**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

CÍNTIA LUMI NISHIDA

**Análise da rugosidade superficial de diferentes marcas comerciais
de resina acrílica para coroas provisórias**

**BAURU
2010**

CÍNTIA LUMI NISHIDA

**Análise da rugosidade superficial de diferentes marcas comerciais
de resina acrílica para coroas provisórias**

Dissertação apresentada a Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Odontologia.

Área de concentração: Reabilitação Oral
Orientador: Prof. Dr. José Henrique Rubo.

BAURU
2010

Nishida, Cíntia Lumi

N633a Análise da rugosidade superficial de diferentes
marcas comerciais de resina acrílica para coroas
provisórias / Cíntia Lumi Nishida – Bauru, 2010.
82 p. : il. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de
Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Rubo

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a
reprodução total ou parcial desta dissertação por processos
fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Dedicatória

À minha mãe, Neuzinha, que não mediu esforços para que eu chegasse até essa etapa da minha vida, muitas vezes abriu mão de seus sonhos para que os meus fossem realizados. Mãe você fez, faz e fará sempre parte da minha história.

Obrigada pela vida.

Te amo.

Ao meu pai, Tsuguio (In Memoriam), que não acompanhou a minha evolução profissional de pertinho, mas deixou ensinamentos como a ética, o respeito, o caráter e o amor, ensinamentos estes que fizeram a diferença nesta caminhada.

Saudade gigante. . .

Agradecimentos

A Deus, por estar sempre presente em minha vida, e tornar tudo possível.

À minha mãe, Neuzinha, por todos os momentos felizes que passamos juntas. Nos momentos de tristeza que você estava ao meu lado me consolando, você que aturou o meu mau humor, as minhas crises de choro. Sei que algumas vezes a fiz sofrer, partindo seu coração em pedaços e nem sequer me ofereci para juntá-los.

Você foi a mãe, o pai e a amiga! Saiba que te admiro muito e te respeito pelo ontem, por hoje, pelo amanhã e para sempre.

Tudo o que eu tenho a lhe oferecer em forma do meu agradecimento é o meu amor sincero e o meu sorriso (lembra que você sempre falou para eu sorrir mais?! Pois é. . . vou tentar!!!)

A minha irmã, Carol, te agradeço pelo carinho e amizade incondicional. Nem mesmo meu mau humor e nem as minhas “fornalhas” abalam o seu sorriso contagiante. Você é muito importante para mim! Te amo.

Tio Kunio, Tia Zilda, Mariana e Izabela, obrigada pelo apoio, incentivo e pela presença nas minhas conquistas.

Tio Tadao, Tia Edna, Paula, Gabriela e família Nishida, agradeço a torcida de vocês, mesmo que de longe.

Aos amigos:

Gustavo, pela amizade que se fortaleceu com o passar do tempo. Você foi o irmão que eu não tive, brigamos, fizemos as pazes, me deu conselhos e puxões de orelha. Obrigada pela amizade e pelo carinho que realmente superaram as barreiras.

Karin, minha irmã loira. . . há 6 anos uma amizade sólida. Quem diria que isso daria certo hein?! Tínhamos até torcida contra! Obrigada pelo exemplo de vida, pela companhia constante, pelo ombro amigo, por pegar tanto no meu pé e pelos empurrões, você sabe né?! A japa precisa “pegar no tranco”. Adoro você.

Ingrid e Buda, casal lindo que eu tanto gosto. Buda, meu padrinho de faculdade, obrigada pelos materiais emprestados, pelo incentivo e pelas portas que você abriu para mim. Guit nos conhecemos nos primeiros dias de aula, lembra?! Ali começou a nossa amizade, companheira de viagens, parceira de clínica, presença constante nas semanas de prova (aquele apito é inesquecível). Obrigada pelos bons momentos que passamos juntas.

Dayane, tudo começou no dia da primeira prova de histologia. . . de lá para cá alguns anos se passaram e a amizade foi crescendo. Vibrei muito com a sua volta para Bauru. Obrigada pelos bons momentos que passamos e que ainda vamos passar juntas.

Luanninha, nova e admirável amiga. Meus dias são mais divertidos na sua presença. Adoro você, adoro seu jeito e sua sinceridade. Obrigada!!! Ah. . . e assim como a Karin, você também me deu uns empurrãozinhos. Torço muito pelo seu sucesso profissional.

Agradecimentos

Bruna, agradeço pela companhia desde o núcleo básico, e também nas noites fazendo corpos de prova em materiais dentários em que você chegava com uma caixa enorme de esfirras. Minha parceira de seminário, dei trabalho né?!

Obrigada por tudo!

Max e Luiz, obrigada pela prontidão sempre que precisei de vocês, seja fotografando os casos clínicos, carregando minha caixa de instrumental ou fazendo tabelas no Excel e anotando a rugosidade de centenas corpos de prova (não é Luiz?!).

As meninas da dentística: Polli, Lu, Paula, Lulu, Flavitcha e a amiga Drica, obrigada pelos momentos de descontração e principalmente pelas comilanças.

Flavitcha e Lulu vocês são especiais, obrigada por me acolherem no Solar Cristiane, a Flá sempre carinhosa e calma e a Lulu com uma alegria contagiante.

Adoro vocês.

A turma de Reabilitação Oral: Aline, Priscila, Rosalyn, Gustavo, Zezo, Daniel, David, Fábio Shiratori, Fábio Lorenzoni, Felipe, Paulo Maurício, João Paulo, Osvaldo, Emílio e Marcelo pelos momentos de aprendizagem constante e pela amizade solidificada, ao longo destes anos.

Aos amigos de doutorado: Jefferson, Thiago, Romão, Leandro, Luciana, Flora, Daniel Sartorelli, Murilo, Rafael Moretti, Eduardo Meira, Eduardo (Noel), Vinicius, Flora por todo o apoio em trabalhos e seminários.

Ao amigo Antônio, irmãozinho do estágio, pelo carinho e pela amizade.

Aos novos mestrandos: Livia Maria, Livia Aguiar, Livia Lopes, Ana Sílvia, Eloisa, Carol, Monica, Hugo, Matheus pela amizade construída. Estarei sempre torcendo por vocês.

Ao amigos da Turma XL (FOB-USP), por compartilharem comigo os primeiros passo da vida profissional.

Aos funcionários do departamento de prótese: Déborah, Cláudia, Ana Sílvia, Reivanildo e Marcelo Giatti que sempre se disponibilizaram a me ajudar. Déborah, um agradecimento especial a você que me acolheu, me aconselhou, sempre tinha uma palavra sábia para me dizer.

As funcionárias da Pós-Graduação: Cleusa e Hebe

Aos funcionários do departamento de Materiais Dentários, pela solicitude e disponibilidade.

A Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, representada pelo seu Diretor, Prof. Dr. José Carlos Pereira e a sua comissão de Pós-Graduação representada pela Profa. Dra. Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro a minha pesquisa.

Aos membros da Banca Examinadora pela presteza em avaliar e enriquecer o meu trabalho.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Acáccio Lins do Vale, agradeço seu carinho e por ser um professor muito presente em minha vida profissional e pessoal, tornando-se um mestre-amigo. Espero um dia poder retribuir tudo de especial que o senhor fez por mim.

Serei sempre grata.

Ao Prof. Dr. Gerson Bonfante, pela maneira questionadora de ensinar, que consequentemente me incentivou a estudar mais e mais e dessa corrida para o saber nasceu a minha paixão pela prótese. Aprendi muito com o senhor, obrigada por contribuir para o meu crescimento profissional.

Ao Prof. Pedro César Garcia de Oliveira, pela orientação desde o estágio, sempre muito paciente e prestativo.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Pegoraro pelos conhecimentos transmitidos durante as clínicas e seminários.

Aos demais docentes do departamento de Prótese da FOB-USP, Prof. Dr. Paulo Martins Ferreira, Prof. Dr. Paulo César Rodrigues Conti, Prof. Dr. Renato de Freitas, Prof. Dr. Carlos dos Reis Pereira de Araújo, Prof. Dr. Vinicius Carvalho Porto, Prof. Dr. Ricardo Marins de Carvalho, Prof. Dr. Wellington Cardoso Bonachela, Prof. Dr. Milton Carlos Gonçalves Salvador, Profa. Dra. Lucimar Falavinha, Profa. Dra. Karin Neppelenbroek, Profa. Dra. Ana Lúcia Pompéia Fraga de Almeida pelo convívio e pelos conhecimentos transmitidos.

Meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma doaram um pouco de si para que a conclusão deste trabalho se tornasse possível.

Agradecimento Especial

Ao meu orientador Prof. Dr. José Henrique Rubo, pela paciência, pela compreensão, pela disponibilidade, pelos ensinamentos preciosos que levarei comigo pelo resto da minha vida. Admiro sua inteligência e humildade. O senhor é um exemplo de mestre. Obrigada!

RESUMO

As coroas provisórias apresentam algumas características que podem comprometer a estética e facilitar aderência de microorganismos e formação de placa. Estudos prévios demonstraram que a forma de processamento influi na rugosidade e porosidade de uma marca comercial de resina acrílica comumente utilizada para a confecção de provisórias. Como diferentes marcas comerciais apresentam diferenças de qualidade, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar a rugosidade superficial de quatro marcas comerciais de resina acrílica utilizadas na confecção de coroas provisórias (Dencor, Vipi, Duralay e Alike) de acordo com quatro técnicas de manipulação, diretas e indiretas. Os processamentos avaliados foram: GRUPO I – autopolimerização sob pressão em matriz de silicone; GRUPO II - autopolimerização térmica em mufla; GRUPO III – autopolimerização utilizando a técnica do pincel; GRUPO IV – autopolimerização pela mistura em pote dappen. Para cada tipo de processamento foram confeccionados 12 corpos-de-prova de cada material, totalizando 48 corpos-de-prova para cada grupo e 192 espécimes ao total. Logo após a confecção dos espécimes foi realizado o teste de rugosidade de superfície (Ra) através de um rugosímetro/perfilômetro. Posteriormente, a superfície dos mesmos foi uniformizada e polida com a utilização de politriz, realizando-se novamente os mesmos testes de rugosidade. Antes do acabamento e polimento de superfície, os resultados encontrados apontaram a maior rugosidade para resina Vipi ($4,074 \pm 0,541$) e técnica da mistura em dappen – grupo IV ($3,538 \pm 0,509$), enquanto que a menor rugosidade foi encontrada para resina Alike ($2,671 \pm 0,512$) e técnica da prensagem em mufla – grupo II ($2,733 \pm 0,470$). Após acabamento e polimento, a maior rugosidade foi encontrada para resina Vipi ($0,207 \pm 0,032$) e técnica da pressão – grupo I ($0,172 \pm 0,037$), enquanto que a menor rugosidade para resina Alike ($0,113 \pm 0,036$) e técnica da prensagem em mufla – grupo II ($0,138 \pm 0,027$). Com os resultados obtidos, foi possível concluir que a melhor combinação para confecção de coroas provisórias em resina acrílica foi a técnica da prensagem em mufla associada à resina Alike.

Palavras-chave: Resinas Acrílicas. Coroas Provisórias. Rugosidade de superfície. Polimento de superfície.

ABSTRACT

Surface roughness analysis of acrylic resin for provisional crowns under different commercial brands

Provisional crowns have some features that may compromise aesthetics and favors adherence of microorganisms and dental plaque formation. Previous studies have shown that processing may influence roughness and porosity of acrylic resins commonly used make provisional crowns. Because the several commercial resins available present differences in their quality the aim of this study was to evaluate the surface roughness of four commercial brands of acrylic resins (Dencor, Vipi, Duralay and Alike) according to four manipulation techniques (two direct and two indirect): GROUP I - autopolimerization under pressure in a silicone matrix; GROUP II – autppolimerization in flask; GROUP III - autopolimerization using the bead brush technique; GROUP IV - autopolimerization after mixing in dappen dish. For each type of processing 12 specimens were made of each material, being 48 specimens for each group and 192 specimens in total. After specimens preparation, surface roughness tests (Ra) was performed using a rugosimeter / profilometer. Posteriorly, all surfaces were polished for standardization and same roughness tests were performed again. Before finishing and polishing, the results pointed out that Vipi resin presented the highest roughness (4.074 ± 0.541). Mixing the resin in dappen dish – group IV (3.538 ± 0.509) also presented the highest roughness values regarding the technique. The lowest roughness values were found with Alike resin (2.671 ± 0.512) and flask technique – group II (2.733 ± 0.470). After finishing and polishing techniques, the highest roughness was found with Vipi resin (0.207 ± 0.032) and the autopolimetization under pressure in silicone matrix technique - group I (0.172 ± 0.037). The lowest roughness values were found with Alike resin (0.113 ± 0.036) and flask technique – group II (0.138 ± 0.027). With these results, it was possible to conclude that the best combination for making provisional crowns was the flask technique associated with Alike resin.

Key-words: Acrylic Resins. Provisional Crowns. Surface Roughness. Surface Polishing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Resina Acrílica Vipi.....	44
Figura 2 -	Resina Acrílica Dencor.....	44
Figura 3 -	Resina Acrílica Duralay.....	44
Figura 4 -	Resina Acrílica Alike.....	45
Figura 5 -	Dimensões do corpo de prova utilizado para os testes de rugosidade e porosidade.....	45
Figura 6 -	Seqüência de confecção dos corpos de prova do grupo I. (A) saturação da resina acrílica em pote dappen; (B) posicionamento da matriz contra uma plataforma de gesso e (C) inserção do conjunto matriz + plataforma de gesso na polimerizadora sob pressão.....	47
Figura 7 -	Seqüência de confecção dos corpos de prova do grupo II. (A) Inclusão dos padrões de cera em mufla; (B) posicionamento da mufla na prensa hidráulica e (C) inserção da mufla na polimerizadora sob pressão e temperatura.....	47
Figura 8 -	Seqüência de confecção dos corpos de prova do grupo III. (A) monômero e polímero colocados em potes dappens e (B) preenchimento da matriz pela técnica do pincel.....	48
Figura 9 -	Seqüência de confecção dos corpos de prova do grupo IV. (A) saturação da resina acrílica em pote dappen; (B) preenchimento da matriz com a resina na fase arenosa e (C) posicionamento de uma placa de vidro sobre a matriz até a polimerização final da resina.....	49
Figura 10 -	Politriz Metalográfica.....	50
Figura 11 -	Detalhe da politriz para planificação e polimento dos espécimes (carrossel para 6 espécimes).....	50
Figura 12 -	Rugosímetro.....	51

Figura 13 -	Ponta palpadora do rugosímetro.....	51
Figura 14 -	Médias da rugosidade superficial das diferentes marcas comerciais de resina acrílica testadas de acordo com as técnicas de manipulação do material antes do acabamento e polimento dos espécimes.....	56
Figura 15 -	Médias da rugosidade superficial das diferentes marcas comerciais de resina acrílica testadas de acordo com as técnicas de manipulação do material após o acabamento e polimento dos espécimes.....	58
Figura 16 -	Médias da rugosidade superficial obtidas pelas diferentes resinas no conjunto de todas as técnicas testadas após o acabamento e polimento dos espécimes.....	58
Figura 17 -	Médias da rugosidade superficial obtidas pelas diferentes técnicas do conjunto de todas as marcas comerciais de resina acrílica testadas após o acabamento e polimento dos espécimes.....	59
Figura 18 -	Médias da rugosidade superficial obtidas pelas diferentes resinas testadas antes e após o acabamento e polimento dos espécimes.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Medidas médias $\pm$ desvio padrão da rugosidade superficial (Ra) das diferentes marcas comerciais de resina acrílica testadas de acordo com as técnicas de manipulação empregadas antes do acabamento e polimento dos espécimes.....	55
Tabela 2 -	Medidas médias $\pm$ desvio padrão das diferentes marcas comerciais de resinas testadas nos diferentes períodos de avaliação (antes e após o acabamento e polimento dos corpos de prova), segundo ANOVA e teste de Tukey.....	55
Tabela 3 -	Medidas médias $\pm$ desvio padrão da rugosidade superficial (Ra) das diferentes marcas comerciais de resina acrílica testadas de acordo com as técnicas de manipulação empregadas após o acabamento e polimento dos espécimes.....	57
Tabela 4 -	Medidas médias $\pm$ desvio padrão das diferentes técnicas de manipulação das resinas testadas nos diferentes períodos de avaliação (antes e após o acabamento e polimento dos corpos de prova), segundo ANOVA e teste de Tukey.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

®	Marca Registrada
X	média
%	por cento
>	maior
<	menor
ΔKHN	variação de microdureza
μm	micrômetro
ANOVA	análise de variância
C	constante aplicada na fórmula para o cálculo da dureza knoop
C	carga utilizada no microdurômetro
d	comprimento da diagonal maior da indentação
dp	desvio padrão
g	grama
h	horas
<i>In vivo</i>	(latim) em sítio, no local (no caso, cavidade bucal)
<i>In vitro</i>	(latim) em laboratório
KHN	Knoop hardness number (número de dureza Knoop)
L	litro
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
mg	miligrama
mm	milímetro
mm ²	milímetro quadrado
p	nível de significância
°C	graus centígrados

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1	COROAS PROVISÓRIAS NO TRATAMENTO REABILITADOR.....	25
2.2	PROPRIEDADES DAS RESINAS ACRÍLICAS.....	27
2.2.1	Rugosidade, porosidade e influência na adesão bacteriana.....	27
2.2.2	Sorção e solubilidade.....	31
2.2.3	Microdureza.....	34
3	PROPOSIÇÃO.....	37
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	41
4.1	CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES.....	43
4.2	CONFECÇÃO DAS MATRIZES.....	45
4.3	CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA.....	46
4.4	ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS DE PROVA.....	49
4.5	ANÁLISE DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DOS CORPOS DE PROVA.....	50
4.6	FORMA DA ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	51
5	RESULTADOS.....	53
5.1	RUGOSIDADE SUPERFICIAL ANTES DO ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS DE PROVA.....	55
5.2	RUGOSIDADE SUPERFICIAL APÓS O ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS DE PROVA.....	56
5.3	COMPARAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL ENTRE AS TÉCNICAS CONSIDERANDO-SE O CONJUNTO DE TODAS AS RESINAS APÓS O ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS DE PROVA.....	59
5.4	COMPARAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL ENTRE AS RESINAS CONSIDERANDO-SE O MOMENTO DA LEITURA: ANTES OU APÓS O POLIMENTO.....	60
6	DISCUSSÃO.....	63
7	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS.....	75

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

O tratamento de reabilitação oral é constituído de etapas pré-estabelecidas seguindo uma sequência lógica de acordo com o planejamento de cada caso. Uma dessas etapas baseia-se na utilização de coroas provisórias geralmente confeccionadas em resina acrílica através de métodos diretos ou indiretos. As coroas provisórias são fundamentais no decorrer do planejamento reabilitador, pois são capazes de fornecer ao profissional um prognóstico quanto ao sucesso da restauração definitiva em seus aspectos mecânicos, estéticos e funcionais.

Por serem tão determinantes no sucesso da reabilitação, as coroas provisórias devem ser confeccionadas com materiais confiáveis e duradouros, principalmente quando utilizadas em tratamentos longos, que incluem cirurgias periodontais e instalação de implantes osseointegráveis.

Quanto às técnicas de confecção, as coroas provisórias podem ser classificadas em:

- Técnica direta - na qual a restauração de resina acrílica é realizada diretamente sobre o dente preparado na boca.
- Técnica indireta – na qual a restauração de resina acrílica é realizada fora da boca, sobre um modelo de gesso (SHILINGBURG, 1998), sendo posteriormente cimentada sobre o dente preparado.

As diferentes técnicas de manipulação da resina acrílica podem alterar suas propriedades; se uma provisória apresentar excessiva rugosidade em sua superfície, pode comprometer o tratamento por favorecer a aderência e proliferação de microrganismos (BOLLEN; LAMBRECHTS; QUIRYNEN, 1997). Superfícies rugosas facilitam a sobrevivência dos microorganismos na cavidade bucal, especialmente aqueles responsáveis por cáries e infecções periodontais, assim como também dificultam a remoção dos mesmos (QUIRYNEN; BOLLEN, 1995).

Dessa maneira, a preocupação com uma superfície adequada das restaurações acrílicas baseia-se principalmente nas afirmações de Quirynen e Bollen, que determinaram através de um estudo realizado em 1995 que o aumento

da rugosidade superficial resulta em uma colonização mais rápida das superfícies e maturação mais rápida da placa aumentando, portanto, o risco de infecções periodontais.

Dessa maneira, o profissional deve procurar diminuir ao máximo a rugosidade das coroas provisórias, o que pode ser obtido através de diferentes técnicas de manipulação da resina acrílica. O maior conhecimento dessas técnicas pode contribuir para a obtenção de restaurações mais adequadas quanto a essas características e, assim, favorecer o tratamento reabilitador oral.

Estudos prévios realizados no Departamento de Prótese da FOB – USP (HIRAMATSU, 2009) demonstraram que a forma de processamento influi na rugosidade e porosidade de uma marca comercial de resina acrílica comumente utilizada para a confecção de provisórias. Como diferentes marcas comerciais apresentam diferenças de qualidade, este estudo teve como objetivo avaliar a rugosidade superficial de quatro marcas comerciais de resina acrílica utilizadas na confecção de coroas provisórias (Dencor, Vipi, Duralay e Alike) de acordo com quatro técnicas de manipulação, diretas e indiretas, expandindo assim o alcance dos achados para outras resinas como um indicativo de suas propriedades.

O presente estudo insere-se em uma linha de pesquisa do Departamento de Prótese da Faculdade de Odontologia de Bauru, que tem como objetivos a verificação de diversas propriedades físicas das resinas acrílicas, tais como rugosidade, porosidade, microdureza, estabilidade de cor, resistência ao desgaste e adesão de placa bacteriana. Esta dissertação insere-se nessa linha a fim de realizar o maior número de testes possíveis com as resinas acrílicas utilizadas em coroas provisórias, no intuito de constituir um rol de informações que apresentem um significado clínico.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COROAS PROVISÓRIAS NO TRATAMENTO REABILITADOR

O uso das próteses provisórias durante longos períodos é justificado por ser a reabilitação oral um tratamento multidisciplinar, consistindo de diversas etapas antes da instalação da prótese definitiva. Por necessitar utilizá-las por um tempo prolongado e sendo estas um protótipo da restauração definitiva, espera-se que sejam tanto estéticas quando duráveis fisicamente (CAL; GUNERI; KOSE, 2007).

As restaurações provisórias confeccionadas de forma direta ou indireta são empregadas, da mesma maneira, durante os tratamentos complementares, tais como, ortodônticos, endodônticos e periodontais, e, por isso, sua utilização pode ser exigida por períodos prolongados, em alguns casos por meses e até anos. Em algumas circunstâncias, o plano de tratamento protético definitivo somente deve ser formulado depois de completado o tratamento periodontal, que inclui desde terapias preliminares, consistindo de raspagem, curetagem, motivação em higiene oral e terapias cirúrgicas avançadas, como a utilização de implantes osseointegráveis (BASTOS, 2003).

Desse modo as coroas provisórias possibilitam que o profissional e o paciente determinem a estética, fonética e oclusão, assim como reduzem a mobilidade dentária, protegem a polpa e mantêm a posição do dente preparado (YILMAZ; BAYDAS, 2007).

Assim como as coroas definitivas, as coroas provisórias devem possuir características aceitáveis nos aspectos biológicos, funcionais e estéticos. Assim sendo, em 2000 Samuel determinou que as propriedades ideais para uma resina acrílica seriam insolubilidade aos fluidos bucais, impermeabilidade a ponto de não se tornar anti-higiênica, ser biocompatível e não apresentar uma superfície rugosa.

Considerando o caráter provisório dessas restaurações, essas características devem também estar associadas a um material e a técnicas de manipulação que

sejam de custo relativamente baixo. Assim, o estudo das técnicas de manipulação das resinas acrílicas é um caminho para que se obtenha melhorias na qualidade das coroas provisórias sem a necessidade do desenvolvimento de novos materiais.

A resina poli(metilmetacrilato) (PMMA) é geralmente eleita para a confecção das restaurações provisórias. Essa resina tem sido amplamente utilizada na Odontologia desde os anos 30, tendo em sua composição um pó (polímero de polimetacrilato de metila) e um líquido (monômero de metacrilato de metila) que, quando devidamente proporcionados e manipulados, resultam em uma massa plástica de fácil manipulação. Pode ser empregada na confecção de próteses (próteses totais e próteses parciais removíveis), na construção de aparelhos ortodônticos, placas oclusais e coroas provisórias, dentre outras aplicações (SAMUEL; 2000; GULER; KURT; KULUNK, 2005).

Temperatura, pressão e ambiente de polimerização (ar/água) são fatores que influenciam de maneira decisiva a polimerização da resina acrílica (LEE; LAI; HSU, 2002), alterando suas propriedades físicas e conseqüentemente a qualidade das coroas provisórias. Esses fatores interagem de maneira variável, dependendo da técnica utilizada.

As técnicas de manipulação das resinas acrílicas podem ser divididas em:

- Técnicas diretas - onde a polimerização da resina acrílica ocorre no interior de uma matriz sobre os dentes preparados na boca.
- Técnicas indiretas ou laboratoriais - onde a polimerização ocorre em ambiente laboratorial sob condições controladas de pressão e temperatura.

As coroas definitivas devem ser confeccionadas de acordo com um modelo estabelecido pelas restaurações provisórias e, portanto, é esperado que essas forneçam o máximo de informações e referências sobre o caso. Dessa maneira, é de grande importância que essas características, após obtidas, mantenham-se estáveis durante todo o tratamento. A estabilidade está diretamente relacionada à algumas propriedades das resinas acrílicas que possuem relevância significativa no dia a dia clínico do profissional que trabalha com reabilitação oral. Sendo assim, a análise das propriedades de rugosidade e porosidade faz-se fundamental

para determinar o desempenho clínico deste material, visto que estas propriedades estão diretamente relacionadas às técnicas de manipulação (SAMUEL, 2000; NUNES DE MELLO *et al.*, 2003).

Estudos prévios realizados no Departamento de Prótese da FOB-USP (HIRAMATSU, 2009; GARCÍA-LÓPEZ, 2009) demonstraram existir uma influência significativa da técnica de manipulação da resina acrílica em propriedades como rugosidade superficial, porosidade, sorpção e solubilidade, microdureza e estabilidade dimensional. Esses trabalhos foram realizados utilizando uma única marca de resina acrílica de fabricação nacional. Tendo em vista os resultados obtidos nas pesquisas anteriores e que diferenças na formulação de produtos de diversas marcas geram diferenças de qualidade entre as resinas acrílicas, há a necessidade de verificar dentre algumas marcas de resina acrílica se há diferenças objetivas de textura superficial entre elas.

2.2 PROPRIEDADES DAS RESINAS ACRÍLICAS

2.2.1 Rugosidade, Porosidade e Influência na adesão bacteriana

Rugosidade de superfície é uma das principais propriedades utilizadas como parâmetro durante a avaliação do desempenho clínico de qualquer material odontológico utilizado na confecção de próteses. Entretanto, segundo Radford e colaboradores (RADFORD; CHALLACOMBE; WALTER, 1999), o material odontológico menos freqüentemente investigado justamente em relação à rugosidade superficial, efeito de polimento, adesão bacteriana e formação de placa é a resina acrílica.

A importância dessa característica justifica a demanda por uma cautela extra na execução de tratamentos conhecidos por aumentar a rugosidade superficial, como, por exemplo, o processamento das resinas acrílicas na confecção de coroas provisórias.

Segundo Phillips (1993) algumas causas da ocorrência de rugosidades e porosidades durante o processamento e polimerização da resina acrílica podem ser:

- Vaporização do monômero;
- Falta de homogeneidade da massa de resina acrílica;
- Falta de pressão adequada durante a polimerização.

Se porosidade aparece na superfície da coroa provisória, a sua limpeza adequada será difícil, senão impossível. Sua aparência não será agradável e tal porosidade, quando interna, pode enfraquecer a coroa provisória. Como cada bolha ou poro interno é uma área de concentração de tensões, distorções podem ocorrer quando da liberação dessas tensões (PHILLIPS, 1993).

A maioria dos microrganismos intra-orais, especialmente aqueles responsáveis por cáries e doenças periodontais, apenas podem sobreviver na boca se estiver aderida à superfícies rugosas, iniciando a formação de colônia (HANNING, 1999).

A adesão bacteriana ocorre em quatro fases:

- Primeira fase - transporte bacteriano para superfície;
- Segunda fase - adesão inicial, primeiramente num estágio reversível e, posteriormente, num estágio irreversível;
- Terceira fase - “attachment” dos microorganismos por interações específicas;
- Quarta fase - colonização com finalidade de formar um biofilme.

A rugosidade superficial e a energia livre de superfície desempenham um importante papel durante este processo (SEM; GÖLLER; ISSEVER, 2002). Mudanças nessa variável clinicamente importante podem ter significância na adesão e retenção bacteriana (KUHAR; FUNDUK, 2005).

Muitos estudos têm demonstrado que superfícies rugosas de resinas acrílicas são significativamente mais suscetíveis ao acúmulo de bactérias e formação de placa do que superfícies lisas (KUHAR; FUNDUK, 2005).

Neste conceito de adesão bacteriana, uma superfície rugosa oferece à bactéria maior proteção contra forças de escovação possibilitando que a transição de um estágio de adesão reversível para um estágio irreversível ocorra mais facilmente e provavelmente com maior frequência (NEWMAN, 1974; QUIRYNEN, 1986; QUIRYNEN; BOLLEN, 1995).

Quirynen e Bollen (1995) afirmaram que o aumento da rugosidade superficial resulta numa colonização mais rápida das superfícies e numa maturação mais rápida da placa aumentando, portanto, o risco de infecções periodontais. Superfícies rugosas e/ou porosas presentes nas coroas provisórias podem criar condições favoráveis para a proliferação de microrganismos, especialmente aqueles responsáveis por cáries e infecções periodontais, que somente pode sobreviver na cavidade bucal quando aderidos à superfícies que apresentem condições favoráveis para sua fixação.

Diversos autores Heath, Wilson, 1976; Yamauchi *et al.*, 1990; Loney *et al.*, 1994 sugeriram que o nível limite de rugosidade superficial *in vivo* deveria ser de $R_a=0,2\mu m$. Abaixo desse valor nenhuma redução no acúmulo de placa seria esperada, mas o aumento do mesmo resultaria em um concomitante aumento dessa placa.

Em 1996, Bollen e colaboradores estudaram a influência da rugosidade superficial dos abutments de implantes no acúmulo de placa, verificando que rugosidades abaixo de $0,2\mu m$ não promovem nenhuma redução quantitativa ou qualitativa da aderência de microorganismos. Em estudos realizados *in vivo* (QUIRYNEN *et al.*, 1996), sugeriu-se que o limiar da rugosidade superficial (áreas de picos e vales divididas pela distância percorrida pelo apalpador em linha reta) deveria ser no mínimo $0,2\mu m$, já que valores menores não apresentariam redução adicional de acúmulo de bactérias de maneira significativa, sendo que valores maiores resultariam em aumento proporcional de placa bacteriana.

Entretanto, ainda quanto a influência da rugosidade superficial dos abutments de implantes no acúmulo de placa, outro estudo realizado em 2000 por Zissis e colaboradores determinou uma classificação na qual seriam considerados valores de baixa rugosidade a faixa entre $0,7\mu m$ a $3,4\mu m$.

Se uma restauração provisória apresentar uma superfície bem polida, o manchamento de sua superfície, assim como o acúmulo de placa bacteriana, seriam reduzidos, diminuindo assim problemas estéticos e possíveis comprometimentos periodontais (SCHWEDHELM, 2006).

Em 1997, Verran e Maryan realizaram um estudo para comparar a retenção de *Candida albicans* em superfícies lisas e rugosas da resina acrílica e silicona após procedimentos convencionais de limpeza, objetivando determinar o efeito da rugosidade da superfície na infecção e higiene da prótese. A rugosidade da superfície encontrada para as superfícies lisa e rugosa da resina acrílica foi de 0,02 e 1,26 μm , respectivamente. A microscopia mostrou que o número de *C. albicans* aderidas às superfícies lisas era baixo, não existindo diferença estatisticamente significativa entre o número de células nas superfícies da resina acrílica ou silicona. Nas superfícies rugosas foi observado um número significativamente maior de células do que nas lisas, com mais células nas superfícies rugosas da silicona do que nas da resina acrílica. A partir desses resultados, os autores puderam concluir que um aumento na rugosidade de superfície facilita a retenção de leveduras nas superfícies de resina acrílica e silicona.

O efeito dominante da rugosidade de superfície e da energia superficial livre na placa supragengival justifica a necessidade de confeccionar superfícies lisas com baixa energia superficial livre para minimizar a formação de placa e diminuir a ocorrência de cáries e periodontites (SEM; GOLLER; ISSEVER, 2002). Dessa maneira, sabe-se que coroas provisórias com superfícies rugosas são mais freqüentemente acometidas por inflamações no periodonto, que se caracteriza através de sinais clínicos como aumento do índice de sangramento e da produção de fluido tissular.

Hiramatsu em 2009 estudou em sua tese de mestrado, dentre outras propriedades da resina acrílica poli(metilmetacrilato) (PMMA), a rugosidade e porosidade superficial de uma marca comercial através de 4 técnicas de manipulação, diretas e indiretas. Para a rugosidade, as maiores médias obtidas foram do grupo onde se utilizou uma matriz de silicone para confecção dos corpos de prova; os demais grupos (técnica do pincel; matriz de silicone, com pressão e temperatura controlados; mufla, com pressão e temperatura controlados) apresentaram menores médias, porém sem diferenças estatisticamente significantes

entre si. Considerando a sugestão de Quirynen *et al.* (1996) de nível limite de rugosidade superficial *in vivo* de $R_a=0,2\mu m$, o autor dessa tese encontrou valores abaixo desse limite apenas nos espécimes confeccionados pelas técnicas indiretas. Nesse estudo, o autor determinou resultados semelhantes quando estudada a porosidade dos espécimes, sendo a maior média de números de poros por área também do grupo onde se utilizou uma matriz de silicone para confecção dos corpos de prova, e os demais grupos apresentando menores médias, porém sem diferenças estatisticamente significantes entre si.

Barbosa *et al.*, em 2009, realizaram um estudo sobre os diferentes tipos de acabamento e polimento em resina acrílica. Para tanto, confeccionaram 200 corpos de prova a partir de 5 marcas comerciais de resinas (Dencor, Dencrilay, Duralay, Instatemp e Vipi Cor), realizando acabamento e polimento dos mesmos através de combinação de duas técnicas de acabamento (com discos sof-lex e pedra-pomes) e duas técnicas de polimento (com aplicação de selante de superfície glaze brill e branco de espanha). A seguir, os espécimes foram submetidos à leitura da rugosidade superficial média (R_a) em aparelho rugosimétrico, e os resultados obtidos demonstraram haver diferença estatisticamente significativa somente entre as resinas Instatemp (menos rugosa) e Vipi-Cor (mais rugosa). Dessa maneira, os autores puderam concluir que não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro métodos de acabamento e polimento, sendo as diferenças encontradas entre os valores de rugosidade superficial apenas entre as resinas Instatemp e Vipi-cor; as resinas acrílicas que apresentaram maior rugosidade foram Vipicor, Dencrilay, Duralay, Dencor e Instatemp, respectivamente.

2.2.2 Sorção e Solubilidade

Assim como citado para as propriedades de rugosidade e porosidade, a sorção e solubilidade das resinas acrílicas possuem uma literatura muito escassa. Como sua importância clínica é bastante relevante, a linha de pesquisa do Departamento de Prótese da Faculdade de Odontologia de Bauru determinou interessantes resultados para essas propriedades em questão, através da tese de

mestrado de Hiramatsu (2009). Esse estudo demonstrou que as técnicas indiretas apresentavam, de maneira estatisticamente relevante, menores sorção e solubilidade em relação às técnicas diretas.

A porosidade no interior das coroas provisórias as determina mais susceptíveis a absorver líquidos presentes no meio bucal, tais como corantes presentes nos alimentos. Essa característica, em grande parte, é a responsável pela alteração na coloração dessas coroas, fator comumente observado na prática clínica que pode levar a uma troca prematura das mesmas devido insatisfação por parte do paciente, além de acelerar o processo de degradação da resina e favorecer a proliferação de microorganismos, determinando assim um processo inflamatório no periodonto adjacente e consequentes odores desagradáveis (WOELFEL; PAFFENBARGER; SWEENEY, 1963; FUJII, 1989; KALACHANDRA; TURNER, 1989; DIXON; EKSTRAND; BREEDING, 1991).

Os fluidos que se infiltram nas coroas provisórias agem como um plastificante, prejudicando as propriedades mecânicas dos polímeros. A sorção de água também é responsável por alterações dimensionais e instabilidade de cor (KALACHANDRA; TURNER, 1989; ARIMA; MURATA; HAMADA, 1995; HAYAKAMA *et al.*, 2006).

O polímero do metacrilato não é solúvel em água, sendo a solubilidade apresentada por este material composta basicamente por monômero residual e aditivos solúveis presentes em sua composição como, por exemplo, os iniciadores da reação de polimerização (BARSBY; BADEN, 1979; ARIMA; MURATA; HAMADA, 1995; CUCCI *et al.*, 1998). O monômero residual é gradualmente liberado pelo material após sua polimerização deixando espaços que posteriormente são preenchidos por líquidos, corantes e fluidos presentes no meio bucal (HIRABAYASHI *et al.*, 1984). Dessa maneira, uma alta solubilidade não é uma característica desejável para a resina acrílica, especialmente quando utilizada na confecção de coroas provisórias (ARIMA; MURATA; HAMADA, 1995).

A polimerização das resinas acrílicas a base de poli(metilmetacrilato) (PMMA) é uma reação de adição que requer a ativação de um iniciador, como o peróxido de benzoíla. Este pode ser decomposto de diversas maneiras, tais como calor (polimerização térmica) (JEROLIMOV *et al.*, 1985; HONOREZ *et al.*, 1989; VALLITTU; MIETTINEN; ALAKUIJALA, 1995; VALLITTU; RUYTER; BUYKILMAZ,

1998; BARTOLONI *et al.*, 2000) ou adição de um ativador químico (autopolimerização) (VALLITTU; MIETTINEN; ALAKUIJALA, 1995; VALLITTU; RUYTER; BUYKILMAZ, 1998; BARTOLONI *et al.*, 2000; LEE; LAI; HSU, 2002), como nas resinas utilizadas no presente estudo. A seguir, a polimerização é seguida pela conversão do metil metacrilato (MMA) em poli(metilmetacrilato) (PMMA) (JEROLIMOV *et al.*, 1985; HONOREZ *et al.*, 1989; HARRISON; HUGGET, 1992; YUNUS; HARRISON; HUGGET, 1994; VALLITTU; RUYTER; BUYKILMAZ, 1998; SHIM; WATTS, 1999; AZZARRI; CORTIZO; ALESSANDRINI, 2003).

O processo combinado entre as técnicas de manipulação e o tipo de polimerização da resina à conversão do MMA em PMMA não é completa, resultando em quantidade variável de monômero residual no polímero resultante (VALLITTU; RUYTER; BUYKILMAZ, 1998; LEE; LAI; HSU, 2002) de acordo com temperatura, pressão e ambiente de polimerização (ar/água), o que influencia diretamente as propriedades da resina acrílica como sorção, solubilidade, microdureza (JAGGER, 1978; JEROLIMOV *et al.*, 1985), estabilidade dimensional (STAFFORD; BROOKS, 1985), resistência flexural (JEROLIMOV *et al.*, 1985; YUNUS; HARRISON; HUGGET, 1994) e biocompatibilidade (McCABE; BASKER, 1976; AUSTIN; BASKER, 1980; STAFFORD; BROOKS, 1985; TSUCHIYA *et al.*, 1994; JORGE *et al.*, 2003).

Em 2009, Hiramatsu estudou a sorção e solubilidade em resina acrílica a base de poli(metilmetacrilato) (PMMA), confeccionando 10 corpos de prova para cada grupo, dividido de acordo com a técnica de manipulação do material: Grupo I – autopolimerização em mufla com temperatura e pressão controlados; Grupo II – autopolimerização em matriz de silicone com temperatura e pressão controlados; Grupo III – técnica do pincel; Grupo IV – autopolimerização em matriz de silicone. Após confecção, acabamento e planificação dos espécimes, os mesmos foram acondicionados em dissecador contendo sílica gel azul desidratada, à temperatura ambiente, ligado à uma bomba de pressão negativa para assim acelerar o processo de ressecamento dos corpos de prova, com pesagem diária dos mesmos em balança de precisão até a estabilidade dos pesos e conseqüente determinação da massa inicial. A seguir, os espécimes foram imersos em água destilada e acondicionados em uma agitadora, sendo removidos semanalmente; nesse momento, o excesso de água foi retirado com papel absorvendo e realizada nova

pesagem; a quantidade de material solúvel perdida foi medida através da recolocação dos espécimes no dissecador. Para sorção, considerou-se o peso inicial após o primeiro ressecamento e o peso do espécime saturado após imerso em água; para a solubilidade, considerou-se o peso inicial e o peso final após o segundo ressecamento, quando é possível observar a perda de massa dos espécimes após imersão em água. A partir dos resultados obtidos, o autor pôde concluir que os espécimes confeccionados pelas técnicas indiretas apresentaram menor sorção e solubilidade quando comparados aos confeccionados pelas técnicas diretas, preferenciando, portanto, as indiretas na confecção de coroas provisórias.

2.2.3 Microdureza

A propriedade de microdureza da resina acrílica está diretamente ligada à capacidade que a mesma possui de resistir a penetração permanente, o que pode ser traduzido clinicamente em resistência à desgastes.

Como a resina acrílica mantém-se comumente no ambiente bucal por tempo relativamente longo, o estudo de sua microdureza possibilita determinar a capacidade desse material em resistir às forças abrasivas de escovação, mastigação e, muitas vezes, atrição, causadas pela presença de parafunções como o bruxismo, por exemplo. Dessa maneira, faz-se possível determinar a capacidade dessa resina em se manter no meio bucal por tempo suficiente até a instalação das coroas definitivas, preservando os elementos diagnósticos obtidos ao longo de todo o tratamento como guias efetivas, dimensão vertical de oclusão, contatos posteriores, margem cervical e contorno das coroas. A dureza superficial também pode ser usada como um indicador de densidade do material em questão, possibilitando concluir que um material mais denso deveria ser mais resistente ao desgaste e à deterioração superficial.

Entretanto, assim como as demais propriedades citadas neste trabalho, a literatura sobre a microdureza das resinas acrílicas é muito escassa.

Em 1998, Haselden *et al.* realizaram um estudo para avaliar o efeito abrasivo de três tipos de dentifrícios em três tipos diferentes de resina acrílica para base de dentaduras (resinas acrílicas termo-polimerizável, autopolimerizável e foto-polimerizável). Os espécimes foram submetidos a escovação mecânica com uma quantidade padrão de dentifrício, sendo o conseqüente desgaste aparente avaliado posteriormente de maneira qualitativa através de microscópio eletrônico e quantitativa através de perfilometria e microscópio de reflexão. Os resultados obtidos levaram os autores a concluir que as pastas dentais têm um papel significativo no desgaste de resinas acrílicas convencionais, o que está relacionado ao seu substrato abrasivo. Os desgastes menos evidentes foram encontrados nos espécimes confeccionados por resina foto-polimerizável, seguido por resina termo-polimerizável e resina auto-polimerizável; a escovação somente com água não produziu desgaste detectável em qualquer um dos espécimes.

Em 1999, Diaz-Arnold e colaboradores estudaram a microdureza de materiais utilizados para próteses fixas provisórias. Para tanto, confeccionaram espécimes cilíndricos das resinas Bis-acryl e Metilmetacrilato, utilizando lixas d'água para regularização e polimento superficial e armazenando-os posteriormente em saliva artificial a temperatura de 37°C. A microdureza inicial foi obtida 24 horas após a confecção dos corpos de prova, sendo novamente avaliada aos 14 dias de armazenamento. Os resultados obtidos indicaram diferenças estatisticamente significante entre as resinas, levando os autores a concluir que a microdureza da maioria dos materiais diminui com o passar do tempo, assim como a resina Bis-acryl apresenta dureza superior quando comparado ao Metil-metacrilato.

Lee *et al.*, realizaram um estudo em 2002 para avaliar a influência das condições de polimerização das resinas acrílicas em relação à solubilização do monômero residual e microdureza da resina acrílica autopolimerizável. Com objetivo de avaliar sistematicamente efeitos das condições de presa em resinas acrílicas utilizadas para confecção de coroas provisórias, os autores utilizaram combinações de três fatores de presa (temperatura, pressão e ambiente de presa), que foram ajustados durante a confecção dos corpos de prova. A dureza inicial dos materiais testados foi avaliada 1 hora após a obtenção dos espécimes e a quantidade de metil-metacrilato liberado em água foi analisada através de HPLC fase reversa após 7 dias de imersão em água. Os resultados demonstraram que a temperatura foi um

fator de melhora na dureza superficial da resina acrílica, enquanto a presa em água foi o fator chave para a redução da quantidade de monômero residual; a pressão não mostrou influência significativa nas propriedades testadas; por sua vez, as resinas acrílicas para provisórias polimerizadas em água quente, com e sem pressão, reduziram significativamente a quantidade de monômero residual, aumentando assim os valores de microdureza. A partir desses dados, os autores concluíram que o efeito sinérgico da ausência de oxigênio e alta temperatura poderiam ser fatores fundamentais para alcançar a polimerização da resina metilmetacrilato autopolimerizável.

Em 2004, Yap e colaboradores realizaram um estudo para avaliar o efeito de solventes comumente presentes na dieta humana sobre a dureza superficial de materiais restauradores provisórios com presa química, foto-polimerizáveis e com presa dupla. Para tanto, seis tipos diferentes de materiais foram analisados, sendo devidamente manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes e posteriormente acondicionados em moldes padronizados. Imediatamente após a presa e/ou foto-polimerização, os materiais foram armazenados em um preparado a 37°C que simulava as condições de dieta humana (heptano, solução de etanol 100%, solução de etanol 75%, solução de etanol 50%, solução de etanol 25% e água destilada) por período de uma semana, utilizando como controle espécimes armazenados ao ar livre. Após a realização dos testes, todos os materiais armazenados na solução de etanol apresentaram microdureza significativamente menor quando comparados com os espécimes armazenados em água destilada e ar; algumas marcas comerciais apresentaram um maior amolecimento pelo condicionamento no heptano. A partir dos resultados obtidos, os autores concluíram que todos os materiais tornavam-se significativamente amolecidos na presença de solução aquosa de etanol; resinas a base de Bis-acryl foram geralmente mais resistentes ao dano, considerando as soluções utilizadas.

Hiramatsu em 2009, realizou um trabalho para avaliar a microdureza de uma marca comercial de resina acrílica a base de poli(metilmetacrilato) (PMMA) de acordo com técnicas diretas e indiretas de manipulação do material. De acordo com seu estudo, um desafio ácido é capaz de reduzir a dureza da resina de maneira estatisticamente significativa, porém não demonstrou diferenças entre os diferentes grupos testados.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar *in vitro* a influência de 4 técnicas de manipulação: diretas (autopolimerização utilizando técnica do pincel e utilizando técnica da mistura em dappen) e indiretas (autopolimerização sob pressão em matriz de silicona e polimerização térmica em mufla), de 4 marcas comerciais utilizadas para a confecção de coroas provisórias (Dencor, Vipi, Duralay e Alike) sobre a rugosidade de superfície (Ra), através de um rugosímetro/perfilômetro, em dois momentos após a manipulação:

- Ra avaliada logo após a manipulação da resina;
- Ra avaliada após o polimento da superfície realizado através de uma Politriz Metalográfica.

Foram testadas três hipóteses nulas:

- 1) Não há diferença de rugosidade entre as marcas comerciais testadas;
- 2) Não há diferença de rugosidade entre as técnicas de manipulação;
- 3) Não há diferença de rugosidade antes e após o acabamento e polimento.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES

Os espécimes foram confeccionados utilizando 4 marcas diferentes de resinas de poli(metilmetacrilato) (PMMA). A resina PMMA é auto-polimerizável e indicada, segundo os fabricantes, para a execução de restaurações, coroas e facetas, sendo rotineiramente utilizada na confecção direta de próteses provisórias. Para tanto, nos testes do presente estudo foram utilizadas as seguintes marcas comerciais:

- Vipi (Indústria Comércio Exportação Importação de Produtos Odontológicos Ltda, Pirassununga – SP) (Figura 1);
 - Dencor[®] (Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo - SP) (Figura 2);
 - Duralay (Reliance Dental Mfg Co.,. Worth, IL, USA) (Figura 3);
 - Alike (GC America Inc., Alsip III, USA) (Figura 4).
-

Figura 1 - Resina Acrílica Vipi

Figura 2 - Resina Acrílica Dencor

Figura 3 - Resina Acrílica Duralay

Figura 4 - Resina Acrílica Alike

4.2 CONFEÇÃO DAS MATRIZES

Para confecção das matrizes utilizadas na obtenção dos corpos de prova, utilizou-se um modelo em cera 7 com o formato retangular, medindo 20mm de comprimento, 10mm de largura e 3mm de espessura (Figura 5). Posteriormente, esses modelo em cera foi envolvido por silicona de condensação de modo a formar um molde (matriz) a ser utilizado na confecção dos corpos nos quais seriam realizados os testes deste estudo.

Figura 5 - Dimensões do corpo de prova utilizado para os testes de rugosidade e porosidade

4.3 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram confeccionados de acordo com as 4 técnicas de manipulação da resina, formando assim os seguintes grupos a serem avaliados:

- GRUPO I - autopolimerização sob pressão em matriz de silicona;
- GRUPO II - autopolimerização térmica em mufla;
- GRUPO III - autopolimerização utilizando a técnica do pincel;
- GRUPO IV - autopolimerização utilizando a técnica da mistura em pote dappen.

Para cada tipo de processamento foram confeccionados 12 corpos-de-prova de cada material, totalizando 48 corpos-de-prova para cada grupo e 192 espécimes ao total.

No Grupo I, utilizou-se um modelo em cera 7 de formato retangular, com 20mm de comprimento por 10mm de largura e 3mm de espessura, para confecção de um molde (matriz) de silicona por condensação. A resina acrílica foi então devidamente misturada conforme as indicações do fabricante (proporção equivalente ao volume de 3:1 indicada pelo fabricante) (BASTOS, 2003), sendo o polímero pesado com a ajuda de uma balança de precisão para utilizar 1,50g de pó a ser misturado com 0,70 ml de monômero, medido através de uma pipeta. Em um pote dappen, primeiramente despejou-se o líquido, seguido do pó, sendo então misturados suavemente por 5 segundos. Esse procedimento foi realizado para as 4 marcas comerciais a serem avaliadas neste estudo. Após devidamente manipulada, a resina foi inserida na matriz e esta posicionada contra uma plataforma de gesso e estabilizada com elásticos. O conjunto matriz + plataforma de gesso foi levado à polimerizadora sob pressão de $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ por 15 minutos (Figura 6).

Figura 6 - Sequência de confecção dos corpos de prova do grupo I. (A) saturação da resina acrílica em pote dappen; (B) posicionamento da matriz contra uma plataforma de gesso e (C) inserção do conjunto matriz + plataforma de gesso na polimerizadora sob pressão

No Grupo II, os corpos de prova foram confeccionados a partir de 12 modelos retangulares em cera iguais. Para tantos, esses foram incluídos em duas muflas, seis em cada e, após a presa do gesso, a cera foi removida, criando um espaço no gesso com as medidas dos corpos de prova. A resina acrílica foi manipulada conforme descrito anteriormente e, após um período de descanso de 1,5 a 2 minutos, quando atingiu sua fase plástica, foi inserida nos espaços negativos presentes nas matrizes dentro das muflas. As muflas foram fechadas e prensadas numa prensa hidráulica (1,5 ton.) e colocadas em uma câmara de pressão (polimerização em água a 70°C, sob pressão de $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$) por 2 horas. Após esse período, aguardou-se o esfriamento das muflas em temperatura ambiente para retirar os espécimes conforme processo laboratorial de rotina. Esse procedimento foi realizado para as 4 marcas comerciais a serem avaliadas neste estudo (Figura 7).

Figura 7 - Sequência de confecção dos corpos de prova do grupo II. (A) Inclusão dos padrões de cera em mufla; (B) posicionamento da mufla na prensa hidráulica e (C) inserção da mufla na polimerizadora sob pressão e temperatura

No Grupo III, também foi utilizado um modelo em cera 7 de formato retangular, com 20mm de comprimento por 10mm de largura e 3mm de espessura, para confecção de um molde (matriz) de silicona por condensação. Com as matrizes já disponíveis, o monômero e o polímero foram distribuídos em potes tipo Dappen separados. Um pincel de uso rotineiro nas confecções de coroas provisórias teve sua extremidade umedecida com o líquido e colocada em contato com o pó; dessa maneira, as partículas de pó incorporadas pelo pincel umedecido formaram uma pequena esfera de massa de resina que foi então levada ao interior da matriz de silicona. Essa manobra foi repetidamente realizada até que as matrizes de silicona confeccionadas para cada uma das 4 marcas comerciais a serem avaliadas neste estudo estivessem completamente preenchidas (Figura 8).

Figura 8 - Sequência de confecção dos corpos de prova do grupo III. (A) monômero e polímero colocados em potes dappens e (B) preenchimento da matriz pela técnica do pincel

No Grupo IV, os corpos de prova foram obtidos da mesma maneira que o grupo anterior (Grupo III), utilizando um modelo em cera 7 de formato retangular, com 20mm de comprimento por 10mm de largura e 3mm de espessura, para confecção de um molde (matriz) de silicona por condensação. Com as matrizes já disponíveis, procedeu-se com a saturação do conjunto líquido (monômero) + pó (polímero) em pote Dappen com imediato preenchimento da matriz, inserindo a resina ainda em sua fase arenosa. Uma placa de vidro foi posicionada sobre a matriz até o final da polimerização. Esse procedimento foi realizado para as 4 marcas comerciais a serem avaliadas neste estudo (Figura 9).

Figura 9 - Sequência de confecção dos corpos de prova do grupo IV. (A) saturação da resina acrílica em pote dappen; (B) preenchimento da matriz com a resina na fase arenosa e (C) posicionamento de uma placa de vidro sobre a matriz até a polimerização final da resina

4.4 ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS DE PROVA

Para tanto, utilizou-se uma Politriz Metalográfica (Figura 10) (APL 4, Arotec, Cotia, SP), com dispositivos para polimentos múltiplos (Figura 11), capaz de realizar o polimento simultâneo em seis corpos de prova com refrigeração de água deionizada, proporcionando o paralelismo entre as superfícies polidas e a padronização dos espécimes.

A planificação das faces se iniciou com lixa de silicone carbide de granulação 320, acionando-se a politriz em alta velocidade, com carga máxima de 215g, durante 4 minutos. Seguiu-se o polimento com as lixas de granulação 600 e 1200, também com a carga máxima de 215g, durante 4 minutos, sempre com a politriz em alta velocidade. Para o polimento final, utilizou-se um feltro (Extec Corp., Enfield, USA) umedecido com suspensão de alumina de 0,3 μ m (Buehler, Enfield, USA), por 4 minutos em alta velocidade, com carga de 215g, sem refrigeração.

Com o objetivo de impedir que os grãos das primeiras lixas interferissem na qualidade do polimento das seguintes, a cada troca de granulometria, os corpos de prova eram levados a uma lavadora ultra-sônica T7 Thornton (Unique Ind. E Com. De Produtos Eletrônicos LTDA, São Paulo, SP), com frequência de 40 Hz, durante 2 minutos, com água deionizada e posteriormente eram secos com papel toalha.

Figura 10 - Politriz Metalográfica

Figura 11 - Detalhe da politriz para planificação e polimento dos espécimes (carrossel para 6 espécimes)

4.5 ANÁLISE DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DOS CORPOS DE PROVA

A rugosidade de superfície (R_a) foi verificada em dois momentos diferentes, antes e após o polimento de superfície, através de um rugosímetro/perfilômetro Hommel Tester T1000 basic (Hommelwerke GmbH ref. #240851, Schwenningem, Germany) (Figura 12). Esse aparelho possui alta sensibilidade, com ponta apalpadora esférica de diamante, utilizado para medir rugosidade superficial quantitativamente (Figura 13). Sua ponta percorre a superfície e é acoplada a uma unidade que processa e interage a informação. O resultado é registrado de imediato por meio de um software (Turbo Datawin-NT Version 1.34, Copwright® 2001).

As mensurações foram feitas através de seis leituras por espécime, três no sentido longitudinal e três no sentido transversal. O valor de rugosidade superficial de cada corpo de prova foi determinado pela média aritmética das seis leituras em cada um dos sentidos.

O parâmetro R_a (μm) foi escolhido a fim de propiciar condições de comparação com resultados de outros estudos realizados, onde esta escala foi empregada, traduzindo o valor da média aritmética de todas as distâncias absolutas do perfil de rugosidade, dentro de extensão de medida L_m . Os parâmetros escolhidos foram:

- T mínima = 2,5mm;
- T máxima = 2,5mm;
- L_t = 4,80mm;
- L_c = 0,800mm (cut off);
- L_m = 4,55mm;

Sendo T a tolerância (valores extremos a serem considerados nas leituras), L_t o limite de tracejamento (extensão real percorrida pela ponta apalpadora), L_c o cut off (minimizando a interferência de ondulação da superfície) e L_m o limite de medição (extensão considerada na leitura).

Figura 12 - Rugosímetro

Figura 13 - Ponta apalpadora do rugosímetro

4.6 FORMA DA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados obtidos, antes e depois do polimento de superfície foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey em nível de 5% de significância.

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 RUGOSIDADE SUPERFICIAL ANTES DO ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS DE PROVA

Independente da técnica utilizada para confecção dos corpos de prova, a marca comercial de resina acrílica Vipi apresentou a maior média de rugosidade, seguida das marcas Dencor e Duralay (Tabela 1). A marca comercial Alike apresentou-se superior as demais resinas testadas com diferença estatisticamente significativa ($p=0,0153$), enquanto que as resinas Vipi, Dencor e Duralay não apresentaram diferenças estatísticas entre si ($p=0,0681$ – Tabela 2). Numericamente, nenhum espécime apresentou valores de rugosidade abaixo do limite de $R_a=0,2\mu\text{m}$ (Figura 14).

Tabela 1 - Medidas médias $\pm$ desvio padrão da rugosidade superficial (R_a) das diferentes marcas comerciais de resina acrílica testadas de acordo com as técnicas de manipulação empregadas antes do acabamento e polimento dos espécimes

RESINA/TÉCNICA	PRESSÃO	MUFLA	PINCEL	DAPPEN
VIPI	$4,390 \pm 0,466$	$3,016 \pm 0,432$	$3,883 \pm 0,869$	$5,010 \pm 0,398$
DENCOR	$3,828 \pm 0,325$	$2,758 \pm 0,507$	$3,289 \pm 0,632$	$3,454 \pm 0,731$
DURALAY	$2,781 \pm 0,358$	$2,747 \pm 0,518$	$3,309 \pm 0,507$	$3,127 \pm 0,503$
ALIKE	$2,544 \pm 0,571$	$2,412 \pm 0,425$	$3,168 \pm 0,649$	$2,561 \pm 0,404$

Tabela 2 - Medidas médias $\pm$ desvio padrão das diferentes marcas comerciais de resinas testadas nos diferentes períodos de avaliação (antes e após o acabamento e polimento dos corpos de prova), segundo ANOVA e teste de Tukey

RESINA	ANTES POLIMENTO	APÓS POLIMENTO	P < 0,05
VIPI	$4,074^a$	$0,207^c$	Sim $p<0,001$
DENCOR	$3,332^a$	$0,159^c$	Sim $p<0,001$
DURALAY	$2,991^a$	$0,161^d$	Sim $p<0,001$
ALIKE	$2,671^b$	$0,113^e$	Sim $p<0,001$

Letras diferentes na linha representam diferenças estatisticamente significantes ($p\leq 0,05$), enquanto que letras iguais representam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$) entre os diferentes períodos de avaliação.

Figura 14 - Médias da rugosidade superficial das diferentes marcas comerciais de resina acrílica testadas de acordo com as técnicas de manipulação do material antes do acabamento e polimento dos espécimes

5.2 RUGOSIDADE SUPERFICIAL APÓS O ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS DE PROVA

Independente da técnica utilizada para confecção dos corpos de prova, a marca comercial de resina acrílica Vipi apresentou a maior média de rugosidade, seguida das marcas Duralay e Dencor (Tabela 3). A marca comercial Alike continuou apresentando-se superior às demais resinas testadas com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$). As resinas Vipi e Dencor não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si, porém a Duralay apresentou-se diferente, além da Alike ($p < 0,0001$), das demais resinas testadas (Vipi: $p = 0,0106$; Dencor: $p < 0,0001$ – Tabela 4). Numericamente, a média da rugosidade superficial de todas as resinas avaliadas determinou valores iguais (Vipi) ou abaixo (Dencor, Duralay, Alike) do limite de $Ra = 0,2 \mu m$ (Figuras 15 e 16).

Tabela 3 - Medidas médias $\pm$ desvio padrão da rugosidade superficial (Ra) das diferentes marcas comerciais de resina acrílica testadas de acordo com as técnicas de manipulação empregadas após o acabamento e polimento dos espécimes

RESINA/TÉCNICA	PRESSÃO	MUFLA	PINCEL	DAPPEN
VIPI	0,238 $\pm$ 0,039	0,166 $\pm$ 0,041	0,211 $\pm$ 0,028	0,215 $\pm$ 0,022
DENCOR	0,170 $\pm$ 0,045	0,163 $\pm$ 0,021	0,147 $\pm$ 0,016	0,157 $\pm$ 0,021
DURALAY	0,170 $\pm$ 0,045	0,114 $\pm$ 0,029	0,185 $\pm$ 0,017	0,175 $\pm$ 0,018
ALIKE	0,111 $\pm$ 0,021	0,109 $\pm$ 0,018	0,102 $\pm$ 0,078	0,133 $\pm$ 0,029

Tabela 4 - Medidas médias $\pm$ desvio padrão das diferentes técnicas de manipulação das resinas testadas nos diferentes períodos de avaliação (antes e após o acabamento e polimento dos corpos de prova), segundo ANOVA e teste de Tukey

TÉCNICA	ANTES POLIMENTO	APÓS POLIMENTO	P < 0,05
PANELA	3,385 ^a	0,172 ^c	Sim p<0,001
MUFLA	2,733 ^b	0,138 ^d	Sim p<0,001
PINCEL	3,412 ^a	0,161 ^e	Sim p<0,001
DAPPEN	3,538 ^a	0,170 ^e	Sim p<0,001

Letras diferentes na linha representam diferenças estatisticamente significantes ($p \leq 0,05$), enquanto que letras iguais representam ausência de diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$) entre os diferentes períodos de avaliação.

Figura 15 - Médias da rugosidade superficial das diferentes marcas comerciais de resina acrílica testadas de acordo com as técnicas de manipulação do material após o acabamento e polimento dos espécimes

Figura 16 - Médias da rugosidade superficial obtidas pelas diferentes resinas no conjunto de todas as técnicas testadas após o acabamento e polimento dos espécimes

5.3 COMPARAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL ENTRE AS TÉCNICAS CONSIDERANDO-SE O CONJUNTO DE TODAS AS RESINAS APÓS O ACABAMENTO E POLIMENTO DOS CORPOS DE PROVA

Quando consideradas de maneira independente as marcas comerciais de resina acrílica utilizadas neste estudo, a manipulação do material através da técnica da polimerização sob pressão apresentou a maior média de rugosidade superficial determinada após o acabamento e polimento dos corpos de prova, seguida das técnicas da mistura em dappen e pincel. A técnica da mufla continuou apresentando a menor rugosidade dos grupos mesmo após o acabamento e polimento dos espécimes (Figura 17).

A técnica da mufla apresentou-se superior às demais técnicas testadas com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$ – Tabela 4). As técnicas do pincel e da mistura em dappen não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si, porém a técnica da panela apresentou-se diferente, além da mufla ($p < 0,0001$), das demais técnicas testadas (pincel: $p = 0,0124$; dappen: $p < 0,0001$).

Figura 17 - Médias da rugosidade superficial obtidas pelas diferentes técnicas do conjunto de todas as marcas comerciais de resina acrílica testadas após o acabamento e polimento dos espécimes

5.4 COMPARAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL ENTRE AS RESINAS CONSIDERANDO-SE O MOMENTO DA LEITURA: ANTES OU APÓS O POLIMENTO

Quando consideradas de maneira independente as marcas comerciais de resina acrílica utilizadas neste estudo, a manipulação do material através da técnica da mistura em dappen apresentou a maior média de rugosidade superficial determinada antes do acabamento e polimento dos corpos de prova, seguida das técnicas do pincel e pressão (Tabela 4). A técnica da mufla apresentou a menor rugosidade dos grupos antes do acabamento e polimento dos espécimes (Figura 18).

A técnica da mufla apresentou-se superior as demais técnicas testadas com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$), enquanto que as técnicas da pressão, pincel e mistura em dappen não apresentaram diferenças estatísticas entre si ($p = 0,1151$). Comparando-se os momentos antes e após o polimento dos espécimes, observa-se que sempre houve melhora significativa da rugosidade superficial sendo que a diferença foi estatisticamente significativa para todas as situações e marcas de resina acrílica testadas (Tabelas 3 e 4).

Figura 18 - Médias da rugosidade superficial obtidas pelas diferentes resinas testadas antes e após o acabamento e polimento dos espécimes

Ambas técnicas e resinas testadas no presente estudo apresentaram diferenças estatisticamente significantes quando comparadas nos dois períodos de avaliação de rugosidade: antes e depois do acabamento e polimento dos corpos de prova.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

É de conhecimento comum dos clínicos que as coroas provisórias têm importante papel no tratamento reabilitador, já que possibilitam prever o sucesso da restauração definitiva em vários aspectos, tais como mecânicos, estéticos e funcionais (SAMUEL, 2000). Para tanto, as resinas acrílicas devem apresentar propriedades como insolubilidade aos fluidos bucais, certa impermeabilidade, biocompatibilidade e não apresentar superfície rugosa.

O presente estudo foi realizado tendo em vista a necessidade de materiais confiáveis e duradouros para essa fase do tratamento reabilitador, devendo os mesmos apresentar custo relativamente baixo e ser de fácil manipulação, permitindo assim alterações, reparos e reembasamentos realizados diretamente na boca do paciente. Dessa maneira, o conhecimento e aperfeiçoamento das resinas presentes no mercado, assim como suas técnicas de manipulação é a solução à busca de melhora na qualidade das coroas provisórias.

A literatura atual é muito escassa ao abordar as propriedades das resinas acrílicas. Entretanto, é sabido que o método utilizado em sua polimerização exerce grande influência em suas propriedades e, conseqüentemente, em sua durabilidade e desempenho no meio bucal. O método de polimerização pode ser alterado através de três fatores essenciais, que atuam de maneira variável na dependência da técnica de manipulação utilizada: pressão, temperatura e ambiente de polimerização (ar/água).

A quantidade de monômero residual, que pode apresentar-se maior ou menor de acordo com as condições de polimerização da resina, é um importante fator a ser considerado, pois atua significativamente nas propriedades do material, especialmente na solubilidade. A literatura demonstra que a taxa de monômero residual nos espécimes confeccionados em resina termo-polimerizável é menor quando comparada às resinas auto-polimerizáveis, assim como os fatores tempo e temperatura de polimerização também são capazes de afetar tal quantidade (STAFFORD; BROOKS, 1985; HONOREZ *et al.*, 1989; VALLITTU; MIETTINEN; ALAKUIJALA, 1995; VALLITTU; RUYTER; BUYKUILMAZ, 1998; LEE; LAI; HSU, 2002). A polimerização em água aquecida pode melhorar as propriedades das

resinas acrílicas auto-polimerizáveis (VALLITTU, 1999; OGAWA; TANAKA; KOYANO, 2000; LEE; LAI; HSU, 2002) e reduzir a quantidade de monômero residual (VALLITTU; RUYTER; BUYKUILMAZ, 1998). Ainda segundo a literatura, recomenda-se uma polimerização adicional para as resinas acrílicas auto-polimerizáveis para assim diminuir a quantidade de monômero residual, o que pode ser feito através do uso de microondas ou manutenção da resina em água quente a 65°C (NUNES DE MELLO *et al.*, 2003).

Este estudo representou as principais técnicas para confecção de coroas provisórias, tanto laboratoriais (técnicas indiretas: mufla e pressão) como clínicas (técnicas diretas: pincel e mistura em dappen).

A técnica de manipulação utilizando a mufla é equivalente às coroas provisórias prensadas, onde se realiza um enceramento prévio no modelo de gesso que, posteriormente, é incluído em mufla e a resina é polimerizada sob pressão em uma polimerizadora. A técnica de manipulação utilizando pressão é semelhante à anterior e muito utilizada em laboratórios, já que dispensa a inclusão do modelo em mufla e, assim, economiza tempo na confecção das provisórias: para tanto, realiza-se um enceramento prévio e a confecção de uma matriz de silicone; a cera é então removida e a matriz reposicionada no modelo contendo a resina e o conjunto levado à polimerizadora.

Em 1985, Donovan e colaboradores afirmaram que a resina acrílica polimerizada sob uma pressão de 20 psi (138 kPa) é mais forte e menos porosa quando comparada à polimerizada sob pressão ambiente. As técnicas indiretas apresentam melhores resultados para rugosidade e porosidade, no entanto apresentam desvantagens como a necessidade de confecção laboratorial e conseqüente demanda de tempo e custo adicionais.

A técnica de manipulação utilizando o pincel é equivalente às coroas provisórias confeccionadas diretamente na boca do paciente, geralmente àquelas nas quais o clínico utiliza dentes de estoque ou executa reparos em coroas previamente instaladas. Essa técnica de manipulação é muito importante já que, mesmo nos casos onde a confecção das coroas foi laboratorial, há necessidade de seu reembasamento na boca, geralmente realizado através da técnica do pincel.

A técnica de manipulação utilizando a mistura em dappen também equivale às técnicas diretas de confecção de coroas provisórias comumente usadas pelos profissionais. Nessa técnica, realiza-se uma moldagem prévia do dente a ser preparado com finalidade protética para obtenção de uma cópia em negativo do mesmo e, sobre o modelo obtido, é confeccionada uma matriz de silicone, a qual é preenchida com a resina preparada em dappen. Após a finalização do preparo, a matriz é levada em posição na boca do paciente juntamente com a resina acrílica, ocorrendo sua polimerização em ambiente sem controle de pressão e temperatura.

McCraken em 1952 determinou a existência de uma íntima relação entre as propriedades rugosidade e porosidade nas resinas acrílicas, concluindo que uma superfície mais porosa apresenta mais irregularidades, o que contribui para maior valor de rugosidade. Essa afirmação foi comprovada na tese de mestrado defendida em 2009 por Hiramatsu, que confirmou que os corpos de prova testados em seu estudo que apresentavam maior porosidade também apresentavam a maior rugosidade, sendo o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) obtido para as variáveis em questão igual a 0,965, sugerindo assim uma correlação positiva de forte a perfeita.

Quando considerados os resultados obtidos antes do acabamento e polimento dos corpos de prova, a resina Alike apresentou a menor rugosidade dentre as marcas comerciais testadas, sendo que as demais (Vipi, Dencor e Duralay) não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre si. Já quanto às técnicas de manipulação das resinas, a que apresentou menor rugosidade foi a da mufla e, da mesma maneira, as demais técnicas testadas (pressão, pincel e dappen) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si.

Os resultados obtidos após o acabamento e polimento dos espécimes determinou a resina Alike como a menos rugosa. Com exceção da resina Duralay, as demais resinas testadas (Vipi e Dencor) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si. Após o polimento, a técnica que obteve menores valores para a rugosidade continuou sendo a da mufla e, com exceção da técnica da pressão, as demais técnicas testadas (pincel e mistura em dappen) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si. A verificação da rugosidade antes e depois do acabamento e polimento foi realizada para que se tivesse um indicativo das propriedades de cada material. Como se pode observar, a

resina Alike, mesmo antes de ser realizado o acabamento e polimento, já apresentava resultados superiores às demais, fato que se repetiu após o procedimento. Em relação às outras marcas de resina, observou-se que também mantiveram o mesmo comportamento antes e depois do acabamento e polimento com discreta vantagem da resina Dencor sobre Vipi e Duralay.

Dessa maneira, é possível perceber que, quanto às técnicas diretas de manipulação da resina acrílica, a confecção de coroas provisórias através da técnica do pincel apresenta-se mais vantajosa quando comparada às técnicas que utilizam mistura da resina em pote dappen no que se refere à rugosidade.

Sem a realização de acabamento e polimento, pode-se concluir que as técnicas de confecção de coroas provisórias onde a polimerização ocorre sem controle de pressão e temperatura, apesar de dispensarem o trabalho laboratorial, custos e tempo necessários, necessitam de maior tempo clínico para sua confecção e apresentam os piores resultados de rugosidade.

Entretanto, essa afirmação não é completamente verdadeira quando o polimento das coroas está envolvido. Isso porque após a mufla, as técnicas que apresentaram os melhores resultados no presente estudo foram as do pincel, seguida pelo dappen e, por último, a técnica da pressão.

Sabendo-se que as variáveis porosidade e rugosidade apresentam uma correlação positiva de forte a perfeita (HIRAMATSU, 2009), as explicações propostas em 1993 por Phillips para as causas do surgimento de porosidades internas faz-se interessante à discussão do presente estudo. Phillips afirmou que o surgimento de porosidades internas nas porções mais espessas de bases de dentaduras pode ocorrer pela vaporização de monômero ou polímeros de baixo peso molecular, já que nessas regiões a temperatura da resina aumenta acima do ponto de ebulição dessas substâncias. Essa explicação ajuda a compreender os melhores resultados obtidos pela técnica do pincel em detrimento à técnica de mistura em pote dappen, já que através do pincel a polimerização ocorre em tempos diferentes para cada incremento de resina. Isto leva a uma polimerização mais lenta e controlada, favorecendo assim a dissipação do calor da reação de polimerização em cada incremento e, conseqüentemente, diminuindo as chances de vaporização do monômero.

Já no caso da polimerização da resina acrílica para coroas provisórias, a principal causa do surgimento de porosidade e rugosidade não é a vaporização do monômero pelo aumento de temperatura, já que a espessura encontrada é pequena, sendo a dissipação do calor mais fácil. A teoria mais aceita é que a causa do surgimento de rugosidade e porosidade nesses casos é consequência da evaporação acelerada nas áreas mais superficiais da coroa do monômero durante a polimerização da resina, o que pode ser comprovado por estudos laboratoriais (LEE; LAI; HSU, 2002) que sugerem que a imersão em água (quente ou fria) para polimerização das coroas provisórias impede a evaporação excessiva do monômero, gerando menor porosidade e rugosidade quando comparada à polimerização ao ar. O mesmo também pode ser observado quando a polimerização ocorre na boca do paciente, em contato com a saliva.

De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, fica claro que a melhor combinação entre técnica de manipulação e resina utilizada para a confecção de coroas provisórias no sentido de gerar menor rugosidade superficial é mufla e Alike, seja antes ou depois do acabamento e polimento dos espécimes. Entretanto, apesar desses resultados, faz-se necessária a observação das demais propriedades da resina acrílica, como microdureza, sorção e solubilidade, para determinar efetivamente a melhor técnica manipulação para confecção das provisórias.

7 Conclusão

7 CONCLUSÃO

As três hipóteses nulas apresentadas na proposição do trabalho foram rejeitadas. Houve diferença de rugosidade tanto entre marcas de resina como entre as técnicas de manipulação das mesmas e entre os períodos testados: antes e após o acabamento e polimento.

Antes do acabamento e polimento dos corpos de prova, os maiores valores de rugosidade superficial foram determinados pelas resinas Vipi e Dencor e técnicas do dappen e pincel, sendo os menores valores determinados pelas resinas Alike e Duralay e técnicas da mufla e pressão.

Após o acabamento e polimento dos espécimes, os maiores valores de rugosidade superficial foram determinados pelas resinas Vipi e Duralay e técnicas da pressão e mistura em dappen, sendo os menores valores determinados pelas resinas Alike e Dencor e técnicas da mufla e pincel.

Referências

REFERÊNCIAS

Arima T, Murata H, Hamada T. Properties of highly cross-linked autopolymerizing reline acrylic resins. *J Prosthet Dent*. 1995; 73: 55-59.

Austin AT, Basker RM. The level of residual monomer in acrylic denture base materials with particular reference to a modified method of analysis. *Br Dent J*. 1980; 149: 281-289.

Azzarri MJ, Cortizo MS, Alessandrini JL. Effect of the curing conditions on the properties of an acrylic denture base resin microwave-polymerised. *J Dent Res*. 2003; 31: 463-468.

Barbosa GKS, Zavanelli AC, Guilherme AS, Zavanelli RA. Efeito de diferentes técnicas de acabamento e polimento sobre a rugosidade superficial de resinas acrílicas utilizadas para restaurações provisórias. *Cienc Odontol Bras*. 2009 Jan/Mar; 12(1): 15-22.

Barsby MJ, Baden M. A hydrophilic denture base resin. *J Dent Res*. 1979; 58: 1581-1584.

Bartoloni JA, Murchison DF, Wofford DT, Sarkar NK. Degree of conversion in denture base materials for varied polymerization techniques. *J Oral Rehabil*. 2000; 27: 488-493.

Bastos LGC. Avaliação da Resistência Flexional, do Módulo de Elasticidade e do Tipo de Fratura de uma Resina Acrílica para Restaurações Provisórias – Efeito de Diversos Reforços [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2003.

Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, Van Steenberghe D. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res*. 1996; 7: 201-211.

Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dent Mater J*. 1997; 13(4): 258-69.

Cal E, Guneri P, Kose T. Digital analysis of mouthrinses' staining characteristics on provisional acrylic resins. *J Oral Rehabil.* 2007; 34(4): 297-303.

Cucci AL, Vergani CE, Gimpaolo ET, Afonso MC. Water sorption, solubility and bond strength of two autopolymerizing acrylic resins and one heat-polymerizing acrylic resins. *J Prosthet Dent.* 1998; 80: 434-438.

Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jones AH. Microhardness of provisional fixed prosthodontic material. *J Prosthet Dent.* 1999; 52: 525-528.

Dixon DL, Ekstrand KG, Breeding LG. The transverse strengths of three denture base resins. *J Prosthet Dent.* 1991; 66: 510-513.

Donovan TE, Hurst RG, Campagni WV. Physical properties of acrylic resin polymerized by four different techniques. *J Prosthet Dent.* 1985; 54: 522-524.

Fujii K. Fatigue properties of acrylic denture base resins. *Dent Mater J.* 1989; 8: 243-259.

García-López DA. Estabilidade dimensional da resina acrílica para coroas provisórias em função de diferentes tipos de processamento [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2009.

Guler AU, Kurt S, Kulunk T. Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005; 93: 453-458.

Hannig M. Transmission electron microscopy of early plaque formation on dental materials in vivo. *Eur J Oral Sci.* 1999; 107(1): 55-64.

Harrison A, Hugget R. Effect of the curing cycle on residual monomer levels of acrylic resin denture base polymers. *J Dent Res.* 1992; 20: 370-374.

Haselden CA, Hobkirk JA, Pearson GJ, Davies EH. A comparison between the wear resistance of three types of denture resin to three different dentifrices. *J Oral Rehabil.* 1998; 25: 335-339.

Hayakama I, Akiba N, Keh E, Kasuga Y. Physical properties of a new denture lining material containing a fluoroalkyl methacrylate polymer. *J Prosthet Dent.* 2006; 96: 53-58.

Heath JR, Wilson HJ. Surface roughness of restorations. *Br Dent J.* 1976;140:131-137.

Hirabayashi S, Nasu I, Harashima I, Hirasawa T. Dental methacrylic resins. 9: The composition of heat-shock, pour-type and self-curing denture base resins. *Shika Zairyo Kikai.* 1984; 3: 338-349.

Hiramatsu DA. Propriedades físicas da resina acrílica para coroas provisórias em função de diferentes técnicas de polimerização (rugosidade, porosidade, microdureza, sorção e solubilidade) [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2009.

Honorez P, Catalan A, Angnes U, Grimonster J. The effect of three processing cycles on some chemical properties of a heat-cured acrylic resin. *J Prosthet Dent.* 1989; 61: 510-517.

Jagger RG. Effect of the curing cycle on some properties of a polymethylmethacrylate denture base material. *J Oral Rehabil.* 1978; 5: 151-157.

Jerolimov V, Huggett R, Brooks SC, Bates JF. The effect of variations in the polymer/monomer mixing ratios on residual monomer levels and flexural properties of denture base materials. *Quintessence Dent Technol.* 1985; 9: 431-434.

Jorge JH, Giampaolo ET, Machado AL, Vergani CE. Cytotoxicity of denture base acrylic resins: a literature review. *J Prosthet Dent.* 2003; 90: 190-193.

Kalachandra S, Turner DT. Water sorption of plasticized denture acrylic lining material. *Dental Mater J.* 1989; 5: 161-164.

Kuhar M, Funduk N. Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. *J Prosthet Dent.* 2005; 93(1): 76-85.

Lee SY, Lai YL, Hsu TS. Influence of polymerization conditions on monomer elution and microhardness of autopolymerized polymethyl methacrylate resin. *Eur J Oral Sci.* 2002; 110: 179-183.

Loney RW, Moulding MB, Hacker CH, Ritsco RG. Finishing and polishing of a poly (fluoroalkoxyphosphazene) resilient denture liner. *Int J Prosthodont.* 1994; 7: 362-367.

McCabe JF, Basker RM. Tissue sensitivity to acrylic resin. A method of measuring the residual monomer content and its clinical application. *Br Dent J.* 1976; 140: 347-350.

McCracken W. An evaluation of activated methymetacrylate denture base materials. *J Prosthet Dent.* 1952; 2: 68-83.

Newman HN. Diet, attrition, plaque and dental disease. *Br Dent J.* 1974; 136: 491-97.

Nunes de Mello JA, Braun KO, Rached RN, Del Bel Cury AA. Reducing the negative effects of chemical polishing in acrylic resins by use of an additional cycle of polymerization. *J Prosthet Dent.* 2003; 89: 598-602.

Ogawa T, Tanaka M, Koyano K. Effect of water temperature during polymerization on strength of autopolymerizing resin. *J Prosthet Dent.* 2000; 84: 222-224.

Phillips RW. Propriedades físicas dos materiais dentários. *Materiais Dentários.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993: 23-24.

Quirynen M. Anatomical and inflammatory factors influence bacterial plaque growth and retention in man. Thesis: Leuven; 1986.

Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol.* 1995; 22(1): 1-14.

Quirynen M, Bollen CM, Papaioannou W, Van Eldere J, Van Steenberghe D. The influence of titanium abutment surface roughness on plaque accumulation and gingivitis: short-term observations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996; 11: 169-178.

Radford DR, Challacombe SJ, Walter JD. Denture plaque and adherence of *Candida albicans* to denture-base materials in vivo and in vitro. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1999; 10: 99-116.

Samuel S. Avaliação da influência do polimento químico na sorpção, solubilidade e microdureza de uma resina acrílica de termopolimerização. *R Fac Odontol Porto Alegre.* 2000; 41: 8-13.

Schwedhelm ER. Direct technique for the fabrication of acrylic provisional restorations. *J Contemp Dent Pract.* 2006; 7: 157-173.

Sen D, Göller G, Issever H. The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bis-acryl composite and methacrylate-based resins. *J Prosthet Dent*. 2002; 88(5): 527-32.

Shillingburg HT. *Fundamentos de Prótese Fixa*. 3ª ed. São Paulo: Quintessence; 1998.

Shim JS, Watts DC. Residual monomer concentrations in denture-base acrylic resin after an addition, soft-liner, heat-cure cycle. *Dent Mater J*. 1999; 15: 296-300.

Stafford GD, Brooks SC. The loss of residual monomer from acrylic orthodontic resins. *Dent Mater J*. 1985; 1: 135-138.

Tsuchiya H, Hoshino Y, Tajima K, Takagi N. Leaching and cytotoxicity of formaldehyde and methylmethacrylate from acrylic resin denture base materials. *J Prosthet Dent*. 1994; 71: 618-624.

Vallittu PK, Miettinen V, Alakuijala P. Residual monomer content and its release into water from denture base materials. *Dent mater J*. 1995; 11:338-342.

Vallittu PK, Ruyter IE, Buykuilmaz S. Effect of polymerization temperture and time on the residual monomer content of denture base polymers. *Eur J Oral Sci*. 1998; 106: 588-593.

Vallittu PK. Unpolymerized surface layer of autopolymerizing polymethylmethacrylate resin. *J Oral Rehabil*. 1999; 26: 208-212.

Verran J, Maryan CJ. Retention of *Candida albicans* on acrylic resin and silicone of different surface topography. *J Prosthet Dent*. 1997; 77: 535-539.

Woelfel JB, Paffenbarger GC, Sweeney WT. Some physical properties of organic denture base materials. *J Am Dent Assoc*. 1963; 67: 499-504.

Yamauchi M, Yamamoto K, Wakabayashi M, Kawano J. In vitro adherence of microorganisms to denture base resin with different surface texture. *Dent Mater J*. 1990; 9: 19-24.

Yap AU, Mah MK, Lye CP, Loh PL. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dent Mater J*. 2004; 20: 370-376.

Yilmaz A, Baydas S. Fracture Resistance of Various Temporary Crown Materials. J Contemp Dent Pract. 2007; 8(1): 44-51.

Yunus N, Harrison A, Hugget R. Effect of microwave irradiation on the flexural strength and residual monomer levels of an acrylic resin repair material. J Oral rehabil. 1994; 21: 641-548.

Zissis AJ, Polyzois GL, Yannikakis SA, Harrison A. Roughness of denture materials: a comparative study. Int J Prosthodont. 2000; 13: 136-140.