

JOANE AUGUSTO DE SOUZA JUNIOR

Cirurgião-Dentista

UNICAMP

BIBLIOTECA CENTRAL

SEÇÃO CIRCULANTE

**Avaliação *in vitro* da dureza superficial de uma
resina acrílica para microondas e rugosidade
da mesma e de duas ligas metálicas quando
submetidas a agentes químicos de limpeza**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, para obtenção do
Título de Mestre em Clínica Odontológica –
Área de Prótese Dental.

PIRACICABA - SP
2001



000.4224

JOANE AUGUSTO DE SOUZA JUNIOR

Cirurgião-Dentista

**Avaliação *in vitro* da dureza superficial de uma
resina acrílica para microondas e rugosidade
da mesma e de duas ligas metálicas quando
submetidas a agentes químicos de limpeza**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, para obtenção do Título
de Mestre em Clínica Odontológica – Área de
Prótese Dental.

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/93
CPG, 19/09/2001

Assinatura do Orientador

Profª. Dra. Renata C. M. Rodrigues Garcia
Área da Prótese Parcial Removível
Departamento de Prótese e Periodontia
Matr. 24553-5

Orientadora: Profª. Drª. Renata C. M. Rodrigues Garcia

PIRACICABA - SP

2001

Ficha Catalográfica

So89a Souza Junior, Joane Augusto de.
Avaliação *in vitro* da dureza superficial de uma resina acrílica para microondas e rugosidade da mesma e de duas ligas metálicas quando submetidas a agentes químicos de limpeza. / Joane Augusto de Souza Junior. — Piracicaba, SP : [s.n.], 2001.
xxii, 102p. : il.

Orientadora : Prof^a Dr^a Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas acrílicas. 2. Limpeza. 3. Prótese dentária. 4. Resistência dos materiais. 5. Titânio. 6. Cobalto. I. Garcia, Renata Cunha Matheus Rodrigues. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 08 de Fevereiro de 2001, considerou o candidato JOANE AUGUSTO DE SOUZA JUNIOR aprovado.

1. Profa. Dra. RENATA CUNHA MATHEUS RODRIGUES GARCIA

Handwritten signature of Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia.

2. Profa. Dra. EUNICE TEREZINHA GIAMPAOLO

Handwritten signature of Eunice Terezinha Giampaolo.

3. Profa. Dra. ADRIANA SILVA DE CARVALHO

Handwritten signature of Adriana Silva de Carvalho.

*"Se todos os seus esforços forem vistos com
indiferença, não desanime... porque também
o sol, ao nascer, dá um espetáculo todo especial
e, no entanto a maioria da platéia
continua dormindo."*

Autor Desconhecido

Dedico este trabalho

À Deus, pela bênção da vida, pelo amparo
e orientação nos momentos difíceis
de minha caminhada.

Aos meus pais, Joane e Maria Vilma, que
com muito amor, carinho, incentivo e dedicação
não pouparam esforços para minha formação,
sempre dando exemplos de honestidade,
trabalho, respeito e união.

Aos meus irmãos, José Ricardo e Jeane,
pelo incentivo, amor e amizade que nos une.

A Cibele pelo amor, carinho,
compreensão e dedicação durante o curso.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Profª. Drª. Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia,

Da área de Prótese Parcial Removível, do Departamento

de Prótese e Periodontia da FOP-UNICAMP,

pela orientação, incentivo e dedicação

na realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, na pessoa do seu Reitor **Prof. Dr. Hermano de Medeiros Ferreira Tavares**.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, nas pessoas do Diretor **Prof. Dr. Antonio Wilson Sallum** e Diretor Associado **Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo**.

À **Profª. Drª. Altair Antoninha Del Bel Cury**, da Área de Prótese Parcial Removível, do Departamento de Prótese e Periodontia da FOP-UNICAMP, Coordenadora dos Cursos de Pós-Graduação da FOP-UNICAMP, pela permissão do uso do aparelho microdurômetro utilizado neste trabalho, e exemplo de colaboração e amizade no relacionamento pessoal e profissional.

À **Profª. Drª. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes**, da Área de Endodontia, do Departamento de Odontologia Restauradora, coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da FOP-UNICAMP, pela atenção.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – **FAPESP**, pelo apoio financeiro. Processo nº 99/08427-4

Ao **Prof. Dr. Guilherme Elias Pessanha Henriques**, da Área de Prótese Parcial Fixa, do Departamento de Prótese e Periodontia da FOP-UNICAMP, pela permissão do uso do forno e máquina de fundição de titânio, do inclusor, jateador e rugosímetro utilizado neste trabalho, formação científica e amizade.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Ferraz Mesquita**, da Área de Prótese Total, e **Prof. Dr. Mauro Antonio de Arruda Nóbilo**, da Área de Prótese Parcial Fixa, do Departamento de Prótese e Periodontia da FOP-UNICAMP, pela formação científica durante a pós-graduação e amizade.

Ao **Prof. Dr. Jaime Aparecido Cury**, da Área de Bioquímica Oral, do Departamento de Ciências Fisiológicas, pela utilização do laboratório de Bioquímica Oral, FOP-UNICAMP.

À Técnica do laboratório de Bioquímica Oral, FOP-UNICAMP, **Mariza de Jesus Carlos Soares**, pelo apoio na elaboração e confecção da saliva artificial.

À Técnica do laboratório de Prótese Parcial Removível, FOP-UNICAMP, **Joselena Casati Lodi**, pela amizade e colaboração na parte experimental deste trabalho.

À técnica em prótese dental **Renata Blumer**, pelo auxílio na confecção das barras metálicas de cobalto-cromo.

Ao estatístico **Prof. Antônio Carlos Fonseca Pontes**, da Universidade Federal do Acre, pelo auxílio na análise estatística.

À bibliotecária da Faculdade de Odontologia de Piracicaba **Marilene Girello**, pelo auxílio da correção das Referências Bibliográficas.

Aos Professores, **Eunice Giampaolo, Ana Lúcia M. Cucci, Carlos Vergani, Renata Garcia, Carlos Cruz, Gelson Adabo, Cinara Camparis, José Geraldo Lombardo** (*in memorian*), da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, pelo incentivo na formação acadêmica.

Aos amigos, **Daniel Saito, Daniela Velasco, Flávia Reis, Flávia Bechara, Fábio Ornelas, Geraldo Lombardo, Gustavo Demétrio, Leonardo Buso, Lícia Ney, Nadia Lunardi, Ricardo Gomes, Ricardo Lutti**, e colegas da 70ª Turma da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, pelo incentivo e apoio em minha formação pessoal e profissional.

Ao **Edwin F. R. Contreras, Blanca Liliana Torres Leon, Juvenil Diniz Ferreira, Manoel G. Tróia Jr. e Viviane Maia B. de Oliveira** pela amizade, apoio, incentivo e aprendizagem durante o curso de pós-graduação.

A todos os colegas do curso de pós-graduação, em especial, **Adérico Santana, Bruno Alves, Daniela Botega, Frederico Peixoto, José A. N. Mello, Ricardo Zavanelli, Tatiana Bernardon**, pelo companheirismo e convívio durante o curso de pós-graduação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1 RESINA ACRÍLICA.....	9
2.2 LIMPADORES DE PRÓTESE.....	15
2.3 LIGAS METÁLICAS.....	22
3. PROPOSIÇÃO.....	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA.....	27
4.1.1 CONFECÇÃO DAS MATRIZES.....	27
4.1.2 INCLUSÃO DAS MATRIZES.....	28
4.1.3 CONFECÇÃO DAS BARRAS METÁLICAS.....	29
4.1.4 PRENSAGEM E POLIMERIZAÇÃO DA RESINA ACRÍLICA.....	31
4.1.5 ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS-DE-PROVA.....	33
4.2 DIVISÃO DOS CORPOS-DE-PROVA.....	34
4.3 CICLAGEM DOS CORPOS-DE-PROVA.....	36
4.4 AVALIAÇÃO DA DUREZA SUPERFICIAL.....	37
4.5 AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL.....	38
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40

5. RESULTADOS.....	43
5.1 DUREZA SUPERFICIAL.....	43
5.2 RUGOSIDADE DA RESINA ACRÍLICA.....	46
5.3 RUGOSIDADE DO METAL.....	48
6. DISCUSSÃO.....	57
7. CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXO I	71
ANEXO II	95

RESUMO

Foi propósito deste trabalho avaliar a dureza superficial de uma resina acrílica polimerizada por energia de microondas, bem como a rugosidade desta mesma resina e de duas ligas metálicas: Co-Cr e Ti-6Al-4V, quando imersas em duas soluções de limpeza de próteses. Foram confeccionadas 48 amostras de resina Onda-Cryl contendo uma barra metálica exposta em uma das faces. Oito amostras contendo a liga de Co-Cr foram imersas em solução limpadora Polident (G1), oito em solução de limpeza confeccionada em farmácia de Manipulação (G2), e oito em água (Controle – G3); o mesmo se repetindo para amostras contendo a liga de Ti-6Al-4V (G4, G5 e G6, respectivamente). Todas as amostras foram mantidas em saliva artificial à 37°C e imersas nas respectivas soluções de limpeza durante 5 minutos, 3 vezes ao dia. As avaliações da dureza e rugosidade foram realizadas imediatamente após o polimento das amostras (T0), e após 1 (T1), 15 (T2) e 30 dias (T3). A dureza superficial foi avaliada em microdurômetro Shimadzu HMV-200 e a rugosidade em rugosímetro Surfcometer SE 1700. Os resultados foram submetidos à análise estatística e demonstraram que: a) para a dureza da resina acrílica houve diferenças significantes para os grupos G1 e G4 nos tempos T1 e T3 ($14,028 \pm 2,784$; $14,056 \pm 1,761$) e grupo G2 e G5 no tempo T2 ($16,992 \pm 2,243$); b) para a rugosidade da resina acrílica os resultados diferiram para os grupos G1 e G4 nos tempos T2 e T3 ($0,144 \pm 0,062$; $0,209 \pm 0,383$); c) para a rugosidade na liga de Co-Cr, o grupo G2 ($0,104 \pm 0,035$) diferiu dos demais grupos no tempo T1; e o grupo G1 ($0,148 \pm 0,016$) diferiu dos demais grupos nos tempos T2, e no tempo T3 todos os grupos diferiram entre si; e d) para a rugosidade na liga de Ti-6Al-4V, o grupo G4 diferiu dos demais grupos nos tempos T2 ($0,119 \pm 0,005$) e T3 ($0,108 \pm 0,037$).

Com relação às ligas, o grupo G3 ($0,083 \pm 0,018$) diferiu de G6 no tempo T0, e o grupo G6 ($2,354 \pm 0,767$) diferiu de G3 no tempo T3. Conclui-se que o agente químico de limpeza Polident diminui a dureza da resina acrílica e não interfere na rugosidade desta e das ligas estudadas, e que o limpador de Manipulação aumenta a rugosidade em ambos os materiais estudados.

PALAVRAS-CHAVE: 1. Resinas acrílicas. 2. Limpeza. 3. Prótese dentária. 4. Resistência dos materiais. 5. Titânio. 6. Cobalto.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the Knoop hardness and roughness of microwave acrylic resin and the roughness of two metal alloys: Co-Cr and Ti-6Al-4V when immersed into two denture cleansers. Forty-eight samples of Onda-Cryl acrylic resin were made with a metallic bar exposed in one side. Eight samples with Co-Cr alloy were immersed in denture cleanser Polident (G1), eight in denture cleanser made in Manipulation pharmacy (G2), and eight in water (Control) (G3); the same procedure was repeated with Ti-6Al-4V samples (G4, G5 and G6, respectively). All samples were kept in synthetic saliva at 37°C and immersed in the solutions during 5 minutes, 3 times a day. The Knoop hardness and roughness were verified immediately after polishing (T0), and after 1 (T1), 15 (T2), 30 (T3) days. The Knoop hardness was evaluated using microhardness Shimadzu HMV-200 and the roughness in roughmeter Surfcomer SE 1700. The results were submitted to a statistic analysis and showed that: a) Knoop hardness was significantly different for groups G1 and G4 during T1 and T3 (14.028 ± 2.784 ; 14.056 ± 1.761) and for the groups G2 and G5 during T2 (16.992 ± 2.243); b) roughness of acrylic resin was different for groups G1 and G4 during T2 and T3 (0.144 ± 0.062 ; 0.209 ± 0.383); c) roughness of Co-Cr alloy, showed differences for group G2 (0.104 ± 0.035) during T1; and group G1 (0.148 ± 0.016) was different on times T2 and for T3 time all the groups were different; and d) roughness of Ti-6Al-4V alloy, showed that the group G4 was different for T2 (0.119 ± 0.005) and T3 (0.108 ± 0.037). Regarding to alloys, the group G3 (0.083 ± 0.018) were different during T0, G6 (2.354 ± 0.767) and T3. It can be concluded that the denture cleanser Polident reduced the acrylic resin hardness and do not interfere in

the roughness of acrylic resin and alloys studied. The Manipulation denture cleanser increased the roughness of acrylic resin and alloys.

KEY WORDS: 1. Acrylic resin. 2. Cleansers. 3. Dentistry prosthetic. 4. Material's resistance. 5. Titanium. 6. Cobalt.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação para com a saúde bucal é algo que nós podemos nos orgulhar, pois se trata de uma atividade praticada desde os tempos mais remotos. Segundo RING²⁴, os achados arqueológicos mostram que a preocupação com os dentes vem de antes de Cristo, e que, já naqueles tempos, a estética e a cosmética eram fatores importantes na sociedade. Descobertas arqueológicas mostram artefatos para asseio pessoal de 4.000 anos de idade, sendo incluído neste jogo, palitos de dentes finamente trabalhados, demonstrando que a prática de higiene oral era considerada como sendo um ritual.²⁴

No mundo moderno a higiene bucal é uma questão de saúde geral. Quando uma reabilitação oral é feita através da instalação de próteses removíveis, a preocupação com a higiene se torna ainda maior, pois além da escovação dos dentes remanescentes é necessário higienizar a prótese.

A resina acrílica dental é um dos materiais mais utilizados na confecção destas próteses, e desde o seu aparecimento em substituição à vulcanite, vem sofrendo várias modificações não somente em sua composição, mas também na sua técnica de manipulação.²⁰ Assim surgiram as resinas acrílicas polimerizadas através de energia de microondas, que tornou o processo de polimerização mais rápido, limpo^{15, 20, 23, 27} e manteve inalteradas as propriedades físicas do material quando comparadas às resinas acrílicas termopolimerizáveis convencionais.^{1, 11, 15, 20}

De acordo com estudos realizados por vários autores^{2, 4, 11, 15, 23, 27}, a quantidade de poros encontrados na resina acrílica polimerizada através de energia de microondas é semelhante à resina acrílica curada pelo calor através do método de banho de água. A rugosidade proveniente desta porosidade é uma das responsáveis pelo acúmulo de placa

bacteriana e de detritos alimentares na superfície da prótese,¹⁴ conseqüentemente os mesmos cuidados para com a limpeza e higienização desta prótese devem ser tomados, independente da resina acrílica utilizada.

O método mais popular para remoção da placa bacteriana é a escovação com dentifrício, que quando corretamente executada é eficiente. Entretanto, esta forma de limpeza requer um grau de habilidade manual freqüentemente deficiente, especialmente entre os indivíduos idosos.^{12, 21} Tanto para estes pacientes como para aqueles com deficiência física, mental e/ou motora, ou mesmo para aqueles que apresentam problemas de conscientização em relação a higiene bucal, existe a necessidade da indicação de meios auxiliares para limpeza da prótese, como os agentes limpadores.

O uso de soluções limpadoras é o segundo método mais popular de limpeza de próteses.¹² Essas soluções tem sido extensivamente avaliadas com relação à capacidade de remoção de detritos alimentares, manchas de tabaco e placa bacteriana.^{7, 8, 10, 12, 18, 19, 21}

Para pacientes portadores de prótese parcial removível, a utilização dos limpadores de prótese deve ser cautelosa, uma vez que esta apresenta em sua estrutura uma grade metálica. O metal mais comumente utilizado para confecção desta estrutura é uma liga de cobalto-cromo (Co-Cr), porém mais recentemente têm-se utilizado ligas de titânio.⁶ As ligas de Co-Cr podem sofrer corrosão quando em contato com soluções de cloro e manchamento quando em contato com o oxigênio liberado pelos agentes de limpeza.²² Por este motivo, esses agentes não devem ser usados para a limpeza de próteses parciais removíveis confeccionados com ligas que contêm cromo.²²

A utilização do titânio para confecção de prótese parcial removível tem sido desenvolvida desde a década de 1980.⁶ O seu emprego foi reforçado em 1991 por

BLACKMAN *et al.*⁶, que relataram que infra-estruturas de aparelhos removíveis obtidas em titânio apresentam alterações dimensionais nos planos horizontal e vertical com valores similares às alterações encontradas em infra-estruturas convencionais no sistema Co-Cr. Além disso, as ligas de titânio apresentam uma camada superficial de óxido de titânio, que é mais estável que a de óxido de cromo presente na superfície da liga de Co-Cr, o que diminui a sua corrosão.²²

Considerando que existem poucos trabalhos na literatura dental em relação à ação dos agentes químicos para limpeza sobre próteses confeccionadas com resina acrílica para microondas; e considerando-se também que estudos com relação ao efeito destes limpadores sobre as ligas de titânio utilizadas na confecção de prótese parcial removível ainda são reduzidos; foi propósito deste trabalho avaliar e comparar a rugosidade da resina acrílica para microondas e das ligas de titânio-alumínio-vanádio (Ti-6Al-4V) e de cobalto-cromo (Co-Cr) quando em contato com dois agentes químicos de limpeza; bem como avaliar a dureza superficial da resina acrílica quando em contato com os mesmos agentes limpadores de prótese.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 RESINA ACRÍLICA

A polimerização da resina acrílica dental através da irradiação por energia de microondas vem sendo utilizada desde 1968.²⁰ Neste ano NISHII²⁰ utilizou este método para polimerizar a resina acrílica convencional, com finalidade de verificar a quantidade de porosidade interna, a sorção de água e propriedades físicas de retenção dos dentes artificiais e adaptação da base quando polimerizada em forno de microondas. Os resultados obtidos indicaram características físicas semelhantes às aquelas apresentadas pelas amostras polimerizadas pelo método convencional em banho de água, em menor tempo de trabalho.

REITZ *et al.*²³, em 1985 avaliaram a quantidade de poros, dureza superficial e resistência transversa de resinas acrílicas termopolimerizável convencional, polimerizada por energia de microondas e por banho de água. Os autores confeccionaram 20 amostras, com 25,0 x 12,0 x 2,5 mm de dimensão e 20 amostras com maior espessura (3,0 x 1,0 x 1,0 cm). Dez amostras de cada dimensão foram polimerizadas por energia de microondas (400W, a 2,5 minutos) e as outras dez amostras foram polimerizadas pelo método tradicional (165°F por 8 horas). Depois disso, foram confeccionadas mais dez amostras espessas (3,0 x 1,0 x 1,0 cm) e polimerizadas por energia de microondas, em forno equipado com prato giratório, a 90W de potência, por 6,5 minutos. Para avaliação da porosidade, as amostras foram polidas e mergulhadas em tinta preta e repolidas. Foram então contados os poros. Como resultado, observou-se maior quantidade de poros nas bases mais espessas, principalmente na região central. As outras bases mais finas, tanto aquelas

polimerizadas em microondas quanto aquelas polimerizadas em banho de água não apresentaram diferença na quantidade de poros. Segundo os autores, a quantidade de poros pode ser reduzida, se o tempo de polimerização for aumentado e a potência diminuída, quando da polimerização por energia de microondas.

A resina mais comumente usada na confecção de próteses é o polimetil metacrilato. A polimerização é uma reação que exige a ativação de um iniciador (peróxido de benzoíla), criando radicais livres que iniciam a reação em cadeia. Essa reação é ativada pelo calor, porém, quando o monômero atinge sua temperatura de ebulição (100,8°C), formam-se bolhas e porosidades no interior da resina. Para evitar porosidades, a reação deve ser conduzida de forma lenta e em baixa temperatura. De acordo com DE CLERCK ¹¹, em 1987, a energia de microondas pode ser utilizada para gerar calor no interior da resina, eliminando a transferência de calor da água quente para a mufla, e posteriormente para o gesso pedra e para o gesso do modelo até atingir a massa de resina. Segundo o autor, a energia de microondas economiza tempo e custo, com a vantagem de conter menor quantidade de monômero residual e oferecer as mesmas propriedades físicas, quando comparada ao método convencional de polimerização.

AL DOORI *et al.*², em 1988, compararam o peso molecular, nível de monômero residual e porosidade em amostras de resinas acrílicas polimerizadas no microondas com amostras polimerizadas por banho de água convencional. Foram utilizados quatro tipos de resinas termopolimerizáveis para ambos os métodos de polimerização: 1) Resina convencional; 2) Resina com alta resistência ao impacto; 3) Homopolímero com monômero

metil metacrilato puro; 4) Resina experimental, similar aquelas de polimerização rápida, onde o polímero é o mesmo do terceiro material, e o monômero utilizado foi modificado pela adição de 0,025% de dimetil-p-toluidine como ativador inicial e 0,5% agente de ligação cruzada – dimetacrilato de etileno – glicol (EGDM). Uma parte das amostras foi incluída em muflas de poliéster reforçadas com fibra de vidro e polimerizadas em forno de microondas a 70W de potência durante 24 minutos. A outra parte foi incluída em muflas metálicas e polimerizadas por 7 horas a 70°C e mais 3 horas a 100°C. A resina experimental foi polimerizada por 20 minutos em água em ebulição. Para avaliação do monômero residual e do peso molecular, foi utilizada cromatografia gasosa. Como resultado, as amostras polimerizadas em microondas apresentaram nível de monômero residual elevado em relação ao mínimo (0,3%), e na resina experimental o nível de monômero foi 2,5 vezes mais alto que nos outros materiais. Para as amostras polimerizadas pelo método convencional, os três primeiros materiais apresentaram nível mínimo de monômero residual, e o quarto material mostrou uma quantidade ligeiramente maior. Todas as amostras apresentaram valores acima de 10^5 em relação ao peso molecular. A resina experimental não apresentou porosidade em amostras com espessura de até 7 mm quando submetida ao banho de água por 20 minutos. No entanto, quando polimerizada em forno de microondas, a espessura máxima que não apresentou poros foi de 3 mm.

TRUONG & THOMASZ, em 1988 ²⁷, compararam a resistência transversa, dureza superficial, sorção de água, porosidade e monômero residual de resinas acrílicas polimerizadas por água aquecida e por energia de microondas. Os autores utilizaram quatro marcas de resinas acrílicas: Trevalon, QC20, Vertex RS e Ivocryl. Para o ensaio de

resistência transversa, seis amostras (64mm X 10mm X 2,5mm) foram utilizadas e analisadas de acordo com "Australian Standard". Os ensaios de dureza superficial e de sorção de água foram realizados de acordo com a mesma norma. Para a porosidade, as leituras foram feitas após polimento e observadas em microscópio com aumento de 10x, e para os ensaios de monômero residual, as amostras foram imersas em acetona ou clorofórmio. A avaliação da quantidade de monômero residual foi realizada por meio de cromatografia gasosa. Como resultado, houve porosidade em todas as amostras, o que se deduz que seja causado pelo calor excedente da reação. Os valores de dureza superficial e resistência transversa não foram diferentes estatisticamente entre as resinas estudadas. As amostras polimerizadas pelo método tradicional mostraram maior concentração de monômero residual.

LEVIN *et al*¹⁵, em 1989, em uma revisão bibliográfica, verificaram que as propriedades físicas, como porosidade, dureza e resistência transversa, das resinas acrílicas quando polimerizadas por energia de microondas são semelhantes ao método por banho de água quente, necessitando de desenvolvimento de materiais e métodos de processamento adequados. O método que utiliza o forno de microondas apresenta como vantagens a economia de tempo, maior limpeza e fácil manipulação. E como desvantagens, os autores citam que estão relacionadas às muflas plásticas utilizadas neste forno, por serem de alto custo e frágeis, podendo fraturar após a utilização das mesmas.

Com o objetivo de verificar a quantidade de poros da resina acrílica polimerizada através de energia de microondas e compará-la com a resina acrílica convencional

polimerizada pelo banho de água aquecida, BAFLE *et al.*⁴, em 1991, realizaram um estudo confeccionando seis grupos de amostras, sendo quatro constituídos de amostras contendo o monômero Micro Líquido (H. D. Justi Co., Oxnard, Calif.), e os outros dois constituídos de amostras contendo o monômero de metil metacrilato. Os dois tipos de líquido foram adicionados à mesma marca de polímero (Caulk Hy-Pro Lucitone, Dentsply International, Inc., York, Pa.). Todos os grupos foram polimerizados com energia de microondas, variando-se a potência e o tempo de polimerização. O grupo controle foi polimerizado pelo banho de água aquecida. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre o grupo controle e os quatro grupos em que utilizou-se o monômero Micro Líquido. Os dois grupos em que foram utilizados o monômero de metil metacrilato apresentaram menor quantidade de poros quando comparados ao grupo controle.

BRAUN *et al.*⁶, em 1998, avaliou a efetividade da polimerização em microondas quando a resina acrílica contém estrutura metálica em seu interior. Para tanto, foram confeccionadas 36 amostras cilíndricas, medindo 30,0mm de diâmetro e 4,0mm de espessura, contendo no seu interior uma grade metálica. As resinas utilizadas no estudo foram: Acron MC (resina para microondas) e Clássico (resina termopolimerizável convencional). Estas amostras foram divididas em três grupos: a) o primeiro foi composto de amostras confeccionadas com resinas polimerizadas em banho de água quente; b) o segundo com resina própria para polimerização em microondas, e polimerizada em microondas; e c) o terceiro grupo com resina termopolimerizável tradicional polimerizada no microondas. Foram analisados a dureza superficial, a quantidade de poros e nível de monômero residual. A dureza superficial Knoop foi avaliada em microdurômetro Shimadzu

modelo 2000, sendo realizadas cinco penetrações com carga de 25g por 10 segundos para cada lado da sela metálica nas distâncias de 50, 100, 200, 400 e 800µm. A contagem de poros foi avaliada através de dois métodos: a olho nu e com o uso do microscópio mensurador Shimadzu modelo 2000 com aumento de 100X, em uma área de 24 mm². Para a determinação do monômero residual foi utilizado o método da espectrofotometria. Os autores concluíram que a presença do metal não afetou a polimerização das resinas com o uso de microondas e, ambas as resinas que foram polimerizadas através de energia de microondas, apresentaram valores de dureza superficial adequados e menores conteúdos de monômero residual, e a resina convencional, quando polimerizada através de energia de microondas apresenta maior número de poros.

MELLO ¹⁷, em 1999, avaliou o nível de monômero residual, resistência transversa e dureza interna Knoop, de uma resina acrílica autopolimerizável polida quimicamente, e submetida a um ciclo complementar de polimerização por energia de microondas ou em banho de água aquecida, e comparou-as com amostras que receberam polimento mecânico e amostras que receberam polimento químico sem complementação da polimerização. Quatro grupos com amostras específicas para cada ensaio foram confeccionados com resina autopolimerizável JET CLÁSSICO: G1) as amostras foram submetidas ao polimento mecânico; G2) as amostras foram polidas quimicamente com fluido para polimento POLI-QUIM; G3) após o polimento químico, as amostras foram submetidas a um ciclo complementar de polimerização no microondas de 450 W / 3 minutos; e G4) após o polimento químico, as amostras receberam um ciclo complementar em água a 65°C / 1

hora. As análises de liberação de monômero residual foram feitas por espectrofotometria, em espectrofotômetro Beckman DU-65. Para os ensaios de dureza Knoop utilizou-se de um microdurômetro Shimadzu, modelo 2000, com carga de 25 g durante 5 segundos. A avaliação da resistência transversa foi realizada em uma máquina de ensaio EMIC DL 500, em que uma carga foi aplicada a uma velocidade constante de 5 mm/minuto. O autor concluiu que o polimento químico aumentou o nível de monômero residual, diminuiu a resistência transversa das resinas e não alterou os valores de microdureza interna. Os métodos de polimerização convencional e por microondas podem ser utilizados para reduzir os níveis de monômero residual no primeiro dia após a polimerização.

2.2 LIMPADORES DE PRÓTESES

No ano de 1977, BACKENSTOSE & WELLS ³, descreveram que os limpadores a base de peróxido alcalino atuam basicamente pelo mecanismo de liberação de oxigênio diminuindo detritos e removendo manchas, com pequeno efeito sobre os componentes metálicos da prótese parcial removível. Os limpadores de hipoclorito alcalino removem manchas e restos alimentares dos materiais da prótese por ação do tipo branqueamento, mas atacam a liga de cobalto-cromo da estrutura da prótese parcial removível, podendo comprometê-la ou por descoloração superficial ou ainda por corrosão. Neste mesmo trabalho os autores puderam concluir que alvejantes comerciais e soluções de hipoclorito não tamponado devem ser evitadas em próteses com estrutura metálica, e mesmo esta solução tamponada pode causar danos superficiais ao metal no uso rotineiro, como por exemplo corrosão e manchamento.

BUDTZ-JORGENSEN & KELSTRUP ⁸, em 1977, testaram *in vivo* a eficiência de soluções limpadoras contendo enzimas na remoção da placa bacteriana de próteses. As soluções enzimáticas estudadas continham dextranase, mutanase e protease. Voluntários portadores de próteses totais foram distribuídos em cinco grupos de oito pacientes, sendo que cada grupo recebeu um tablete contendo um tipo de enzima (dextranase, mutanase ou protease), ou um único tablete contendo as três enzimas, ou ainda um tablete placebo (Steradent). As próteses foram fotografadas antes e após a imersão nas soluções limpadoras, e comparadas entre si. Os parâmetros estudados foram: a) total de placa bacteriana presente na prótese, pelo método fotográfico, b) grau de eritema palatal no paciente; c) concentração de células descamadas e células inflamatórias na mucosa, e d) higiene da prótese verificado através do índice de placa bacteriana. A solução que continha as três enzimas provenientes de um único tablete foi a mais efetiva, sendo que seu efeito benéfico inclui uma redução significativa na placa bacteriana que está impregnada na prótese e conseqüentemente uma melhora na condição clínica da mucosa palatal.

No ano seguinte, em 1978, BUDTZ-JORGENSEN ⁷ testou a eficácia de limpadores que contêm mutanase e protease para a remoção de placa bacteriana, comparando com um produto placebo. Pacientes hospitalizados, tiveram suas próteses diariamente imersas nas soluções acima citadas, durante três meses, com duração de 15 minutos, cada. A quantidade de placa bacteriana na prótese, a condição clínica da mucosa palatal, e a concentração de fermentos bacterianos na mucosa e detritos alimentares nas mesmas foram registrados antes, durante e após o período experimental. As próteses imersas na solução que continha

enzimas, mutanase e protease, mostraram redução significativa na quantidade de placa e melhoria na condição clínica da mucosa palatal, sendo que ao final dos três meses essa melhora foi acentuada.

Neste mesmo ano (1978), BUDTZ-JORGENSEN & KNUDSEN ⁹ testaram a eficiência da escovação com clorexidina 1% gel ou uma solução comercial limpadora (Steradent) na prevenção de formação de placa na própria superfície de próteses. Setenta e quatro próteses totais cobertas com estomatite protética foram randomizadas e distribuídas em quatro grupos de oito elementos, que receberam os seguintes tratamentos: grupo 1) clorexidina em gel; grupo 2) com gel placebo; grupo 3) Steradent, ou grupo 4) solução placebo. Imediatamente após a instalação das próteses totais, as mesmas foram submetidas às condições experimentais pelo período de um mês. O total em quantidade de placa na prótese, a condição clínica da mucosa palatal, a concentração de células descamadas da mucosa e a higiene da prótese foram registrados enquanto o paciente usava a prótese antiga e depois da instalação da nova. Formou-se placa em todas as próteses novas, porém em menor extensão nos grupos testados com clorexidina gel ou gel placebo. O estudo não forneceu nenhuma evidência sobre o efeito químico da clorexidina gel ou Steradent sobre a placa bacteriana, mas este gel contribuiu para a redução na formação de nova placa bacteriana nas próteses totais.

MUELLER & GREENER ¹⁸, em 1980, analisaram quatro agentes limpadores de prótese (Kleenite, DOC, Efferdent e Polident) quanto à quantidade de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), de gás carbônico (CO₂) e de ions cloro. Um método de quantificar a

liberação de oxigênio foi utilizado para classificar os limpadores estudados em ordem de capacidade de limpeza, sendo a liberação deste gás diretamente proporcional a quantidade de H_2O_2 presente no limpador. A ação do oxigênio nascente liberado pelo peróxido de hidrogênio é o responsável pela limpeza propriamente dita nas peças protéticas. O método consistia de preparar as soluções limpadoras conforme as recomendações de cada fabricante. A partir da porcentagem de óxido de boro quantificado liberado pelo perborato de sódio pode-se calcular a quantidade de peróxido de hidrogênio presente no produto. Para a determinação do gás carbônico foi utilizado um ionizador de dióxido de carbono e para o íon cloro foi utilizado um estado sólido específico para experimentar íon cloro. Os autores concluíram que os limpadores Efferdent, Polident e Kleenite apresentaram altos valores de oxigênio, o que sugere a decomposição de H_2O_2 em O_2 , sendo estes limpadores os mais efetivos, dentre os estudados.

ABELSON ¹, em 1981, realizou uma revisão da literatura sobre placa bacteriana, patologia oral, e a natureza e efetividade dos produtos comercialmente disponíveis para limpeza de próteses: Efferdent e Polident. Levando em consideração a relação entre limpeza de prótese e saúde oral¹⁹, a importância de remoção de placa de uma prótese deve ser enfatizada. Limpadores do tipo de saturação de peróxido alcalino convencionais são os mais utilizados pela população para limpar suas próteses. De acordo com o autor, os tabletes removem aproximadamente 30% da placa bacteriana pesada que é acumulada em uma prótese depois de 3 dias sem higiene adequada, e confirma que a placa em contato com o tecido mole pode ser um fator etiológico na estomatite protética, hiperplasia inflamatória e candidíase crônica. Neste estudo, o autor ainda testou a efetividade do ultra-

som, quando utilizado com água corrente, e dois peróxidos alcalinos, Efferdent e Polident, na remoção de placa bacteriana de próteses totais. A quantidade de placa efetivamente removida pelo dispositivo de ultra-som testado foi maior que aquela removida pelo Efferdent e Polident, tanto na superfície interna como externa das próteses. O pesquisador salienta ainda que de acordo com a Associação Dentária Americana (ADA) a remoção da placa pelos dispositivos sônicos é promovida pela solução de detergente usada no mesmo e não devida a ação sônica propriamente dita, contrariando portanto os resultados deste estudo onde para este dispositivo, a própria energia do ultra-som foi responsável por sua efetividade.

DILLS *et al.*¹², em 1988, verificaram a capacidade dos limpadores de prótese comerciais em reduzir o nível de bactérias que recobre a base da prótese dos pacientes. De acordo com os autores, as soluções limpadoras geralmente contêm agentes antimicrobianos como hipocloritos ou agentes oxidantes que destroem os microorganismos presentes na placa bacteriana. Para o estudo, 30 pacientes foram selecionados, sendo que 14 utilizavam prótese parcial removível (PPR) e 16 prótese total (PT). Os pacientes portadores de PPR foram divididos em quatro grupos de acordo com o tratamento recebido: 1) escovação com dentífrico por 30 segundos; 2) limpeza da prótese com agente limpador (Efferdent) por 12 minutos a 45°C; 3) escovação com dentífrico com posterior limpeza com agente limpador como descrito no grupo 2; e 4) sem tratamento. Os pacientes portadores de PT foram igualmente divididos e receberam os mesmos tratamentos. Foi observado que para o grupo 1 houve uma diminuição na contagem de microorganismos quando comparado com o grupo 4, sem tratamento, o mesmo ocorrendo para o grupo 2 e 3

de forma mais acentuada, sendo que o grupo 3 apresentou os menores valores médios de microorganismos. Os autores concluíram que a combinação dos métodos de limpeza mecânico (escovação) e químico (solução limpadora) se faz necessário para melhor higienização das próteses, e que esta associação não causou redução significativa de microorganismos em relação ao grupo que utilizou somente solução química para a limpeza das próteses.

De acordo com NAKAMOTO *et al.*¹⁹, em 1991, os agentes limpadores encontrados no comércio podem ser classificados em cinco grupos: grupo 1) peróxido alcalino; grupo 2) hipoclorito alcalino; grupo 3) ácidos; grupo 4) desinfetantes e grupo 5) enzimas. Os autores compararam a eficiência de quatro limpadores de prótese com enzimas (Pika, Liodent, Dr. Health, Polident) e um limpador sem enzimas, classificado como peróxido alcalino (Polident – formulação tradicional). Os limpadores foram testados quanto a sua capacidade fungicida sobre o fungo *Candida albicans* e testado quanto a capacidade de remoção do mesmo fungo da resina acrílica. Para o teste da capacidade fungicida inicialmente foi preparada uma suspensão de *Candida albicans*, cuja concentração final foi de 3×10^7 células/ml. Cinco mililitros desta suspensão foram adicionados a 5 ml de solução de cada limpador em tubo de ensaio. Os tubos foram armazenados a 37°C por 120 minutos. Após este período a solução foi diluída e distribuída em meio de cultura. Após 24 horas de armazenagem a 37°C, o número de colônias foi contado. Para o teste de remoção do fungo na resina, discos de resina acrílica foram confeccionados e colocado sobre os mesmos 20 ml de suspensão de fungos, como descrito anteriormente, e armazenados a 37°C por 90 minutos. Os discos foram lavados e imersos em 50 ml de solução de agente de limpeza e

armazenados por mais 60 minutos e lavados novamente. As células fúngicas foram fixadas com formaldeído e foram contadas com auxílio de microscópio. Os autores concluíram que a ação fúngica depende do peróxido alcalino e não das enzimas e que comparando a ação da atividade de remoção da *Cândida albicans*, todos os limpadores estudados foram eficientes.

Ainda sobre a eficácia dos limpadores que contém enzimas, ÖDMAN ²¹, em 1992, realizou um estudo durante um período de três semanas. Durante este período treze pacientes utilizaram solução de Ezydent, cuja substância ativa é uma protease (alcalase) para a limpeza de próteses totais, sem realizar a escovação. Durante as três semanas subseqüentes os pacientes foram instruídos para primeiro mergulhar a prótese na solução limpadora e posteriormente realizar a escovação. A eficácia do agente limpador foi avaliada através de procedimentos microbiológicos. Os resultados mostraram que a utilização dos limpadores de prótese contendo protease promoveram remoção eficiente da placa bacteriana, especialmente quando utilizado em combinação com métodos mecânicos (escovação) de higienização.

SINDEL *et al.* ²⁵, em 1994, avaliaram se os limpadores de prótese causariam corrosão em metal base. Cento e trinta e cinco amostras (30X30X1mm) foram fundidas em alumínio com grau de pureza de 99,4%. Todas as amostras foram randomizadas e distribuídas em nove grupos de acordo com agentes limpadores: grupo 1: Efferdent; grupo 2: Polident; grupo 3: Clorox; grupo 4: Clorox/Cascade; grupo 5: vinagre; grupo 6: Tartar e Stain Remover; grupo 7: Ivory; grupo 8: água pura, e grupo 9: água destilada. Os grupos 8

e 9 foram considerados controle. Cada amostra foi imersa nas soluções limpadoras durante 0,5, 1, ou 8 horas, e o total de alumínio presente em cada solução limpadora foi analisada em espectrometria de absorção atômica. Os resultados indicaram que todos os limpadores apresentaram alumínio na solução, sendo que o Tartar e Stain Remover e Clorox causaram a maior corrosão, devido ao elemento cloro presente em suas composições.

Com relação à solução de perborato (Polident), sua eficiência na prevenção e distribuição da placa bacteriana na superfície das próteses, foi estudada por KENG & LIM¹⁴, em 1996. A placa bacteriana foi evidenciada com solução corante e a quantidade da mesma foi determinada por método fotográfico. A eficácia da solução limpadora Polident foi avaliada pela condição que se apresentavam as próteses antes e após a limpeza. Foi observado que a formação de placa na superfície das próteses foi mais evidente em determinadas regiões como: rebordo, dentes e palato. Os autores concluíram que o uso da solução limpadora Polident por si só não apresentou melhoria no controle da placa bacteriana mais grosseira.

2.3 LIGAS METÁLICAS

TAIRA *et al.*²⁶, em 1989, investigaram as propriedades mecânicas, estrutura metalúrgica e resistência à corrosão do Ti fundido e ligas selecionadas para avaliar sua utilidade. Amostras ou hastes de 12,7 mm de Ti puro e de 6,35 mm de ligas selecionadas de titânio foram obtidas. Essas hastes foram cortadas em várias peças de 10mm de comprimento e fundidas em atmosfera de argônio em formato de lingote. Os lingotes das

demais ligas, tais como Ti-15V, Ti-20Cu, e Ti-30Pd foram preparados com quantidades iguais de Ti puro e de outros elementos metálicos. Uma máquina de fundição “Castamatic” (Iwatani) foi utilizada para preparar os lingotes de Ti e suas ligas. Após a fundição, foi realizada uma radiografia das superfícies metálicas polidas e os corpos-de-prova ensaiados numa máquina de ensaios universal (Instron) com velocidade de 0,635 mm/min. A força e o alongamento foram monitorados para determinar o módulo de elasticidade e o limite de resistência à tração. Em seguida, amostras em forma de discos foram fundidas, cortadas na metade, montadas em moldes acrílicos e polidas para análise da microdureza Vickers. O ensaio de corrosão eletroquímica foi conduzido sobre a superfície de uma amostra polida e em solução salina isotônica com pH de 7 e pH de 3. O potencial hidrogeniônico foi mensurado após trinta minutos. Os autores observaram que as ligas de Ti puro apresentaram propriedades mecânicas similares às ligas de ouro do tipo IV. O baixo módulo de elasticidade apresentado pelas ligas e pelo titânio puro fornece suficiente força retentiva requerida pelos grampos de próteses parciais removíveis ou para utilização ortodôntica. Os resultados sugeriram que as ligas de Ti apresentavam características promissoras para uso odontológico.

Um sistema de fundição, para as ligas de titânio, baseado na força centrífuga com ambiente inerte foi utilizado por BLACKMAN *et al.*⁵, em 1991, para medir as alterações dimensionais que poderiam ocorrer durante a confecção de uma infra-estrutura de prótese parcial removível. Dezenove fundições de titânio comercialmente puro foram mensuradas nos planos vertical e horizontal e comparadas com uma liga de Ni-Cr (Ticonium) de estudos prévios. Os dados demonstraram variações dimensionais em ambos os planos, com

um máximo de contração horizontal de 2,6% e expansão vertical de 1,8%. As mudanças dimensionais encontradas nas fundições em titânio foram similares as encontradas em outros materiais utilizados para próteses removíveis, como cobalto-cromo.

Avaliando a biodegradação de sistemas restauradores metálicos, LUCAS & LEMONS¹⁶, em 1992, relataram que algumas propriedades do metal dependiam da composição e estado metalúrgico, condições de superfície do metal, aspectos mecânicos, e do ambiente local e sistêmico a que eram submetidos. Os autores apresentaram a susceptibilidade de vários sistemas metálicos (ligas nobres/semi nobres e não nobres) em várias formas de biodegradação, com ênfase à corrosão. A resistência à corrosão das ligas nobres e semi nobres, que continham Au, Ag, Cu, Pt, Pd e Zn, deve-se à alta estabilidade termodinâmica. As ligas não nobres, compostas por Ni, Co, Cu, Fe e Ti, não se apresentaram tão estáveis termodinamicamente, sendo que sua resistência à corrosão está relacionada à formação de uma delgada película protetora de óxidos sobre a superfície do metal. Apesar de resistentes à corrosão em condições estáticas devido a essa camada de óxidos, o Ti e suas ligas podem estar sujeitos a ataques superficiais localizados, causando instabilidade desta camada passivadora, principalmente em situações de tensões ou sobrecarga. Sob essas condições, a camada passivadora pode ser removida, resultando na liberação de fragmentos e íons metálicos.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar *in vitro* a dureza superficial de uma resina acrílica polimerizada com energia de microondas; bem como a rugosidade superficial desta mesma resina e das ligas metálicas de Ti-6Al-4V e de Co-Cr, quando imersas em dois tipos de agentes químicos de limpeza de próteses.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

4.1.1 - Confecção da matriz

Para a confecção dos corpos-de-prova foram obtidas matrizes cilíndricas de silicone (consistência densa) polimerizado por reação de condensação (Optosil P Plus, Bayer Dental). Para tanto, este material foi proporcionado e manipulado de acordo com as instruções do fabricante, inseridos em moldes de matriz acrílica ($30,0 \pm 0,05\text{mm}$ de diâmetro e $4,00 \pm 0,05\text{mm}$ de altura) (Figura 1), e em seguida prensados em prensa hidráulica de bancada (DELTA), com 0,5 tonelada. Uma lâmina de acrílico foi colocada de cada lado desta matriz, para a prensagem uniforme do silicone.

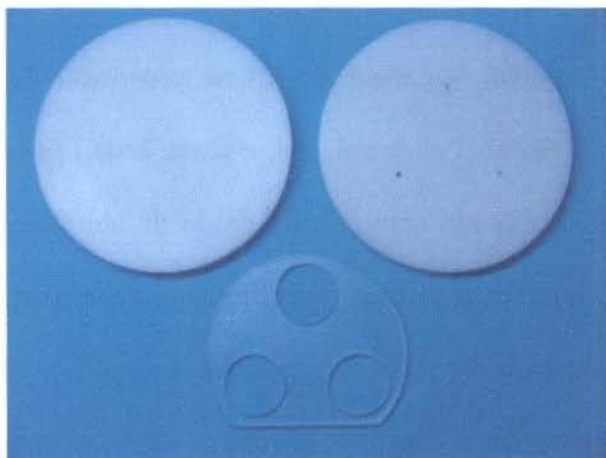


Figura 1- Matriz acrílica utilizada na confecção das matrizes de silicone.

Após a polimerização do mesmo, o conjunto foi retirado da prensa hidráulica, o excesso do material foi removido com auxílio de uma espátula, obtendo-se desta forma as matrizes em silicone (Figura 2).

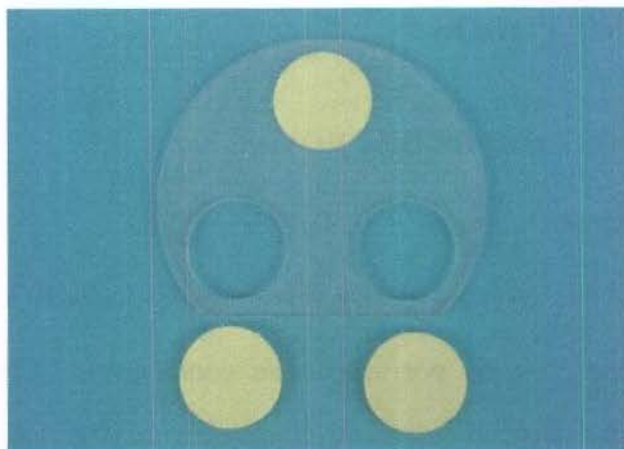


Figura 2 – Matrizes em silicone sendo retiradas da matriz acrílica.

4.1.2 - Inclusão das matrizes

Inicialmente uma mufla plástica reforçada com fibra de vidro (específica para microondas), foi isolada com vaselina sólida (Sidepal) e a parte inferior preenchida com gesso pedra tipo III (Herodent, Vigodent S. A.) na proporção de 100g/30ml de água, espatulado em aparelho a vácuo (Polidental, Ind. e Com. Ltda.) por 40 seg. Após a presa do gesso, o mesmo foi planificado com lixa de óxido de alumínio de granulação 320 e isolado com vaselina sólida aplicada com pincel macio. Três matrizes de silicone foram posicionadas sobre a superfície do gesso (Figura 3A). A seguir, a parte superior da mufla foi adaptada à inferior e preenchida com nova porção de gesso pedra tipo III.²⁸

A mufla foi fechada e levada à prensa hidráulica (DELTA), até que as partes se encontrassem e a pressão fosse estabilizada em 0,5 tonelada. Os parafusos foram colocados em posição e o conjunto mantido até a presa final do gesso pedra. Posteriormente a mufla foi aberta para a retirada das matrizes (Figura 3B), e a limpeza foi realizada com escova

macia e detergente neutro para a remoção da vaselina sólida. Obteve-se dessa forma as cavidades dos moldes para confecção dos corpos de prova (Figura 3C).²⁸

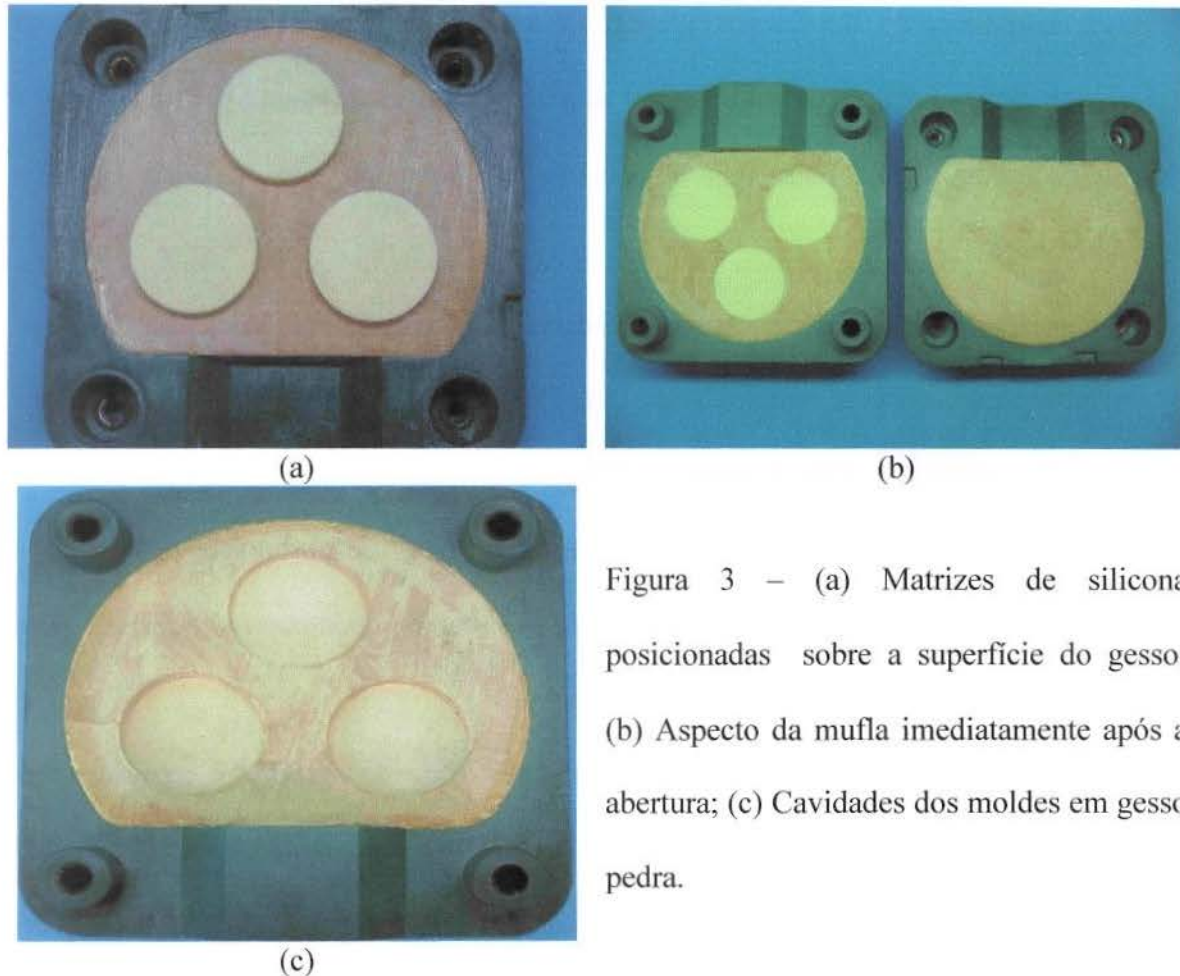


Figura 3 – (a) Matrizes de silicone posicionadas sobre a superfície do gesso; (b) Aspecto da mufla imediatamente após a abertura; (c) Cavidades dos moldes em gesso pedra.

4.1.3 - Confecção das barras metálicas

As barras metálicas foram confeccionadas com liga de titânio-alumínio-vanádio (Ti-6Al-4V) (Brodone Dawl – EUA) e com liga de cobalto-cromo (Co-Cr) (Degussa), apresentando as seguintes dimensões: $30,0 \pm 0,05\text{mm}$ de comprimento, $10,0 \pm 0,05\text{mm}$ de largura e 2mm de espessura. Estas barras apresentavam em cada extremidade, e em uma das faces dois prolongamentos em forma de círculo, com o objetivo de auxiliar a retenção da mesma na massa de resina acrílica (Figura 4).

Para a obtenção das barras em liga de titânio, inicialmente foram preparadas três matrizes em cera para fundição, com as dimensões citadas anteriormente, e colocados os condutos de alimentação. Este conjunto, contendo três matrizes de cera com os condutos de alimentação, foi incluído no interior de anel de silicone, em revestimento para fundição de titânio (Rematitan Plus). Este anel de silicone foi removido após a presa final do revestimento.

Este anel de revestimento contendo o enceramento foi colocado em forno (7000 – 5P - EDG Equipamentos e Controles Ltda – São Carlos – Brasil) para realização do ciclo da cera perdida, com temperatura máxima de 1000°C e final de 550°C. Em seguida o anel de revestimento foi colocado em posição na máquina de fundição apropriada (Rematitan - Dentaurum - J.P. Winkelstroeter KG - Pforzheim - Germany), onde ocorreu a fusão da liga de titânio e a inclusão deste metal no interior do anel.

As barras fundidas foram então jateadas com óxido de alumínio e separadas dos condutos de alimentação com disco de carborundum, sob refrigeração. O acabamento e polimento foram realizados utilizando-se inicialmente disco de lixa de óxido de alumínio 320 montado em politriz APL-4 (AROTEC), sob refrigeração, para planificação da superfície das tiras; e em seguida utilizadas uma ponta Maxi e outra Maxi plus, pedra para acabamento, lixa d'água especial de granulação 500, e pastas abrasivas, nesta sequência.

Para a obtenção das barras em liga Co-Cr foi realizado o enceramento de três matrizes em cera para fundição, com as dimensões citadas anteriormente, que foram unidas com os condutos de alimentação. Este conjunto foi posicionado no anel metálico para fundição e incluído em revestimento para fundição de cobalto-cromo (REFRAFIL QCF 500 M R – CITARC).

Este anel de revestimento foi colocado em forno a gás (Citymáquinas) para realizar o ciclo da cera perdida, com temperatura máxima de 1200°C por 3 horas, quando foi realizada a fundição da liga metálica por meio de injeção em centrífuga (Citymáquinas). A fundição da liga ocorreu com gás oxigênio (3 PSI) e gás butano (1,5 PSI).

As barras foram então jateadas com óxido de alumínio e separadas dos condutos de alimentação com disco de carborundum. O acabamento e polimento foram realizados utilizando-se inicialmente disco de corte cut-off, pedras abrasivas (grossa, média e fina), polimento eletrolítico, borrachas abrasivas (roda e ponta) e, finalmente, rouge para auto brilho.

Desta forma foram confeccionadas as barras metálicas para cada liga (Figura 4), que foram posteriormente limpas em ultra-som (THORNTON modelo T7), contendo água destilada, durante dois minutos.



Figura 4 – Barras metálicas com detalhes para as retenções.

4.1.4 - Prensagem e polimerização da resina acrílica

As barras metálicas de cada liga utilizada no estudo foram posicionadas nos moldes de gesso previamente isolados com isolante para resina acrílica (Al-Cote, Dentsply Ltda.), e

estabilizados com auxílio de adesivo a base de cianoacrilato (Super Bonder, Loctite, do Brasil) (Figura 5). Em seguida, a massa de resina acrílica Onda-Cryl (Clássico, Artigos Odontológicos Ltda.) (Figura 6), proporcionada e manipulada de acordo com as recomendações do fabricante, foi inserida no molde de gesso em sua fase plástica, até seu preenchimento total.

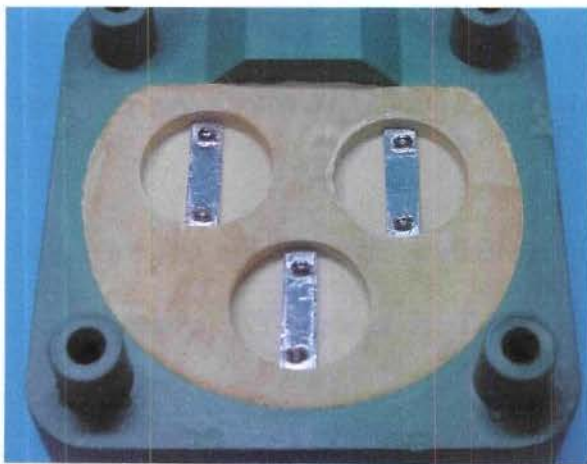


Figura 5 – Barras metálicas posicionadas nos moldes de gesso.



Figura 6 - Resina acrílica Onda-Cryl utilizada no estudo.

Posteriormente, as partes superior e inferior da mufla foram encaixadas e o conjunto novamente levado à prensa hidráulica (DELTA), sob pressão de 1,25 tonelada. O conjunto foi assim mantido até que ocorresse a estabilização da pressão. Decorrido este período de tempo, foram colocados os parafusos em posição e o conjunto retirado da prensa.

Após 30 minutos de descanso como indica o fabricante da resina acrílica, a mufla foi levada ao forno de microondas (Continental, AW-42 de 900W), com prato giratório, à 40% de potência durante três minutos, pausa durante quatro minutos (período de descanso), e finalmente à 90% de potência durante três minutos. No momento da polimerização, para

proteção do magnetron do forno de microondas, tomou-se o cuidado de colocar um becker contendo 200ml de água no interior do mesmo.

Após a polimerização, a mufla foi deixada sobre bancada para resfriamento e então suas partes foram separadas e as amostras desincluídas.

4.1.5 - Acabamento e Polimento dos corpos-de-prova

O acabamento dos corpos-de-prova foi feito com lixa de óxido de alumínio com granulação 320, 400, 600 e 1000 sob refrigeração em politriz APL-4 (AROTEC) (Figura 7), até alcançarem as medidas estabelecidas, aferidas por paquímetro digital (Mauser Jr.). O polimento foi realizado com partículas de diamante de 1 μ m, em disco de feltro, na mesma politriz.

Posteriormente, os corpos-de-prova foram limpos em ultra-som (THORNTON), contendo água destilada, durante dois minutos. Desta forma, foram obtidas as amostras (Figura 8) para realização do experimento.

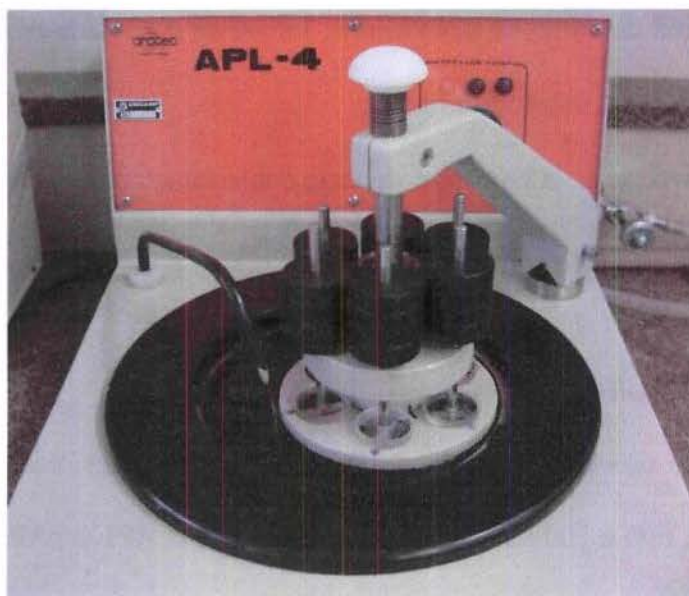


Figura 7 - Politriz APL-4 (AROTEC) utilizada para acabamento e polimento dos corpos-de-prova.



Figura 8 - Vista superior do corpo de prova.

4.2 DIVISÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Todos os corpos-de-prova foram confeccionados com resina Onda-Cryl e divididos aleatoriamente em 6 grupos de 8 elementos, de acordo com a liga metálica contida na amostra e a solução limpadora que foram posteriormente imersos (Tabela 1 e Figura 9).

Tabela 1 - Divisão dos corpos de prova e descrição dos agentes químicos de limpeza de prótese.

LIGA			COMPOSIÇÃO BÁSICA
GRUPO	METÁLICA	SOLUÇÃO DE IMERSÃO	DA SOLUÇÃO
1	Co-Cr	Polident (Block Drug Co, Jersey City, NJ)	Peróxido neutro com enzimas
2	Co-Cr	Manipulação (Fórmula & Ação, São Paulo, SP)	Perborato de Sódio
3	Co-Cr	Água (controle)	
4	Ti-6Al-4V	Polident (Block Drug Co, Jersey City, NJ)	Peróxido neutro com enzimas
5	Ti-6Al-4V	Manipulação (Fórmula & Ação, São Paulo, SP)	Perborato de Sódio
6	Ti-6Al-4V	Água (controle)	



(a)



(b)

Figura 9 – (a) Limpador de próteses confeccionado em farmácia de Manipulação “Fórmula & Ação”; (b) Limpador de próteses Polident.

4.3 CICLAGEM DOS CORPOS-DE-PROVA

Logo após a confecção dos corpos-de-prova, os mesmos foram submetidos às avaliações de rugosidade superficial e dureza Knoop (T0), e a seguir imersos em saliva artificial, cuja composição está apresentada no Quadro 1, à $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 14 horas.

QUADRO 1. Composição da saliva artificial desenvolvida no Laboratório de Bioquímica Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP.

Componente	Fórmula	Quantidade para 1 litro de solução
Cloreto de Cálcio	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,220g
Fosfato de Sódio	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	1,07g
Bicarbonato de Sódio	NaHCO_3	1,68g
Azida Sódica 0,2%	NaN_3	2g

Após este período de tempo, os corpos-de-prova experimentais foram retirados da saliva artificial, imersos em solução limpadora Polident (grupos 1 e 4) e solução limpadora de Manipulação (grupos 2 e 5), durante 5 minutos, seguindo as instruções dos fabricantes. A seguir foram lavados em água corrente e posteriormente em água destilada corrente por 10 segundos cada um, e novamente colocados em saliva artificial por mais 5 horas. Este procedimento foi repetido mais duas vezes, sendo que imediatamente após a terceira imersão nas soluções limpadoras e lavagem dos corpos-de-prova, foi realizada nova avaliação de rugosidade superficial e dureza Knoop (T1), completando-se um ciclo de 24 horas, e simulando-se desta forma o uso destes produtos três vezes ao dia pelo paciente (Figura 10).

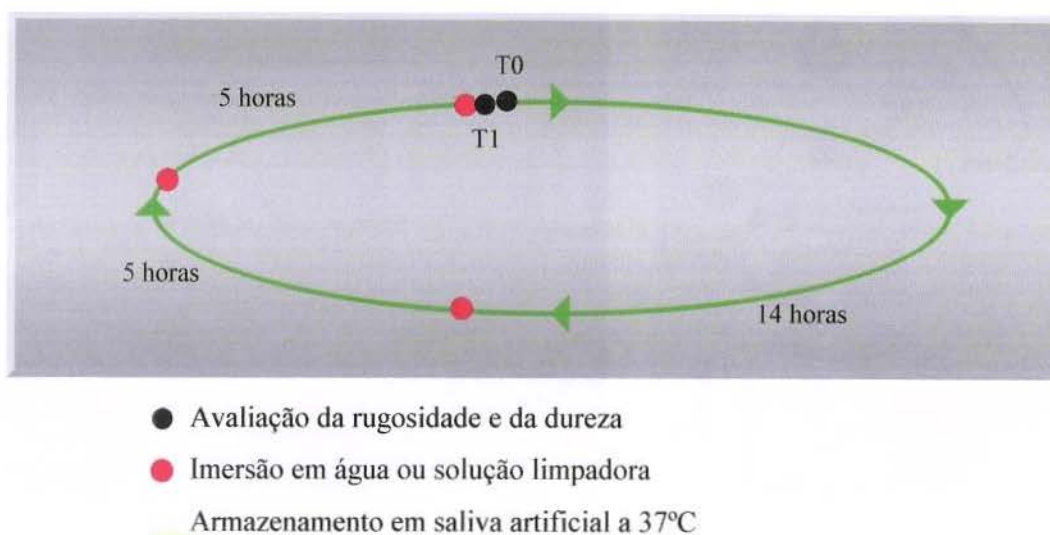


Figura 10 - Ciclagem dos corpos-de-prova.

Os mesmos testes foram novamente realizados após repetição desta ciclagem por mais 14 dias (T2) e 29 dias (T3), simulando-se o uso destas soluções por 15 e 30 dias respectivamente.

Os corpos-de-prova dos grupos 3 e 6 (controles) foram submetidos à mesma ciclagem e avaliados nos mesmos intervalos de tempo, porém ao invés da imersão em solução limpadora, foram mergulhados em água.

4.4 AVALIAÇÃO DA DUREZA SUPERFICIAL

A dureza superficial dos corpos-de-prova foi realizada nos tempos estabelecidos (T0, T1, T2 e T3), em microdurômetro Shimadzu modelo HMV-2000 (Figura 11 e 12), determinando-se a dureza Knoop. Foram realizadas três penetrações para cada amostra, com carga de 25g aplicadas por 10 segundos na resina acrílica (Figura 13). Os resultados foram expressos pela média das leituras realizadas.



Figura 11 – Microdurômetro Shimadzu, modelo HMV-2000 utilizado no estudo.

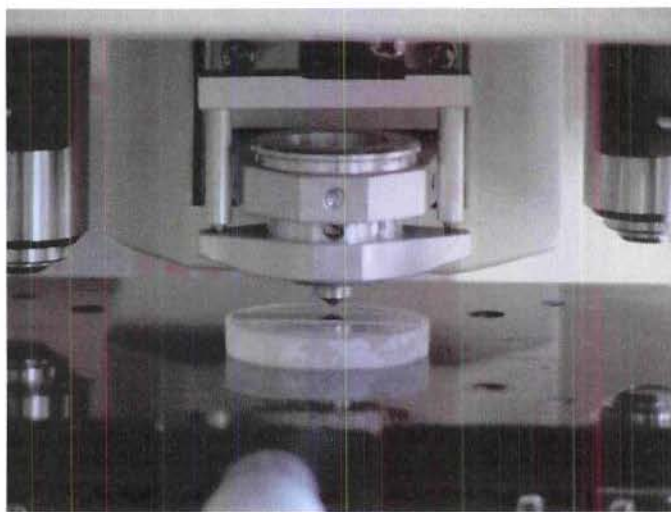


Figura 12 – Realização da microdureza na resina acrílica.

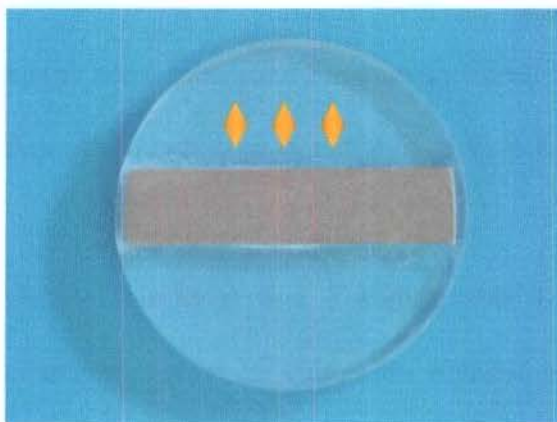


Figura 13 – Localização das demarcações para os ensaios de dureza superficial.

4.5 AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL

A rugosidade foi avaliada tanto na resina acrílica como no metal exposto nos tempos estabelecidos (T0, T1, T2 e T3), utilizando-se o rugosímetro SURFCORDER SE 1700 (KOSAKA, Jp.) (Figura 14 e 15), com comprimento de onda limite de 0,8mm, pré-leitura de 0,5mm, percurso de medição de 3,2mm e velocidade de 0,5mm/s. Foram

realizadas três leituras para cada superfície (Figura 16) com uma ponta diamantada cônica, e calculada uma média.

O valor de cada leitura obtido pelo rugosímetro originou-se da fórmula descrita pela norma NBR 6405:

$$Ra = 1,1 \mu m / l_m = 3 \lambda_c \quad \text{onde: } l_m = \text{percurso de medição}$$

λ_c = Comprimento de onda limite (cut-off)

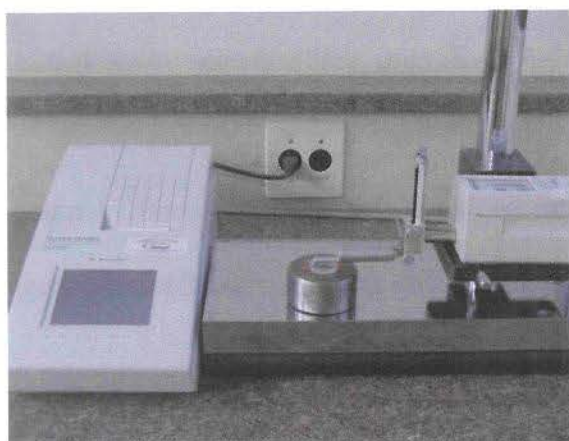


Figura 14 – Rugosímetro Surfcomer SE 1700 utilizado no estudo.

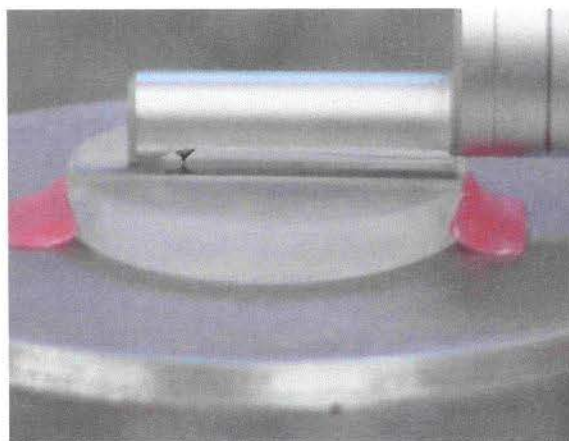


Figura 15 – Leitura da rugosidade superficial no metal.

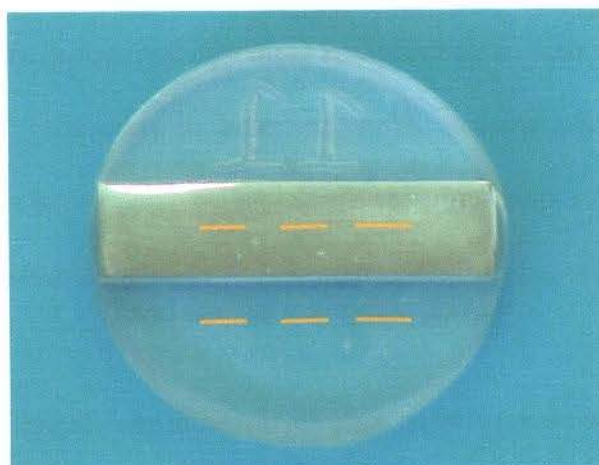


Figura 16 – Localização das regiões onde foram realizadas as leituras de rugosidade superficial.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística, foi feita inicialmente uma análise individualizada, tempo a tempo, de cada uma das três variáveis: dureza da resina, rugosidade da resina e rugosidade do metal, com a finalidade de verificar o comportamento de cada uma delas relacionadas ao tipo de liga metálica (Co-Cr e Ti-6Al-4V) e aos limpadores utilizados (Manipulação e Polident), além do grupo Controle que foi considerado também como tratamento, em cada um dos tempos. Tem-se portanto um fatorial 3×2 num delineamento inteiramente casualizado, para cada variável em cada tempo, totalizando doze análises.

Em seguida, foram realizadas análises com os dados referentes aos quatro tempos (T0, T1, T2 e T3), com o intuito de verificar a ação de cada um dos tratamentos (metais, limpadores e interação entre eles) relativas a cada uma das variáveis.

As análises iniciais dos dados mostraram violações dos pressupostos da análise de variância (heterogeneidade de variâncias e presença de *outliers*, principalmente) em todas as variáveis e nos tempos tomados de forma individual e conjunta. Assim, em cada caso foi feita a análise dos dados com os dados brutos (sem transformação) e com os transformados, mas não foram detectadas grandes diferenças entre os resultados. Desta forma, não foi considerado os dados transformados pois, além disso, não foram encontradas transformações adequadas em cada caso para que tornassem os pressupostos da análise de variância válidos.

As médias foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($\alpha=0,05$).

Para a análise do tratamento no transcorrer do tempo utilizou-se a análise de regressão linear e quadrática ao nível de 5% de significância ($\alpha=0,05$).

As análises e testes foram realizadas utilizando os softwares *SAS 6.11* e *SPSS 10.5* e como auxiliar a planilha *EXCEL 7.0*.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos para as variáveis estudadas após a realização dos ensaios propostos estão apresentados nas tabelas e gráficos a seguir. Os valores individuais da dureza superficial Knoop e rugosidade tanto da resina acrílica como do metal estão apresentados no capítulo Anexo deste trabalho.

5.1 DUREZA SUPERFICIAL

Na Tabela 2 e Figuras 17 e 18 estão demonstrados os resultados obtidos neste estudo com relação à dureza Knoop superficial da resina acrílica nos diferentes tempos.

Tabela 2. Médias e desvios padrão da dureza Knoop (Kg/mm^2) da resina acrílica nos diferentes tempos, segundo os tratamentos.

Tratamentos	Tempo			
	T0	T1	T2	T3
Controle (G3 e G6)	14,719 ($\pm 2,398$) a	15,490 ($\pm 2,796$) a	14,648 ($\pm 2,368$) a	16,667 ($\pm 3,783$) b
Manipulação (G2 e G5)	15,282 ($\pm 1,983$) a	16,810 ($\pm 2,927$) ab	16,992 ($\pm 2,243$) b	17,006 ($\pm 3,750$) b
Polident (G1 e G4)	14,028 ($\pm 2,701$) a	14,296 ($\pm 2,784$) b	13,058 ($\pm 1,813$) a	14,056 ($\pm 1,761$) a

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si na mesma coluna ao nível de 5% de significância.

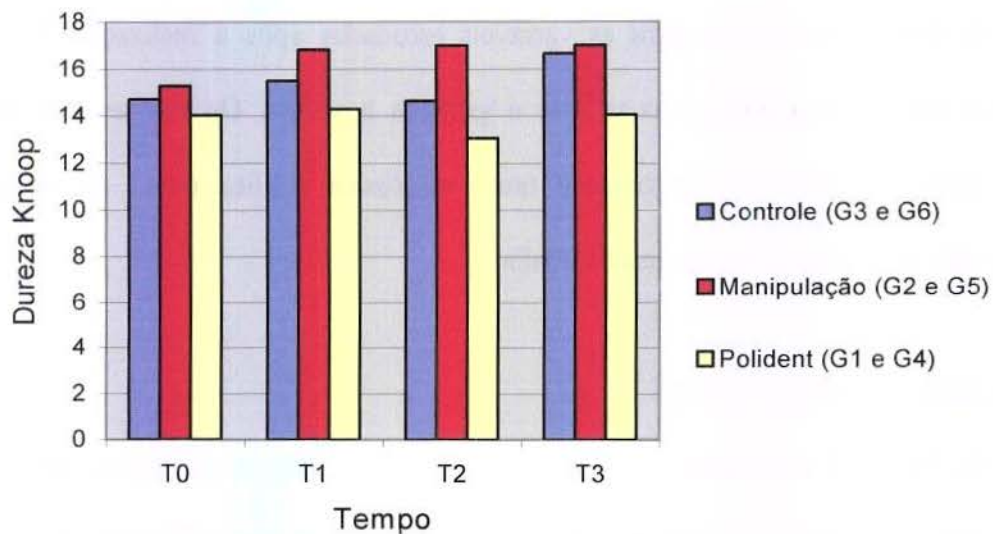


Figura 17 - Médias da dureza Knoop (Kg/mm^2) da resina acrílica em cada tratamento para cada tempo estudado.

De acordo com a Tabela 2 e Figura 17 pode-se observar que as médias da dureza Knoop superficial no tempo T0 não apresentaram diferenças significativas de acordo com os tratamentos realizados. Para o tempo T1, as amostras imersas em solução de Polident (G1 e G4) diferiram estatisticamente do grupo Controle (G3 e G4), enquanto que para o tempo T2 as amostras do grupo Manipulação (G2 e G5) apresentaram diferenças estatísticas. No tempo T3 o grupo Polident (G1 e G4) apresentou diferença significativa em relação aos outros dois grupos estudados.

A Figura 18 ilustra o comportamento das médias da dureza Knoop da resina acrílica, pela análise de regressão linear e quadrática, em cada tratamento no decorrer do tempo, ao nível de 5% de significância.

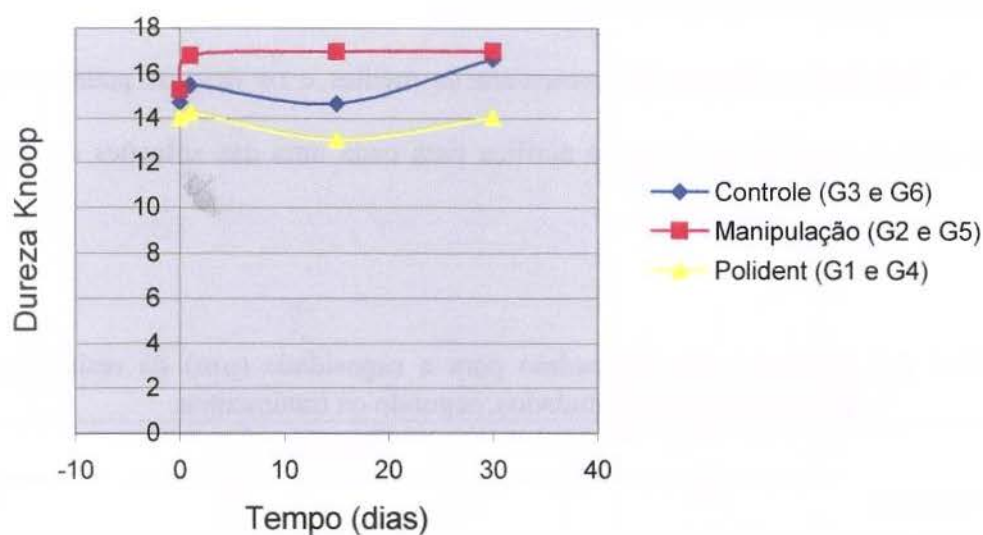


Figura 18 – Médias da dureza Knoop (Kg/mm^2) da resina acrílica em cada tratamento no transcorrer do tempo, ao nível de 5% de significância.

Como demonstrado na Figura 18 não houve diferença significativa da dureza Knoop da resina acrílica no transcorrer do tempo (T0, T1, T2 e T3).

5.2 RUGOSIDADE DA RESINA ACRÍLICA

A Tabela 3 e Figura 19 apresentam as médias e os desvios padrão dos valores obtidos para a rugosidade da resina acrílica para cada uma das soluções de imersão nos diferentes tempos estudados.

TABELA 3 - Médias e desvios padrão para a rugosidade (μm) da resina acrílica nos diferentes tempos estudados, segundo os tratamentos.

Tratamentos	Tempo			
	T0	T1	T2	T3
Controle (G3 e G6)	0,147 ($\pm 0,070$) a	0,309 ($\pm 0,194$)a	2,404 ($\pm 0,940$)a	2,343 ($\pm 1,018$)a
Manipulação (G2 e G5)	0,146 ($\pm 0,058$) a	0,245 ($\pm 0,105$)a	2,064 ($\pm 1,665$)a	2,037 ($\pm 0,672$)a
Polident (G1 e G4)	0,146 ($\pm 0,072$) a	0,191 ($\pm 0,147$)a	0,144 ($\pm 0,062$)b	0,209 ($\pm 0,383$)b

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si na mesma coluna.

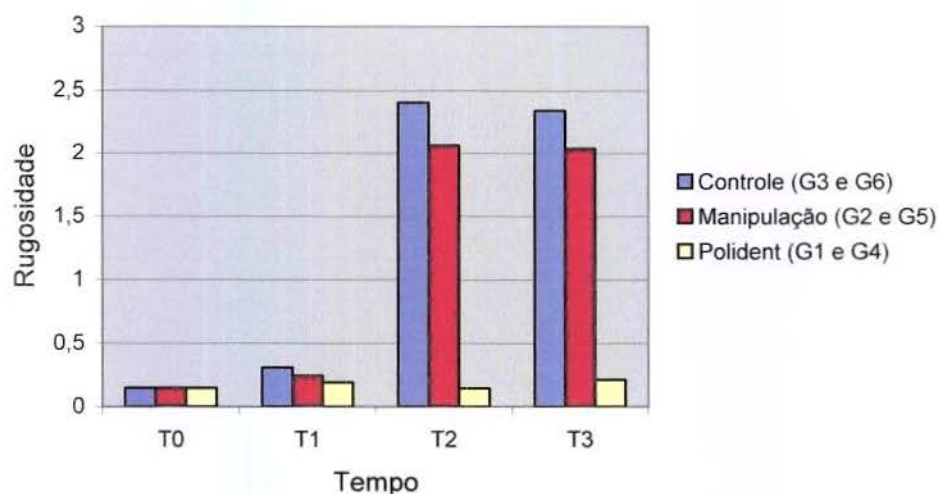


Figura 19 - Médias de rugosidade (μm) da resina acrílica dentro de cada tempo.

Os resultados da Tabela 3 e Figura 19 demonstram que houve diferenças estatisticamente significantes entre o grupo tratado com Polident (G1 e G4) e os demais grupos nos tempos T2 e T3, sendo que as amostras imersas em Polident (G1 e G4) apresentaram os menores valores de rugosidade nos períodos de tempo já citados. Nos tempos T0 e T1, não houve diferença entre os tratamentos.

A análise de regressão linear e quadrática estão apresentados na Figura 20. Os resultados revelam que as médias de rugosidade diferiram significativamente no transcorrer do tempo para os grupos Controle (G3 e G6) e Manipulação (G2 e G5). Por outro lado, quando as amostras foram imersas em Polident (G1 e G4), os resultados não apresentaram diferenças significantes no transcorrer do tempo.

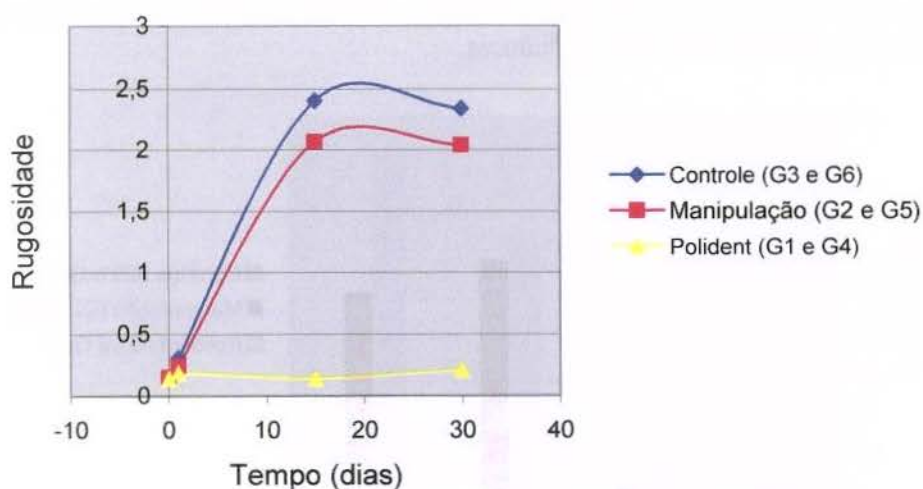


Figura 20 – Médias da rugosidade (μm) da resina acrílica em cada tratamento no transcorrer do tempo, ao nível de 5% de significância.

5.3 RUGOSIDADE DO METAL

A média dos valores obtidos e os desvios padrão para a rugosidade das ligas metálicas para cada uma das soluções de imersão nos diferentes tempos estudados estão apresentados nas Tabelas 4 e 5, e ilustrados nas Figuras 21 e 22.

TABELA 4 – Médias e desvios padrão da rugosidade (μm) da liga metálica Co-Cr no decorrer dos tempos para cada tratamento, segundo os tratamentos.

Tratamentos	Tempo			
	T0	T1	T2	T3
Controle (G3)	0,083 ($\pm 0,018$) a	0,326 ($\pm 0,175$) a	3,119 ($\pm 0,371$) a	4,051 ($\pm 1,029$)a
Manipulação (G2)	0,091 ($\pm 0,023$) a	0,104 ($\pm 0,035$)b	2,808 ($\pm 0,263$) a	2,430 ($\pm 0,658$) b
Polident (G1)	0,103 ($\pm 0,047$) a	0,140 ($\pm 0,076$)a	0,148 ($\pm 0,016$) b	0,147 ($\pm 0,068$) c

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si na mesma coluna ao nível de 5% de significância.

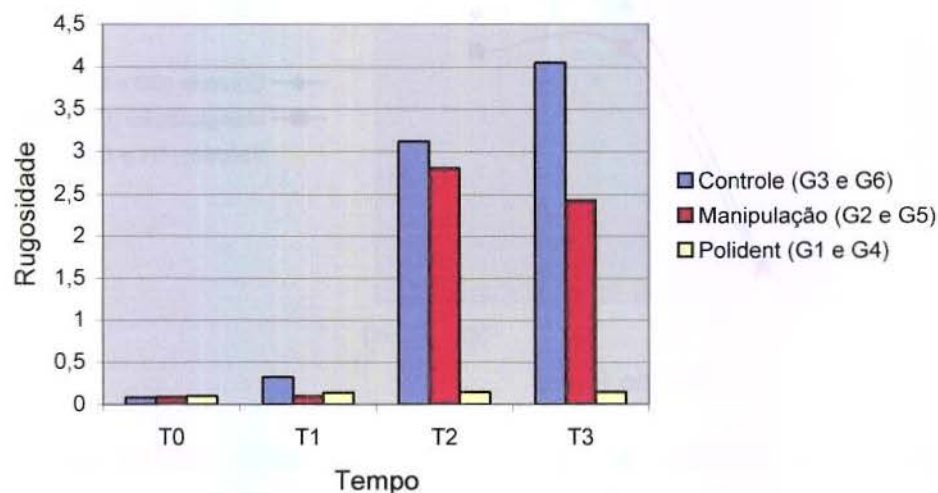


Figura 21 - Médias de rugosidade (μm) da liga de Co-Cr dentro de cada tempo.

De acordo com a Tabela 4 e Figura 21, observa-se que para a liga de Co-Cr, os grupos Controle (G3 e G6), Manipulação (G2 e G5) e Polident (G1 e G4), não

apresentaram diferenças significantes no tempo T0. No tempo T1 o grupo Manipulação (G2 e G5) diferiu dos demais grupos apresentando menor valor de rugosidade. Para o tempo T2 o grupo Polident (G1 e G4) apresentou menor valor em relação aos outros grupos, sendo esta diferença estatisticamente significante. Para o tempo T3 houve diferença significativa entre todos os grupos estudados, sendo que o grupo do Polident (G1 e G4) apresentou os menores valores e o grupo Controle (G3 e G6) os valores mais elevados.

TABELA 5 – Médias e desvios padrão da rugosidade (μm) da liga metálica Ti-6Al-4V no transcorrer dos tempos para cada tipo de tratamento, segundo os tratamentos.

Tratamentos	Tempo			
	T0	T1	T2	T3
Controle (G6)	0,123 ($\pm 0,030$)a	0,203 ($\pm 0,080$)a	3,241 ($\pm 0,598$)a	2,354 ($\pm 0,767$)a
Manipulação (G5)	0,178 ($\pm 0,173$)a	0,172 ($\pm 0,090$)a	3,071 ($\pm 0,587$)a	2,643 ($\pm 0,783$)a
Polident (G4)	0,114 ($\pm 0,015$)a	0,155 ($\pm 0,019$)a	0,119 ($\pm 0,005$)b	0,108 ($\pm 0,037$)b

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si na mesma coluna.

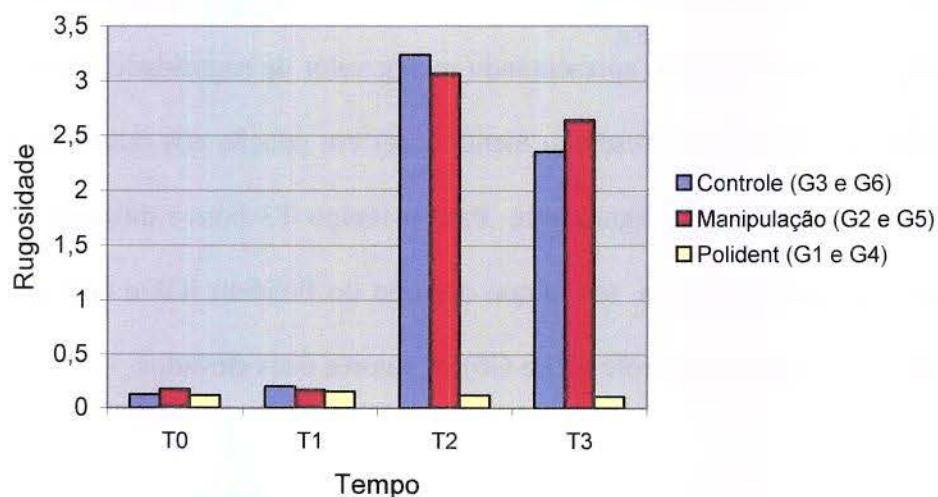


Figura 22 - Médias de rugosidade (μm) da liga de Ti-6Al-4V dentro de cada tempo.

Observando-se a Tabela 5 e a Figura 22 nota-se que para a liga de Ti-6Al-4V, os resultados apresentaram diferença estatisticamente significante para as amostras tratadas com Polident (G1 e G4) nos tempos T2 e T3 sendo que estas apresentaram as menores médias de rugosidade.

As médias e desvios padrão para cada liga metálica utilizada no estudo foram comparadas em cada tempo e os resultados e estão dispostos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9, e ilustradas nas Figuras 23, 24, 25 e 26.

TABELA 6 – Médias e desvios padrão da rugosidade (μm) do metal no tempo T0.

Tratamentos	Metais	
	Co-Cr	Ti-6Al-4V
Controle (G3 e G6)	0,083 ($\pm 0,018$) a	0,123 ($\pm 0,030$) b
Manipulação (G2 e G5)	0,091 ($\pm 0,023$) a	0,178 ($\pm 0,173$) a
Polident (G1 e G4)	0,103 ($\pm 0,047$) a	0,114 ($\pm 0,015$) a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si na mesma linha.

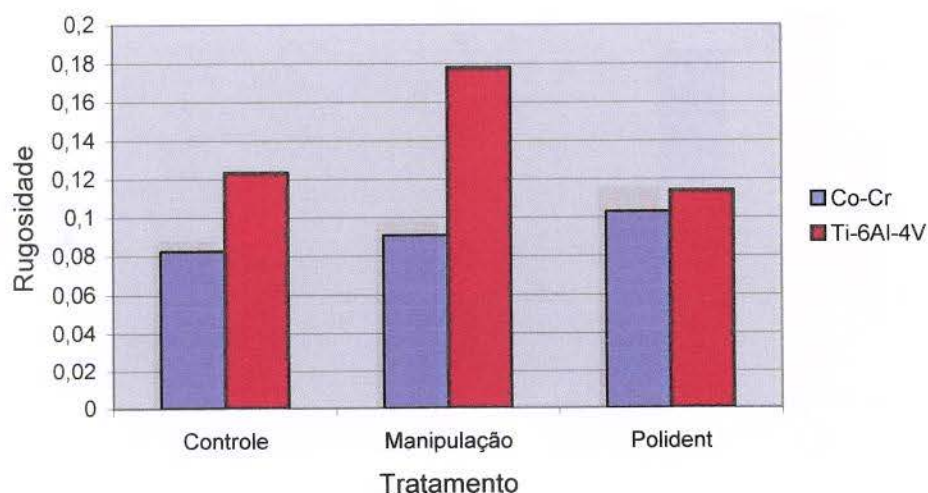


Figura 23 - Médias de rugosidade (μm) no tempo T0 das ligas metálicas.

Na Tabela 6 e Figura 23 observa-se que houve diferença estatisticamente significativa para o grupo confeccionado com a liga de Ti-6Al-4V (G1 e G4), sendo que este apresentou maior valor de rugosidade superficial neste tempo.

TABELA 7 – Médias e desvios padrão da rugosidade (μm) do metal no tempo T1.

Tratamentos	Metais	
	Co-Cr	Ti-6Al-4V
Controle (G3 e G6)	0,326 ($\pm 0,175$) a	0,203 ($\pm 0,080$) a
Manipulação (G2 e G5)	0,104 ($\pm 0,035$) a	0,172 ($\pm 0,090$) a
Polident (G1 e G4)	0,140 ($\pm 0,076$) a	0,155 ($\pm 0,019$) a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si na mesma linha.

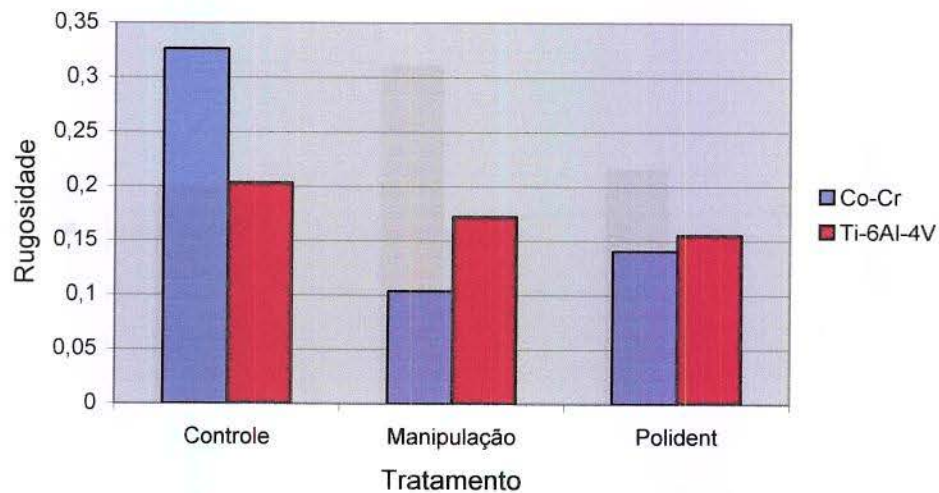


Figura 24 - Médias de rugosidade (μm) no tempo T1 das ligas metálicas avaliadas.

TABELA 8 – Médias e desvios padrão da rugosidade (μm) do metal no tempo T2.

Tratamentos	Metais	
	Co-Cr	Ti-6Al-4V
Controle (G3 e G6)	3,119 ($\pm 0,371$) a	3,241 ($\pm 0,598$) a
Manipulação (G2 e G5)	2,808 ($\pm 0,263$) a	3,071 ($\pm 0,587$) a
Polident (G1 e G4)	0,148 ($\pm 0,016$) a	0,119 ($\pm 0,005$) a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si na mesma linha.

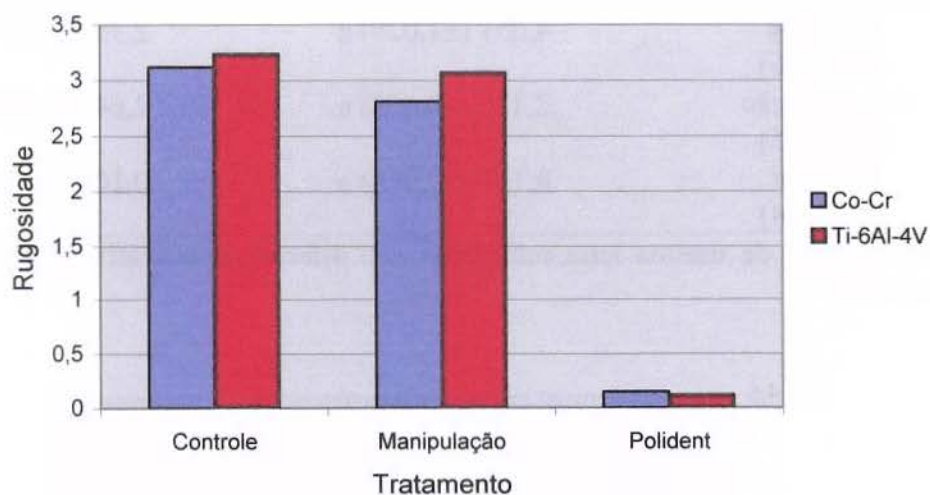


Figura 25 - Médias de rugosidade (μm) no tempo T2 das ligas metálicas avaliadas.

De acordo com as Tabelas 7 e 8 e as Figuras 24 e 25, para os tempos T1 e T2 não foi observada diferença estatisticamente significativa entre as ligas metálicas para quaisquer grupos.

Na Tabela 9 e Figura 26 verifica-se que houve diferença significativa para o grupo Controle (G3 e G6) entre as ligas metálicas, sendo que a liga de Ti-6Al-4V apresentou uma menor média no tempo T3.

TABELA 9 – Médias e desvios padrão da rugosidade (μm) do metal no tempo T3.

Tratamentos	Metais	
	Co-Cr	Ti-6Al-4V
Controle (G3 e G6)	4,051 ($\pm 1,029$) a	2,354 ($\pm 0,767$) b
Manipulação (G2 e G5)	2,430 ($\pm 0,658$) a	2,643 ($\pm 0,783$) a
Polident (G1 e G4)	0,147 ($\pm 0,068$) a	0,108 ($\pm 0,037$) a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si na mesma linha.

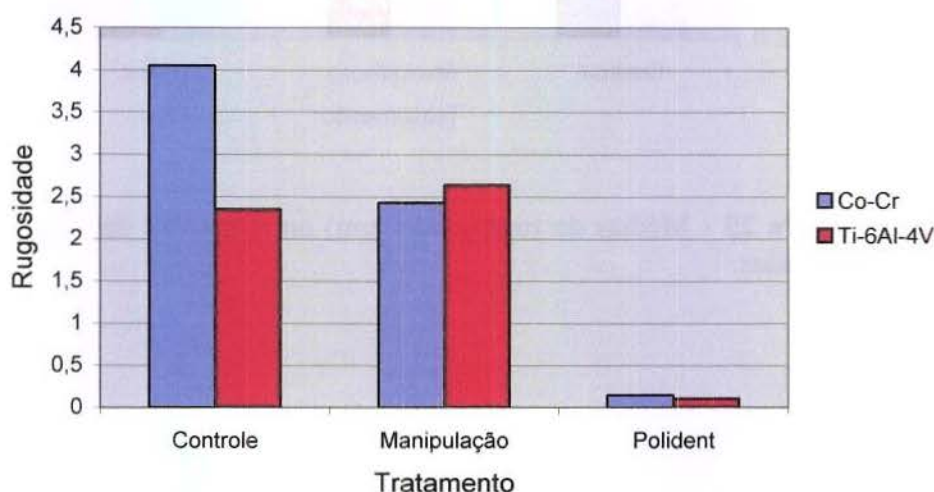


Figura 26 - Médias de rugosidade (μm) no tempo T2 das ligas metálicas avaliadas.

As Figuras 27 e 28 apresentam o comportamento das médias de rugosidade no decorrer do tempo de acordo com análise de regressão linear e quadrática, observando-se estas Figuras verifica-se que houve um aumento significativo nos valores de rugosidade quando as amostras foram imersas em água – grupo Controle (G3 e G6) e em solução de limpeza de Manipulação (G2 e G5) para os dois tipos de metal estudados.

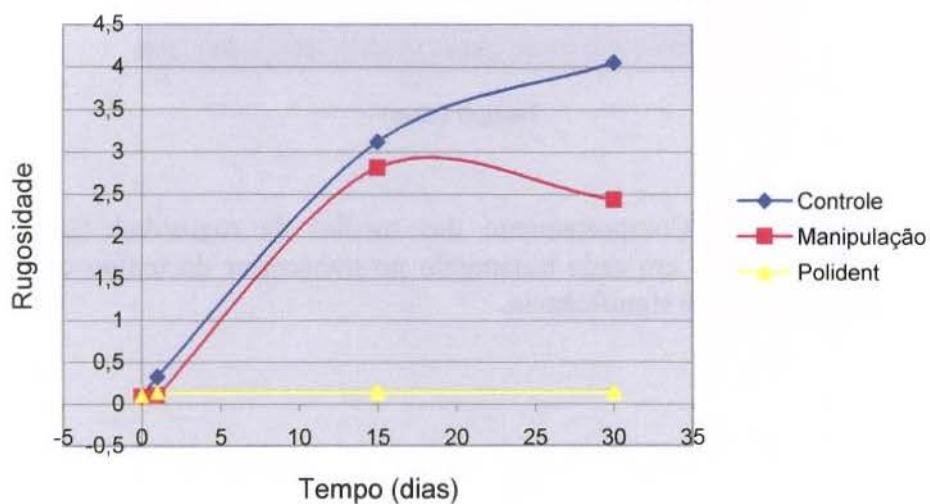


Figura 27 – Comportamento das médias da rugosidade (μm) da Liga de Co-Cr em cada tratamento no transcorrer do tempo estudado, ao nível de 5% de significância.

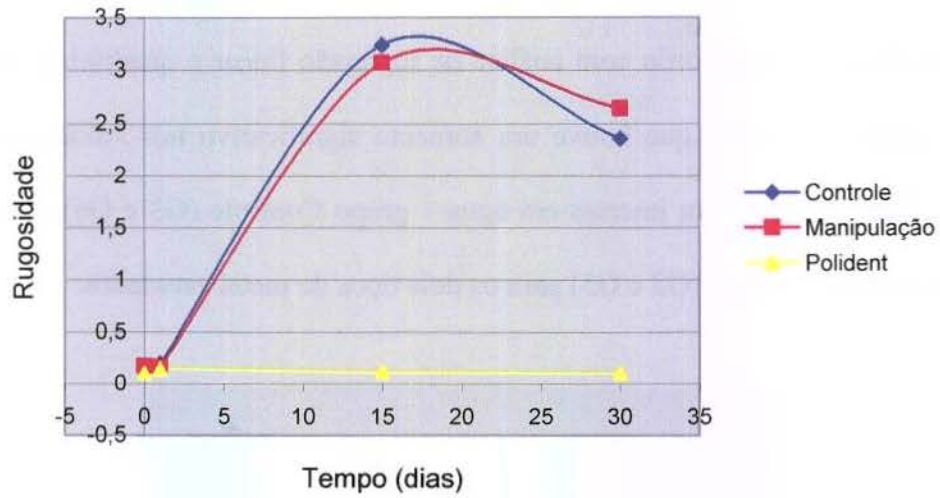


Figura 28 – Comportamento das médias da rugosidade (μm) da Liga de Ti-6Al-4V em cada tratamento no transcorrer do tempo estudado, ao nível de 5% de significância.

6 DISCUSSÃO

Apesar do método de polimerização de resinas acrílicas através de energia de microondas ter sido introduzido desde os anos 60, somente agora o mercado nacional possui uma resina específica para este tipo de polimerização. Este trabalho avaliou a dureza e a rugosidade superficiais desta resina e de duas ligas metálicas quando em contato com dois agentes químicos de limpeza de prótese.

A resina Onda-Cryl apresentou resultados de dureza Knoop que diferiram estatisticamente quando as amostras foram imersas em solução Polident (G1 e G4) nos tempos T1 e T3, apresentando os menores valores (Tabela 2 e Figura 17). Para o tempo T2 houve diferença significativa para o grupo Manipulação (G2 e G5) sendo que este apresentou os maiores valores de dureza Knoop (Tabela 2 e Figura 17). Possivelmente isto ocorreu devido à composição das resinas e agentes de limpeza. As resinas acrílicas quando em contato com soluções aquosas sofrem sorção de água,¹⁰ e além disso alguns de seus componentes são solúveis em solventes orgânicos, como é o caso do plastificante dibutil.¹⁰ Como a dureza Knoop é a resistência que o corpo apresenta em relação à penetração de uma ponta de diamante em formato de pirâmide romboédrica,²² a dureza da resina acrílica está diretamente relacionada a presença do plastificante; e uma característica do plastificante é a solubilidade quando em contato com meio que apresente o elemento químico cloro.¹⁰

Os agentes químicos utilizados neste estudo possuem em suas formulações o elemento químico cloro, que é um dos componentes responsáveis por promover a limpeza propriamente dita.¹⁸ Uma hipótese sugerida para explicar os resultados de dureza encontrados seria que: quando a amostra de resina Onda-Cryl foi imersa em solução

limpadora de Manipulação provavelmente ocorreu a solubilidade de alguns componentes da resina, principalmente do agente plastificante.¹⁰ Este agente plastificante foi solubilizado pela reação com o cloro¹⁰ presente no agente de limpeza,¹⁸ acarretando portando os maiores valores de dureza em relação ao grupo Polident (G1 e G4), e que apesar de não diferir estatisticamente do grupo Controle (G3 e G6), apresentou maiores valores médios em todos os tempos estudados (Tabela 2 e Figura 17).

Quando a resina foi imersa em solução de Polident, os valores de dureza foram menores (Tabela 2 e Figura 17), provavelmente porque este agente de limpeza contém menor quantidade de cloro,¹⁸ e conseqüentemente menor ação sobre o plastificante.

Durante a fase experimental do trabalho foi observado que com o passar do tempo houve a formação de uma película sobre as amostras dos grupos Manipulação (G2 e G5) e Controle (G3 e G6), sendo esta película firmemente aderida não somente na superfície da resina acrílica, mas também sobre a superfície do metal contido na amostra (Figura 29). Possivelmente os maiores valores de dureza encontrados nestes grupos também possam ser explicados devido à formação desta película que provavelmente consiste na deposição de alguns componentes presentes na saliva artificial, como os sais de cloreto de cálcio e fosfato de sódio, sobre a superfície das amostras.¹³ Esta película que não foi removida pelo agente de limpeza Manipulação (G2 e G5), nem tampouco pela água, possivelmente também contribuiu para o aumento da dureza Knoop nestes dois grupos (Manipulação e Controle). Quando a resina foi imersa em Polident (G1 e G4) (Figura 30) a dureza diminuiu, provavelmente porque este limpador de prótese apresenta em sua composição peróxido de hidrogênio, que é um dos responsáveis por promover a limpeza através da liberação de oxigênio para o meio quando em solução aquosa.¹ Este oxigênio tem a

capacidade de promover a diminuição de detritos e manchas sobre a resina acrílica.¹⁸ Portanto, provavelmente o agente de limpeza Polident (G1 e G4) tenha sido eficiente na remoção desta película, devido ao peróxido presente em sua composição.¹ Com isso a dureza da resina acrílica neste grupo foi menor e manteve-se inalterada com o passar do tempo (Figura 18).

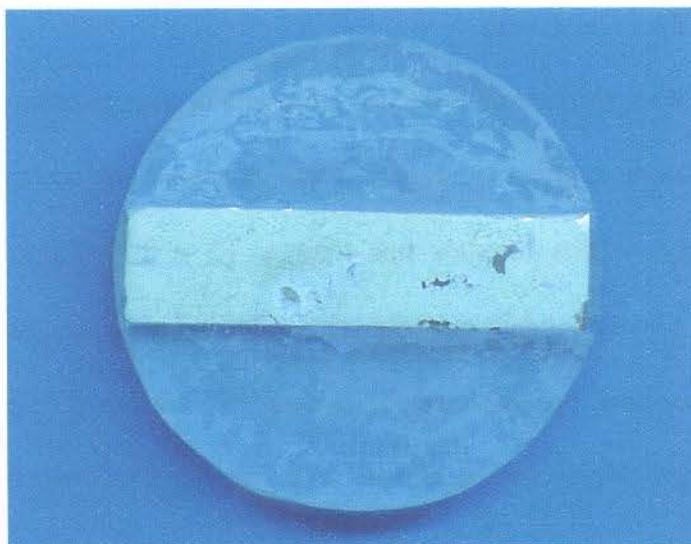


Figura 29 – Aspecto da amostra após armazenagem em saliva artificial e imersão em limpador de Manipulação e Água.

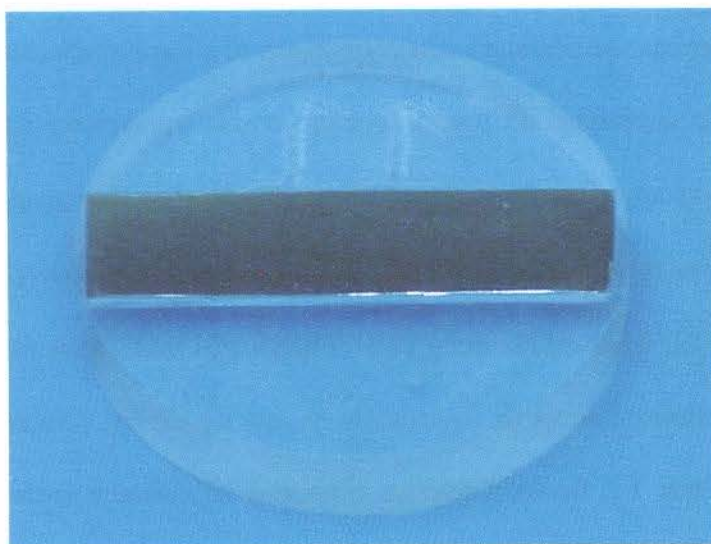


Figura 30 – Aspecto da amostra após armazenagem em saliva artificial e imersão em limpador de prótese Polident.

O agente de limpeza Manipulação (G2 e G5) não conseguiu remover de forma eficiente a película formada, uma vez que este agente limpador contém em sua composição, como informa o fabricante, perborato de sódio. O perborato de sódio não consegue liberar para o meio uma quantidade de oxigênio que promova a remoção eficiente de detritos sobre a superfície de materiais protéticos,¹⁸ e conseqüentemente da película formada, o que pode ter influenciado os valores de dureza.

Com relação à rugosidade da resina acrílica, as amostras imersas em Polident (G1 e G4) apresentaram valores constantes (Figura 20) e inferiores aos outros dois grupos, que diferiram estatisticamente dos mesmos nos tempos T2 e T3* (Tabela 3 e Figura 19). Possivelmente estes valores também possam ser explicados pela película de sais. Como já mencionado anteriormente, provavelmente o agente de limpeza Polident (G1 e G4) foi capaz de remover a película decantada sobre a superfície das amostras, explicando assim os menores valores de rugosidade e sua constância com o passar do tempo; ao contrário, para as amostras tratadas com solução de Manipulação (G2 e G5) e Controle (G3 e G6), esta película não foi removida, aumentando conseqüentemente a rugosidade superficial.

A rugosidade superficial da liga de cobalto-cromo apresentou diferença estatística significativa quando as amostras foram imersas em solução de Manipulação (G2) no tempo T1, apresentando uma menor rugosidade em relação aos outros grupos (Tabela 4 e Figura 21). Para o tempo T2, as amostras do grupo Polident (G1) diferiram das demais também apresentando os menores valores de rugosidade na liga de Co-Cr (Tabela 4 e Figura 21). Com relação ao tempo T3, houve diferença estatística significativa entre todos os grupos avaliados sendo que os valores de rugosidade continuaram menores para o grupo Polident (G1).

A película de sais decantados da saliva artificial também se acumulou sobre a superfície das ligas metálicas. Como o limpador de Manipulação possivelmente não é capaz de remover esta película, esperaria-se que os valores de rugosidade para este grupo fossem maiores que no grupo Polident, fato este que não ocorreu. Uma explicação talvez esteja relacionada ao tempo de avaliação, pois provavelmente, no tempo T1, esta película ainda não estaria totalmente formada e a leitura da rugosidade ocorreu no metal propriamente dito, que apresenta superfície polida e portanto um menor valor de rugosidade superficial.

Para os tempos T2 e T3 em que o grupo Polident (G1) apresentou as menores médias de rugosidade, talvez possam ser explicados da mesma forma que para a rugosidade da resina acrílica, onde o Polident possivelmente removeu a película de sais por meio da liberação de oxigênio.¹

Pelo fato do produto Polident remover os componentes da saliva artificial decantados, também sobre o metal, a liga de Co-Cr tornar-se-ia exposta, o que facilitaria a ação do peróxido de hidrogênio sobre a liga, alterando possivelmente a rugosidade desta no transcorrer do tempo. No entanto, as ligas de Co-Cr, possuem uma camada passivadora em sua superfície, composta de óxido de cromo.²² Provavelmente esta camada passivadora impediu qualquer ação do peróxido contido no Polident sobre o metal,³ mantendo a sua rugosidade superficial inalterada no transcorrer do tempo (Figura 27).

Para o aumento da rugosidade no decorrer do tempo no grupo em que foi utilizado o agente químico de limpeza Manipulação (G2) e no grupo Controle (G3) (Figura 27), a hipótese levantada é que como esta solução não remove a película de sais, a mesma continua sendo depositada sobre a superfície das amostras. Essa constante deposição provavelmente elevou os valores de rugosidade para estes grupos no tempo T3.

Para a liga de Ti-6Al-4V houve diferença significativa para os valores de rugosidade nos tempos T2 e T3 para o grupo tratado com Polident (G4), apresentando menores valores de rugosidade (G4) (Tabela 5 e Figura 22). Como já mencionado anteriormente, devido à sua composição, possivelmente o agente de limpeza Polident seja capaz de remover a película decantada sobre o metal, expondo conseqüentemente a liga de Ti-6Al-4V ao agente químico. Mas a liga em discussão forma uma camada de óxido de titânio, que é mais estável que a camada de óxido de cromo,^{16, 22, 26} esta camada de óxido de titânio possivelmente impediu qualquer ação do peróxido presente no Polident, mantendo a rugosidade inalterada no transcorrer do tempo estudado (Figura 28).

Na comparação entre as ligas metálicas observa-se na Tabela 6 e Figura 23 que houve diferença significativa entre os grupos Controle de Co-Cr (G3) e de Ti-6Al-4V (G6), no tempo T0, sendo que a liga de titânio apresentou maior rugosidade. A liga de Co-Cr apresenta a característica de permitir um melhor polimento inicial em relação a liga de Ti-6Al-4V,²² fato que interfere diretamente na rugosidade do metal. Uma vez que no tempo T0 ainda não houve ação dos tratamentos, isto explicaria os resultados obtidos.

Nos tempos T1 e T2 não houve diferença estatística entre as ligas metálicas estudadas (Tabelas 7 e 8, e Figuras 24 e 25), o que sugere que os metais apresentam comportamento de rugosidade semelhante dentro de cada grupo.

Quando se comparam as ligas metálicas no tempo T3 observa-se que as médias diferiram significativamente no grupo Controle (Tabela 9 e Figura 26), com um menor valor para a liga de Ti-6Al-4V, sugerindo que houve melhora da lisura superficial desta liga com o passar do tempo.^{16, 26} Provavelmente este fato esteja relacionado à maior estabilidade

da camada passivadora presente na liga de Ti-6Al-4V,^{16, 22, 26} que permaneceu inalterada com o passar do tempo, diminuindo os valores de rugosidade.

De acordo com a revisão de literatura, não existem trabalhos publicados que discorram sobre o efeito dos agentes químicos de limpeza sobre a dureza e rugosidade das resinas acrílicas polimerizadas com energia de microondas. Assim, sugere-se que sejam realizados novos estudos, levando em consideração estes materiais, com o objetivo de se elucidar as propriedades físicas e as interações químicas que ocorrem quando as resinas e metais são expostos à agentes químicos de limpeza.

7 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que:

- 1- agentes químicos de limpeza de prótese que contém peróxido de hidrogênio diminuem a dureza superficial de resinas acrílicas para microondas;
- 2- agentes limpadores de prótese que possuem perborato de sódio contribuem para o aumento da rugosidade superficial de resinas acrílicas para microondas e de ligas metálicas, quando estas permanecem em contato com saliva artificial;
- 3- soluções químicas de limpeza de próteses à base de peróxido de hidrogênio não interferem na rugosidade superficial das resinas acrílicas para microondas, e de ligas metálicas de Co-Cr e Ti-6Al-4V.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ABELSON, D.C. Denture plaque and denture cleansers. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.45, n.4, p.376-379, Apr. 1981.
2. AL DOORI, D. *et al.* A comparison of denture base acrylic resins polymerised by microwave irradiation and by conventional water bath curing systems. *Dent Mater*, Oxford, v.4, n.1, p.25-32, Feb. 1988.
3. BACKENSTOSE, W.M., WELLS, J.G. Side effects of immersion-type cleansers on the metal components of dentures. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.37, n.6, p.615-621, June 1977.
4. BAFILE, M. *et al.* Porosity of denture resin cured by microwave energy. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.66, n.2, p.269-274, Aug. 1991.
5. BLACKMAN, R., BARGHI, N., TRAN, C. Dimensional changes in casting titanium removable partial denture frameworks. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.65, n.2, p.309-315, Feb. 1991.
6. BRAUN, K.O., DEL BEL CURY, A.A., CURY, J.A. Avaliação *in vitro* da efetividade de polimerização da resina acrílica dental polimerizada através de energia de microondas, quando em contato com metal. *Rev Odontol Univ São Paulo*, São Paulo, v.12, n.2, p.173-180, abr./jun. 1998.

* De acordo com a NBR-6023 de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas de periódicos de conformidade com a Base de Dados MEDLINE.

7. BUDTZ-JORGENSEN, E. A 3-months' study of enzymes as denture cleansers. *J Oral Rehabil*, Oxford, v.5, n.1, p.35-39, Jan. 1978.
8. _____, KELSTRUP, J. Enzymes as denture cleansers. *Scand J Dent Res*, Copenhagen, v.85, n.3, p.209-215, 1977.
9. _____, MILTON KNUDSEN, A. Chlorhexidine gel and steradent employed in cleaning dentures. *Acta Odontol Scand*, Oslo, v.36, n.2, p.83-87, 1978.
10. CRAIG, R.G. *Restorative dental materials*. 10th ed. Saint Louis : Mosby, 1997. Chap.19, p.500-551.
11. DE CLERCK, J.P. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.57, n.5, p.650-658, May 1987.
12. DILLS, S.S. *et al.* Comparasion of the antimicrobial capability of na abrasive paste and chemical-soak denture cleansers. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.60, n.4, p.467-470, Oct. 1988.
13. FELTRE, R. *Química geral*. São Paulo : Moderna, 1998. v.1, 530p.
14. KENG, S.B., LIM, M. Denture plaque distribution and the effectiveness of a perborate-containing denture cleanser. *Quintessence Int*, Berlin, v.27, n.5, p.341-345, May 1996.
15. LEVIN, B., SANDERS, J.L., REITZ, P.V. The use of microwave energy for processing acrylic resins. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.61, n.3, p.381-383, Mar. 1989.
16. LUCAS, L.C., LEMONS, J.E. Biodegradation of restorative metallic systems. *Adv Dent Res*, Washington, v.6, p.32-37, Sept. 1992.

17. MELLO, J.A.N. *Avaliação in vitro de propriedades mecânicas e químicas de uma resina autopolimerizável polida quimicamente, submetida a um ciclo de polimerização complementar com energia de microondas ou água quente.* Piracicaba, 1999. 91p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
18. MUELLER, H.J., GREENER, E.H. Characterization of some denture cleansers. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.43, n.5, p.491-496, May 1980.
19. NAKAMOTO, K., TAMAMOTO, M., HAMADA, T. Evaluation of denture cleansers with and without enzymes against *Candida albicans*. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.66, n.6, p.792-795, Dec. 1991.
20. NISHII, M. Studies on the curing of denture base resins with microwave irradiation: with particular reference to heat-curing resins. *J Osaka Dent Univ*, Osaka, v.2, n.1, p.23-40, Feb. 1968.
21. ÖDMAN, P.A. The effectiveness of an enzyme-containing denture cleanser. *Quintessence Int*, Berlin, v.23, n.3, p.187-190, Mar. 1992.
22. PHILLIPS, R.W. *Skinner materiais dentários*. 9.ed. Tradução por Julio Jorge D'Albuquerque. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1993. 334p. Tradução de: Skinner's science of dental materials.
23. REITZ, P.V., SANDERS, J.L., LEVIN, B. The curing of denture acrylic resins by microwave energy. Physical properties. *Quintessence Int*, Berlin, v.6, n.8, p.547-551, Aug. 1985.
24. RING, M.E. *História ilustrada da odontologia*. São Paulo : Manole, 1998. Cap.1, p.15-26.

25. SINDEL, D.W. *et al.* Dissolution of cast aluminum in different denture cleansers. *Int J Prosthodont*, Lombard, v.7, n.3, p.280-284, 1994.
26. TAIRA, M., MOSER, J.B., GREENER, E.H. Studies of Ti alloys for dental castings. *Dent Mater*, Oxford, v.5, n.1, p.45-50, Jan. 1989.
27. TRUONG, V.T., THOMASZ, F.G.V. Comparison of denture acrylic resins cured by boiling water and microwave energy. *Aust Dent J*, St Leonards, v.33, n.3, p.201-204, June 1988.

ANEXO I

Os resultados dos tempos T0, T1, T2 e T3 estão apresentados nas tabelas seguintes.

Nas tabelas 10, 11, 12, 13, 14 e 15 estão representados os valores obtidos da avaliação da dureza Knoop da resina acrílica para os grupos de 1 a 6, no tempo T0.

Tabela 10 - Resultados da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 1, no tempo T0.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
4	15,2	14,6	15,7	15,16667
5	12,7	13,8	9,3	11,93333
10	14,1	16,8	14,4	15,1
11	11,2	12	10,9	11,36667
26	15,9	16,6	14,5	15,66667
27	16,4	15	14,8	15,4
29	20,8	19,3	19,4	19,83333
34	15,9	16,6	14,5	15,66667
				15,01667

Tabela 11 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 2, no tempo T0.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
1	14,8	14,7	14,3	14,6
6	17,4	18,2	17,4	17,66667
7	14,6	13,8	14	14,13333
12	14,4	14,1	14,1	14,2
25	16,2	16,3	16,5	16,33333
28	15,1	15,8	16,7	15,86667
31	15,7	17,2	17,7	16,86667
32	18,8	18,9	19,8	19,16667
				16,10417

Tabela 12 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 3, no tempo T0.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
2	18,3	19,4	18,1	18,6
3	13,7	12,5	15,3	13,83333
8	13,2	14,3	13,3	13,6
9	10	9,89	9,6	9,83
30	18,1	16,4	18,2	17,56667
33	16,3	18,8	16,5	17,2
35	16,8	16,4	16,4	16,53333
36	13,4	12,6	11,6	12,53333
				14,96208

Tabela 13 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 4, no tempo T0.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
14	8,25	9,2	9,6	9,016667
15	12,6	12,4	12,2	12,4
20	15,6	14,6	16,1	15,43333
22	10,8	11,2	15,3	12,43333
43	13,5	13,2	12,3	13
44	14,1	14,8	14,9	14,6
46	14,7	14,3	14,6	14,53333
48	14,1	16,1	16,5	15,56667
				13,37292

Tabela 14 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 5, no tempo T0.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
16	9,96	9,67	10,4	10,01
18	16,5	15,9	15,2	15,86667
19	12,8	17,6	13,1	14,5
21	15,6	14,6	14,6	14,93333
37	15,3	16,7	15,4	15,8
41	15	13,8	15,4	14,73333
45	14,9	12,4	14,8	14,03333
47	16,1	15	16,3	15,8
				14,45958

Tabela 15 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 6, no tempo T0.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
13	16,7	16	18,6	17,1
17	11,5	12,1	12,6	12,06667
23	14,4	16,1	15	15,16667
24	14	11,5	12	12,5
38	17,3	13,2	11,7	14,06667
39	14,8	12,6	12,9	13,43333
40	17,1	15,8	16,4	16,43333
42	17,1	12,2	15,8	15,03333
				14,475

Nas tabelas 16, 17, 18, 19, 20 e 21 estão os valores obtidos da avaliação da dureza Knoop na resina acrílica para todos os grupos no tempo T1.

Tabela 16 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 1, no tempo T1.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
4	19	17,9	17	17,96667
5	17,6	17,2	18	17,6
10	17	16,4	18	17,13333
11	12,4	11,3	11,1	11,6
26	12	11,9	11,4	11,76667
27	13	13,4	14,4	13,6
29	18	17,6	17,1	17,56667
34	14,4	12,9	14,3	13,86667
				15,1375

Tabela 17 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 2, no tempo T1.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
1	22,7	22,6	20,2	21,83333
6	18,7	18,4	19,8	18,96667
7	23,5	20,4	20,2	21,36667
12	15,6	14,5	15,2	15,1
25	18,7	17,1	17,8	17,86667
28	14,3	16,9	18,4	16,53333
31	14,5	14,8	15,9	15,06667
32	14,9	13,5	12,6	13,66667
				17,55

Tabela 18 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 3, no tempo T1.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
2	22,7	15,1	20,2	19,33333
3	12,9	13,4	12,6	12,96667
8	18,8	18,7	18,8	18,76667
9	18,7	20,6	18,2	19,16667
30	14,1	11,8	12,5	12,8
33	14	14,5	13	13,83333
35	12,7	13,2	12,5	12,8
36	17,2	13,9	14,6	15,23333
				15,6125

Tabela 19 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 4, no tempo T1.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
14	12	9,75	10,6	10,78333
15	15,6	12	13,4	13,66667
20	22,5	16,9	16,7	18,7
22	17,4	15,8	15,5	16,23333
43	11,3	13,8	12,8	12,63333
44	10,9	11,8	11,4	11,36667
46	11	9,67	12,6	11,09
48	13	12,7	13,8	13,16667
				13,455

Tabela 20 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 5, no tempo T1.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
16	13,2	13,3	11,9	12,8
18	20,3	21,4	18,8	20,16667
19	13,3	14,1	13,8	13,73333
21	20,6	17,9	18,5	19
37	17,7	16,3	16,5	16,83333
41	18,9	17	16,1	17,33333
45	12,8	12,6	12,1	12,5
47	16,1	15,2	17,3	16,2
				16,07083

Tabela 21 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 6, no tempo T1.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
13	21,3	21,1	18,4	20,26667
17	17,2	18,5	15,3	17
23	16,6	15,5	17,1	16,4
24	12,1	19,8	17,1	16,33333
38	11,8	11	11,3	11,36667
39	10,9	13,7	12,8	12,46667
40	15,1	14,6	14,5	14,73333
42	13,5	14,1	15,5	14,36667
				15,36667

Nas tabelas 22, 23, 24, 25, 26 e 27 estão apresentados os valores da dureza Knoop na resina acrílica nos grupos de 1 a 6, no tempo T2.

Tabela 22 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 1, no tempo T2.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
4	15,2	15	14,5	14,9
5	13,2	12,6	12,6	12,8
10	14,4	15,2	14,4	14,66667
11	11,4	10,7	10,7	10,93333
26	10,2	9,8	11,5	10,5
27	13,2	13,7	13,1	13,33333
29	17,6	16,5	17,4	17,16667
34	12,7	13,2	12,2	12,7
				13,375

Tabela 23 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 2, no tempo T2.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
1	14,7	14,8	14,2	14,56667
6	17,3	24,3	15,3	18,96667
7	16	15,2	15,9	15,7
12	14,2	14,9	15,2	14,76667
25	16,6	16	16,7	16,43333
28	17,4	17,5	18,8	17,9
31	18,8	21,9	17,5	19,4
32	20,2	20,8	21	20,66667
				17,3

Tabela 24 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 3, no tempo T2.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
2	15,2	15,4	16,3	15,63333
3	20,4	17,8	18,4	18,86667
8	16,4	16,2	16,8	16,46667
9	12,5	11,8	12	12,1
30	11,4	11,1	11,5	11,33333
33	14,8	15,7	14,5	15
35	16,3	16,7	15,5	16,16667
36	11,4	11,1	11,5	11,33333
				14,6125

Tabela 25 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 4, no tempo T2.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
14	10,1	9,86	10,4	10,12
15	11,6	11,2	11,6	11,46667
20	14	13,6	14,9	14,16667
22	13,7	12,6	12	12,76667
43	13,8	12,4	11,8	12,66667
44	12,1	13,8	15	13,63333
46	12,9	15,9	14,6	14,46667
48	13,2	12,5	12,2	12,63333
				12,74

Tabela 26 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 5, no tempo T2.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
16	15	15,3	15,2	15,16667
18	16,8	16,8	17,7	17,1
19	15,8	15,3	16,2	15,76667
21	16,2	15,9	15,3	15,8
37	20,3	21,1	19,4	20,26667
41	14,7	17,7	17,6	16,66667
45	19,7	18,8	20,2	19,56667
47	13,5	13,1	12,8	13,13333
				16,68333

Tabela 27 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 6, no tempo T2.

Amostra	Dureza 1	Dureza 2	Dureza 3	Média
13	16,8	17,8	17,7	17,43333
17	11,8	12	12,5	12,1
23	15,2	15,8	16,2	15,73333
24	12,5	12	11,4	11,96667
38	13,9	16,9	16	15,6
39	12,8	12,6	12,7	12,7
40	16,5	14,6	15,5	15,53333
42	16,5	16,9	15,8	16,4
				14,68333

Nas tabelas 28, 29, 30, 31, 32 e 33 estão apresentados os valores da dureza Knoop na resina acrílica nos grupos de 1 a 6, no tempo T3.

Tabela 28 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 1, no tempo T3.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
4	15,8	16,8	16,3	16,3
5	15,7	19,3	16,7	17,23333
10	15,3	15	13,9	14,73333
11	12	11,7	11,7	11,8
26	12,7	12,7	15,3	13,56667
27	12,3	14,1	13,5	13,3
29	15,8	16,5	16,3	16,2
34	13,9	13,1	13,5	13,5
				14,57917

Tabela 29 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 2, no tempo T3.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
1	22	23,6	23,6	23,06667
6	24,2	17,9	23,6	21,9
7	24	24,2	17,6	21,93333
12	25,5	24	23,6	24,36667
25	16,7	16,2	14,1	15,66667
28	15	13,6	13,8	14,13333
31	16,9	17,5	18,7	17,7
32	15	14,5	16,4	15,3
				19,25833

Tabela 30 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 3, no tempo T3.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
2	22,1	22	23	22,36667
3	16,8	15,9	16,6	16,43333
8	17,9	17	16,7	17,2
9	15,1	12,4	15	14,16667
30	15,3	16,5	16,2	16
33	15,2	16,9	15,8	15,96667
35	16,3	15	15,9	15,73333
36	12,3	11,4	12	11,9
				16,22083

Tabela 31 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 4, no tempo T3.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
14	11,3	11,9	11,4	11,53333
15	12,9	12,3	11,7	12,3
20	19,5	14,9	15,7	16,7
22	12	12,8	13	12,6
43	14,6	14,1	14,5	14,4
44	12,3	13,1	13,2	12,86667
46	14,1	13,9	13,8	13,93333
48	13,9	14,1	13,8	13,93333
				13,53333

Tabela 32 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 5, no tempo T3.

Amostra	Dureza	Dureza	Dureza	Média
16	14,6	14,5	13,5	14,2
18	19,8	18,3	16,7	18,26667
19	11,9	12,8	13,5	12,73333
21	15,2	15,2	14,9	15,1
37	15,1	13,7	14,1	14,3
41	14,4	13,6	14,6	14,2
45	14,2	15,5	15,4	15,03333
47	14,5	14	14,1	14,2
				14,75417

Tabela 33 - Avaliação da dureza Knoop da resina acrílica, para o grupo 6, no tempo T3.

Amostra	Dureza 1	Dureza 2	Dureza 3	Média
13	15,2	14,3	14,7	14,73333
17	15,2	14,3	15,3	14,93333
23	14,3	13,5	15,2	14,33333
24	12,6	13,5	11,9	12,66667
38	15,3	16,2	15,2	15,56667
39	15,2	16,3	15,9	15,8
40	12,9	11,9	12,2	12,33333
42	12,3	13,9	13,5	13,23333
				14,2

Nas tabelas 34, 35, 36 e 37 estão os valores obtidos da avaliação da rugosidade superficial na resina acrílica no grupo 1 para os tempos T0, T1, T2 e T3.

Tabela 34 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 1, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
4	0,0779	0,094	0,0885	0,0868
5	0,0941	0,0996	0,0797	0,091133
10	0,1161	0,16	0,0796	0,118567
11	0,0633	0,0586	0,0581	0,06
26	0,1381	0,1172	0,1122	0,1225
27	0,1144	0,0908	0,1029	0,1027
29	0,1453	0,1309	0,178	0,1514
34	0,149	0,171	0,8187	0,379567
				0,139083

Tabela 35 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 1, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
4	0,4097	0,1943	0,0603	0,221433
5	1,661	0,3241	0,1632	0,7161
10	0,076	0,0827	0,0652	0,074633
11	0,0894	0,0905	0,1273	0,1024
26	0,1265	0,1635	0,0716	0,120533
27	0,0781	0,1317	0,1333	0,114367
29	0,1136	0,2034	0,1178	0,144933
34	0,1066	0,159	0,1629	0,142833
				0,204654

Tabela 36 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 1, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
4	0,1149	0,0679	0,0686	0,0838
5	0,1327	0,1281	0,1767	0,145833
10	0,0768	0,082	0,0624	0,073733
11	0,0831	0,0817	0,0821	0,0823
26	0,1281	0,1759	0,1328	0,1456
27	0,1143	0,08	0,0609	0,085067
29	0,1785	0,1042	0,1542	0,145633
34	0,1752	0,1504	0,2422	0,189267
				0,118904

Tabela 37 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 1, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
4	0,1823	0,0641	0,0513	0,099233
5	0,1212	0,0656	0,0704	0,085733
10	0,1712	0,0636	0,0548	0,096533
11	0,1673	0,0709	0,0879	0,1087
26	1,672	2,478	0,7834	1,644467
27	0,0952	0,0624	0,0539	0,0705
29	0,1247	0,0884	0,0832	0,098767
34	0,2122	0,1397	0,1399	0,163933
				0,295983

Nas tabelas 38, 39, 41 e 42 estão apresentados os valores da rugosidade superficial na resina acrílica no grupo 2 para os tempos T0, T1, T2 e T3.

Tabela 38 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 2, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
1	0,0808	0,0769	0,0753	0,077667
6	0,0715	0,0691	0,0706	0,0704
7	0,0863	0,1304	0,0696	0,095433
12	0,0799	0,0785	0,0844	0,080933
25	0,1152	0,1164	0,1255	0,119033
28	0,1076	0,1245	0,109	0,1137
31	0,1862	0,2082	0,2509	0,2151
32	0,1785	0,1488	0,1248	0,1507
				0,115371

Tabela 39 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 2, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
1	0,4213	0,4991	0,3609	0,4271
6	0,2596	0,2077	0,2614	0,2429
7	0,3676	0,284	0,0784	0,243333
12	0,076	0,1098	0,0794	0,0884
25	0,0942	0,1725	0,1487	0,138467
28	0,1263	0,2108	0,0969	0,144667
31	0,1787	0,6717	0,1726	0,341
32	0,2087	0,1747	0,144	0,1758
				0,225208

Tabela 40 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 2, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
1	1,602	0,2228	4,06	1,9616
6	0,0908	0,0714	0,1463	0,102833
7	1,105	1,789	0,04485	0,979617
12	1,267	2,265	0,0661	1,199367
25	0,2723	0,3692	0,5493	0,396933
28	0,369	2,901	1,075	1,448333
31	2,263	3,169	1,489	0,2151
32	0,2543	0,2669	2,11	0,877067
				0,897606

Tabela 41 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 2, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
1	1,155	0,6855	0,7717	0,870733
6	1,053	1,278	2,386	1,572333
7	1,321	0,7571	1,025	1,034367
12	1,307	0,8386	1,731	1,2922
25	2,369	2,267	1,065	1,900333
28	2,719	1,874	1,981	2,191333
31	2,147	3,087	2,799	2,677667
32	0,412	0,7095	3,49	1,537167
				1,634517

Os valores da rugosidade superficial na resina acrílica para o grupo 3 e nos tempos T0, T1, T2 e T3 estão apresentados nas tabelas 42, 43, 44 e 45.

Tabela 42 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 3, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
2	0,0916	0,0845	0,184	0,120033
3	0,0957	0,1299	0,0847	0,103433
8	0,0972	0,0843	0,0816	0,0877
9	0,0673	0,0616	0,0952	0,0747
30	0,0814	0,0748	0,0756	0,077267
33	0,0943	0,1017	0,1145	0,1035
35	0,1536	0,2087	0,2044	0,1889
36	0,1241	0,1341	0,1113	0,123167
				0,109838

Tabela 43 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 3, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
2	0,2381	0,294	0,4448	0,325633
3	0,3306	0,5616	1,385	0,759067
8	0,7239	0,572	0,5506	0,6155
9	0,1807	0,5881	0,611	0,459933
30	0,0878	0,0792	0,1516	0,1062
33	0,1265	0,1932	0,1447	0,1548
35	0,196	0,9867	0,4796	0,5541
36	0,1623	0,1172	0,1595	0,146333
				0,390196

Tabela 44 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 3, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
2	3,386	4,314	2,181	3,293667
3	2,207	3,512	2,967	2,895333
8	1,273	2,31	1,203	1,595333
9	0,08	0,0698	1,19	0,4466
30	0,8349	1,603	2,311	1,582967
33	1,272	0,8997	1,137	1,1029
35	2,33	2,375	2,872	2,525667
36	4,15	1,908	2,921	2,993
				2,054433

Tabela 45 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 3, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
2	3,77	2,252	1,018	2,346667
3	3,764	5,363	1,884	3,670333
8	2,263	3,099	1,114	2,158667
9	0,85	1,434	2,34	1,541333
30	3,733	3,807	3,484	3,674667
33	1,738	1,807	1,744	1,763
35	3,723	4,726	4,358	4,269
36	3,11	4,048	3,802	3,653333
				2,884625

Nas tabelas 46, 47, 48 e 49 estão os valores obtidos da avaliação da rugosidade superficial na resina acrílica no grupo 4, nos tempos T0, T1, T2 e T3.

Tabela 46 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica para o grupo 4, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
14	0,1277	0,1988	0,1061	0,1442
15	0,1084	0,1048	0,0895	0,1009
20	0,1446	0,2151	0,1201	0,159933
22	0,1328	0,1813	0,126	0,1467
43	0,1565	0,253	0,2077	0,205733
44	0,1564	0,1532	0,1458	0,1518
46	0,1912	0,1405	0,1616	0,164433
48	0,138	0,1308	0,1567	0,141833
				0,151942

Tabela 47 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 4, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
14	0,1213	0,1821	0,0897	0,131033
15	0,1176	0,1919	0,3218	0,210433
20	0,1489	0,2018	0,1348	0,161833
22	0,1636	0,1975	0,1125	0,157867
43	0,1516	0,3258	0,2481	0,241833
44	0,1507	0,2519	0,1553	0,185967
46	0,2225	0,1877	0,1809	0,197033
48	0,1465	0,1361	0,0956	0,126067
				0,176508

Tabela 48 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 4, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
14	0,1076	0,1053	0,0926	0,101833
15	0,0966	0,097	0,0954	0,096333
20	0,1595	0,2149	0,1361	0,170167
22	0,1543	0,144	0,5954	0,2979
43	0,1511	0,1999	0,1563	0,1691
44	0,1255	0,0986	0,205	0,143033
46	0,1387	0,1367	0,1392	0,1382
48	0,4071	0,196	0,126	0,243033
				0,16995

Tabela 49 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 4, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
14	0,1094	0,1055	0,0822	0,099033
15	0,1429	0,0953	0,1209	0,1197
20	0,1297	0,1557	0,1273	0,137567
22	0,1161	0,1145	0,1004	0,110333
43	0,1367	0,1366	0,1319	0,135067
44	0,1319	0,1054	0,129	0,1221
46	0,1264	0,1502	0,1457	0,140767
48	0,1257	0,1167	0,1059	0,1161
				0,122583

Os valores da rugosidade superficial na resina acrílica para o grupo 5 e nos tempos T0, T1, T2 e T3 estão apresentados nas tabelas 50, 51, 52 e 53.

Tabela 50 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 5, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
16	0,1209	0,1099	0,1108	0,113867
18	0,0799	0,0882	0,3399	0,169333
19	0,1608	0,2381	0,1032	0,167367
21	0,1673	0,1585	0,1826	0,169467
37	0,1441	0,1043	0,1112	0,119867
41	0,1492	0,1566	0,466	0,257267
45	0,2003	0,2994	0,2494	0,2497
47	0,1929	0,131	0,1642	0,1627
				0,176196

Tabela 51 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 5, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
16	0,2435	0,2254	0,3246	0,2645
18	0,437	0,6318	0,1828	0,4172
19	0,2785	0,3264	0,3965	0,3338
21	0,3362	0,1975	0,175	0,236233
37	0,1287	0,1017	0,1113	0,1139
41	0,1586	0,2514	0,259	0,223
45	0,3462	0,5046	0,222	0,3576
47	0,1643	0,1906	0,1635	0,1728
				0,264879

Tabela 52 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 5, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
16	7,575	6,357	6,252	6,728
18	3,549	3,692	3,813	3,684667
19	3,945	1,086	0,121	1,717333
21	4,34	3,129	3,401	3,623333
37	2,556	3,11	2,353	2,673
41	3,004	2,314	2,339	2,552333
45	3,127	1,958	2,196	2,427
47	2,214	2,538	2,549	2,433667
				3,229917

Tabela 53 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 5, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
16	1,109	1,099	3,318	1,842
18	0,3055	6,117	2,754	3,058833
19	3,816	3,204	1,537	2,852333
21	1,461	0,6481	3,413	1,8407
37	3,257	1,909	2,488	2,551333
41	2,542	3,89	2,159	2,863667
45	0,6626	1,952	3,494	2,0362
47	2,345	2,394	2,695	2,478
				2,440383

Nas tabelas 54, 55, 56 e 57 podem ser analisados os resultados da rugosidade superficial na resina acrílica no grupo 6 e nos tempos T0, T1, T2 e T3.

Tabela 54 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 6, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
13	0,1268	0,5271	0,4217	0,358533
17	0,1048	0,1032	0,0927	0,100233
23	0,1323	0,1349	0,128	0,131733
24	0,1425	0,2221	0,1231	0,162567
38	0,1416	0,1891	0,1889	0,1732
39	0,2037	0,1795	0,1981	0,193767
40	0,1886	0,1808	0,1742	0,1812
42	0,1837	0,175	0,1658	0,174833
				0,184508

Tabela 55 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 6, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
13	0,4536	0,4054	0,2025	0,353833
17	0,2288	0,2133	0,2509	0,231
23	0,1044	0,1105	0,1858	0,133567
24	0,3278	0,2145	0,4155	0,319267
38	0,2013	0,1878	0,1881	0,1924
39	0,1352	0,1851	0,1577	0,159333
40	0,1447	0,1188	0,463	0,242167
42	0,2013	0,1878	0,1881	0,1924
				0,227996

Tabela 56 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 6, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
13	1,548	0,977	2,849	1,791333
17	3,411	5,084	3,738	4,077667
23	4,099	0,0981	1,89	2,029033
24	3,54	3,06	3,909	3,503
38	2,157	2,481	2,425	2,354333
39	1,79	3,616	3,141	2,849
40	2,749	5,252	1,119	3,04
42	2,093	2,485	2,578	2,385333
				2,753713

Tabela 57 - Avaliação da rugosidade da resina acrílica, para o grupo 6, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
13	6,36	1,025	2,089	3,158
17	2,268	0,3799	0,543	1,063633
23	1,123	2,31	2,148	1,860333
24	0,5057	3,371	1,239	1,705233
38	3,003	2,063	1,6	2,222
39	1,992	1,989	1,133	1,704667
40	0,8444	0,5941	1,547	0,995167
42	0,2223	1,708	3,197	1,7091
				1,802267

Podem ser observados nas tabelas 58, 59, 60 e 61 os valores da rugosidade superficial no metal para o grupo 1 e nos tempos T0, T1, T2 e T3.

Tabela 58 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 1, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
4	0,083	0,0533	0,0614	0,0659
5	0,0632	0,0685	0,1025	0,078067
10	0,2083	0,1853	0,1198	0,1711
11	0,0633	0,0581	0,0586	0,06
26	0,1087	0,1019	0,1058	0,105467
27	0,0899	0,0972	0,0974	0,094833
29	0,0967	0,0763	0,0907	0,0879
34	0,0947	0,0877	0,2988	0,1604
				0,102958

Tabela 59 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 1 no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
4	0,0577	0,1065	0,552	0,238733
5	0,3219	0,2966	0,1435	0,254
10	0,0541	0,0948	0,0535	0,1711
11	0,0573	0,0549	0,061	0,057733
26	0,0591	0,1524	0,0586	0,090033
27	0,0533	0,0994	0,2479	0,133533
29	0,0591	0,1524	0,0586	0,090033
34	0,0814	0,0766	0,1037	0,087233
				0,1403

Tabela 60 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 1, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
4	0,107	0,0658	0,0789	0,0839
5	0,065	0,0679	0,0669	0,0666
10	0,0671	0,0649	0,0657	0,0659
11	0,0647	0,07	0,063	0,0659
26	0,1186	0,1806	0,0649	0,121367
27	0,1484	0,0507	0,0567	0,085267
29	0,0887	0,0687	1,578	0,578467
34	0,0885	0,0659	0,1934	0,115933
				0,147917

Tabela 61 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 1, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
4	0,0613	0,0614	0,0642	0,0623
5	0,1138	0,0598	0,0816	0,085067
10	0,0823	0,056	0,0564	0,0649
11	0,0871	0,0542	0,0485	0,063267
26	0,0715	0,0608	0,0559	0,062733
27	0,8779	0,646	0,1033	0,5424
29	0,0687	0,0626	0,1615	0,0976
34	0,0876	0,0671	0,4404	0,198367
				0,147079

Nas tabelas 62, 63, 64 e 65 estão apresentados os valores da rugosidade superficial no metal para o grupo 2 e nos tempos T0, T1, T2 e T3.

Tabela 62 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 2, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
1	0,0587	0,0596	0,0599	0,0594
6	0,0594	0,0607	0,0633	0,061133
7	0,0618	0,123	0,505	0,0784
12	0,0604	0,0921	0,1171	0,089867
25	0,1103	0,0943	0,0694	0,091333
28	0,0972	0,0999	0,0922	0,096433
31	0,138	0,1164	0,1132	0,122533
32	0,0983	0,1021	0,1765	0,125633
				0,090592

Tabela 63 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 2, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
1	0,1279	0,2489	0,1808	0,0594
6	0,2526	0,1278	0,0967	0,159033
7	0,1317	0,2241	0,159	0,0784
12	0,1075	0,1443	0,1831	0,144967
25	0,0674	0,0593	0,0599	0,0622
28	0,0795	0,0984	0,1126	0,096833
31	0,1326	0,1152	0,1239	0,1239
32	0,1333	0,1155	0,0681	0,105633
				0,103796

Tabela 64 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 2, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
1	3,11	2,78	2,2	2,696667
6	4,065	2,469	2,905	3,146333
7	3,249	2,892	3,32	3,153667
12	2,574	3,02	2,666	2,753333
25	3,028	2,715	2,281	2,674667
28	2,248	2,715	2,658	2,540333
31	3,213	2,149	1,922	2,428
32	3,266	3,166	2,775	3,069
				2,80775

Tabela 65 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 2, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
1	0,8031	1,44	1,453	1,232033
6	3,756	2,022	1,462	2,413333
7	1,646	1,744	1,34	1,576667
12	2,095	2,387	4,947	3,143
25	2,657	3,22	3,143	3,006667
28	1,916	2,653	2,656	2,408333
31	1,066	3,397	3,235	2,566
32	3,447	2,802	3,033	3,094
				2,430004

Os valores da rugosidade superficial no metal para o grupo 3 e nos tempos T0, T1, T2 e T3 estão apresentados nas tabelas 66, 67, 68 e 69.

Tabela 66 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 3, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
2	0,061	0,0508	0,0738	0,061867
3	0,0775	0,0601	0,062	0,066533
8	0,0604	0,0921	0,1171	0,089867
9	0,1101	0,0559	0,0539	0,0733
30	0,1781	0,0917	0,0821	0,1173
33	0,0789	0,0696	0,0756	0,0747
35	0,0762	0,0801	0,072	0,0761
36	0,1057	0,0942	0,1032	0,101033
				0,082588

Tabela 67 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 3, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
2	0,5953	0,3169	0,1227	0,344967
3	0,065	1,347	0,1396	0,5172
8	0,5086	0,396	0,4933	0,465967
9	0,6748	0,2104	0,6737	0,519633
30	0,0634	0,0619	0,0925	0,0726
33	0,0733	0,1564	0,1032	0,110967
35	0,0668	0,7368	0,4712	0,424933
36	0,0835	0,1645	0,2101	0,1527
				0,326121

Tabela 68 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 3, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
2	2,872	3,714	3,49	3,358667
3	2,986	3,415	2,723	3,041333
8	3,51	4,169	3,883	3,854
9	3,126	3,044	2,585	2,918333
30	2,777	2,597	2,138	2,504
33	3,11	3,669	3,139	3,306
35	3,185	2,768	3,196	3,049667
36	3,054	2,925	2,774	2,917667
				3,118708

Tabela 69 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 3, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
2	3,272	7,133	3,599	4,668
3	3,413	3,234	5,125	3,924
8	5,021	6,401	6,513	5,978333
9	4,735	5,116	4,763	4,871333
30	3,87	3,11	2,788	3,256
33	4,068	3,729	3,46	3,752333
35	1,536	2,827	2,848	2,403667
36	3,377	4,37	2,924	3,557
				4,051333

Nas tabelas 70, 71, 72 e 73 pode-se verificar os dados referentes à rugosidade superficial no metal para o grupo 4 e nos tempos T0, T1, T2 e T3.

Tabela 70 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 4, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
14	0,01099	0,1995	0,1208	0,11043
15	0,0746	0,129	0,11	0,104533
20	0,0973	0,1557	0,1161	0,123033
22	0,0709	0,0677	0,1984	0,112333
43	0,1401	0,1046	0,1105	0,1184
44	0,101	0,1006	0,0953	0,098967
46	0,1104	0,1134	0,0969	0,1069
48	0,1183	0,1921	0,1094	0,139933
				0,114316

Tabela 71 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 4, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
14	0,1933	0,1481	0,1007	0,147367
15	0,1071	0,1771	0,1013	0,1285
20	0,066	0,0845	0,681	0,277167
22	0,0899	0,1177	0,1988	0,135467
43	0,1201	0,2495	0,143	0,170867
44	0,0665	0,1568	0,0936	0,105633
46	0,0863	0,0825	0,1114	0,0934
48	0,0886	0,2014	0,2638	0,1846
				0,155375

Tabela 72 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 4, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
14	0,1082	0,1298	0,1405	0,126167
15	0,1391	0,1139	0,1089	0,120633
20	0,0789	0,0794	0,0826	0,0803
22	0,0963	0,0788	0,0829	0,086
43	0,179	0,1283	0,0948	0,134033
44	0,1276	0,0864	0,087	0,100333
46	0,3225	0,1206	0,13	0,191033
48	0,1514	0,0991	0,0971	0,115867
				0,119296

Tabela 73 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 4, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
14	0,2841	0,1044	0,1058	0,164767
15	0,1548	0,1079	0,0993	0,120667
20	0,1412	0,0739	0,09	0,1017
22	0,0716	0,1142	0,1154	0,1004
43	0,1156	0,105	0,0882	0,102933
44	0,09	0,061	0,0696	0,073533
46	0,0871	0,0937	0,1439	0,108233
48	0,1165	0,0789	0,0781	0,091167
				0,107925

Nas tabelas 74, 75, 76 e 77 estão apresentados os valores da rugosidade superficial no metal para o grupo 5 e nos tempos T0, T1, T2 e T3.

Tabela 74 - Avaliação da rugosidade do metal, no grupo 5, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
16	0,0755	0,0855	0,1154	0,092133
18	0,1873	1,569	0,1487	0,635
19	0,0973	0,1557	0,1161	0,123033
21	0,0769	0,1314	0,1245	0,110933
37	0,1181	0,1178	0,1082	0,1147
41	0,104	0,1164	0,1018	0,1074
45	0,1312	0,1089	0,1221	0,120733
47	0,1441	0,1156	0,0999	0,119867
				0,177975

Tabela 75 - Avaliação da rugosidade do metal, no grupo 5, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
16	0,0868	0,1216	0,1376	0,115333
18	0,2292	0,2643	0,2643	0,2526
19	0,0714	0,1014	0,1207	0,097833
21	0,1566	0,0828	0,1001	0,113167
37	0,0916	0,0722	0,1835	0,115767
41	0,0903	0,167	0,1164	0,124567
45	0,1069	0,1701	0,2709	0,182633
47	0,151	0,7524	0,2209	0,374767
				0,172083

Tabela 76 - Avaliação da rugosidade do metal, no grupo 5, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
16	4,31	4,269	3,261	3,946667
18	3,644	3,149	3,525	3,439333
19	3,904	3,545	3,68	3,709667
21	3,242	3,245	3,618	3,368333
37	2,952	2,085	2,284	2,440333
41	2,466	2,997	2,385	2,616
45	2,162	3,134	3,113	2,803
47	2,086	2,073	2,574	2,244333
				3,070958

Tabela 77 - Avaliação da rugosidade do metal, no grupo 5, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
16	0,593	1,731	2,831	1,718333
18	2,519	4,642	3,532	3,564333
19	3,832	3,191	4,696	3,906333
21	2,516	2,718	2,167	2,467
37	2,736	2,508	4,473	3,239
41	1,395	1,739	2,371	1,835
45	2,496	1,533	1,666	1,898333
47	2,668	1,809	3,06	2,512333
				2,642583

Nas tabelas 78, 79, 80 e 81 estão apresentados os valores obtidos da rugosidade superficial no metal para o grupo 6 e nos tempos T0, T1, T2 e T3.

Tabela 78 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 6, no tempo T0.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
13	0,0754	0,085	0,0824	0,080933
17	0,0933	0,0796	0,0883	0,087067
23	0,1225	0,1069	0,1163	0,115233
24	0,0897	0,1695	0,1031	0,120767
38	0,1431	0,1467	0,1503	0,1467
39	0,1723	0,1589	0,1607	0,163967
40	0,1598	0,1584	0,1684	0,1622
42	0,0953	0,115	0,1227	0,111
				0,123483

Tabela 79 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 6, no tempo T1.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
13	0,1874	0,2125	0,2968	0,232233
17	0,6227	0,2347	0,285	0,3808
23	0,1602	0,2427	0,1336	0,178833
24	0,1199	0,0755	0,1756	0,123667
38	0,1218	0,1174	0,0904	0,109867
39	0,1348	0,2894	0,077	0,167067
40	0,3722	0,0855	0,1233	0,193667
42	0,1616	0,1211	0,4356	0,239433
				0,203196

Tabela 80 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 06, no tempo T2.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
13	2,975	3,42	4,839	3,744667
17	4,817	3,535	4,295	4,215667
23	4,263	3,404	3,126	3,597667
24	3,54	2,653	3,283	3,158667
38	2,936	2,865	4,156	3,319
39	1,861	4,689	2,359	2,969667
40	1,955	2,28	2,141	2,125333
42	2,988	2,3	3,1	2,796
				3,240833

Tabela 81 - Avaliação da rugosidade do metal, para o grupo 06, no tempo T3.

Amostra	Ra	Ra	Ra	Média
13	1,384	0,7216	1,212	1,105867
17	1,391	4,03	1,41	2,277
23	0,9499	3,031	2,991	2,323967
24	3,823	3,431	3,628	3,627333
38	1,346	1,644	1,485	1,491667
39	3,669	4,076	1,95	3,231667
40	2,587	2,973	1,513	2,357667
42	3,023	2,29	1,94	2,417667
				2,354104

ANEXO II

Variável: dureza da resina acrílica

Tempo T0

Quadro de Análise de Variância

Variável dependente: Dureza da Resina (dados não transformados)

Fonte de Variação	Somas de Quadrados	g.l.	Quadrados médios	F	Nível de Signif.
Modelo	31,255	5	6,251	1,112	,369
TRAT	12,618	2	6,309	1,123	,335
METAL	15,797	1	15,797	2,811	,101
TRAT * METAL	2,839	2	1,420	,253	,778
Resíduo	236,041	42	5,620		
Total	267,296	47			

Tempo T1

Quadro de Análise de Variância

Variável dependente: dureza da resina no tempo 1 (DUR_T1)

Fonte	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrados médios	F	Sig.
Modelo	70,928	5	14,186	1,743	,146
TRAT	50,612	2	25,306	3,110	,055
METAL	15,481	1	15,481	1,903	,175
TRAT * METAL	4,835	2	2,418	,297	,744
Resíduo	341,744	42	8,137		
Total	412,673	47			

Teste de Tukey - Variável: dureza da resina no tempo 1 (DUR_T1)

Tukey HSD

	N	Subset
TRAT		1 2
P	16	14,2962506
Cont	16	15,4895856
M	16	16,8104169
Sig.		,470 ,398

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square (Error) = 8,137.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 16,000.

b Alpha = ,05.

Ou seja, temos o seguinte quadro de médias

Tratamentos	Médias	
P	14,296	a
Cont	15,490	a b
M	16,810	b

Tempo T2

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DUR_T2

Fonte de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrados médios	F	Sig.
Modelo	128,489	5	25,698	5,245	,001
TRAT	125,335	2	62,667	12,792	,000
METAL	1,859	1	1,859	,379	,541
TRAT * METAL	1,295	2	,647	,132	,877
Resíduo	205,762	42	4,899		
Total	334,251	47			

a R Squared = ,384 (Adjusted R Squared = ,311)

DUR_T2

Tukey HSD Alpha = 0,05

	N	Subset
TRAT		1 2
P	16	13,0575006
Cont	16	14,6479163
M	16	16,9916681
Sig.		,117 1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 4,899.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 16,000.

Ou seja, temos o seguinte quadro de médias

Tratamentos	Médias	
P	13,058	a
Cont	14,648	a
M	16,992	b

Tempo T3

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DUR_T3

Fonte de Variação	Soma de Quadrados	g.l.	Quadrados médios	F	Sig.
Modelo	266,248	5	53,250	7,734	,000
TRAT	83,371	2	41,686	6,054	,005
METAL	146,534	1	146,534	21,283	,000
TRAT * METAL	36,343	2	18,171	2,639	,083
Erro	289,175	42	6,885		
Total	555,422	47			

DUR_T3

	TRAT	N	Subset	
			1	2
Tukey HSD	P	16	14,0562494	
	Cont	16		16,6666663
	M	16		17,0062500
	Sig.		1,000	,929

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 6,885.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 16,000.

b Alpha = ,05.

Ou seja, temos o seguinte quadro de médias

Tratamentos	Médias	
P	14,056	a
Cont	16,667	b
M	17,006	b

Análise de regressão

Análise de regressão da variável dureza da resina acrílica

Tratamentos (Limpadores)	Regressão Linear	Regressão Quadrática
Cont	n.s.	n.s.
M	n.s.	n.s.
P	n.s.	n.s.

Variável: rugosidade da resina acrílica

Tempo T0

Quadro de Análise de Variância da variável Rugosidade da resina no tempo T0

Tests of Between-Subjects Effects - Dependent Variable: RUGR_T0

Fonte de Variação	Somas de Quadrados	g.l.	Quadrados médios	F	Sig.
TRATAM	0,00002539	2	0,0000127	0,003	0,997
METAL	0,02935	1	0,02935	7,552	0,009
TRATAM * METAL	0,008418	2	0,004209	1,083	0,348
Resíduo	0,163	42	0,003886		
Total	0,201	47			

Tempo T1

Quadro de Análise de Variância da variável Rugosidade da resina no tempo T1

Tests of Between-Subjects Effects - Dependent Variable: RUGR_T1

Fonte de Variação	Somas de Quadrados	g.l.	Quadrados médios	F	Sig.
TRAT	0,113	2	0,05631	2,510	0,093
METAL	0,03027	1	0,03027	1,349	0,252
TRAT * METAL	0,08443	2	0,04221	1,882	0,165
Resíduo	0,942	42	0,02243		
Total	1,169	47			

Tempo T2

Quadro de Análise de Variância da variável Rugosidade da resina no tempo T2

Tests of Between-Subjects Effects - Variável dependente: RUGR_T2

Fonte de Variação	Somas de Quadrados	g.l.	Quadrados Médios	F	Sig.
TRAT	47,497	2	23,748	31,884	0,000
METAL	12,670	1	12,670	17,011	0,000
TRAT * METAL	11,055	2	5,527	7,421	0,002
Resíduo	31,283	42	0,745		
Total	102,505	47			

RUGR_T2 - Teste de Tukey (Alpha = 0,05)

TRATAM		N	Subset	
			1	2
P	16	0,1444270		
M	16			2,0637614
Cont	16			2,4040729
Sig.			1,000	,510

Quadro para o Teste de Tukey

Trat	Médias	
Cont	2,4040729	a
M	2,0637614	a
P	0,1444270	b

Tempo T3

Quadro de Análise de Variância da variável Rugosidade da resina no tempo T3

Tests of Between-Subjects Effects - Variável Dependente: RUGR_T3

Source	Somas de Quadrados	g.l.	Quadrados Médios	F	Sig.
TRAT	42,617	2	21,308	52,263	0,000
METAL	0,270	1	0,270	0,662	0,421
TRAT * METAL	7,134	2	3,567	8,749	0,001
Resíduo	17,124	42	0,408		
Total	67,144	47			

RUGR_T3 - Teste de Tukey (Alpha = 0,05)

TRATAM		N	Subset	
			1	2
P	16	0,2092646		
M	16			2,0374499
Cont	16			2,3434458
Sig.			1,000	0,373

Quadro para o Teste de Tukey

Trat	Médias	
Cont	2,3434458	a
M	2,0374499	a
P	0,2092646	b

Análise de regressão

Variável: Rugosidade da Resina

Análise de regressão da variável dureza da resina acrílica

Tratamentos (Limpadores)	Regressão Linear	Regressão Quadrática
Cont	Sign. ($Y = 0,39886 + 0,07844 t$) $R^2 = 0,5681$	Sign. ($Y = 0,11730 + 0,23009 t - 0,005195 t^2$) $R^2 = 0,7139$
M	Sign. ($Y = 0,33965 + 0,06812 t$) $R^2 = 0,4274$	Sign. ($Y = 0,10190 + 0,19618 t - 0,004387 t^2$) $R^2 = 0,5311$
P	n.s.	n.s.

VARIÁVEL: RUGOSIDADE DO METAL

Tempo T0

Análise da Variância relativa à variável rugosidade do metal no tempo T0:

Causa de Variação	Somas de Quadrados	g.l.	Quadrados médios	F	Sig.
Modelo	0,04663	5	0,009326	1,470	0,220
TRATAM	0,008883	2	0,004441	0,700	0,502
METAL	0,02600	1	0,02600	4,098	0,049
TRATAM * METAL	0,01175	2	0,005876	0,926	0,404
Erro	0,266	42	0,006343		
Total	0,313	47			

Tempo T1

Quadro de Análise de Variância para a variável dependente: RUGM_T1

Fonte de Variação	Somas de Quadrados	g.l.	Quadrados Médios	F	Sig.
TRATAM	0,159	2	0,07947	7,734	0,001
METAL	0,00209	1	0,00209	0,203	0,655
TRATAM * METAL	0,07792	2	0,03896	3,791	0,031
Resíduo	0,432	42	0,01028		
Total	,671	47			

RUGM_T1

	TRATAM	N	Subset	
			1	2
Tukey HSD (Alpha = 0,05)	M	16	0,1379396	
	P	16	0,1478374	
	Cont	16		0,2646584
	Sig.		0,959	1,000

Quadro para o Teste de Tukey

Tratamentos	Médias	
Cont	0,2646584	a
P	0,1478374	b
M	0,1379396	b

Tempo T2

Quadro de Análise de Variância univariada - Variável dependente: RUGM_T2

Source	Somas de Quadrados	g.l.	Quadrados Médios	F	Sig.
TRATAM	91,782	2	45,891	257,120	0,000
METAL	0,170	1	0,170	0,951	0,335
TRATAM * METAL	0,170	2	0,08520	0,477	0,624
Resíduo	7,496	42	0,178		
Total	99,618	47			

RUGM_T2

	TRATAM	N	Subset	
			1	2
Tukey HSD (Alpha = 0,05)	P	16	,1336058	
	M	16		2,9393541
	Cont	16		3,1797709
	Sig.		1,000	,253

Assim, o seguinte quadro é obtido:

Tratamentos	Médias	
Cont	3,1797709	a
M	2,9393541	a
P	0,1336058	b

Tempo T3

Quadro de Análise de Variância - Variável dependente: rugosidade do metal (no tempo T3)

Fonte de Variação	Somas de Quadrados	g.l.	Quadrados Médios	F	Sig.
TRATAM	83,751	2	41,876	80,899	0,000
METAL	3,096	1	3,096	5,981	0,019
TRATAM * METAL	8,613	2	4,307	8,320	0,001
Resíduo	21,741	42	0,518		
Total	117,201	47			

RUGM_T3

	TRATAM	N	Subset		
			1	2	3
Tukey HSD (Alpha = 0,05)	P	16	0,1275021		
	M	16		2,5362936	
	Cont	16			3,2027188
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Assim, o seguinte quadro é obtido:

Tratamentos	Médias	
Cont	3,2027188	a
M	2,5362936	b
P	0,1275021	c

Análise de regressão

Variável: Rugosidade do Metal

	Trat (Limp.)	Regressão Linear	Regressão Quadrática
Metal C	Cont	Sign. ($Y = 0,32493 + 0,13650 t$) $R^2 = 0,8478$	Sign. ($Y = 0,11730 + 0,23009 t - 0,005195 t^2$) $R^2 = 0,9065$
	M	Sign. ($Y = 0,34383 + 0,08819 t$) $R^2 = 0,6696$	Sign. ($Y = -0,03956 + 0,29469 t - 0,007074 t^2$) $R^2 = 0,9219$
	P	n.s.	n.s.
Metal T	Cont	Sign. ($Y = 0,49144 + 0,085997 t$) $R^2 = 0,5327$	Sign. ($Y = -0,0009856 + 0,35123 t - 0,009086 t^2$) $R^2 = 0,8808$
	M	Sign. ($Y = 0,44136 + 0,09344 t$) $R^2 = 0,6295$	Sign. ($Y = 0,02917 + 0,31545 t - 0,0076056 t^2$) $R^2 = 0,8736$
	P	n.s.	n.s.