

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Odontologia
Departamento de Odontologia Conservadora
Laboratório de Materiais Dentários

Trabalho de Conclusão de Curso

**INFLUÊNCIA DA IMERSÃO EM ÁGUA ELETROLISADA ÁCIDA NAS
PROPRIEDADES DA RESINA ACRÍLICA PARA BASE DE PRÓTESE**

Porto Alegre, Julho de 2010

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Odontologia
Departamento de Odontologia Conservadora
Laboratório de Materiais Dentários

DIETHER FELIX MARMITT

Influência da imersão em água eletrolisada ácida nas propriedades da resina acrílica
para base de prótese

Trabalho apresentado como pré-requisito para
conclusão do curso de graduação em Odontologia

Orientadora: Prof^a Dr^a Susana Werner Samuel

Porto Alegre
2010

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de realizar este trabalho.

À prof^a Dr^a Susana Maria Werner Samuel, exemplo de profissionalismo e seriedade, que me acolheu e orientou na realização deste trabalho. Pela oportunidade de poder integrar no Laboratório de Materiais Dentários, meu eterno agradecimento.

Ao prof Dr Fabrício Mezzomo Collares, por instigar, corrigir e guiar este trabalho com competência e vasto conhecimento. Pela paciência de me ensinar a ser “o” monitor de Materiais Dentários, meus mais sinceros agradecimentos.

Ao doutorando Vicente Castelo Branco Leitune, pelo incentivo, parceria e toda a ajuda durante a realização dos ensaios e correções deste trabalho. Sem seu apoio, esse trabalho não teria chegado ao patamar que hoje se encontra.

À prof^a Dra Carmen Beatriz Borges Fortes, pelos ensinamentos para a realização dos ensaios e imenso carinho que demonstrou durante todos os semestres que eu estive no Laboratório de Materiais Dentários.

À equipe do Laboratório de Materiais Dentários, especialmente ao cirurgião dentista Fernando Freitas Portella, à acadêmica Daniela Guerra Andriolli e à técnica Letícia Moreira, que me auxiliaram na confecção e acabamento dos corpos de prova, bem como a todos os acadêmicos, cirurgiões dentistas e mestrands integrantes do LAMAD pela amizade que hoje possuo.

Aos meus familiares, pelo amor e carinho que sempre me dedicaram.

A todas as pessoas que de alguma maneira auxiliaram na a realização desse trabalho.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da imersão em água eletrolisada ácida (AEA) sobre as propriedades e características de sorção, solubilidade, dureza, rugosidade e resistência à flexão da resina acrílica polimerizada em forno de micro-ondas Vipi Wave. O trabalho foi realizado em três etapas: preparo dos corpos de prova (CP) de resina acrílica; preparo da AEA e imersão dos CP na AEA ou na água destilada; e análise das propriedades e características da resina acrílica. Para cada ensaio, os CP foram divididos em dois grupos: o grupo teste, que consistiu da imersão dos CP em AEA por 10 min, e o grupo controle, com imersão em água destilada pelo mesmo tempo. Os resultados mostraram que a imersão em AEA não alterou significativamente a resistência flexural, a dureza Knoop e a rugosidade superficial e atendeu às exigências da especificação nº 1567 da ISO quanto às propriedades de sorção, solubilidade e resistência à flexão. Portanto, pode-se prever que a imersão da resina acrílica em AEA ácida não irá interferir no desempenho clínico dos aparelhos confeccionados com esse material. Assim, após avaliação da eficácia microbiológica da AEA, este procedimento poderá ser recomendado para a desinfecção de resina acrílica para base de prótese.

Palavras-chave: água eletrolisada ácida, resina acrílica, imersão, sorção, solubilidade, resistência à flexão, dureza, rugosidade.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the influence of the immersion in acid electrolyzed water (AEW) on the properties and characteristics of sorption, solubility, hardness, superficial roughness and flexural resistance of the polymerized acrylic resin in microwaves oven Vipi Wave. The work was carried through in three stages: preparation of the specimens of acrylic resin; preparation of the AEW and immersion of the specimens in the AEW or distilled water; and analysis of the properties and characteristics of the acrylic resin. For each assay, the specimens had been divided in two groups: the test group, which consisted of the immersion of the specimens in AEW for 10 minutes, and the control group, which consisted of the immersion in distilled water for the same time. The results had shown that the immersion in AEW did not significantly modify the properties of flexural strength, superficial roughness and Knoop hardness and attended the requirements of the specification nº 1567 of the ISO for the properties of sorption, solubility and flexural resistance. Therefore, it can be foreseen that the immersion of the acrylic resin in AEW will not go to intervene with the clinical performance of the devices confectioned with this material. Thus, after evaluation of the microbiological effectiveness of the AEW, this procedure could be recommended for the acrylic resin disinfection for base of dental prosthesis.

Keywords: acid electrolyzed water, acrylic resin, immersion, sorption, solubility, flexural resistance, superficial roughness, hardness

SUMÁRIO

1	Introdução	7
2	Objetivo	8
3	Materiais e Métodos	9
3.1	Água eletrolisada ácida	9
3.2	Tratamento dos corpos de prova	10
3.3	Sorção e solubilidade	10
3.3.1	Confecção dos corpos de prova	10
3.3.2	Ensaio de sorção	11
3.3.3	Ensaio de solubilidade	12
3.4	Resistência à flexão	13
3.4.1	Confecção dos corpos de prova	13
3.4.2	Ensaio de resistência à flexão de três pontos	13
3.5	Rugosidade superficial	14
3.5.1	Confecção dos corpos de prova	14
3.5.2	Ensaio de rugosidade superficial	15
3.6	Dureza Knoop	15
3.6.1	Confecção dos corpos de prova	15
3.6.2	Avaliação de Dureza Knoop	16
4	Resultados	17
4.1	Sorção e solubilidade	17
4.2	Resistência à flexão	17
4.3	Rugosidade superficial	18
4.4	Dureza Knoop	18
5	Discussão	20
6	Conclusões	23
7	Referências	24

1 INTRODUÇÃO

A biossegurança tem sido tema de crescente importância para os agentes de saúde, tais como cirurgiões-dentistas, técnicos em higiene dental e auxiliares de consultório odontológico, uma vez que o contato com sangue e saliva representa um risco de contaminação cruzada para os profissionais e para os pacientes. Uma grande variedade de agentes infecciosos está presente no cotidiano clínico do cirurgião-dentista¹, portanto é imprescindível o uso de precauções e procedimentos de controle de infecção.

A resina acrílica é o material mais utilizado para a confecção de próteses totais e parciais removíveis, e pode ser um veículo para a contaminação cruzada, uma vez que ela é capaz de incorporar em sua estrutura saliva e microrganismos presentes no meio bucal². A contaminação cruzada é um risco presente nos consultórios odontológicos, e processos de desinfecção são necessários para a prevenção da contaminação cruzada, que pode ocorrer pelo manuseio de próteses de resina acrílica, e também para a proteção do cirurgião-dentista, da equipe de trabalho e do paciente³.

Um desinfetante ideal seria aquele que eliminasse todos os microrganismos presentes num material, sendo de rápida ação, solúvel em água e em líquidos orgânicos, atóxico, de uso fácil e econômico, além de não agredir o meio ambiente quando feito o seu descarte⁴. Atualmente, os produtos mais utilizados para desinfecção são as soluções de hipoclorito de sódio 1% e de glutaraldeído 2%, que são conhecidas pela eficácia microbiológica⁵. Entretanto, são desinfetantes que apresentam elevada toxicidade e requerem cuidados especiais no manuseio, uma vez que causam reação com tecidos vivos⁶.

Métodos alternativos de desinfecção têm sido estudados para avaliar substâncias que não sejam tóxicas e que não agriam o meio ambiente, tais como a água eletrolisada ácida (AEA), que é uma solução eletroquímica constituída de uma mistura de radicais com fortes propriedades oxidantes, com alto poder viricida e microbicida, além de ser um método seguro⁷. As principais características dessa solução desinfetante são: o elevado potencial de oxirredução (>1000 mv), o baixo pH (< 3,0), a concentração de cloro ativo livre acima de 30 ppm, a fácil produção e o fácil descarte no meio ambiente. Entretanto pouco se sabe sobre a interferência da água eletrolisada ácida nas propriedades e características da resina acrílica.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da imersão em água eletrolisada ácida sobre as propriedades e características de sorção, solubilidade, dureza, rugosidade e resistência à flexão de uma resina acrílica polimerizada em forno de micro-ondas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo foi um estudo *in vitro*, cego e randomizado (www.randomizer.org), realizado no Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O material utilizado para a confecção dos corpos de prova (CP) foi a resina acrílica (incolor) polimerizada por energia de micro-ondas, cuja apresentação comercial é de pó (polímero de polimetacrilato de metila) e líquido (monômero de metacrilato de metila), da marca Vipi Wave (VIPI, Pirassununga, São Paulo, Brasil). Cada ensaio foi dividido em três etapas: preparo dos CP de resina acrílica, preparo da AEA e imersão dos corpos-de-prova em AEA, e análise das propriedades e características da resina acrílica. A especificação nº 1567/99 da International Organization for Standardization (ISO)⁸ foi utilizada para a análise das propriedades de resistência à flexão, sorção e solubilidade, à exceção do número de corpos de prova para sorção e solubilidade cuja amostra foi aumentada. Também foram avaliadas a microdureza Knoop e a rugosidade superficial.

3.1 Água Eletrolisada Ácida

Para o preparo da água eletrolisada ácida (AEA), foi desenvolvido um protótipo, no qual dois compartimentos, um contendo um cátodo e o outro contendo um ânodo, são separados entre si por uma membrana de troca iônica (Figura 01). Em ambos os compartimentos foi colocada uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) a 5% (100 ml). Esses compartimentos receberam uma corrente elétrica de 32 V e 375 mA. A fonte de corrente elétrica permaneceu ligada até que se atingiu o pH de 2,50 e o potencial redox de 1250 mV, em aproximadamente 40 minutos. A membrana de troca iônica permite a passagem de íons hidróxido para a formação do ácido hipocloroso no ânodo. A solução aquosa de cloreto de sódio do compartimento IV libera cloro (Cl₂), oxigênio (O₂) e íons hidróxido (H⁺), enquanto a solução aquosa de cloreto de sódio do compartimento V libera gás hidrogênio (H₂) e íons hidróxido (OH⁻).

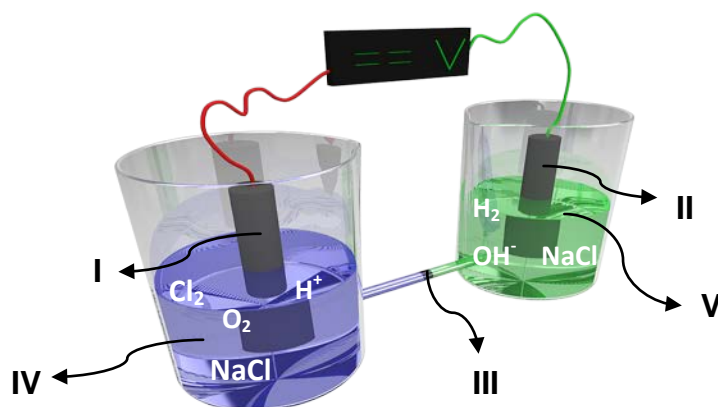


Figura 01 – Protótipo desenvolvido para a produção de AEA composto por: I – Ânodo; II – Cátodo; III – Membrana de troca iônica; IV – Compartimento com solução ácida de NaCl; V – Compartimento com solução alcalina de NaCl.

3.2 Tratamento dos Corpos de Prova

Após a produção da AEA, os corpos de prova (CP) do grupo teste foram imersos em frasco contendo 100 mL da solução por 10 min, enquanto os CP do grupo controle foram imersos em 100 mL de água destilada pelo mesmo tempo. A seguir os CP do grupo teste e do controle foram lavados em água corrente por um minuto e secos ao ar antes de serem submetidos aos ensaios propostos.

3.3 Sorção e solubilidade

3.3.1 Confeção dos corpos de prova para o ensaio de sorção e solubilidade

Foram confeccionados dez CP de resina acrílica polimerizada por energia de micro-ondas para avaliar as propriedades de sorção e solubilidade conforme a determinação da ISO 1567/99. Para a confeção dos CP foi utilizada uma matriz de aço inoxidável com 50 mm diâmetro e 0,5 mm de espessura, que foi incluída em

gesso comum numa mufla específica para polimerização em forno de micro-ondas. Após a cristalização do gesso comum (duas horas), a resina acrílica foi preparada de acordo com a recomendação do fabricante utilizando a proporção de 4 g de pó para 2 g de líquido, com o auxílio de uma balança de precisão de 0,001g (AUW220D, Shimadzu, Tóquio, Japão). A resina acrílica, ao atingir a fase de massa, foi inserida na matriz e a seguir a mufla foi fechada e prensada com carga de 1000 Kg. Após 30 minutos, a mufla foi introduzida no aparelho de micro-ondas (com potência de 1050 Watts) e submetida a um ciclo de polimerização de 20 min com 10% da potência e 5 min com 30% da potência, seguido de 1min de descanso dentro do aparelho de micro-ondas (aparelho desligado). O CP foi retirado da mufla após 4 horas (tempo necessário para o esfriamento da mufla) e foi mensurado com um paquímetro digital (Digimess, São Paulo, Brasil). O acabamento de cada CP foi realizado com lixas d'água de granulação 400, 600, 1000 e 2000. O polimento foi realizado com pedra pomes e branco de espanha, durante 5 minutos para cada abrasivo, a fim de dar lisura e brilho à superfície do CP. Após, os CP foram aleatoriamente distribuídos, sendo que cinco foram imersos em AEA (grupo teste) e os outros cinco em água destilada (grupo controle).

3.3.2 Ensaio de sorção

Os CP após imersão em AEA ou em água destilada foram mantidos em um dessecador contendo sílica gel, e este foi colocado numa Estufa a 37°C. Diariamente, os Cp foram pesados em balança com resolução de 0,0001 g até a atingir uma massa constante (M_1). Para obter a massa constante (M_1), repetiu-se as pesagens até que a perda de massa de cada CP não fosse superior a 0,0002g em qualquer período de 24 horas. O volume (V) foi calculado para cada CP de acordo com a equação (1):

$$V = [(\pi \cdot r^2) \cdot h] \quad (1)$$

onde:

V é o volume do corpo de prova em mm^3

$\pi = 3,1416$

r é o raio do corpo de prova em mm

h é a espessura do corpo de prova em mm

Para a obtenção do raio foi utilizada a média de quatro mensurações do diâmetro dividida por dois, e para a obtenção da espessura foi utilizada a média de cinco mensurações, uma no centro e as outras quatro em pontos equidistantes do centro, ao longo da circunferência. Estas medidas foram obtidas com um paquímetro digital. A seguir os CP foram imersos em recipiente contendo água destilada que foi mantido em Estufa a 37°C, durante sete dias consecutivos. Após este tempo, os CP foram removidas da água e secos com papel absorvente até que não apresentassem umidade visível na superfície, para então serem agitados no ar durante 15 segundos e pesados para a obtenção da segunda medida de massa, denominada M_2 (massa inchada). Após a determinação da massa inchada, os CP foram colocados no dessecador, contendo sílica gel, que foi mantido em Estufa a 37°C. A determinação da massa recondicionada (M_3) dos CP foi realizada com mensurações diárias até obter-se uma massa constante. O valor da sorção foi calculado através da equação(2):

$$S = [(M_2 - M_3) / V] \quad (2)$$

onde:

S é a sorção

M_2 é a massa do corpo de prova inchado (μg)

M_3 é a massa recondicionada do corpo de prova (μg)

V é o volume do disco (mm^3) calculado conforme equação (1).

3.3.3 Ensaio de solubilidade

Em sequência ao ensaio de sorção foi realizado o ensaio de solubilidade, que avaliou a perda de massa dos corpos de prova após imersão em água destilada, durante sete dias, e o recondicionamento a um valor de massa constante, conforme descrito na equação (3):

$$SL = [(M_1 - M_3) / V] \quad (3)$$

onde:

SL é a solubilidade

M1 é a massa antes da imersão em água (μg)

M3 é a massa recondicionada (μg)

V é o volume do disco (mm^3)

3.4 Resistência à flexão

3.4.1 Confeção dos corpos de prova

A confeção dos CP para a resistência à flexão foi realizada com o auxílio de uma matriz de aço inoxidável com as dimensões determinadas pela ISO 1567/99 (64 mm de comprimento, 10 mm \pm 0,2 mm de largura e 3,30 mm \pm 0,20 mm de espessura) que foi incluída em gesso comum na mufla para micro-ondas. Após a cristalização do gesso comum (duas horas), a resina acrílica foi preparada na proporção de 6 g de pó para 3 g de líquido, conforme recomendação do fabricante. A resina acrílica foi colocada na fase de massa na matriz de aço inoxidável e a mufla foi fechada e prensada com uma carga de 1000 kg. Após 30 minutos, a mufla foi colocada no aparelho de micro-ondas (1050 Watts) e submetida ao ciclo de polimerização de 20 min com 10% da potência e 5 min com 30% da potência, seguido de 1 min dentro do aparelho desligado. O acabamento dos CP foi feito com lixas d'água 400, 600, 1000 e 2000 e o polimento com pedra pomes e branco de espanha, a fim de dar lisura e brilho à superfície do material. Para a mensuração dos CP foi utilizado um paquímetro digital.

3.4.2 Ensaio de resistência à flexão de três pontos

O ensaio de resistência à flexão foi realizado de acordo com a ISO 1567/99. Para a realização do ensaio, os corpos de prova, em número de dez, foram divididos aleatoriamente em dois grupos de cinco cada, sendo um grupo denominado controle (imersão em água destilada) e o outro grupo teste (imersão em AEA) conforme descrito anteriormente. Cada corpo de prova foi submetido ao ensaio de resistência à flexão na

máquina para ensaios mecânicos (DL-2000, EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Este ensaio consiste na aplicação de uma carga, com velocidade constante de 5 mm/min, no centro do corpo de prova, que se encontra apoiado nas duas extremidades em um suporte com dois cilindros de cinco mm de diâmetro posicionados a uma distância de 50 mm entre si (Figura 02). A carga foi aplicada até a ruptura do corpo de prova. O valor da resistência à flexão foi calculado conforme a equação (4):

$$R = [(3FI) / (2bh^2)] / (2bh^2) \quad (4)$$

onde:

F é a carga máxima aplicada no corpo de prova (Newtons)

l é a distância entre os suportes do corpo de prova (mm)

b é a largura do corpo de prova (mm)

h é a altura do corpo de prova (mm)

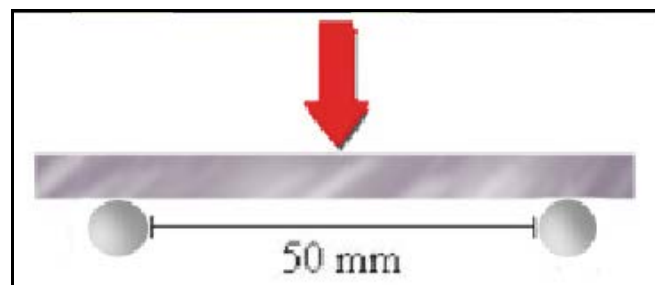


Figura 02 – Desenho esquemático da ação da força no ensaio de resistência à flexão de três pontos

3.5 Rugosidade Superficial

3.5.1 Confeção dos corpos-de-prova

Para o ensaio de rugosidade superficial, foram confeccionados 10 CP (10 mm de

comprimento, 10 mm de largura e 3 mm de espessura). A técnica para a confecção dos CP, a proporção da resina acrílica, bem como sua manipulação, inclusão e polimerização foram idênticos aos realizados na confecção para o ensaio de resistência à flexão. Esses corpos de prova, confeccionados com resina acrílica polimerizada com energia de micro-ondas, foram incluídos em resina quimicamente ativada de cor rosa, e a seguir foram colocados em AEA (grupo teste) ou em água destilada (grupo controle). Depois de secos, com jato de ar por 5 minutos foram submetidos ao ensaio de rugosidade.

3.5.2 Ensaio de rugosidade

O ensaio de rugosidade foi avaliado com o auxílio de um rugosímetro SJ-201 (Mitutoyo, Japão). O rugosímetro possui um sensor, que ao percorrer a superfície do CP atribui valores, que definem picos e vales presentes nesta superfície. O valor atribuído em números absolutos de picos e vales é dividido pela distância percorrida pelo sensor em linha reta fornecendo o parâmetro de rugosidade média (Ra) em μm . Foram realizadas três leituras por CP, em locais distintos dentro de uma área predeterminada e semelhante para todos os CP. O valor de rugosidade foi a média aritmética destas três leituras.

3.6 Dureza Knoop

3.6.1 Confecção dos corpos-de-prova

Para determinar a dureza, foram utilizados os mesmos CP confeccionados para o ensaio de rugosidade superficial. A medida de dureza foi realizada na superfície contrária aquela utilizada para a determinação da rugosidade.

3.6.2 Avaliação da dureza

Os valores atribuídos para a microdureza Knoop foram obtidos por cinco medidas realizadas na superfície de cada um dos corpos de prova, uma no centro e as outras distantes 100µm do centro. O número de microdureza Knoop (KHN) foi obtido com a medida da diagonal maior (d) de uma penetração losangular, deixada pelo endentador de diamante de formato piramidal. O valor da diagonal foi medido em µm, diretamente na tela do computador acoplado ao microdurômetro. A carga aplicada (c) foi de 25g durante 10s. O cálculo da microdureza Knoop foi realizado de acordo com a equação (5):

$$KHN = [(14228 c)/(d^2)] / (d^2) \quad (5)$$

onde:

KHN é o número de microdureza Knoop

14228 é o valor de uma constante

c é a carga aplicada (g)

d é a diagonal maior deixada pela penetração (µm)

Os resultados obtidos nos ensaios de sorção e solubilidade, resistência à flexão, microdureza Knoop e rugosidade superficial foram submetidos à análise estatística utilizando teste t de Student não pareado para cada ensaio para um nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

4.1 Sorção e solubilidade

A TABELA 1 apresenta a média e o desvio padrão dos valores de sorção e solubilidade dos corpos de prova de resina acrílica polimerizada com energia de micro-ondas de ambos os grupos e os resultados da análise estatística (p) da comparação entre os valores das respectivas propriedades dos grupos controle e teste. Houve diferença significativa entre os grupos controle e teste tanto para sorção quanto para solubilidade, mas ambos tiveram valores de acordo com a especificação nº 1567/99 da ISO.

TABELA 1 – Média, desvio padrão e análise estatística (p) dos resultados de sorção e solubilidade dos grupos controle e teste:

Grupo	Sorção ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)	Solubilidade ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)
Controle	19,83 ($\pm 0,82$)	1,40 ($\pm 0,11$)
Teste	22,34 ($\pm 0,87$)	0,43 ($\pm 0,35$)
p	<0,002	<0,001

4.2 Resistência à flexão:

A TABELA 2 apresenta a média e o desvio padrão dos valores de resistência à flexão (MPa) dos corpos de prova de resina acrílica polimerizada com energia de micro-ondas de ambos os grupos e o resultado da análise estatística (p). Não houve diferença estatística significativa entre os grupos controle e teste, e os valores estão acima do valor mínimo de resistência à flexão, que tem que ser de 65 MPa.

TABELA 2 – Média, desvio padrão e análise estatística dos resultados de resistência à flexão dos grupos controle e teste:

Grupo	Média (MPa)	Desvio Padrão
Controle	104,37	±5,43
Teste	98,17	±9,90
p	=0,254	

4.3 Dureza Knoop:

A TABELA 3 apresenta a média e o desvio padrão dos valores de dureza Knoop dos corpos de resina acrílica polimerizada com energia de micro-ondas de ambos os grupos e o resultado da análise estatística (p). Não houve diferença estatística significativa entre os grupos controle e teste, e os valores estão de acordo com a Dureza Knoop da resina acrílica polimerizada com energia de micro-ondas, que varia de 16 até 22.

TABELA 3 – Média, desvio padrão e análise estatística dos resultados dureza Knoop dos grupos controle e teste:

Grupo	Média	Desvio Padrão
Controle	21,30	±0,96
Teste	22,04	±0,84
p	=0,089	

4.4 Rugosidade superficial:

A TABELA 4 apresenta a média e o desvio padrão dos valores de rugosidade

superficial dos corpos de resina acrílica polimerizada com energia de micro-ondas de ambos os grupos e o resultado da análise estatística (p). Não houve diferença estatística significativa entre os grupos controle e teste, e os valores estiveram abaixo do limiar máximo de rugosidade superficial que deve ser de 0,2 μm .

TABELA 4 – Média, Desvio Padrão e análise estatística dos resultados de rugosidade superficial dos grupos controle e teste:

Grupo	Média (μm)	Desvio Padrão
Controle	0,045	$\pm 0,022$
Teste	0,038	$\pm 0,018$
p	=0,616	

5 DISCUSSÃO

O alto risco de contaminação microbiana devido ao frequente contato com sangue e saliva na prática odontológica leva à necessidade de medidas de biossegurança com o intuito de prevenir a contaminação dos agentes de saúde. A água eletrolisada ácida (AEA) é uma solução eletroquímica que contém uma mistura de radicais com fortes propriedades oxidantes, com alto poder viricida e microbicida, além de ser um método seguro.^{9,10,11} Neste trabalho, verificou-se que a AEA não influencia as propriedades de resistência à flexão, dureza Knoop e rugosidade superficial da resina acrílica, quando comparadas ao grupo controle.

A sorção representa a absorção de água para o interior do material, e a adsorção na superfície do mesmo¹². Os dois fenômenos estão frequentemente relacionados e o termo sorção é proposto para designar ambos. A solubilidade é avaliada pela perda de massa de resina¹³. De acordo com a Especificação nº 1567/99 da ISO, de cada quatro corpos de prova testados, três devem ser aprovados nos ensaios de sorção e solubilidade (pelas exigências da referida especificação a sorção deve ser no máximo $32 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ e a solubilidade $1,6 \mu\text{g}/\text{mm}^3$). No presente estudo foram confeccionados cinco corpos de prova para cada grupo. Houve diferença significativa entre os grupos controle e teste, mostrando que a AEA influencia as propriedades de sorção e solubilidade. Entretanto, há estudos que constataram diferença também nos resultados entre grupos controle e teste em sorção e solubilidade quando outros métodos de desinfecção foram avaliados, como a desinfecção por micro-ondas¹⁴ e por ácido peracético¹⁵, e mesmo havendo uma diferença estatisticamente significativa de sorção e solubilidade, a AEA apresentou valores de acordo com a Especificação nº 1567/99 da ISO.

A resistência à flexão é definida como a habilidade de um material em resistir às forças que provocam a sua curvatura sem se fraturar ou sofrer deformação excessiva¹⁶. Na avaliação de resistência à flexão, o corpo de prova recebe uma carga transversal no seu longo eixo, e isso ocasiona uma tensão de compressão na superfície superior da amostra e tensão de tração na camada inferior, onde se inicia a fratura. É uma propriedade de extrema importância da resina acrílica, que diz respeito à resistência do material diante de situações de fraturas por queda do aparelho ou por fadiga do material durante o uso¹⁷. Valores compatíveis com os padrões estabelecidos pelas normas promovem uma maior longevidade do aparelho protético. Neste trabalho o ensaio de flexão foi realizado de acordo com a ISO 1567/99, na qual o valor da resistência à flexão

deve ser superior a 65 MPa, o que condiz com os resultados obtidos. Assim como quando a utilização de hipoclorito de sódio para desinfecção foi avaliada¹⁸, não houve diferença significativa entre os grupos controle e teste na desinfecção com AEA, mostrando que ela não altera a resistência à flexão da resina acrílica termo-polimerizada.

O termo dureza relaciona-se à resistência do material à penetração¹⁹. Portanto, a dureza de um material é determinada pela realização de testes padronizados que promovem a penetração de uma ponta no interior desse material, a partir de aparelhos chamados durômetros. Neste ensaio, foi utilizado a escala Knoop para a medição de micro-dureza, na qual um penetrador de diamante com formato piramidal é pressionado contra a superfície devidamente polida do corpo-de-prova. A microdureza Knoop das resinas acrílicas termopolimerizáveis varia de 16 a 22²⁰, concordando com os achados desse trabalho, que foram de 21,30 para o grupo controle e 22,04 para o grupo teste. Os resultados permitem concluir que a microdureza entre os corpos-de-prova dos grupos controle e teste não tiveram diferença estatística significativa entre o grupo controle e teste, demonstrando assim que a AEA não altera a dureza Knoop da resina acrílica termo-polimerizada.

A resina acrílica deve ser perfeitamente polida antes que seja colocada na cavidade bucal. Uma superfície rugosa permite a aderência de alimentos, de biofilme dental e de *C. Albicans*²¹. A Candida é o gênero mais comum de fungo encontrado, apresentando elevada prevalência entre os portadores de próteses totais e elevada aderência à resina acrílica, conseguindo colonizar com facilidade os defeitos da superfície da resina acrílica.²² Sendo assim o método utilizado para a desinfecção de dispositivos de resina acrílica não devem aumentar a rugosidade superficial do material, pois ao mesmo tempo em que eliminaria os microorganismos durante a desinfecção, aumentaria a recolonização. Os resultados de rugosidade média (Ra) entre os CP dos grupos controle e teste não tiveram diferença estatística significativa entre a rugosidade calculada no grupo controle e tratado, que foram respectivamente de 0,045 µm e de 0,038 µm. Esses valores estão abaixo do limiar máximo²³, que é de 0,2 µm, demonstrando assim que a AEA não altera a rugosidade superficial dos CP de resina acrílica termo polimerizada.

A água eletrolisada é caracterizada pelo excelente poder bactericida, baixo custo para produção e de não ser tóxico ao meio ambiente quando feito o descarte²³. A atividade antimicrobiana dessa solução deriva da ação combinada da concentração de íons hidrogênio, do potencial de oxirredução e do cloro dissolvido²⁴. Ela é utilizada em aplicações médicas, como desinfecção de endoscópios e anti-sepsia das mãos, e é eficaz também na esterilização de impressões de alginato e de modelos de gesso²⁵. Entretanto,

essa substância desinfetante possui como desvantagem sua baixa estabilidade²⁶, perdendo drasticamente sua atividade bactericida com após sete dias se armazenado em um recipiente fechado à temperatura ambiente. Ainda assim, diversos desinfetantes já foram testados para desinfecção de dispositivos de resina acrílica, e nenhum apresentou características totalmente satisfatórias para essa finalidade. O hipoclorito de sódio pode provocar a alteração de cor do dispositivo²⁷ e com isso antecipar a necessidade da confecção de um novo dispositivo por motivos estéticos. O glutaraldeído é tóxico ao meio ambiente e resíduos que ficam aderidos ao dispositivo após a desinfecção podem causar danos à mucosa²⁸. A AEA, por sua vez, não apresenta toxicidade aos tecidos vivos, além de ser um método seguro, de fácil produção e de fácil descarte ao meio ambiente²⁹, dessa forma questionando se sua principal desvantagem não seria uma vantagem.

Tendo em vista que o tratamento proposto, ou seja, a desinfecção com água AEA por dez minutos, não interferiu significativamente nas propriedades da resina acrílica, pode-se prever que tal procedimento não deverá interferir no desempenho clínico dos aparatos confeccionados com esse material quando consideradas as propriedades avaliadas, podendo ser um procedimento clínico recomendável.

6 CONCLUSÕES

Avaliando-se os resultados após os ensaios de sorção, solubilidade, resistência à flexão, microdureza Knoop e rugosidade superficial em corpos de prova de resina acrílica polimerizada com energia de micro-ondas, submetidos à imersão com água eletrolisada ácida, pode-se concluir que:

1. A imersão em AEA por 10 min não interfere nas propriedades de dureza, rugosidade e resistência à flexão;
2. A imersão em AEA por 10 min interfere nas propriedades de sorção e solubilidade, mas ainda assim os resultados apresentam valores de acordo com a especificação nº 1567/99 da ISO;

7 REFERÊNCIAS

30. Andrioli, D. G., Leitune, V. C. B., Collares, F. M., Hashizume, L. N., Campreghar U. B., Samuel, S. M. W. **Água Eletrolizada Ácida – Um Novo Método de Desinfecção em Odontologia.** Braz Oral Res, vol. 23, suppl. 1, pag. 31-32, 2009.
16. Barbosa, D. R., Lucas, M. G., Leles, C. R., Compagnoni, M. A. **Resistência à Flexão de Resina Acrílica pela Energia de Micro-ondas.** Cienc. Odontol. Bras., v. 6, n. 2, pag. 72-79, Abril/Junho 2003.
23. Bollen, C. M., Lambrechts, P., Quirynen, M. **Comparasion of Surface Roughness of Oral Hard Materials to the Threshold Surface Roughness of Bacterial Plaque Retention: a Review of the Literature.** Dent. Mater., n. 13, vol. 4, pag. 258-269, 1997.
4. Centers for Disease Control and Prevention. **Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities.** USA, 2008.
1. Cleveland, J. L., Cardo, D. M. **Occupational Exposures to Human Immunodeficiency Virus, Hepatitis B Virus, and Hepatitis C Virus: Risk, Prevention, and Management.** Den. Clin. N. Ame., v. 27, n. 4, pag. 681-696, 2003.
24. Dong, H., Nagamatsu, Y., Chen, K., Tajima, K., Kakigawa, H., Shi, S., Kozono, Y. **Corrosion Behavior of Dental Alloys in Various Types of Electrolyzed Water.** Dent. Mat. J., vol. 22, n. 4, pag. 482-493, 2003.
8. EN ISO 1667, **Dentistry – Denture base polymers (ISO 1567:1999).**
14. Fortes, C. B. B. **Caracterização e Propriedades das Resinas Acrílicas de Uso Odontológico – Um Enfoque Voltado para a Biossegurança.** 2007. Tese – Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Materiais UFRGS.
15. Hehn, L. **Avaliação de Sorpção, Solubilidade e Microdureza de Resinas Acrílicas após Desinfecção com Ácido Peracético.** Agosto, 2001. Dissertação – Faculdade de Odontologia UFRGS.
13. Hiramitsu, D. A. **Propriedades Físicas da Resina Acrílica para Coroas Provisórias em Função de Diferentes Técnicas de Polimerização (Rugosidade, Porosidade, Microdureza, Sorção e Solubilidade).** Dissertação – Faculdade de Odontologia de Bauru USP.

3. Jorge, A. O. C. **Princípios de Biossegurança em Odontologia**. Rev. Biociênc., Taubaté, v. 8, n.1, pag. 7-17, 2002.
12. Lin, J. J., Cameron, S. M., Runyan, D. A., Craft, D. W. **Desinfection of Denture Base Acrylic Resin**. J. Prosthet. Dent., vol. 81, n. 2, pag. 202-206, 1999.
5. Machado, G. L., Kather, J. M. **Estudo do Controle da Infecção Cruzada Utilizada pelos Cirurgiões-Dentistas de Taubaté**. Rev. Biociênc., Taubaté, v. 8, n.1, pag. 37-44, 2002.
7. Nagamatsu, Y., Tajima, K., Kakigawa, H., Kozono, Y. **Application of Electrolyzed Acid Water to Sterilization of Denture Base Part 1. Examination of Sterilization Effects on Resin Plate**. Dent. Mat. Journal, v. 20, n. 2, pag. 148-155, 2001.
27. Nagamatsu, Y., Chen, K. K., Tajima, K., Kakigawa, H., Kozono, Y. **Durability of Bactericidal Activity in Electrolyzed Neutral Water by Storage**. Dent. Mat. J., vol. 21, n. 2, pag. 93-104, 2002.
25. Nelson D. **Newer Technologies for Endoscope Disinfection: Electrolyzed Acid Water and Disposable-Component Endoscope Systems**. Gastrointest. Endosc. Clin. N. Am., vol. 10, pag. 319-328, 2000.
19. Neppelenbroek, K. H., Pavarina, A. C., Vergani, C. E., Giampaolo, E. T. **Hardness of Heat-Polymerized Acrylic Resins after Disinfection and Long-Term Water Immersion**. J Prost Dent, v. 93, n. 2, pag. 171-176, Fevereiro 2005.
22. Oliveira, J. R., Paradella, T. C., Rego, M. A., Koga-Ito, C. Y., Jorge, A. O. C. **Avaliação da Aderência Microbiana e Rugosidade Superficial de Resina Acrílica Quimicamente Ativada após Ciclagem com Diferentes Soluções Desinfetantes**. Cienc. Odontol. Bras., v. 10, n. 2, pag. 54-60, Abril/Junho 2007.
6. Oppermann, C. M., Pires, L. C. Porto Alegre: Secretaria Municipal de Saúde. **Manual de Biossegurança para serviços de Saúde**, pag. 35, 2003.
18. Paranhos, H. F. O., Davi, L. R., Peracini, A., Soares, R. B., Lovato, C. H. S., Souza, R. F. **Comparison of Physical and Mechanical Properties of Microwave-Polymerized Resin after Disinfection in Sodium Hypochlorite Solutions**. Braz. Dent. J., vol. 20, n. 4, pag. 331-335, 2009.
28. Peracini, A. **Avaliação in vitro da Ação do Hipoclorito de Sódio e de Pastilhas Efervescentes quanto à Alteração de Cor em Resinas Acrílicas Termopolimerizáveis e de Micro-ondas**. 2008. Dissertação – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto.

29. Pires, C. **Manual de Biossegurança para Estabelecimentos Odontológicos.** Secretaria Municipal de Saúde, 52 pag., 1998.

21. Shay, K., Renner, R. P., Truhlar, M. R. **Oropharyngeal Candidosis in the Older Patient.** J. Amer. Geriatr. Soc., vol. 45, pag. 863-870, 1997.

2. Taylor, R., Maryan, C., Verran, J. **Retention of Oral Micoorganisms on Cobalt-Chromium Alloy and Dental Acrylic Resin with Different Surface Finishes.** J. Prosthet. Dent., v. 80, n. 5, pag. 592-597, 1998.

20. Tylman, S. D., Peyton, F. A. **Acrylics and Other Synthetic Resins Used in Dentistry.** Philadelphia: Lippincott, 1946.

9. Unimoto, K., Kawanishi, H., Kobayashi, K., Yanagida, J. **Development of a Device to Provide Electrolyzed Water for Home Care.** IFMBE Proceedings, v. 21, pag. 738-741, 2008.

10. Unimoto, K., Kawanishi, H., Tachibana, Y., Kawai, N., Nagata, S., Yanagida, J. **Development of Automatic Controller for Providing Multi Electrolyzed Water.** IFMBE Proceedings, v. 25, n. 7, pag. 306-309, 2009.

17. Yamamoto, E. T. C., Uemura, E. S., Maekawa, M. Y., Bagni, B. A., Rosa, R. G. S., Destro, A. S. S. **Avaliação da Resistência Flexural de Resinas Acrílicas Polimerizadas por Dois Métodos.** RSBO, vol. 6, n. 2, pag. 147-154, 2009.

26. Yamanaka, M., Nagamatsu, Y., Kakigawa, H. **Alginate Impression – Compatibility of Electrolyzed Strong Acid Water.** The Journal of the Kyushu Dental Society, vol. 51, n.6, pag. 773-783, 1997.

11. Yokoyama, I., Nakano, T., Morita, C., Arai, Y., Hirayama, T., Aoki, H., Hirose, J., Sano, K. **Establishment of Gold Standard for Electrolyzed Sodium Chloride Solution in Desinfection.** Bullettin of the Osaka Medical College, v. 53, n. 1, pag. 11-19, 2007.