 - Forno de microondas*

Para a esterilização dos corpos-de-prova foi utilizado o forno de microondas modelo doméstico (Continental AW-30, Bosh Eletrodomésticos, Manaus, Amazonas, Brasil) com frequência de 2450 MHz, na potência máxima (800 W).

#### *4.1.9 - Meio para incubação bacteriana*

Após terem sido submetidos à irradiação por microondas, os corpos-de-prova foram colocados em meio fluido de tioglicolato (Bacto – Fluid Thioglycollate Medium, DIFCO, Detroit, Michigan, EUA) e incubados em estufa bacteriológica a 35-37°C por até 7 dias.

#### *4.1.10 - Estufa bacteriológica*

Os corpos-de-prova colocados em meio fluido de tioglicolato foram incubados em estufa bacteriológica (FABBE, Soc. Fabbe LTDA, São Paulo, Brasil) a 35-37°C por um período de 7 dias, para verificação do crescimento bacteriano.

#### *4.1.11 - Instrumentos auxiliares*

Para auxiliar no desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados: pinças clínicas estéreis, esponjas de aço para uso doméstico, tubos de cultura de tampa de rosca (13 x 100 mm) e placas de Petri de vidro (*pirex*) (200 x 25 mm e 100 x 15 mm).

## *4.2 - Método*

### *4.2.1 - Planejamento experimental*

*P*ara treinamento e padronização das condições experimentais foi realizado um estudo preliminar, que proporcionou subsídios para a definição das várias etapas do trabalho, assim como acertos nos detalhes técnicos e práticos de todos os passos necessários à metodologia.

Após essa adequação, tornou-se possível definir o posicionamento mais adequado das pontas diamantadas no interior do forno de microondas e as bactérias a serem utilizadas. Ficando determinado os fatores de variação: procedimentos de esterilização das pontas diamantadas e período de irradiação.

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

Tabela 1 – Procedimentos de esterilização dos corpos-de-prova em forno de microondas.

<b>Sigla</b>	<b>Procedimento de esterilização</b>
P <sub>1</sub>	Limpeza em água corrente + Placa de Petri com 40 mL de água
P <sub>2</sub>	Material isolante + Embalagem para esterilização
P <sub>3</sub>	Limpeza em água corrente + Material isolante + Embalagem para esterilização

Tabela 2 – Períodos de irradiação.

<b>Sigla</b>	<b>Período</b>
T <sub>0</sub>	0 minuto
T <sub>1</sub>	1 minuto
T <sub>2</sub>	2 minutos
T <sub>3</sub>	3 minutos
T <sub>4</sub>	4 minutos
T <sub>5</sub>	5 minutos
T <sub>6</sub>	6 minutos
T <sub>8</sub>	8 minutos

### *4.2.2 - Seleção do material isolante*

Durante os testes preliminares comprovou-se a eficiência da folha de poliéster, para atuar como isolante da ponta diamantada e como dispositivo para manter a água em contato com o corpo-de-prova, procedimento fundamental à esterilização<sup>3,15,17,37,53,79,81</sup>.

### *4.2.3 - Uso do material absorvente de energia*

Mostrou-se necessária a utilização de um material absorvente, um béquer contendo 250 mL de água potável<sup>6</sup>, posicionado sempre no centro do prato giratório. Tal dispositivo proporciona uma maior uniformidade na distribuição da energia eletromagnética e da temperatura no interior do forno de microondas<sup>42</sup> e atua como um protetor do magnetron, evitando um superaquecimento do forno de microondas<sup>4,6,57,61,82</sup>, pois quando sua cavidade encontra-se vazia ou com utensílios metálicos, a maior parte das ondas eletromagnéticas é refletida de volta ao magnetron e dissipada na forma de calor<sup>61</sup>. Quanto maior for a quantidade de água (em torno de 200 mL), maior será a uniformidade no campo elétrico e menor será a variação na temperatura do interior do forno<sup>42</sup>. A cada ciclo, a água contida no béquer foi trocada<sup>6</sup>.

#### *4.2.4 - Meio para incubação bacteriana*

O meio de tioglicolato foi escolhido por ser o indicado para detectar a presença de bactérias em materiais normalmente estéreis, tanto para microrganismos anaeróbios, como microaerófilos e aeróbios<sup>16</sup>.

#### *4.2.5 - Composição dos grupos experimentais*

Foram utilizados três procedimentos para a esterilização dos corpos-de-prova em forno de microondas, utilizando-se dois métodos de acondicionamento. No procedimento 1, os corpos-de-prova foram contaminados, lavados e acondicionados em placa de Petri contendo 40 mL de água. No procedimento 2, os corpos-de-prova foram contaminados, envolvidos em folha de poliéster e acondicionados em embalagens para esterilização sem sofrer o processo de limpeza, enquanto que no procedimento 3, foram limpos previamente ao envolvimento em folha de poliéster e acondicionados em embalagens para esterilização (Tabela 1). Os corpos-de-prova foram irradiados em diferentes períodos, conforme o procedimento de esterilização ao qual pertenciam e, para o grupo controle, não houve exposição à energia por microondas (Tabela 3).

Tabela 3 – Composição dos grupos experimentais conforme o procedimento de esterilização e período de irradiação em minutos.

<b>Grupo</b>	<b>Procedimento de esterilização</b>	<b>Período de irradiação</b>
P <sub>1</sub> T <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	0 minuto
P <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	1 minuto
P <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	2 minutos
P <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	3 minutos
P <sub>2</sub> T <sub>0</sub>	P <sub>2</sub>	0 minuto
P <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	2 minutos
P <sub>2</sub> T <sub>4</sub>	P <sub>2</sub>	4 minutos
P <sub>2</sub> T <sub>5</sub>	P <sub>2</sub>	5 minutos
P <sub>2</sub> T <sub>6</sub>	P <sub>2</sub>	6 minutos
P <sub>2</sub> T <sub>8</sub>	P <sub>2</sub>	8 minutos
P <sub>3</sub> T <sub>0</sub>	P <sub>3</sub>	0 minuto
P <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	2 minutos
P <sub>3</sub> T <sub>4</sub>	P <sub>3</sub>	4 minutos
P <sub>3</sub> T <sub>5</sub>	P <sub>3</sub>	5 minutos
P <sub>3</sub> T <sub>6</sub>	P <sub>3</sub>	6 minutos
P <sub>3</sub> T <sub>8</sub>	P <sub>3</sub>	8 minutos

## *Procedimento de esterilização P 1*

No procedimento 1 os corpos-de-prova foram contaminados com cultura bacteriana mista e, em seguida, seis foram expostos à energia por microondas no período de 1 minuto, seis foram expostos durante 2 minutos e outros seis, durante 3 minutos, ficando um corpo-de-prova sem ser submetido à ação do forno de microondas (controle).

Para tal, os corpos-de-prova foram dispostos em placa de Petri (100 X 15 mm) e esterilizados em autoclave a 121°C por 20 minutos<sup>65</sup>. Em seguida, com o auxílio de uma pinça clínica estéril foram colocados em outra placa de Petri (100 X 15 mm) contendo a suspensão bacteriana mista e contaminados por 15 minutos. Esse procedimento foi realizado observando-se as técnicas de assepsia do ambiente de trabalho. Após esse período, cada ponta diamantada foi, individualmente, enxaguada em água corrente por 30 segundos e friccionada com esponja de aço para uso doméstico, utilizando-se uma pinça para sua apreensão. Na sequência, foram dispostas, conjuntamente, em uma terceira placa de Petri estéril.

Com o auxílio de uma pinça clínica estéril, 3 pontas diamantadas foram dispostas, formando um triângulo entre si, em placa de Petri (200 X 25 mm) estéril, contendo 40 mL de água (Figura 4), que foi

fechada para ser submetida aos períodos de 1, 2 e 3 minutos de irradiação em microondas, de acordo com o grupo experimental ao qual pertencia. Uma ponta diamantada foi incubada em tubo de cultura com tampa de rosca contendo meio de Tioglicolato e mantida em estufa bacteriológica durante sete dias, atuando como grupo controle.



FIGURA 4 – Pontas diamantadas dispostas em placa de Petri

Em seguida, o processo de esterilização foi realizado no forno de microondas em potência máxima (800 W). Para tal, cada grupo experimental (placa de Petri) foi posicionado individualmente sobre o suporte de Teflon PTFE, na posição látero-direita do forno de microondas e em uma altura de 3 centímetros do prato giratório<sup>22</sup> (Figura 5) e o aparelho foi acionado nos períodos de 1, 2 e 3 minutos, conforme o grupo experimental.



Figura 5 – Corpos-de-prova no interior do forno de microondas

Neste procedimento de esterilização, o béquer de vidro contendo 250 mL de água não foi disposto no interior do forno de microondas, por estarem os corpos-de-prova mantidos em 40 mL de água, quantidade suficiente para funcionar como material absorvente durante esses curtos períodos de tempo.

Após os períodos de esterilização, procedeu-se a incubação dos corpos-de-prova em estufa bacteriológica. Para tal, obedecendo-se as técnicas de assepsia, os corpos-de-prova de cada grupo experimental foram transportados individualmente com o auxílio de pinça estéril, no raio de ação de uma chama do bico de Bunsen, para tubos de cultura com tampa de rosca, estéreis, devidamente identificados, contendo meio fluido de tioglicolato. Todo o conjunto foi levado à estufa bacteriológica a 35-37°C para possível crescimento e mantido durante sete dias. A cada vinte e quatro horas foram realizadas as leituras e os dados colhidos foram tabulados em tabelas apropriadas (Anexo A – Tabela A1).

## *Procedimento de esterilização P 2*

Neste procedimento de esterilização, os corpos-de-prova foram previamente esterilizados em autoclave a 121°C por 20 minutos<sup>65</sup> e colocados em uma placa de Petri estéril (100 X 15 mm) contendo a suspensão bacteriana mista, por um período de 15 minutos. Diferente do procedimento anterior, esses corpos-de-prova não foram submetidos à limpeza com esponja de aço para uso doméstico.

Por conseguinte, mantendo a mesma técnica asséptica descrita anteriormente, os corpos-de-prova foram envolvidos, individualmente, em folha de poliéster com o auxílio de pinças clínicas estéreis, mantendo-se uma pequena quantidade de água em torno da ponta diamantada (Figura 6). Diante disso, os corpos-de-prova foram colocados em embalagens para esterilização devidamente identificadas, cortadas e seladas em máquina seladora na largura de 70 mm (Figura 2) para que fossem submetidos ao procedimento de esterilização no forno de microondas, na potência máxima.



FIGURA 6 – Corpo-de-prova envolvido em lâmina de poliéster

Grupos de seis corpos-de-prova foram expostos, individualmente, à energia por microondas nos períodos de 2, 4, 5, 6 e 8 minutos, sendo um corpo-de-prova utilizado como controle, ou seja, não exposto à irradiação. Para tal, cada corpo-de-prova foi posicionado verticalmente no suporte de Tecaflon PTFE, na posição látero-direita do forno de microondas, em uma altura de 3 centímetros do prato giratório<sup>22</sup> (Figura 7).



FIGURA 7 – Corpo-de-prova no interior do forno de microondas

Devido à presença de menor quantidade de água em torno das pontas diamantadas, os períodos de exposição à energia por microondas foram aumentados. Durante o funcionamento do forno de microondas, um béquer de vidro contendo 250 mL de água foi posicionado no centro do prato giratório, agindo como material absorvente da energia por microondas<sup>4,54,61</sup>.

No processo de incubação dos tubos contendo os corpos-de-prova, utilizou-se um campo estéril, sob a chama do bico de Bunsen, no qual, cada embalagem foi aberta e os corpos-de-prova transportados,

individualmente, com o auxílio de uma pinça estéril para o tubo de ensaio de rosca, também estéril, contendo meio fluido de tioglicolato. Todo o conjunto foi levado à estufa bacteriológica a 35-37°C para possível crescimento e incubado durante sete dias. A cada vinte e quatro horas, os corpos-de-prova foram lidos e tabulados em tabelas apropriadas (Anexo A – Tabela A2).

### *Procedimento de esterilização P 3*

Os corpos-de-prova deste procedimento foram previamente esterilizados em autoclave a 121°C por 20 minutos<sup>65</sup> e colocados em uma placa de Petri estéril (100 X 15 mm) contendo a suspensão bacteriana mista, por um período de 15 minutos. Ao contrário do processo 2, cada ponta diamantada foi enxaguada em água corrente e friccionada com esponja de aço para uso doméstico por 30 segundos e, concomitantemente, foram dispostas em placa de Petri estéril.

Por conseguinte, os corpos-de-prova foram envolvidos em folha de poliéster, dispostos em embalagens para esterilização, submetidos à irradiação em forno de microondas nos períodos de 2, 4, 5, 6 e 8 minutos e incubados em estufa bacteriológica de forma semelhante ao procedimento de esterilização 2 (Figuras 2, 6 e 7 e Anexo A – Tabela A3), ficando um corpo-de-prova como controle, sem ação do forno de microondas.

## 5 - Resultado

Os resultados foram agrupados em tabelas apropriadas, analisados separadamente para cada procedimento de esterilização, conforme as Tabelas 4, 5 e 6 e submetidos a análise para a verificação da eficiência do procedimento de esterilização.

Tabela 4 – Crescimento bacteriano dos grupos experimentais submetidos ao procedimento de esterilização P1.

Grupo Número de repetições	P <sub>1</sub> T <sub>0</sub> (0 min)	P <sub>1</sub> T <sub>1</sub> (1 min)	P <sub>1</sub> T <sub>2</sub> (2 min)	P <sub>1</sub> T <sub>3</sub> (3 min)
1	+	-	-	-
2		-	-	-
3		-	-	-
4		-	-	-
5		-	-	-
6		-	-	-

Legenda: + houve crescimento no período avaliado

- não houve crescimento no período avaliado

Tabela 5 – Crescimento bacteriano dos grupos experimentais submetidos ao procedimento de esterilização P2.

Grupo Número de repetições	P <sub>2</sub> T <sub>0</sub> (0 min)	P <sub>2</sub> T <sub>2</sub> (2 min)	P <sub>2</sub> T <sub>4</sub> (4 min)	P <sub>2</sub> T <sub>5</sub> (5 min)	P <sub>2</sub> T <sub>6</sub> (6 min)	P <sub>2</sub> T <sub>8</sub> (8 min)
1	+	+	+	+	+	-
2		+	+	+	+	+
3		+	+	+	-	-
4		+	+	+	+	+
5		+	+	+	-	-
6		+	+	+	+	-

Legenda: + houve crescimento no período avaliado

- não houve crescimento no período avaliado

Tabela 6 – Crescimento bacteriano dos grupos experimentais submetidos ao procedimento de esterilização P3.

Grupo \ Número de repetições	P <sub>3</sub> T <sub>0</sub> (0 min)	P <sub>3</sub> T <sub>2</sub> (2 min)	P <sub>3</sub> T <sub>4</sub> (4 min)	P <sub>3</sub> T <sub>5</sub> (5 min)	P <sub>3</sub> T <sub>6</sub> (6 min)	P <sub>3</sub> T <sub>8</sub> (8 min)
1	+	+	-	-	-	-
2		-	+	-	-	-
3		+	-	-	-	-
4		+	+	-	-	-
5		+	-	-	-	-
6		-	-	+	-	-

Legenda: + houve crescimento no período avaliado

- não houve crescimento no período avaliado

Conforme verificado na Tabela 4, observa-se que apenas o grupo controle (sem irradiação por microondas) apresentou crescimento bacteriano no período de até sete dias de incubação em estufa bacteriológica, indicando que o procedimento de esterilização P1 foi eficiente a partir do período de 1 minuto de irradiação a 800 W de potência.

Na Tabela 5 são apresentados os dados referentes ao procedimento de esterilização P2, no qual os corpos-de-prova não foram

---

submetidos à limpeza prévia à esterilização. Observa-se que alguns corpos-de-prova não alcançaram a esterilização, nem mesmo em períodos de oito minutos.

Enquanto que na Tabela 6, são apresentados os dados referentes ao procedimento de esterilização P3, no qual realizou-se a limpeza por meio do uso de esponja de aço em água corrente antes de ser submetido à esterilização. Pode-se observar que nos períodos de 2, 4 e 5 minutos alguns corpos-de-prova não foram esterilizados. A partir de 6 minutos, todos os corpos-de-prova foram esterilizados. Comparando-se estes resultados aos da tabela 5, nota-se claramente a importância da realização de limpeza prévia à esterilização.

---

## 6 - *Discussão*

---

Devido à todas as possibilidades de doenças infecto-contagiosas encontradas atualmente, é imperativo que os instrumentos rotatórios, assim como todo e qualquer material e instrumental usado no atendimento de pacientes, sejam estéreis<sup>1,3,9,10,29,33,34,41,46,47,48,50,57,65</sup> para que se tenha sempre o controle da infecção cruzada<sup>1,12,13,19,21,23,33,34,41,43,47,48,50,52,57,65,70,73</sup>.

O cirurgião-dentista, assim como outros profissionais da área de saúde, deve estar consciente de sua responsabilidade ética e legal no controle e prevenção de infecções em pacientes e membros de sua equipe, além de sua autoproteção<sup>1,12,33,43,50,61,69</sup>.

Por esses motivos pode-se perceber na literatura mais recente uma revisão crítica e a busca por meios para esterilização que associem a vantagem de serem práticos e de baixo custo<sup>1,7,23,29,50,59,73</sup>.

Dentre esses meios mais modernos, o uso da irradiação por microondas tem sido bastante estudado, desenvolvido e divulgado. Pois, tem como vantagens ser um método simples, rápido e eficaz, o que resulta em ganho de tempo acentuado, praticidade e economia.

Esse método de esterilização atua através da conversão de energia elétrica a baixas frequências (60 Hz) em campo eletromagnético com centros de cargas positivas e negativas (ondas

---

eletromagnéticas). As ondas eletromagnéticas são geradas através de magnetrons, possuindo propriedades diferentes conforme o material sobre o qual agem<sup>3,11,20,53,54,59</sup>.

A frequência de 2450 MHz utilizada nos fornos de microondas para uso doméstico possibilita uma movimentação no campo eletrostático de 2 bilhões e 450 milhões de vezes por segundo. Essa repentina mudança no campo proporciona uma vibração extremamente rápida das moléculas e, conseqüentemente, um elevado aquecimento em sua estrutura molecular gerado pelo atrito e fricção entre as mesmas. A penetração das ondas eletromagnéticas nos objetos expostos à irradiação é influenciada pela frequência do forno. Essa frequência de 2450 MHz é utilizada devido à sua profundidade de penetração e velocidade de aquecimento<sup>5,6,11,20,37,49,53,54,59,81</sup>.

As ondas eletromagnéticas ressonadas no interior da cavidade atuam sobre as moléculas de substâncias que contêm elevado teor de água ou compostos polares, como gordura, aminoácidos e proteínas<sup>6,15,20,39,54,56,62</sup>, os principais constituintes da matéria viva. As moléculas polares das substâncias colocadas no interior do forno tentam se alinhar com os campos eletromagnéticos que alternam a cada instante, enquanto que as moléculas que não estão livres para girar rapidamente dão origem a uma absorção de energia das ondas eletromagnéticas e, conseqüentemente, ocorre a produção de temperaturas internas

extremamente elevadas. Este aumento de temperatura é o aquecimento dielétrico através das ondas eletromagnéticas<sup>6,7,15,20,26,39,54,56</sup>.

Um importante conceito neste processo é que o aquecimento através da energia por microondas é uma conversão de energia baseada na perda dielétrica da substância radioabsorvente e não um aquecimento como em um forno convencional<sup>20,56,59,61,67,81</sup>. Neste fenômeno de aquecimento, a geração de calor é instantânea, proporcional ao fluxo de energia, contínua e uniformemente distribuída pelo tecido. Apesar de ser um processo rápido, que pode ser controlado com precisão, limita-se a uma penetração no tecido de apenas um centímetro, sem muita perda de energia, devido ao comprimento de onda de aproximadamente doze centímetros utilizado nos fornos domésticos<sup>5</sup>.

Conforme verificado na literatura<sup>3,15,17,37,53,79,81</sup>, o efeito inibitório da energia por microondas sobre os microrganismos ocorre apenas na presença de água, sendo esta, portanto, um fator importante e imprescindível para a esterilização em fornos de microondas. Organismos liofilizados ou secos não são afetados nem mesmo por exposições prolongadas<sup>3,15,37,79,81</sup>, indicando que o líquido presente no meio representa um importante papel na absorção da energia por microondas<sup>3</sup>.

Desta forma, a folha de poliéster, utilizada para o envolvimento da ponta diamantada nos processos de esterilização 2 e 3, foi empregada para manter uma pequena quantidade de água (gotas de água) em torno do objeto metálico, possibilitando a esterilização em forno

---

de microondas após seis minutos de exposição na potência de 800 W, respeitando os procedimentos prévios de limpeza e desinfecção (Tabelas 5 e 6).

Ao aumentar-se esta quantidade de água em torno dos corpos-de-prova para 40 mL, conforme realizado no processo de esterilização 1, o período necessário para a esterilização foi diminuído para um minuto, na mesma potência (Tabela 4). Esse fato encontra respaldo em trabalhos da literatura<sup>3,17,37,79</sup>, onde se encontrou que o volume do líquido presente no meio modifica a intensidade do efeito da irradiação por microondas sobre as bactérias. Aumentando-se o volume do líquido, aumenta-se o efeito inibitório da irradiação por microondas, provavelmente por prevenir, mais eficientemente, a dissipação do calor gerado<sup>37</sup>.

Um problema inerente aos fornos de microondas é a presença de pontos quentes e pontos frios no seu interior durante o funcionamento. Esta não uniformidade e não homogeneidade do campo ocorre porque as ondas eletromagnéticas são emitidas pelo magnetron e transferidas para a cavidade do forno em linha reta através do guia de onda (modo dominante), de forma que um certo potencial de energia é refletido sem que ocorra a absorção, originando os pontos frios<sup>20,44,53,54,61,79,82</sup>, onde nenhum efeito bactericida é alcançado<sup>82</sup>. Para evitar essa diferença de energia, os fornos podem possuir uma ventoinha chamada de ventilador de agitação na parte superior da cavidade do forno ou um

---

prato giratório na parte inferior, mas para que o aparelho possa ser utilizado na esterilização, as ondas eletromagnéticas devem atingir os objetos em toda a sua extensão e uma padronização no uso do forno de microondas deve ser obedecida<sup>6,17,20,44,49</sup>. Portanto, um suporte em Teflon PTFE (semelhante ao Teflon) foi desenvolvido para manter as pontas diamantadas a uma altura de três centímetros do prato giratório, no sentido vertical e distante do centro de rotação<sup>22</sup>, de forma que o corpo-de-prova fosse totalmente exposto à energia por microondas.

Conforme verificado em estudo prévio<sup>22</sup> da análise da temperatura no interior do forno de microondas, a posição látero-direita para o forno de microondas em questão apresentou os maiores valores de temperatura e a menor variação entre os mesmos, portanto, foi a posição de escolha para a realização deste estudo.

Segundo Rohrer & Bulard<sup>61</sup> em 1985, para que ocorra uma eficiente esterilização por microondas há a necessidade que o objeto a ser esterilizado seja irradiado em toda sua superfície portanto, idealizaram um dispositivo de rotação tridimensional, que segundo os autores, é imprescindível para o sucesso do procedimento de esterilização em forno de microondas.

Baseados em ensaios prévios, para nosso trabalho desenvolvemos um dispositivo mais simples e prático (suporte em teflon PTFE – Figura 3) que, embora dispense as hastes e engrenagens do dispositivo de rotação tridimensional de Rohrer &

Bulard<sup>61</sup> em 1985, permite obter uma exposição completa dos objetos às ondas eletromagnéticas.

Quanto ao tempo de esterilização, nossos achados também divergem dos de Rohrer & Bulard<sup>61</sup> em 1985, pois, como se pode observar nas Tabelas 4 e 6 dos procedimentos de esterilização por nós empregados, obtivemos esterilização nos períodos de 1 e 6 minutos respectivamente. Portanto, a eficiência pode ser obtida através de uma técnica mais prática, fácil e menos custosa, além de mais rápida, trazendo como benefícios economia tanto de tempo como financeira.

Um conceito errôneo relacionado ao forno de microondas é a idéia da impossibilidade do uso de objetos metálicos no seu interior, contudo, na verdade, esses problemas só ocorrem no caso de não utilização de materiais absorventes, como, por exemplo, se o forno de microondas for ligado com a cavidade vazia ou somente com objetos metálicos no seu interior. Nesses casos, a maior parte das ondas eletromagnéticas será refletida de volta ao magnetron, formando um arco de energia e dissipada na forma de calor. Esse excesso de calor poderá danificar o magnetron ou encurtar a sua vida útil<sup>54,59,61</sup>.

Para a realização de nosso experimento utilizou-se um material absorvente de ondas eletromagnéticas, a água, que atua como uma resistência paralela para reduzir a carga potencial acumulada na superfície do metal e portanto, a chance de formação do arco de energia<sup>4,6,42,51,61,82</sup> e também, eliminou-se a transmissão de eletricidade

---

envolvendo-se a ponta diamantada em um material não condutor (folha de poliéster), transparente às ondas eletromagnéticas, porém isolante eletricamente<sup>61</sup>.

É importante ressaltar que a folha de poliéster, utilizada nos procedimentos de esterilização 2 e 3, não somente mantém a água em torno do instrumento rotatório diamantado, como, também, protege a fonte de energia do forno de microondas, possibilitando assim, o correto procedimento para a esterilização, sem danificar o aparelho. Por outro lado, no Procedimento de esterilização P1, ao invés da folha de poliéster, as três pontas diamantadas foram mergulhadas em 40 mL de água e posicionadas a uma pequena distância entre si, de forma que as ondas eletromagnéticas fossem absorvidas pela água antes de serem refletidas evitando-se, assim, a formação de arcos reflexos, que poderiam danificar o magnetron.

Conforme verificamos em nossos resultados, os grupos pertencentes ao procedimento de esterilização 2 não apresentaram o mesmo comportamento de esterilização em todas as repetições. Esse achado pode ser explicado pela ausência do procedimento de limpeza prévia à esterilização, pois a matéria orgânica e os detritos que ficam sobre a superfície dos instrumentos podem proteger os microrganismos da temperatura letal mínima necessária à sua inativação. Esse fato está de acordo com o relatado na literatura<sup>1,9,10,13,29,43,48,52</sup>, onde os autores destacam a importância da limpeza prévia aos procedimentos de

---

esterilização. Portanto, tais procedimentos prévios, quando realizados adequadamente permitem a remoção da matéria orgânica e, conseqüentemente, a exposição dos microrganismos à radiação necessária para sua inativação.

O método de limpeza prévia utilizado neste trabalho baseou-se em Miller<sup>48</sup> (1993), que afirma ser fundamental o uso de esponjas em detrimento ao uso de escovas, por prevenir a formação de aerossóis e minimizar a quantidade de respingos contaminados.

O uso das embalagens nos procedimentos de esterilização 2 e 3 deve-se à exigência padrão para acondicionamento adequado do instrumental previamente à esterilização e para prevenir a contaminação durante o armazenamento e/ou manipulação após o processo de esterilização<sup>1,13,48</sup>. Segundo Miller<sup>48</sup> (1993), a esterilização de instrumentos não acondicionados torna o procedimento menos satisfatório, pois poderá ocorrer a contaminação destes no período após a esterilização e antes de seu uso, como decorrência de manuseio inadequado ou pelo contato com aerossóis ou poeiras ambientais. Mesmo que o instrumento seja utilizado imediatamente após a esterilização, seu manuseio deve ser realizado respeitando as técnicas de assepsia, prevenindo a contaminação durante o transporte e acondicionamento após a esterilização<sup>48</sup>. Portanto, sugerimos que as técnicas de assepsia sejam observadas e respeitadas durante o acondicionamento dos instrumentos após a realização do procedimento de esterilização 1, visto

que, apesar de ser rápido e eficaz, favorece a vulnerabilidade à contaminação posterior devido à falta de uma embalagem adequada e estéril para armazenamento.

Segundo Yeo et al.<sup>86</sup> (1999), o estudo da inativação microbiana através do forno de microondas pode ser traçado desde 1954 com Brown & Morrison, porém, embora muitos autores tenham estudado a destruição microbiana através da irradiação por microondas, a causa da letalidade dos microrganismos ainda não foi totalmente esclarecida, não se sabe se é pela irradiação por si só ou pelo calor gerado durante a irradiação<sup>3,4,18,25,37,39,57,59,76,79,81,85,86</sup>.

Alguns autores<sup>3,18,26,38,40,59,61,62</sup> consideram a existência de efeitos não térmicos sobre a atividade metabólica e inativação de microrganismos, enquanto outros<sup>6,14,15,20,25,26,36,63,66,67,76,79,81,83</sup>, negam a existência de tais efeitos. Os efeitos térmicos têm sido bem demonstrados e documentados, mas a evidência para efeitos não térmicos tem sido apenas sugerida<sup>20,25,49,76,79,81,83,85</sup>.

Embora exista a teoria<sup>36,67</sup> de que o efeito bactericida da irradiação por microondas se deva a uma absorção seletiva da energia por microondas, gerando uma temperatura no interior da bactéria maior que no meio circundante, o Expert Panel on Food Safety & Nutrition<sup>20</sup> (1989), afirma não ser possível provar tais declarações, pois a temperatura interna da célula bacteriana ainda não pôde ser mensurada precisamente.

Ao avaliar a inativação de diversos microrganismos expostos à irradiação por microondas Kakita et al.<sup>37</sup> (1995); Nunes et al.<sup>53</sup> (1996); Urech et al.<sup>76</sup> (1996); Vela & Wu<sup>79</sup> (1979); Watanabe et al.<sup>81</sup> (2000); Welt et al.<sup>83</sup> (1994) e Woo et al.<sup>85</sup> (2000) observaram que o efeito dessa irradiação é puramente térmico, embora não tenham excluído o possível envolvimento dos efeitos não térmicos.

Comparando o tratamento através da energia por microondas ao aquecimento convencional, tanto pelo calor seco, quanto pelo úmido, Atmaca et al.<sup>3</sup> (1996) observaram uma maior redução na contagem de bactérias vivas e uma completa inibição após serem submetidas à irradiação por microondas; Rosaspina et al.<sup>62</sup> (1994) observaram alterações celulares mais extensas e severas e uma completa desintegração celular quando expostas à energia por microondas em períodos de 12 a 16 minutos e Dreyfuss & Chipley<sup>18</sup> (1980) e Khalil & Villota<sup>40</sup> (1988) complementaram que o aquecimento por microondas exacerba a morte bacteriana em relação ao aquecimento convencional.

Contudo, Diaz-Cinco & Martinelli<sup>15</sup> (1991) que compararam o tratamento por banho Maria à irradiação por microondas em *E. coli*, *A. nidulans*, *B. subtilis* e Bacteriófagos T4 para *E. coli*; Fujikawa et al.<sup>25</sup> (1992) que analisaram a cinética da destruição bacteriana em *E. coli* após tratamento térmico convencional e irradiação por microondas e Jeng et al.<sup>36</sup> (1987) que confrontaram o efeito esporicida

---

causado pelo tratamento através da energia por microondas e do calor seco concluíram que em todos os casos, o padrão de destruição bacteriana foi praticamente o mesmo, mostrando, portanto, que a destruição microbiana através da irradiação por microondas pode ser explicada como inativação puramente térmica.

Embora Rosaspina et al.<sup>62</sup> (1994) tenham encontrado diferenças morfológicas e alterações mais severas nas células de *M. bovis* submetidas ao tratamento em forno de microondas quando comparadas ao tratamento em estufa e autoclave, consideram que o exato mecanismo dessa atividade bactericida ainda é desconhecido.

Nossa opinião com relação à existência de tanta controvérsia quanto aos efeitos não térmicos da irradiação por microondas está de acordo com Milroy & Michaelson<sup>49</sup> (1971) e Welt et al.<sup>83</sup> (1994), ao afirmarem que isso se deve às dificuldades e variações metodológicas experimentais, como: a) falta de tecnologia conveniente que permita a mensuração da temperatura no campo de microondas; b) aquecimento desigual devido à distribuição do campo de microondas e à natureza física e elétrica das amostras; c) inabilidade para controlar a temperatura das amostras aquecidas em fornos de microondas; d) concentração incontrolada do soluto devido à perda por evaporação da amostra durante o aquecimento; e) variação nos instrumentos e animais utilizados e; f) variações nas frequências dos fornos de microondas utilizados nesses trabalhos.

---

As microondas são ondas de energia eletromagnética compreendidas entre o infravermelho e as ondas de rádio do espectro eletromagnético. Estão localizadas no grupo de frequências baixas opostas aos raios-X e gama, não produzem efeitos ionizantes, pelo contrário, são extremamente brandas, tendo capacidade apenas para excitar as moléculas, gerando energia térmica<sup>6</sup>. As microondas não produzem danos irreversíveis no tecido humano e não possuem efeito cumulativo<sup>6,20,25,49,54,61</sup>. Não existe nenhuma evidência que indique qualquer dano por radiação residual, definido como fração irreparável de danos por radiação, como os produzidos pelas radiações ionizantes<sup>20,49</sup>.

Porém, em humanos expostos a altos níveis de energia por microondas partes do corpo que não são efetivamente resfriadas pela circulação sanguínea, como por exemplo, os olhos, orelhas e testículos, não são capazes de dissipar o calor rapidamente e portanto, estão mais propícias aos danos térmicos por hipertermia induzida, como: desnaturação da proteína do cristalino, induzindo à formação de catarata tardia; sensações na audição, como zumbidos e esterilização de espermatozoides<sup>20,49,53</sup>.

Dentro dos efeitos biológicos deletérios aos seres humanos causados pela energia por microondas, apenas a frequência de irradiação dessa energia é considerada um fator significativo e não questionável. Frequências que variam entre 2000 e 3000 MHz provavelmente representam um grande risco<sup>49</sup>, sendo assim, fica clara a

necessidade dos cuidados e proteção quando do uso da energia por microondas.

Pelos resultados desta pesquisa, é possível observar que as pontas diamantadas podem ser esterilizadas em forno de microondas em pequenos intervalos de tempo, agilizando e facilitando os procedimentos do consultório odontológico.

---

## 7 - Conclusão

---

De acordo com as condições experimentais utilizadas neste trabalho, é lícito concluir:

- A esterilização de pontas diamantadas por meio da energia por microondas pode ser obtida.
- Os dois métodos que demonstraram eficácia para a esterilização foram:
  - Exposição dos instrumentos acondicionados em placas de Petri contendo 40 mL de água à irradiação por microondas por um período de um minuto na potência de 800 W;
  - Exposição dos instrumentos à irradiação por microondas por um período de seis minutos na potência de 800 W, desde que envoltos em folhas de poliéster e acondicionados em envelopes para esterilização.

- É de fundamental importância que adequados procedimentos de limpeza e enxágue devam ser realizados antes do processo de esterilização.

---

## 8 - Referências\*

---

1. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council On Dental Materials and Devices and Council on Dental Therapeutics. Infection control recommendations for dental office and dental laboratory. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.116, n.2, p.241-248, Feb. 1988.
2. ARCURI, M.R. et al. Scanning electron microscope analysis of tooth enamel treated with rotatory instruments and abrasives. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.69, n.5, p.483-490, May 1993.
3. ATMACA, S. et al. Effect of microwaves on survival of some bacterial strains. **Acta Microbiol. Immunol. Hung.**, Budapest, v.43, n.4, p.371-378, 1996.
4. BAYSAN, A.; WHILEY, R.; WRIGHT, P.S. Use of microwave energy to disinfect a long-term soft lining material contaminated with *Candida albicans* or *Staphylococcus aureus*. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.79, n.4, p.650-658, May 1998.
5. BERNARD, G.R. Microwave irradiation as a generator of heat for histological fixation. **Stain technol.**, Baltimore, v.49, n.4, p.215-224, July 1974.

---

\* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24p.

- 
6. BOON, M.E.; KOK, L.P. Microwaves for immunohistochemistry. **Micron.**, v.25, n.2, p.151-170, 1994.
  7. BORDER, B.G.; RICE-SPEARMAN, L. Microwaves in the laboratory: effective decontamination. **Clin. Lab. Sci.**, Bethesda, v.12, n.3, p.156-160. May/June 1999.
  8. BORGES, C.F.M. et al. Dental diamond burs made with a new technology. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.82, n.1, p.73-79, July 1999.
  9. BRASIL. Conselho Federal de Odontologia. **Biossegurança**. Rio de Janeiro: Conselho Federal de Odontologia, 1999.
  10. BURKHART, N.W.; CRAWFORD, J. Critical steps in instrument cleaning: removing debris after sonication. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.128, p.456-463, Apr. 1997.
  11. CLERCK, J.P. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.57, n.5, p.454-458, Apr. 1987.
  12. CONNOR, C. Cross-contamination control in prosthodontic practice. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 4, n.4, p. 337-344, July/Aug. 1991.
  13. COOLEY, R.L.; BARKMEIER, W.W.; WAYMAN, B.E. Sterilization and disinfection of dental burs. **Gen. Dent.**, Chicago, v.30, n.6, p.508-512, Nov./Dec. 1982.

- 
14. COOTE, P.J.; HOLYOAK, C.D.; COLE, M.B. Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* during a process simulating temperatures achieved during microwave heating. **J. Appl. Bacteriol.**, Oxford, v.70, n.6, p.489-494, June 1991.
  15. DIAZ-CINCO, M.; MARTINELLI, S. The use of microwaves in sterilization. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**, Ames, v.11, n.12, p.722-724, Dec. 1991.
  16. DIFCO MANUAL. **Dehydrated culture media and reagents for microbiology**. 10<sup>th</sup> ed. Detroit: Difco Laboratories, 1985.
  17. DIXON, D.L.; BREEDING, L.C.; FALER, T.A. Microwave disinfection of denture base materials colonized with *Candida albicans*. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.81, n.2, p.207-214, Feb. 1999.
  18. DREYFUSS, M.S.; CHIPLEY, J.R. Comparison of effects of sublethal microwave radiation and conventional heating on the metabolic activity of *Staphylococcus aureus*. **Appl. Environ. Microbiol.**, Washington, v.39, n.1, p.13-16, Jan. 1980.
  19. EPSTEIN, J.B. et al. Rotary dental instruments and the potential risk of transmission of infection: herpes simplex virus. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.124, n.12, p.55-59, Dec. 1993.
  20. EXPERT PANEL ON FOOD SAFETY & NUTRITION. Microwave food processing. **Food Technol.**, Chicago, v.43, n.1, p.117-126, Jan. 1989.

21. FANTINATO, V. et al. **Manual de esterilização e desinfecção em odontologia.** São Paulo: Ed. Santos, 1994.
22. FARIAS, R.J.M. et al. Análise da estabilidade da temperatura em diferentes posições no interior do forno de microondas. **Pesq. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.16, supl., p.181, ago. 2002.
23. FERREIRA, R.A. Barrando o invisível. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.49, n,6, p.417-426, nov./dez. 1995.
24. FONTANA, U.F. et al. 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.**, São Paulo, v. 39, n.1, p. 54-63, jan./fev. 1985.
25. FUJIKAWA, H.; USHIODA, H.; KUDO, Y. Kinetics of *Escherichia coli* destruction by microwave irradiation. **Appl. Environ. Microbiol.**, Washington, v.58, n.3, p.920-924, Mar. 1992.
26. GOLDBLITH, S. A. Basic principles of microwaves and recent developments. **Advan. Food Res.**, v.15, p.277-301, 1966.
27. GRAJOWER, R.; ZEITCHICK, A.; RAJSTEIN, J. The grinding efficiency of diamond burs. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.42, n.4, p.422-428, Oct. 1979.
28. GRAZIANO, K.U.; SILVA, A.; BIANCHI, E.R.F. Esterilização de material médico-cirúrgico, utilizando o forno de microondas. **Rev. Esc. Enf. USP**, São Paulo, v.21, n.3, p.293-294, dez. 1987.

- 
29. GUREVICH, I.; DUBIN, R.; CUNHA, B.A. Dental instrument and device sterilization and disinfection practices. **J. Hosp. Infect.**, San Diego, v.32, n.4, p.295-304, Apr. 1996.
  30. HARKNESS, N.; DAVIES, E.H. The cleaning of dental diamond burs **Br. Dent. J.**, London, v.154, n.2, p.42-45, Jan. 1983.
  31. HARTLEY, J.L.; HUDSON, D.C. Modern rotating instruments – burs and diamond points. **Dent. Clin. North. Am.**, Philadelphia, p.737-745, 1958.
  32. HARTLEY, J.L. et al. Methods for evaluation of rotating diamond-abrasive dental instruments. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.54, n.5, p.637-644, May 1957.
  33. HASTREITER, R.J. et al. Effectiveness of dental office instrument sterilization procedures. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.122, n.11, p.51-56, Oct. 1991.
  34. HOOKER, J.B.; STAFFANOU, R.S. An evaluation of sterilization procedures of diamond cutting instruments. **Texas Dent. J.**, Austin, v.102, n.1, p. 8-10, Jan. 1985.
  35. HUDSON, D.C. et al. Factors influencing the cutting characteristics of rotating dental instruments. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.50, n.4, p.377-383, Apr. 1955.
  36. JENG, D.K.H. et al. Mechanism of microwave sterilization in the dry state. **Appl. Environ. Microbiol.**, Washington, v.53, n.9, p.2133-2137, Sept. 1987.

- 
37. KAKITA, Y. et al. Inactivation of *Lactobacillus* Bacteriophage PL-1 by microwave irradiation. **Microbiol. Immunol.**, Tokyo, v.39, n.8, p.571-576, 1995.
  38. KE, P.J.; LINKE, B.A.; ACKMAN, R.G. Acceleration of lipid oxidation in frozen mackrel fillet by pretreatment with microwave heating. **J. Food Sci.**, Champaign, v.43, p.38-40, 1978.
  39. KINDLE, G. et al. Killing activity of microwaves in milk. **J. Hosp. Infect.**, San Diego, v.33, n.4, p.273-278, Aug. 1996.
  40. KHALIL, H.; VILLOTA, R. Comparative study on injury and recovery of *Staphylococcus aureus* using microwaves and conventional heating. **J. Food Protection**, v.51, n.3, p.181-186, Mar. 1988.
  41. KUGEL, G. et al. Disinfection and communication practices: a survey of US dental laboratories. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.131, n.6, p.786-792, June 2000.
  42. KWAN-HOONG, N.G. Microwave ovens: mapping the electrical field distribution. **Medical Laboratory Sci.**, v.48, p.189-192, 1991.
  43. LEONTION, A.P.; COOGAN, M.M.; ASPINALL, S. Disinfection of dental diamond burs contaminated with hepatitis B virus. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.82, n.3, p.332-335, Sept. 1999.
  44. LEVRE, E.; VALENTINI, P. Inactivation of Salmonella during microwave cooking. **Zentralbl. Hyg. Umweltmed**, Stuttgart, v.201, n.4-5, p.431-436, Dec. 1998.

- 
45. MANDARINO, F. et al. Estudo fotográfico das características de superfície de instrumentos rotatórios de alta velocidade. Análise gravimétrica. **Odonto 2000**, Araraquara, v.2, n.1, p.3-7, jan./jun. 1998.
  46. MEDEIROS, P.J.; TINOCO, E.M.B.; UZEDA, M. Avaliação de quatro métodos para esterilização de instrumentos de odontologia. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.47, n.2, p.30-32, mar./abr. 1990.
  47. MILLER, C.H. Sterilization and disinfection: what every dentist needs to know. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.123, n.3, p.46-54, Mar. 1992.
  48. MILLER, C.H. Cleaning, sterilization and disinfection: basics of microbial killing for infection control. . **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.124, n.1, p.48-56, Jan. 1993.
  49. MILROY, W. C.; MICHAELSON, S. M. Biological effects of microwave radiation. **Health Phys.**, Baltimore, v.20, n.6, p.567-575, June 1971.
  50. MOLINARI, J. Dental infection control at the year 2000: accomplishment recognized. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.130, n.9, p.1291-1298, Sept. 1999.
  51. MORI, T. et al. Improved power control during microwave heating in biological applications. **Dent. Mater. J.**, Tokyo, v.11, n.2, p.197-203, Dec. 1992.
  52. NEUGEBOREN, N. et al. Control of cross-contamination. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.85, n.2, p.123-127, July 1972.

- 
53. NUNES, I.O.; GERMANO, M.I.S.; GERMANO, P.M.L. Forno de microondas: solução ou problema para a saúde pública? **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.10, n.42, p.9-13, 1996.
  54. PANASONIC. Divisão de Serviços Técnicos. Setor de Apoio Técnico. **Forno de Microondas: guia técnico ordem DST – 9011-028-GT.** Panasonic do Brasil, [199-?]. 28f.
  55. PETRILLO, V.F.; FAGUNDES, G.R.; PETRILLO, L. Esterilização por microondas. **Arq. Bras. Med.**, Rio de Janeiro, v.65, n.5a, p.123s, out. 1991.
  56. PINTO, J.K.C. **Fornos de microondas.** 1993. 17p. Apostila.
  57. POLYZOIS, G.L.; ZISSIS, A.J.; YANNIKAKIS, S.A. The effect of glutaraldehyde and microwave disinfection on some properties of acrylic denture resin. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.8, n.2, p.150-154, Mar./Apr. 1995.
  58. RIBEIRO, H.D. et al. Uso do microondas para plasticização de godiva em prótese dentária total. Biossegurança. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.54. n.3, p.230-233, maio/jun. 2000.
  59. RIZZO, R. Gli effetti della sterilizzazione com microonde sulle frese diamantate. **Minerva Stomatol.**, Torino, v.42, n.3, p.93-96, mar. 1993.
  60. RODRIGUES, H.H.; RODRIGUES, H.U.H.; ROLLO, J.A. Estudo cinético e quantitativo da pressão de preparo cavitário. **RGO**, Porto Alegre, v.30, n.3, p.172-180, jul./set. 1982.

- 
61. ROHRER, M.; BULARD, R. Microwave sterilization. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.110, n.2, p.194-198, Feb. 1985.
  62. ROSASPINA, S.; SALVATORELLI, G.; ANZANEL, D. The bactericidal effect of microwaves on mycobacterium bovis dried on scalpel blades. **J. Hosp. Infect.**, San Diego, v.26, n.1, p.45-50, Jan. 1994.
  63. RUIJGROK, J.M. et al. Does microwave irradiation have other than thermal effects on glutaraldehyde crosslinking of collagen? **Eur. J. Morphol.**, Lisse, v.31, n.4, p.290-297, Dec. 1993.
  64. SANGER, R.G.; BRADFORD, B.A.; DELANEY, J.M. An inquiry into the sterilization of dental handpieces relative to transmission of hepatitis B virus. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.96, n.4, p.621-624, Apr. 1978.
  65. SANTANA, I.L. **Estudo comparativo da eficiência de desgaste de pontas diamantadas em função do tipo de esterilização: tempo de utilização e procedência do instrumento.** 2000. 119f. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2000.
  66. SASAKI, K. et al. Selection of biological indicator for validating microwave heating sterilization. **PDA J. Pharm. Sci. Technol.**, Bethesda, v.52, n.2, p.60-65, Mar./Apr. 1998.

- 
67. SASTRY, S.K.; PALANIAPPAN, S. The temperature difference between a microorganism and a liquid medium during microwave heating. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.15, p.225-230, 1991.
  68. SCHUCHARD, A.; WATKINS, E.C. Cutting effectiveness of tungsten carbide burs and diamond at ultra-high rotation speeds. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.18, n.1, p.58-65, July 1967.
  69. SCHUTT, R.W. A procedure to sterilize dental burs with dry heat. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.63, n.2, p.246, Feb. 1990.
  70. SCULLY, C.; SAMARANAYAKE, L.; MARTIN, M. HIV: answers to common questions on transmission, disinfection and antisepsis in clinical dentistry. **Br. Dent. J.**, London, v.175, n.5, p.175-179, Sept. 1993.
  71. STEAGALL, L. Instrumentos rotatórios. In: CORRÊA, A.A. **Dentística operatória**. São Paulo: Artes Médicas, 1979. cap.4, p.41-62.
  72. STRACHAN, E.B. Cross-infection prevention **Br. Dent. J.**, London, v.173, n.3, p.88, Aug. 1992.
  73. TATE, W.H. et al. Disinfection and sterilization of composite polishing instruments. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.8, n.5, p.270-272, Oct. 1995.
  74. TEXEIRA, M.; SANTOS, M.V. Responsabilidade no controle de infecção. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.53, n.3, p.177-189, maio/jun. 1999.

- 
75. TRABULSI, L.R. **Microbiologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1991.
  76. URECH, M.; EICHER, B.; SLEGENTHALER, J. Effects of microwave and radio frequency electromagnetic fields on lichens. **Bioelectromagnetics**, New York, v.17, n.4, p.327-334, 1996.
  77. VALERA, M.C. et al. Pontas de diamantes – CVD. **RGO**, Porto Alegre, v.44, n.2, p.104-108, mar./abr. 1996.
  78. VAN DE WAA, C.D.; FALLS, S. High speed rotary instruments in operative dentistry: review of the literature. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.53, n.3, p.298-304, Sept. 1956.
  79. VELA, G.R.; WU, J.F. Mechanism of lethal action of 2450 Mhz radiation on microorganisms. **Appl. Environ. Microbiol.**, Washington, v.37, n.3, p.550-553, Mar. 1979.
  80. WALSH, J. P. Critical review of cutting instruments in cavity preparation I. Diamond stone. **Int. Dent. J.**, Guildford, v. 4, p.36-43, 1953.
  81. WATANABE, K. et al. Effect of ionic strength on the inactivation of micro-organisms by microwave irradiation. **Lett. Appl. Microbiol.**, Oxford, v.31, n.1, p.52-56, July 2000.
  82. WEBB, B.C. et al. Effectiveness of two methods of denture sterilization. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v.25, n.6, p.416-423, June 1998.

- 
83. WELT, B.A. et al. Effect of microwave radiation on inactivation of *Clostridium sporogenes* (PA 3679) spores. **Appl. Environ. Microbiol.**, Washington, v.60, n.2, p.482-488, Feb. 1994.
  84. WENN, R. Another look at infection control. **J. Can. Dent. Assoc.**, Toronto, v.60, n.2, p.89, Feb. 1994.
  85. WOO, I.M.; RHEE, I.K.; PARK, H.D. Differential damage in bacterial cells by microwave radiation on the basis of cell wall structure. **Appl. Environ. Microbiol.**, Washington, v.66, n.5, p.2243-2247, May 2000.
  86. YEO, C.B.A. et al. Heat transfer analysis of *Staphylococcus aureus* on stainless steel with microwave radiation. **J. Appl. Microbiol.**, Oxford, v.87, n.3, p.396-401, Sept. 1999.

# ANEXO A

Tabela A1 – Período total de incubação para o procedimento de esterilização P1.

Grupo Número de repetições	P <sub>1</sub> T <sub>0</sub> (0 min)	P <sub>1</sub> T <sub>1</sub> (1 min)	P <sub>1</sub> T <sub>2</sub> (2 min)	P <sub>1</sub> T <sub>3</sub> (3 min)
1	C <sub>1</sub>	-	-	-
2		-	-	-
3		-	-	-
4		-	-	-
5		-	-	-
6		-	-	-

Legenda:

- : tubo de cultura sem crescimento até o período determinado de 7 dias (esterilizado)

C<sub>n</sub>: tubo de cultura com crescimento até o período determinado em dias, sendo que *n* indica o dia no qual houve crescimento bacteriano (não esterilizado)

Tabela A2 – Período total de incubação para o procedimento de esterilização P2.

Grupo Número de repetições	P <sub>2</sub> T <sub>0</sub> (0 min)	P <sub>2</sub> T <sub>2</sub> (2 min)	P <sub>2</sub> T <sub>4</sub> (4 min)	P <sub>2</sub> T <sub>5</sub> (5 min)	P <sub>2</sub> T <sub>6</sub> (6 min)	P <sub>2</sub> T <sub>8</sub> (8 min)
1	C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	-
2		C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>
3		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	-	-
4		C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
5		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	-	-
6		C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	-

Legenda:

- : tubo de cultura sem crescimento até o período determinado de 7 dias (esterilizado)

C<sub>n</sub>: tubo de cultura com crescimento até o período determinado em dias, sendo que *n* indica o dia no qual houve crescimento bacteriano (não esterilizado)

Tabela A3 – Período total de incubação para o procedimento de esterilização P3.

Grupo Número De repetições	P <sub>3</sub> T <sub>0</sub> (0 min)	P <sub>3</sub> T <sub>2</sub> (2 min)	P <sub>3</sub> T <sub>4</sub> (4 min)	P <sub>3</sub> T <sub>5</sub> (5 min)	P <sub>3</sub> T <sub>6</sub> (6 min)	P <sub>3</sub> T <sub>8</sub> (8 min)
1	C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	-	-	-	-
2		-	C <sub>1</sub>	-	-	-
3		C <sub>2</sub>	-	-	-	-
4		C <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	-	-	-
5		C <sub>1</sub>	-	-	-	-
6		-	-	C <sub>2</sub>	-	-

Legenda:

- : tubo de cultura sem crescimento até o período determinado de 7 dias (esterilizado)

C<sub>n</sub>: tubo de cultura com crescimento até o período determinado em dias, sendo que **n** indica o dia no qual houve crescimento bacteriano (não esterilizado)

---

FARIAS, R.J.M. **Esterilização de pontas diamantadas através da energia por microondas.** 2003. 116f. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2003.

## *RESUMO*

---

Tendo em vista a importância e necessidade de esterilização dos instrumentos cortantes rotatórios usados em odontologia, associada à indispensável agilidade nos atendimentos e, considerando ainda, a escassez de publicações atuais voltadas para este tema, julgou-se válida a preocupação em estudar a efetividade do método de esterilização através da energia por microondas em pontas diamantadas. Para tal, oitenta e uma pontas diamantadas foram contaminadas em uma suspensão bacteriana formada por bactérias pertencentes ao meio bucal (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus acidophilus*, *Actinomyces viscosus*, *Enterococcus faecalis* e *Bacillus subtilis*), divididas em três diferentes grupos e submetidas à irradiação por microondas em forno de microondas doméstico na potência máxima (800 W). Os grupos foram diferenciados entre si conforme o método de acondicionamento dos corpos-de-prova (2) e o procedimento para esterilização (3). No procedimento de esterilização 1, os corpos-de-prova foram limpos com esponja de aço em água

---

corrente, acondicionados em placas de Petri contendo 40 mL de água e submetidos à irradiação por microondas nos períodos de 0, 1, 2 e 3 minutos. No procedimento de esterilização 2, os corpos-de-prova foram envolvidos em folha de poliéster, acondicionados em envelopes para esterilização e expostos à energia por microondas nos períodos de 0, 2, 4, 5 e 6 minutos, sem sofrerem previamente o procedimento de limpeza. E no procedimento de esterilização 3, 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 1, no período de um minuto, quanto no procedimento 3, no período de 6 minutos. Portanto, podemos concluir que a esterilização através da 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.

**Palavras-Chave:** Esterilização; instrumentos odontológicos; microondas; controle de infecções dentárias.

---

FARIAS, R.J.M. **Sterilization of diamond burs by the energy of microwaves.** 2003. 116 pgs. Dissertation (Master Degree in Oral Rehabilitation) – Dentistry College, São Paulo State University, Araraquara, 2003.

## *ABSTRACT*

---

Concerning the importance and the need for sterilization of the rotary cutting instruments used in dentistry, associated to the indispensable agility in the appointments and, considering also the scarceness of updated publications in regard to this theme, the preoccupation in studying the effectiveness of the sterilization method by the energy of microwaves in diamond burs was judged valid. To perform such study, eighty-one diamond burs were contaminated in a bacterial suspension formed by bacteria which belong to the oral environment (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus acidophilus*, *Actinomyces viscosus*, *Enterococcus faecalis* e *Bacillus subtilis*), divided in three different groups and submitted to irradiation by microwaves in a domestic microwave oven on maximum power (800 W). The groups were discriminated according to the method of packing of the specimens (2) and the procedure for sterilization (3). In the procedure for sterilization 1, the specimens were cleaned with steel

---

sponge in water, packed in Petri dishes containing 40 mL of water and submitted to irradiation by microwaves in the periods of 0, 1, 2 and 3 minutes. In the procedure for sterilization 2, the test specimens were wrapped in a polyester sheet, packed in envelopes for sterilization and exposed to energy by microwaves in the periods of 0, 2, 4, 5 and 6 minutes, without going through the cleaning procedure previously. Finally, in the procedure for sterilization 3, the test specimens were cleaned with steel sponge in water, packed and submitted to irradiation according to the anterior method. The sterilization was obtained both in procedure 1, in the period of 1 minute, and in procedure 3, in the period of 6 minutes. Therefore, we could conclude that the sterilization by the energy of microwaves is another possibility which can help the procedures for sterilization in a dentist's office in a fast and economic way, being safe and efficient for the sterilization of a small amount of contaminated material, since the adequate cleaning procedure is performed previously to sterilization.

**Keywords:** Sterilization; dental instruments; microwaves; dental infections control.