



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



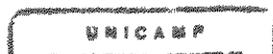
MARCO ANTÔNIO BORGES DE ALMEIDA
CIRURGIÃO-DENTISTA

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE CARACTERIZAÇÃO
INTRÍNSECA SOBRE A DUREZA, RUGOSIDADE
SUPERFICIAL E POROSIDADE DE UMA RESINA
ACRÍLICA EM DIFERENTES TEMPOS PÓS-PRENSAGEM**

*Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, como requisito para
obtenção do título de mestre em Clínica
Odontológica Área de concentração Prótese
Dental*

Piracicaba
2001





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



MARCO ANTÔNIO BORGES DE ALMEIDA
CIRURGIÃO-DENTISTA

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE CARACTERIZAÇÃO
INTRÍNSECA SOBRE A DUREZA, RUGOSIDADE
SUPERFICIAL E POROSIDADE DE UMA RESINA
ACRÍLICA EM DIFERENTES TEMPOS PÓS-PRENSAGEM**

Orientador: Prof. Dr. MARCELO FERRAZ MESQUITA

*Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-038/83*

CPG, 19 / 04 / 2001

Assinatura do Orientador

*Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, como requisito para
obtenção do título de mestre em Clínica
Odontológica Área de concentração Prótese
Dental*

Piracicaba
2001

Ficha Catalográfica

AL64i Almeida, Marco Antônio Borges de.
Influência da técnica de caracterização intrínseca sobre a dureza, rugosidade superficial e porosidade de uma resina acrílica em diferentes tempos pós-prensagem. / Marco Antônio Borges de Almeida. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2001.
xvi, 128p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Marcelo Ferraz Mesquita.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas acrílicas. 2. Microondas. 3. Prótese dentária completa. 4. Aspereza de superfície. I. Mesquita, Marcelo Ferraz. 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.

Dedico este trabalho

A **DEUS** pela minha vida e a dos que me são caros;

Aos meus queridos pais **ANTÔNIO MANOEL**
e **WILMA**, que sempre ensinaram o caminho
certo a seguir e me criaram em moldes de
carinho e amor;

A minha esposa **YASMINE**, companheira
e incentivadora em todos os momentos e
a meus filhos **PEDRO** e **MARIA TERESA**
pelo sacrifício a que foram submetidos
durante minha ausência .

Agradecimentos especiais

Ao meu orientador, Prof. Dr. **MARCELO FERRAZ MESQUITA**, professor assistente da Área de Prótese Total, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pelos ensinamentos, pela orientação habilidosa deste trabalho e sobre tudo pela amizade.

Ao Prof. Dr. **SAIDE SARCKIS DOMITTI**, Titular da Área de Prótese Total da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, exemplo de humildade científica, pela atenção, disponibilidade e apoio, fundamentais ao longo desta jornada.

Meu reconhecimento e sinceros agradecimentos

AGRADECIMENTOS

À direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, nas pessoas do Diretor Prof. Dr. **ANTONIO WILSON SALLUM** e Diretor Associado Prof. Dr. **FRAB NORBERTO BÓSCOLO**.

Ao Magnífico Reitor da Universidade de Uberaba Dr. **MARCELO PALMÉRIO**, pela confiança e apoio imprescindíveis à realização desta etapa de minha vida.

Ao diretor do Curso de Odontologia da Universidade de Uberaba **ALAOR CARLOS DE OLIVEIRA JÚNIOR**, por ter viabilizado o afastamento de minhas atividades docentes durante a realização do curso de mestrado.

À coordenadora da Pós-Graduação Prof^ª Dr^ª **ALTAIR ANTONINHA DEL BEL CURY**, pela firmeza e correção na condução da Pós-Graduação e pelo uso do laboratório de Prótese Parcial Removível.

Aos **PROFESSORES DA PÓS-GRADUAÇÃO** em Clínica Odontológica Área de Prótese Dental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pelos ensinamentos e participação em meu crescimento científico.

Ao Prof. **LUIS RONALDO BARBOZA**, pelo exemplo de profissionalismo e dignidade que influenciaram minha formação.

Ao Prof. **LUIS HENRIQUE BORGES**, por indicar o caminho da pós-graduação e pela sincera amizade.

Aos colegas de pós-graduação **ADÉRICO, ALMENARA, BRUNO, EDWIN, FREDERICO, JOANE, JOSÉ RENATO, LILIANA, MANOEL, MAURÍCIO,**

RAFAEL, ROBERTO, SAMIRA, SIDNEY, TATIANA, VIVIANE, ZAVANELLI, pelo companheirismo e excelente convívio.

Aos amigos de Materiais Dentários **ANA, ANDRESA, JOHNSON, MÁRCIA, MARCOS, PAULO** e **TOLITO**, pelos momentos alegres compartilhados.

À **JULIANA SAAB RAHAL**, pelo carinho, participação e incentivo em todos os momentos.

Ao parceiro de jornada **GILBERTO ANTÔNIO BORGES**, pelo exemplo de vida e determinação científica.

À Prof^a **MARIA IZALINA FERREIRA ALVES** e **ARLEI COLDEBELLA**, pela análise estatística dos resultados.

Ao Prof. **ELLIOT KITAJIMA**, da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, pelo auxílio e utilização do microscópio eletrônico de varredura.

Aos técnicos em prótese dentária **RUI DE CASTRO BALLEGO** e **LUCAS VITORINO ESSELIN**, pelo auxílio durante a realização da fase laboratorial deste trabalho.

A bibliotecária **MARILENE GIARELLO** pela orientação e correção das referências bibliográficas.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos que permitiu a complementação do curso de pós-graduação.

A todos que direta ou indiretamente possibilitaram a realização deste trabalho meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3. PROPOSIÇÃO.....	53
4. METODOLOGIA.....	55
4.1. Materiais.....	55
4.2. Método.....	56
5. RESULTADOS.....	81
6. DISCUSSÃO.....	91
7. CONCLUSÃO.....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
APÊNDICE.....	113

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da técnica de caracterização intrínseca sobre a dureza, rugosidade superficial e ocorrência de porosidade de uma resina acrílica ativada termicamente em forno de microondas em diferentes tempos pós-prensagem (1/2, 2, 6, 12 e 24 horas). Foram confeccionadas 270 amostras em resina acrílica, sendo metade produzida pela técnica convencional com resina incolor (**M1**) e metade pela técnica de caracterização intrínseca (**M2**). Todas as amostras foram polimerizadas em forno de microondas em ciclo de 6 minutos a 40% de potência, intervalo de 5 minutos a 0% de potência e 3 minutos a 80% de potência. Após a polimerização as amostras foram desincluídas e receberam acabamento e polimento padronizado. Foram realizados ensaios de dureza Knoop em um microdurômetro HM V-2000 (SHIMADZU), rugosidade superficial em um rugosímetro SURFCORDER SE 1700 (KOSAKA LAB) e verificada a ocorrência de porosidade em uma lupa estereoscópica MG 63A (CARL ZEISS). Além disso foram realizadas observações em microscopia eletrônica de varredura da morfologia superficial das amostras e das fibras de caracterização. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por Análise de Variância e pelo Teste F. Os resultados médios obtidos para dureza Knoop (KHN) e rugosidade superficial (μm), parâmetros Ra e Rz, foram para o Grupo **M1**: 18,25; 0,0587 e 0,3474 e para o Grupo **M2**: 18,04; 0,0795 e 0,5375, respectivamente. A análise dos resultados permitiu concluir que: não houve influência do tempo pós-prensagem sobre as propriedades estudadas; a dureza superficial da resina acrílica caracterizada foi estatisticamente semelhante à da incolor obtida de modo convencional; os valores de rugosidade superficial média da resina caracterizada foram superiores aos da incolor; a ocorrência de porosidade foi desprezível em todos os grupos avaliados.

Palavras-chave: resina acrílica; caracterização; microondas; dureza superficial; rugosidade superficial; porosidade.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of the intrinsic characterization technique on hardness, surface roughness and porosity of a microwave cured acrylic resin in different post packing and press periods (1/2, 2, 6, 12 and 24 hours). 270 samples of acrylic resins were prepared. Half of them were prepared by the conventional technique using clear resin (**M1**) and the other half by the intrinsic characterization technique (**M2**). All samples were cured in a microwave oven in cycle of 6 minutes at 40% potency, 5 minutes at 0% potency and 3 minutes at 80% potency. After cured the samples were deflasked, finished and polished. Knoop microhardness assay was performed in a microhardness tester HM V-2000 (SHIMADZU), surface roughness assay was conducted in a profilometer SURFCORDER SE 1700 (KOSAKA LAB) and the occurrence of porosity was verified by means of a stereoscopic magnifying glass MG 63A (CARL ZEISS). In addition, scanning electron microscopy was used to observe the surface texture of the samples and characterization fibers. ANOVA and F-test statistically analyzed the data. The mean results of Knoop hardness (KHN), surface roughness Ra and Rz parameters (μm) were: 18,25; 0,0587 and 0,3474 in **M1** Group and 18,04; 0,0795 and 0,5375 in **M2** Group, respectively. Based on the results analysis it was concluded that: post packing and press periods did not influence the studied properties; the surface hardness of the characterized acrylic resin was similar to the surface hardness of the clear acrylic resins; the mean values of surface roughness of the characterized acrylic resin were higher than those of the clear acrylic resin; the occurrence of porosity was negligible in all evaluated groups.

Keywords: acrylic resin, characterization, microwave, surface hardness, surface roughness and porosity.

1 – INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas recentemente ocorridas, a adoção da prevenção como forma de tratamento e o desenvolvimento de novos materiais e técnicas restauradoras trouxeram grande progresso à Odontologia atual, tornando-a mais eficiente no combate às doenças bucais. Contudo, grande parte da população não se beneficia desses avanços e sofre, por isso, consequências. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹ 29,6 milhões de pessoas (18,7% da população brasileira) nunca foram ao dentista. Outra pesquisa recente, elaborada em 1998 e divulgada pela Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo², confirmou que a extração dos dentes ainda é um dos mais graves problemas do país, relativos à saúde bucal. O estudo mostrou que 92% dos idosos examinados (entre 65 e 74 anos) havia extraído dentes. Diante desta realidade o tratamento reabilitador, com utilização de próteses totais e parciais removíveis, reafirma seu caráter atual e sua relevância.

A resina acrílica tem sido o material de eleição para confecção de bases de próteses totais e parciais removíveis, desde sua introdução, há mais de 60 anos, época em que foi adotada em substituição à vulcanite (**SPENCER & GARIAEFF**, 1949). Este material apresenta um conjunto de características satisfatórias que justificam sua popularidade, tais como: resistência adequada,

¹ Folha de São Paulo, Cotidiano, p. C5, 23 de julho de 2000.

² Relatório do levantamento epidemiológico da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, 1998.

durabilidade, baixa solubilidade e baixa sorção de fluídos orais (**WINKLER**, 1984); processamento fácil e de baixo custo (**VAN NOORT**, 1995); propriedades estéticas satisfatórias, boa estabilidade de cor e possibilidade de serem pigmentadas e caracterizadas (**WINKLER**, 1984).

Ao longo da história das resinas acrílicas, inúmeras modificações ocorreram visando melhorar as características deste material (**WOEFEL**, 1977). Técnicas de polimerização foram estudadas e implementadas, objetivando a produção de bases protéticas com propriedades físicas, mecânicas e laboratoriais aprimoradas. Para polimerização das resinas, por exemplo, estão disponíveis como meios de ativação o calor (banho de água aquecida ou energia de microondas), substâncias químicas e a luz visível (**TAKAMATA & SETCOS**, 1989)

A polimerização da resina acrílica, através da energia de microondas, foi descrita pela primeira vez por **NISHII**, em 1968, sendo posteriormente extensivamente investigada (**KIMURA et al.**, 1983; **REITZ et al.**, 1985; **SANDERS et al.**, 1987; **AL DOORI et al.**, 1988; **SHLOSBERG et al.**, 1989; **ALKHATIB et al.**, 1990; **BAFILE et al.**, 1991; **TAUBERT & NOWLIN**, 1992; **DEL BEL CURY et al.**, 1994; **ILBAY et al.**, 1994). Este método trouxe vantagens sobre o convencional, tornando o processamento mais rápido, limpo e fácil (**DE CLERK**, 1987; **TURCK & RICHARDS**, 1992; **RIZZATTI BARBOSA et al.**, 1998).

Na polimerização de resinas acrílicas em forno de microondas, assim como em outros métodos, uma das maiores preocupações existentes é a ocorrência de porosidade. O aparecimento de poros prejudica consideravelmente

as propriedades físicas da resina, bem como as características de sua superfície, tornando a aparência desagradável e a higienização difícil (SABT *et al.*, 1975).

Com relação às características de superfície das resinas acrílicas, dois aspectos normalmente considerados são: dureza e rugosidade superficial. A dureza de um material é uma propriedade mecânica complexa que pode ser usada para determinar a resistência de um material ao uso e à deterioração no meio bucal (ANUSAVICE, 1998). Quanto à rugosidade, sabe-se que esta tem relação direta com o desempenho satisfatório da prótese, uma vez que superfícies lisas e polidas facilitam os procedimentos de higienização, trazendo conforto ao paciente. Alguns estudos têm mostrado que baixos valores de rugosidade superficial dificultam a formação de placa bacteriana (QUIRYNEN *et al.*, 1990; QUIRYNEN & BOLLEN, 1995; VERRAN & MARYAN, 1997; BOLLEN *et al.*, 1997; RADFORD *et al.*, 1998).

A reabilitação por meio de próteses totais e parciais removíveis visa ao restabelecimento das funções mastigatória, fonética e da estética, possuindo ainda forte conotação psicossocial. Na confecção destas próteses, a obtenção de aparência agradável é tão importante quanto a restauração da função, sendo que uma não deve ser dissociada da outra (SCHWARZ, 1963; FIORI, 1993). Além disso, uma estética satisfatória pode servir como motivação ao paciente (DIRKSEN, 1955). Cabe ao cirurgião-dentista, portanto, cuidar para que não exista desarmonia de cor entre prótese e mucosa oral, promovendo a caracterização da resina acrílica utilizada como base (SMITH, 1979; ESPOSITO, 1980).

Para caracterização da resina acrílica, constata-se que inúmeras técnicas e materiais tem sido experimentados: óxido ferroso, sulfato de mercúrio, óxido de titânio e vermelho cádmio (**RICH**, 1946), tintas para cartaz (**ASPIN**, 1960), giz puro cor castanho escuro (**GERHARD & SAWYER**, 1966), pigmentos minerais líquidos (**STUART**, 1969), fuligem de carbono (**PLACK III et al.**, 1981), grafite em pó (**REIS et al.**, 1998) e fibras de lã acrílica (**SILVA et al.**, 2000). **WRIGHT**, em 1974, procurando harmonizar as bases das próteses totais com a pigmentação gengival em pacientes de pele escura, desenvolveu um método no qual acrescentava pedaços de resina acrílica pigmentada à mistura de monômero e polímero. **CHOUDARY et al.**, em 1975, e **KOTWAL**, em 1980, utilizaram a fotografia como meio auxiliar na individualização e caracterização das bases protéticas. **PROCTOR**, em 1953, propôs a utilização de resina acrílica em forma de lâminas em conjunto com fibras para simulação de veias e arteríolas. **FIORI**, em 1993, preconizou uma técnica de caracterização intrínseca com utilização de resina acrílica incolor e rosa, pigmentos e “veias artificiais”, aplicadas com auxílio de pincel.

A técnica de caracterização intrínseca preconizada inicialmente por **POUND**, em 1951, foi posteriormente aprimorada por diversos seguidores (**QUINLIVAN**, 1975; **WINKLER & VERNON**, 1978; **ZIMMERMAN et al.**, 1982, **GOMES et al.**, 1997; **PANTALÉON et al.**, 1997). Ela apresenta como vantagens a obtenção de uma aparência natural e a previsibilidade de resultados. **GOMES et al.**, em 1998, apresentaram uma técnica de caracterização intrínseca, na qual se

emprega determinadas combinações de resinas pigmentadas para reprodução dos tons e matizes encontrados nos tecidos bucais, obtendo grande aceitação no meio odontológico, devido a praticidade e qualidade estética resultante.

Tendo em vista a popularização desta técnica e a escassez de estudos específicos sobre o tema, o presente trabalho procurou avaliar algumas características de superfície da resina acrílica caracterizada, por meio da realização de ensaios *in vitro* (dureza, rugosidade superficial e ocorrência de porosidade) e da observação em microscopia eletrônica de varredura, com objetivo de elucidar aspectos que contribuam positivamente para o desempenho clínico das próteses caracterizadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

RICH, em 1946, divulgou um estudo no qual classificou, os tecidos gengivais naturais da seguinte maneira: 1) gengivas com pigmentação uniforme; 2) gengivas com linhas claras ou escuras; 3) áreas com manchas mais claras ou mais escuras que a cor da mucosa; 4) margem mais clara ou mais escura que a coloração geral da mucosa. O autor utilizou óxido de ferro, sulfato de mercúrio, óxido de titânio, cádmio vermelho, misturados em diferentes proporções na resina acrílica incolor ou rosa. Foram obtidas 4 tonalidades: rosa castanho-escuro, rosa marrom médio, rosa avermelhado e rosa claro. Sugeriu a utilização de uma técnica de caracterização que consistia na aplicação de pequena quantidade de uma cor selecionada na porção vestibular da mufla antes de prensar a massa de resina acrílica, com o propósito de simular áreas pigmentadas e manchadas.

SPENCER & GARIAEFF, em 1949, compararam as características da resina acrílica com as da borracha vulcanizada (vulcanite) para a confecção de bases de próteses. Relataram as características de um material ideal: ser de fácil manipulação; ter resistência e resiliência suficientes à temperatura bucal para resistir aos estresses normais da mastigação; ser de fácil reparo, não devendo contrair nem expandir durante a confecção da prótese; ter resistência ao impacto suficiente para resistir a acidentes; ser impermeável aos fluidos bucais e resistir à ação e ao crescimento bacteriano; ter harmonia com os tecidos moles em cor e

translucência, e manter tais propriedades indefinidamente na boca; ser tolerável aos tecidos bucais, sem odor e sem sabor; ter baixa gravidade específica; manutenção da forma dentro ou fora da boca. Os autores verificaram que a resina acrílica apresentava vantagens sobre a borracha vulcanizada, tais como: fácil manipulação e reparo; melhor condutibilidade térmica; resistência ao crescimento bacteriano; translucidez e estabilidade de cor; estética satisfatória e possibilidade de pigmentação; menor permeabilidade aos fluidos bucais; e menor contração durante o processamento. Segundo os autores, as resinas acrílicas quando bem processadas apresentam vantagens definitivas sobre a vulcanite.

POUND, em 1951, foi o responsável pela criação e divulgação do método científico de caracterização intrínseca das resinas acrílicas para base de próteses totais. Segundo o autor, são três os fatores principais envolvidos na reprodução da aparência estética em prótese total, cada um com igual importância e dependente do sucesso da aplicação dos outros. O primeiro fator deve ser atribuído aos dentes artificiais, pois sua forma, tamanho, cor e disposição devem estar em harmonia com as características faciais e com a personalidade do paciente. O segundo está relacionado com o contorno da base da prótese, que deve reproduzir, tanto quanto possível, a anatomia natural dos tecidos bucais, permitindo um correto posicionamento externo dos lábios, bochechas e musculatura facial. O terceiro fator é a cor da base da prótese total que deve ser caracterizada, de maneira a harmonizar com a pigmentação individual intra e extra-oral. Geralmente este último fator é esquecido, embora represente a etapa

mais crítica da criação do “novo aspecto”. Em seu trabalho, o autor utilizou um estojo com oito frascos de diferentes polímeros de metilmetacrilato coloridos, conhecidos como *REPLIDENT*. Cada polímero constituído de um fino pó pigmentado, pode ser sistematicamente aplicado e cores diferentes espalhadas e combinadas conforme cada caso. Concluiu que o desenvolvimento desta nova aparência nas próteses totais pode resultar em um estímulo decisivo para a odontologia estética e fonética.

PROCTOR, em 1953, descreveu um método para reprodução das cores naturais da mucosa nos trabalhos com resina acrílica para próteses totais, através da utilização de resina acrílica em forma de lâminas em conjunto com fibras para simulação de vasos sangüíneos. O processo permite a confecção de próteses com caracterização intrínseca de maneira econômica. Sua vantagem estaria no fato de que os procedimentos de acabamento, ajustes e polimento não modificarem o resultado da caracterização. O autor fotografou centenas de bocas e as reproduções obtidas foram estudadas e catalogadas. Após exaustivos testes, afirmou que as cores predominantes nos tecidos orais eram vermelho, azul suave, azul intenso, marrom e pequenas áreas com variações do tom rosa.

DIRKSEN, em 1955, afirmou que a obtenção de forma e harmonia de cor deve ser o objetivo máximo de todo cirurgião-dentista que exerça a “arte” da prótese dentária. Todos os esforços devem ser dirigidos para reproduzir com naturalidade o arranjo e a cor dos dentes artificiais, refazendo o contorno, a estrutura e a cor dos tecidos circundantes, minimizando a “aparência de

dentadura" das próteses totais. Enfatizou ser necessário excluir superfícies extremamente lisas resultantes do polimento excessivo e a cor de pêssego brilhante das próteses totais. O autor comentou: "Nós devemos confeccionar uma dentadura completa que lisonjeie, em vez de depreciar a aparência do paciente. Isto proporcionará um estímulo psicológico que pode ser valioso durante a fase inicial do uso da dentadura artificial e fazer com que isso se torne uma experiência tolerável, em vez de penosa". Sua contribuição para melhorar a aparência das próteses totais, se deve ao fato de ter criado um método para reproduzir contornos bucais e labiais naturais, obtendo uma prótese que complementa a aparência do paciente em harmonia com um esquema natural de forma e cor.

ASPIN *et al.*, em 1960, propuseram uma técnica para colorir gengivas de resina acrílica, com a utilização de tintas para cartaz. Em laboratório faz-se um molde adicional em gesso da porção vestibular da prótese total. É obtida uma lâmina de aproximadamente 1mm de resina acrílica quimicamente ativada transparente. Uma vez polimerizada, é removida e aplicada em sua porção interna tintas para cartaz em áreas selecionadas como margem gengival, eminências radiculares e papilas interdentais. Quando a tinta está seca, resina rosa ativada quimicamente é misturada e derramada em sua face interna. Esta lâmina é posicionada e comprimida contra a parede interna do molde até sua polimerização, sendo então removida e recortada. A presença da resina cor de rosa sobre a resina pintada assegura à última, proteção contra danos provocados pelos procedimentos de limpeza ou outras causas. Após os procedimentos de

inclusão e eliminação de cera, esta camada de resina pintada é colocada dentro da mufla nas áreas selecionadas e a resina ativada termicamente acondicionada ao seu redor e prensada. Durante o processo de acabamento a camada externa deve ser levemente polida.

DUMMET, em 1960, afirmou que as variações na cor da gengiva de alguns caucasianos e em várias raças não-brancas, poderiam sugerir que as descrições freqüentes de gengiva normal cor rosa-coral estaria sujeita a um questionamento, e, do ponto de vista global estas descrições seriam incorretas. Ao contrário da opinião geral, a pigmentação oral, e especificamente a gengival, de maneira nenhuma fica restrita aos membros da raça negra, tendo sido observada também em diversas outras raças.

Para **SCHWARZ**, em 1963, a aparência agradável é uma parte tão importante quanto a restauração da função na construção adequada de uma prótese total, e uma não pode ser separada da outra. O autor recomendou a utilização de pigmentos acrílicos em forma de pó marca *KAY-SEE*, incorporados à base da prótese durante o processamento. Afirmou que é de fundamental importância a caracterização da base, já que esta é um os fatores que destacam a artificialidade da prótese.

GERHARD & SAWYER, em 1966, utilizando giz puro, cor castanho queimado, misturado a uma resina convencional rosa, obtiveram uma modificação substancial de cor, produzindo uma resina adequada para pacientes negros e

latinos, cuja mucosa oral apresenta áreas púrpuras, marrons e negras. A resina convencional, de coloração rosa uniforme, utilizada para confecção de suas próteses totais, possuía um resultado estético precário, gerando comentários críticos e dificuldade de aceitação. Este fato motivou a produção de uma resina mais aceitável para estes casos. O resultado obtido, segundo os autores, foi satisfatório, uma vez que as tonalidades obtidas eram mais semelhantes aos tecidos orais pigmentados.

A utilização da energia de microondas para a polimerização de resinas acrílicas, foi pela primeira vez estudada por **NISHII**, em 1968. A aplicação da irradiação por microondas, chamado método de aquecimento dielétrico, proporciona aquecimento imediato tanto da superfície como das partes profundas da resina, de maneira rápida e uniforme. A energia de microondas é gerada por um oscilador magnético e, quando irradia uma substância, é absorvida e transformada imediatamente em calor. O autor avaliou a geração de porosidade, algumas propriedades físicas como sorção de água, dureza, resistência à tração, resistência transversa, deflexão transversa, além da resistência de união de dentes artificiais e adaptação de bases de próteses. Foram confeccionadas amostras de resina acrílica convencional ativada termicamente, obtidas pela prensagem em muflas metálicas perfuradas. Os tempos de irradiação utilizados para polimerização foram: 9, 10, 11 e 12 minutos. O autor obteve resultados satisfatórios quanto à porosidade, quando utilizou muflas metálicas perfuradas e redução da energia de alta frequência. As propriedades físicas da resina

polimerizada durante 11 minutos foram tão satisfatórias quanto a da resina polimerizada pela técnica convencional em banho de água quente.

STUART, em 1969, usando pigmentos minerais líquidos (*ACRI-DYE*), nas cores preto, azul, violeta, púrpura e marrom, demonstrou uma técnica para reprodução de pigmentação profunda da gengiva. A resina acrílica é prensada na fase plástica. Em seguida removem-se cuidadosamente camadas em áreas pré-determinadas e substitui-se com material pintado. De maneira alternativa, pode-se colocar pequenos pedaços de acrílico pintado, durante fechamento inicial da mufla, prevenindo o deslocamento do material caracterizado durante a prensagem. Para a determinação da coloração final, a autor sugeriu a utilização de um guia de cores.

DAVENPORT, em 1970, investigou a distribuição e a concentração de *Candida albicans* em próteses totais superiores e amostras de saliva. Foram preparados esfregaços da superfície interna de próteses totais superiores em contato com os tecidos, e da mucosa palatina de 50 pacientes portadores de estomatite protética. Essas amostras foram comparadas àquelas de pacientes com mucosa sadia. Além disso, biópsias foram realizadas, retirando-se uma amostra circular de 3,0cm de diâmetro da mucosa palatina inflamada de 10 pacientes com estomatite protética. O autor observou que o número de células com *Candida albicans* foi maior nos esfregaços obtidos das próteses do que aqueles da mucosa palatina. Concluiu que a estomatite protética está associada com a proliferação de *Candida albicans*, que ocorre primariamente na placa

bacteriana aderida à prótese e, em uma segunda fase, na mucosa, sugerindo que o tratamento deve ser direcionado para redução da quantidade de microorganismos presentes sobre as próteses.

LOMBARDI, em 1973, formulou um conjunto de princípios de percepção visual que, se aplicados corretamente, proporcionam excelentes resultados estéticos, obtendo-se próteses totais “dinâmicas e com vida”. O autor ressalta a importância de fatores tais como idade, sexo e características pessoais na individualização das próteses de acordo com cada indivíduo. Quanto às características da base das próteses totais, preconiza que esta deve ser pontilhada para não refletir a luz em uma só direção. Condena uma base visível, muito polida, uma vez que o reflexo da gengiva pode ser desconcertante e vai contra os princípios de realidade.

WRIGHT, em 1974, procurou obter uma reprodução aceitável dos tecidos pigmentados de indivíduos de cor escura através de uma técnica de caracterização da resina da base de prótese total. Desenvolveu um método com a utilização de pedaços polimerizados de resina acrílica pigmentada de 3 a 5 mm, misturados ao monômero e polímero convencionais de cor rosa. Na fase plástica, a massa de resina acrescida desses fragmentos, era prensada na mufla de maneira usual. Este método resulta numa distribuição ao acaso das peças de acrílico pigmentadas, que incluídas em várias profundidades na resina, modificam sua cor e definição produzindo aparência natural. A autora concluiu que em relação às cores das bases de próteses totais, é necessária uma abordagem mais

científica. A modificação dos instrumentos usados no exame da coloração da pele poderia permitir seu uso como meio objetivo no estudo da pigmentação intra-oral e, conseqüentemente, uma determinação científica de simulação seria possível.

CHOUHARY *et al.*, em 1975, descreveram os passos da técnica que envolve a caracterização intrínseca de bases de prótese total para pacientes negros, podendo ser usada também para pacientes de outras raças. Para garantir melhor reprodução da cor dos tecidos orais durante a técnica de caracterização, foram obtidas fotografias coloridas. Foi utilizada resina acrílica *NATURAL COE-LOR* nas tonalidades escura, moderada ou clara, acrescida conforme conveniência dos pigmentos púrpura, marrom e preto.

VON FRAUNHOFER & SUCHATLAMPONG realizaram, em 1975, um estudo com o objetivo de avaliar o efeito da umidade sobre a dureza superficial dos polímeros para base de próteses totais e suas características superficiais. Foram utilizadas duas resinas acrílicas, uma ativada termicamente (banho de água a 74°C durante 1 hora e 30 minutos seguido de aquecimento a 100°C durante 30 minutos e esfriamento lento) e outra quimicamente (à temperatura ambiente). As amostras foram observadas através de espectroscopia infravermelha, antes e após o desgaste superficial. O polimento foi realizado com discos de óxido de alumínio com granulação decrescente. Amostras, polidas ou não, foram examinadas após armazenagem em água destilada a 37°C durante 12 dias. Foram realizadas leituras de microdureza. As amostras para estudo da microdureza foram desgastadas com discos de óxido de alumínio de granulação

decrecente e polidas com pasta de diamante. As leituras de microdureza foram realizadas em um aparelho *REICHERT* sob carga de 20g. Os resultados obtidos mostraram que, em ambas resinas, a superfície externa é mais macia que a interna. A abrasão da superfície remove a camada superficial macia, resultando num aumento significativo na dureza. A armazenagem da resina acrílica ativada termicamente em água, resultou em uma superfície mais macia, embora esse comportamento fosse menos evidente nas amostras ativadas quimicamente. Em todas as condições, as amostras ativadas termicamente apresentaram dureza significativamente superior às ativadas quimicamente, sendo esta diferença mantida após a armazenagem em água.

SABT *et al.*, em 1975, estudaram o efeito do ciclo de polimerização e tipos de materiais de inclusão na porosidade da resina acrílica dental. Relataram que a porosidade resultante de uma técnica de processamento inadequada, produz qualidade estética insatisfatória, com efeitos indesejáveis nas propriedades físicas da resina e nas características de superfície, tornando a higienização difícil. Foram confeccionadas 70 amostras circulares de resina, divididas em 5 grupos, de acordo com o ciclo de polimerização. Estes 5 grupos foram subdivididos em dois, de acordo com o material de inclusão: gesso Paris ou pedra. A ocorrência de porosidades foi verificada através de absorção de água. Após análise dos resultados, concluíram que, em relação à porosidade, o material de inclusão não teve efeito sobre a resina acrílica, recomendando ainda, o acréscimo de uma hora

com água em ebulição após a polimerização, para obter um produto final de maior densidade.

QUINLIVAN, em 1975, comentou diversos aspectos relacionados à anatomia das bases protéticas, além das técnicas de utilização de pigmentos na produção de uma aparência natural. Sob seu ponto de vista, a forma da base deveria ser valorizada, pois afetaria tanto a estética como a função. Por outro lado, condenou a técnica de caracterização extrínseca, que considerou pobre em resultados, de difícil harmonização, com mudança de matiz em curto tempo, sem profundidade e desgaste fácil por abrasão. Em resposta a este fato, o autor utilizou a técnica de caracterização intrínseca, na qual os pigmentos são aplicados dentro da mufla, para que não ocorra alteração de contorno. A caracterização pode ser realizada mais facilmente quando aplicada em camadas, sendo coberta por uma última camada translúcida. Em seus trabalhos, o autor usou um estojo de resina da marca *KAYON*, fornecido em cinco tonalidades.

WOELFEL, em 1977, comentou que, desde a introdução da resina acrílica, têm ocorrido diversas modificações e melhoramentos, sempre encontrando grande aceitação por parte dos pacientes, cirurgiões dentistas e técnicos de laboratório. As modificações introduzidas foram: adição de agentes de ligação cruzada, copolímeros, resinas de polimerização química, resina de reparo, resinas de caracterização com fibras, resinas radiopacas, resinas de alto impacto, resinas fluidas, resinas reembasadoras resilientes. Concluíram que a maioria dos problemas com relação às próteses totais são causados pela habilidade técnica do

profissional ou pelo relacionamento entre este e o paciente, reafirmando que o material possui propriedades únicas e constituem o melhor material plástico para confecção de próteses totais.

WINKLER & VERNON, em 1978, descreveram os diferentes períodos evolutivos e os agentes usados para a coloração da resina acrílica para base de prótese total. Relataram ser impossível reproduzir o efeito de cor da gengiva, mas que uma ilusão que a simule, pode ser criada, usando técnicas emprestadas do impressionismo e camuflagem. Segundo os autores, os primeiros experimentos de coloração com utilização de ésteres solúveis não foram favoráveis, porque alteraram a polimerização da resina. Corantes solúveis em água também foram pesquisados. Os resultados não foram satisfatórios, especialmente quanto à estabilidade de cor. Os primeiros sucessos foram conseguidos com uso de pigmentos inorgânicos. Os autores acreditam que, embora as fórmulas para produção das tonalidades de produtos comerciais tenham permanecido em segredo, muitos fabricantes ainda faziam uso extensivo deles. Os pigmentos inorgânicos, usados comumente, incluíam sulfato de cádmio, óxido de ferro, cromato de zinco e sulfato de mercúrio. A utilização dos pigmentos inorgânicos não afeta as propriedades físicas da resina, modificando apenas sua cor e transparência. Informaram ainda que os pigmentos orgânicos surgiram no mercado na década de 1950. Os primeiros estudados foram insolúveis no monômero, água e álcool e eram muito potentes. Apresentavam problemas de estabilidade de cor e eram alterados pelo calor da polimerização. Lembraram que

quase todos os fabricantes produziam polímeros com fibras para caracterização, sendo mais indicadas as acrílicas e as de nylon. Concluíram que as bases de resina acrílica para prótese total podem ser caracterizadas, permitindo resultados esteticamente agradáveis, com aparência natural, sendo virtualmente indetectáveis.

Para **SMITH**, em 1979, a maioria das próteses parciais removíveis produz uma significativa contribuição na aparência dos pacientes, sendo que um bom resultado estético irá motivar o paciente ao seu uso. Segundo o autor, um fator estético importante é a harmonia entre borda da prótese e cores da mucosa. Recomenda como melhor método, para evitar desarmonia entre as cores das bordas e da mucosa, o uso de um guia de cores de resina acrílica.

ESPOSITO, em 1980, considerou que nenhuma aparência pode ser mais artificial que uma base de prótese total festonada e de coloração rosa uniforme. Esta situação se agrava quando os pacientes possuem uma linha dos lábios alta e dispõem de grande quantidade de tecido gengival aparente. Outra situação delicada ocorre quando uma prótese total superior é confeccionada contra dentes naturais inferiores ou quando é feita a reposição de dentes anteriores perdidos com uma prótese parcial removível. O autor considerou que o objetivo essencial na obtenção da estética nas próteses totais é a harmonia da cor da base com a cor da mucosa dos lábios.

KOTWAL, em 1980, comentou que apesar das várias tonalidades de resina acrílica, estojos de pigmentos disponíveis no mercado e diferentes técnicas propostas para caracterizar as bases de próteses totais, nenhuma dessas permitia a determinação exata da cor antes da prótese total ser finalizada. Em resposta a esse problema, o autor desenvolveu 3 conjuntos de tabelas de cor, utilizando tinturas de nanquim e *KAYON* preta e marrom adicionadas a resina acrílica *DENSENE* ou *LUCITONE*. Utilizou fotografias polaróides para auxiliar a caracterização e individualização das bases protéticas.

PLACK III et al., em 1981, descreveram uma técnica para simulação da pigmentação por melanina nas bases de prótese total, com a utilização de fuligem de carbono misturada uniformemente com resina acrílica autopolimerizável. A intensidade da coloração pode ser variada, agregando-se mais ou menos fuligem à resina acrílica. Esta mistura é aplicada na superfície vestibular, previamente desgastada em 1 a 2mm de profundidade, de um lado ao outro, incluindo algumas, mas não todas as papilas gengivais. Também é feita uma canaleta em toda a extensão do desgaste, a uma distância de 2 ou 3mm da borda. A prótese caracterizada deve ser processada em panela de pressão. Entre as vantagens da técnica, os autores citaram que o grau de coloração pode ser facilmente variado e que a manipulação direta do material pelo profissional, elimina qualquer problema de comunicação com o laboratório.

ZIMMERMAN et al., em 1982, afirmaram que para conseguir aparência natural na confecção de próteses totais, um dos fatores básicos deve ser o

contorno correto das bases. Esta deve ser matizada numa cor que se harmonize com a pigmentação individual intra e extra-oral. Os autores influenciados pelos trabalhos de **POUND**, em 1951, desenvolveram uma técnica de caracterização intrínseca. Utilizaram o estojo de polímeros acrílicos coloridos da *KAYON*, incluindo as seguintes cores: rosa pálido, rosa médio, violeta, rosa escuro, azul, marrom e preto, junto a fibras acrílicas vermelhas usadas para simular pequenos vasos sangüíneos. Também utilizaram o estojo produzida pela *HOWMEDICA* com cores variando desde o rosa pálido até o arroxeadado. A aplicação das resinas coloridas varia com as áreas da cavidade oral. Assim, a parte da mufla onde seriam colocados pós coloridos, foi dividida em três áreas: a) área das bordas vestibulares; b) área do palato e c) área das bordas linguais mandibulares. Cada camada, após aplicação, foi umedecida com gotas de monômero, preferencialmente utilizando uma seringa com agulha calibre 25. Segundo os autores, o sucesso desta técnica está na aplicação de camadas de cor, umas sobre as outras, para refletir e incorporar o brilho, criando um efeito tridimensional de profundidade e translucidez. Concluíram que esta técnica de caracterização torna possível a execução de metas desejadas. O realismo é obtido através da incorporação de cores que reproduzem os tons teciduais com fidelidade.

KIMURA et al., em 1983, avaliaram a polimerização de resinas ativadas termicamente em diferentes proporções de manipulação por meio da energia de microondas. Foram utilizados ainda dentes artificiais de resina ou de porcelana. Grampos de Co-Cr com 0,9mm de diâmetro foram inseridos em amostras de

resina. Foram confeccionadas amostras pesando: 7, 15 e 21g, e submetidas à irradiação durante períodos variando de 5 a 40s, para que o tempo necessário para a resina atingir a fase plástica fosse avaliado. As potências utilizadas para polimerização da resina foram: 200W e 500W. Numa segunda fase, foram confeccionadas amostras para testar diferentes tempos de polimerização (2 a 15min). Foi avaliada a estabilidade dimensional das bases das próteses polimerizadas com energia de microondas e comparadas ao método de banho de água (elevando a temperatura a 100°C em 60min e mantendo-a em ebulição por 30min) e dos moldes em gesso tipo III, após serem submetidos à irradiação em microondas por 0,5 a 20min e esfriados em temperatura ambiente. Os autores afirmaram que em temperatura ambiente a mistura monômero/polímero atingia a fase plástica em torno de 20 a 30min, e, com o uso de microondas este tempo era bem menor (de 20 a 40s), ficando a mistura mais homogênea. Quanto maior o peso da mistura monômero/polímero, maior o tempo necessário para que atingisse a fase plástica. Uma polimerização efetiva com ausência de porosidades foi possível com 3min de aquecimento em forno de microondas e esfriamento em temperatura ambiente. A adaptação das bases de próteses polimerizadas por energia de microondas foi melhor que aquelas polimerizadas em banho de água aquecida, sendo este fator justificado pelo aquecimento homogêneo da massa de resina acrílica e do molde em gesso. Os dentes de resina acrílica e de porcelana não sofreram fratura, assim como a cor das resinas não se alterou quando as amostras foram submetidas à energia de microondas. Os moldes em gesso tipo III não sofreram nenhuma alteração dimensional quando submetidos à irradiação.

Em relação à porosidade, as amostras de 1,5 e 3mm de espessura polimerizadas por 3min e esfriadas à temperatura ambiente, não apresentaram porosidades, já amostras de 10mm de espessura, quando seccionadas, apresentaram concentração de poros em sua região central interna. Os grampos de Co-Cr não alteraram a polimerização nem induziram a ocorrência de porosidade nas amostras.

WINKLER, em 1984, informou que a resina acrílica foi introduzida como material para confecção de bases de próteses totais ao final dos anos 30, e seu uso desde então, tornou-se consagrado na odontologia pelo conjunto de propriedades satisfatórias apresentadas, tais como: adequada resistência, pequena solubilidade e absorção de água. Também pelo fato de serem inertes aos tecidos bucais, livres de toxicidade sistêmica, fácil reparo e reembasamento, com capacidade de reproduzir e guardar detalhes e dimensões de um modelo, possuindo excelentes propriedades estéticas, demonstrando boa estabilidade de cor e podendo ser facilmente pigmentadas e caracterizadas.

REITZ *et al.*, em 1985, avaliaram a resistência transversa, dureza e a porosidade de 20 espécimes confeccionados com resina de metilmetacrilato, sendo metade polimerizada em banho de água quente, a 60°C por 8 h, e os demais polimerizados com energia de microondas a 400 W por 2½ minutos. A porosidade foi verificada após a imersão das amostras em tinta preta, de acordo com 3 grupos de ocorrência : (1) menos que 10, (2) 10 até 20 e (3) 20 ou mais. De acordo com os resultados, para os processos de polimerização utilizados, não

houve diferenças significativas para as variáveis analisadas. Nas amostras polimerizadas em microondas, houve presença de porosidade nas regiões centrais. Quando se aplicou valores baixos de potência e ciclo longo, o grau de porosidade da resina acrílica foi reduzido. Segundo os autores, este mesmo critério deve ser aplicado quando se pretende polimerizar próteses que apresentam volume de seção transversal maior que dos espécimes utilizados neste estudo.

WOLFAARDT *et al.*, em 1986, verificaram a ocorrência e a natureza da porosidade em resinas acrílicas ativadas termicamente. As variáveis de processamento estudadas foram: material de revestimento, meios separadores, proporção pó/líquido, prensagem, pressão externa e ciclo de polimerização. Os resultados sugeriram que as variáveis de processamento tais como contração de polimerização, inclusão de gases na mistura, homogeneidade inadequada da massa, são fatores que podem resultar em formação de poros, com maior frequência em áreas mais espessas da resina acrílica, não fornecendo um relacionamento previsível, preciso ou constante entre o mecanismo gerador e seu tamanho, forma, posição e concentração. Concluíram que a ocorrência de porosidades no polimetilmetacrilato para bases de próteses é um fenômeno complexo com origem multifatorial, sendo assim, raramente possível isolar um único fator causal.

ULUSOY *et al.*, em 1986, realizaram um estudo com o objetivo de selecionar o método de polimento que pudesse fornecer uma superfície mais lisa

sobre resinas acrílicas ativadas química e termicamente, comparando a efetividade das diferentes técnicas de polimento. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova para cada grupo. Foram submetidos à diferentes tipos de polimento com baixa rotação, realizados pelo mesmo profissional, com pressão suave e contato intermitente sob *spray* de água. A pedra abrasiva foi aplicada durante 15 segundos. Cada tipo de disco abrasivo foi aplicado durante 15 segundos sobre cada lado da amostra. Foram aplicados também um cone de feltro com pasta de pedra-pomes e água e escova macia com pó de giz, durante 15 segundos cada. A rugosidade superficial das amostras foi determinada pelo parâmetro de rugosidade média (R_a). Os dados foram analisados estatisticamente para as diferenças entre as várias técnicas de polimento. As amostras foram também analisadas por microscopia eletrônica de varredura. Os melhores resultados (R_a de $0,31 \pm 0,03 \mu\text{m}$) foram obtidos com a utilização sucessiva de pedras abrasivas, discos abrasivos grossos, médios e finos, cone de feltro com pasta de pedra-pomes e água e escova macia com pó de giz e água.

DE CLERK, em 1987, avaliou alguns aspectos na utilização das microondas para a polimerização da resina. Segundo o autor, a polimerização do polimetilmetacrilato, é do tipo reação em cadeia, e requer a ativação de um iniciador (peróxido de benzoíla), o qual cria os primeiros radicais livres que iniciam a polimerização em cadeia, abrindo as duplas-ligações do metilmetacrilato. Uma reação térmica acima de 60°C gera radicais livres, e a reação exotérmica de polimerização (12,9 kcal/mg) tem tendência de se acelerar à medida que essa

temperatura aumenta. Resinas polimerizadas em temperaturas próximas à da ebulição do monômero (100,8°C) apresentam altos níveis de porosidade, e tal temperatura é facilmente atingida quando o calor interno gerado pela reação exotérmica da resina não é dissipado eficazmente. Nos métodos de polimerização mais freqüentemente usados, banho de água e ar quente, essa dissipação é prejudicada principalmente pela diferença de temperatura entre meio externo e interior da mufla, além do coeficiente de condutividade térmica desfavorável do material de revestimento. Para evitar porosidade, portanto, utiliza-se ciclos com baixas temperaturas por períodos longos. Porém, se o calor necessário à quebra do peróxido de benzoíla em radicais livres pudesse ser gerado dentro da própria resina, a temperatura no exterior da mufla poderia se manter baixa. Dessa forma, o calor da reação de polimerização poderia ser dissipado com maior eficiência, minimizando-se os riscos de porosidade na resina acrílica. Além disso, seria eliminado o tempo necessário para transferir calor do meio externo para a resina, através das diversas estruturas envolvidas, tais como mufla, material de revestimento e modelo em gesso. As microondas, ondas eletromagnéticas produzidas por um gerador elétrico chamado magnetron, podem ser utilizadas para gerar calor no interior das resinas. Realizando testes simples, o autor pôde observar que 30cc de monômero sofreram ebulição em 3 minutos e 30 segundos no forno de microondas. Notou também que o polímero isolado não se aquecia quando em contato com as microondas, e que porções de 3mg polímero e monômero misturados, prensados na fase plástica e submetidos a um ciclo de 2 minutos em microondas, iniciaram a polimerização em 4 minutos, estando

completamente polimerizados em 8 minutos. O autor concluiu que o processo de polimerização por energia de microondas economiza tempo na produção das próteses e que a resina assim polimerizada tem os menores níveis de monômero residual e propriedades físicas semelhantes ao método convencional em banho de água aquecida.

CURTIS *et al.*, em 1987, observaram que é uma necessidade caracterizar a base da prótese em pacientes que usam Prótese totais e parciais removíveis, cujos contornos gengivais sejam visíveis. Afirmaram que as várias tonalidades fornecidas pelos fabricantes, permitem uma construção de um guia de tonalidades. Deste modo, para caracterizar a base de prótese, um passo fundamental seria a confecção de um diagrama da distribuição dos vários tons gengivais e pigmentos a serem usados.

SANDERS *et al.*, em 1987, após terem observado previamente que a presença de porosidade em áreas espessas de resina aumentava significativamente quando polimerizadas por energia de microondas, realizaram um estudo para determinar as diferenças na quantidade de porosidade apresentadas por amostras polimerizadas por microondas quando resfriadas súbita ou lentamente em água, e em temperatura ambiente. Para esta finalidade, amostras de resina acrílica foram preparadas e polimerizadas de três maneiras: a) por 9 horas a 170° F e resfriadas imediatamente após a remoção do banho de água por 20 minutos em água corrente; b) a 90 W em forno de microondas com prato giratório por 6½ minutos de cada lado e após 15 minutos, esfriadas em água

corrente por 45 minutos; c) amostras polimerizadas como em b) e resfriadas à temperatura ambiente por 2½ horas. Após o processamento, as amostras foram polidas e imersas em tinta nanquim para observação da porosidade. A quantidade de porosidade das amostras polidas foi avaliada em uma lupa com aumento de 7x, por 3 examinadores calibrados. Os resultados mostraram que houve porosidade em todas as amostras de resina acrílica utilizadas em todos os métodos de processamento, embora a resina específica para polimerização em microondas, contendo uma mistura de metil e etilmetacrilatos, apresentasse a menor quantidade. Os autores concluíram que para minimizar a porosidade em regiões espessas, é importante a seleção de uma resina apropriada para cada método de polimerização escolhido.

PANTALÉON *et al.*, em 1988, estudaram da estética em próteses totais e próteses parciais removíveis. Avaliaram a cor do tecido gengival clinicamente normal de 80 pacientes, eqüitativamente divididos entre brancos, negros, amarelos e mulatos, com o auxílio de um guia de tonalidades composto por 15 cores. Estas foram obtidas pela prensagem de resina acrílica cor rosa (três tonalidades), resina acrílica incolor e pigmentos (sete cores). Selecionaram também, 12 pacientes para confecção de próteses totais e parciais removíveis, através de um guia de tonalidades. Entre suas conclusões, podemos destacar que: existe uma variedade de tonalidades nos tecidos bucais das diferentes raças; a resina acrílica de cor rosa, comumente usada, é totalmente discrepante da

coloração dos tecidos bucais; é imprescindível o uso de resina incolor, para aumentar a translucidez e harmonia com os tecidos bucais.

AL DOORI *et al.*, em 1988, compararam as técnicas de polimerização com energia de microondas e banho de água quente, analisando peso molecular, conversão de monômero e porosidade de quatro resinas acrílicas. Os valores de peso molecular dos materiais polimerizados utilizando-se ambos os métodos foram praticamente os mesmos. Apesar da conversão de monômero com a energia de microondas ter sido substancial, a quantidade mínima de monômero obtida com a polimerização convencional não pôde ser atingida com a polimerização em microondas. Os problemas de porosidade relacionados como rápido aquecimento da massa de resina puderam ser controladas com ciclos de 25 minutos a 70W, porém em seções superiores a 3mm de espessura a porosidade não pôde ser evitada. Segundo os autores, naquele momento, a técnica de polimerização em microondas, comparada àquelas de aquecimento rápido em água, não oferecia vantagens.

TRUONG & THOMASZ, em 1988, avaliaram a presença de porosidade em quatro resinas acrílicas, processadas por dois métodos de polimerização: energia de microondas e banho de água quente. As propriedades dureza, resistência transversa, sorção de água e perda de massa por lixívia por uma das resinas foram avaliadas. Os níveis de monômero residual, dosados por extração em acetona, e os níveis de agente de união cruzada, dosados por extração em clorofórmio, também foram calculados e estudados. Os resultados mostraram

propriedades físicas similares, bem como uma microestrutura idêntica para a resina *TREVALON* polimerizada sob os dois métodos. Utilizando-se um ciclo de polimerização em microondas previamente recomendado, a porosidade foi evidente em espécimes espessos de seção transversa de 14 X 10mm. Entretanto, segundo os autores, o ciclo de polimerização em microondas pode ser otimizado visando prevenir a porosidade, sem no entanto prejudicar as demais propriedades físicas da resina ou o tempo de processamento da mesma. Isto pode ser obtido utilizando-se baixa potência no início do ciclo.

TAKAMATA & SETCOS, em 1989, realizaram uma revisão sobre os métodos tradicionais de polimerização de resina acrílica pelo uso de calor e os novos métodos de ativação. Afirmaram que diversas técnicas de polimerização foram estudadas e introduzidas objetivando a produção de bases protéticas com melhores propriedades físicas, mecânicas e de trabalho. Para polimerização das resinas, vários meios de ativação estão disponíveis, como calor, substâncias químicas e luz visível. Compararam 4 sistemas para polimerização de resinas para base de prótese total: água aquecida, ativação química, fotopolimerização e microondas. Observaram que, em relação à estabilidade dimensional, todos os métodos apresentaram contração de polimerização. Relataram que o pior resultado, quanto à estabilidade dimensional, foi da técnica de ativação da resina em água aquecida de 70 a 100°C, e os melhores, ativação química (45°C sob pressão) e por energia de microondas.

SHLOSBERG *et al.*, em 1989, compararam as técnicas de polimerização de resinas pelo método convencional de banho de água aquecida e por energia de microondas. Foi verificada a alteração dimensional, porosidade, densidade, resistência transversal, dureza Knoop, monômero residual e resistência do reparo. Utilizaram para o ensaios de dureza uma carga de 200g, após armazenagem por 21 dias em água à 37°C. Observaram ainda a qualidade da resina próxima à estrutura metálica de prótese parcial removível. Para a confecção das amostras foi usada resina convencional *LUCITONE*. Nenhuma diferença foi encontrada com relação às propriedades físicas e alteração dimensional entre as amostras ensaiadas. A única diferença encontrada entre os métodos foi a dureza Knoop da resina das bases de prótese parcial removível, que próxima a estrutura metálica apresentou-se menor quando as amostras foram submetidas à energia de microondas.

Para **ALKHATIB** *et al.*, em 1990, a ocorrência de porosidade nas resinas acrílicas está diretamente relacionada à espessura e ao ciclo de polimerização empregado. Verificaram a resistência transversal, dureza e porosidade de duas resinas formuladas para utilização em microondas e uma convencional. Amostras com espessuras de 3, 6, 11,6 e 17,7mm foram utilizadas para avaliação da porosidade. Os espécimes para o teste de resistência transversa foram obtidos com dimensões de 68 x 10 x 3mm. Para o teste de dureza, o polimento das amostras foi realizado com lixas de óxido de alumínio e as penetrações foram realizadas com carga de 200g durante 20 segundos. O grau

de porosidade foi calculado segundo o tamanho dos poros. Os resultados indicaram não haver diferenças estatisticamente significativas entre os materiais. Todas as espessuras avaliadas polimerizadas em banho de água aquecida e uma em microondas não apresentaram porosidade. Quando a resina convencional foi polimerizada em microondas, apresentou porosidade em espessuras superiores a 3mm. Quando uma resina para microondas foi polimerizada em alta potência (513W) no ciclo curto, também ocorreu porosidade nas espessuras superiores a 3mm. Não ocorreu porosidade nas espessuras até 9mm, quando foi utilizado o ciclo longo de polimerização em microondas com potência baixa (75,9W).

QUIRYNEN *et al.*, em 1990, após estudos prévios *in vivo*, verificaram que alta energia livre de superfície e aumento da rugosidade superficial do substrato poderiam facilitar o acúmulo de placa supra-gengival. Para verificação desta hipótese, realizaram um estudo clínico cujo objetivo foi explorar o efeito da combinação dessas características superficiais no crescimento da placa bacteriana. Duas tiras, uma feita de fluoretileno propileno (FEP) e outra feita de acetato de celulose (CA) (polímeros com energia livre de superfície de 20 e 58erg/cm², respectivamente) foram presas à superfície vestibular de incisivos centrais de 16 voluntários. Metade da superfície de cada tira foi alisada ($Ra \pm 0,1\mu m$) e a outra metade foi deixada rugosa ($Ra \pm 2,2\mu m$). A formação ininterrupta de placa foi observada nestas tiras por um período de 6 dias. A extensão de placa aos 3 e aos 6 dias foi registrada em slides coloridos. Por fim, foram tomadas, dos 6 pacientes amostras das tiras bem como da superfície das imediações do dente

(e.l.s $88\text{erg}/\text{cm}^2$; $Ra \pm 0,14\mu\text{m}$). Estas amostras foram analisadas em microscopia para graduar a proporção de células cocóides, e bactérias (bastonetes ou fusiformes) em pequenas, médias e grandes. No terceiro dia, uma diferença significativa no acúmulo de placa foi obtida apenas quando a rugosidade superficial foi comparável com uma superfície lisa. Entretanto aos 6 dias, quantidade significativamente menor de placa foi registrada na superfície FED lisa (19,4%) quando comparada com CA lisa (39,5%). Entre a superfície FED rugosa (96,8%) e a superfície CA rugosa (98,2%), não foi verificada diferença significativa. Os últimos foram claramente mais altos do que os escores das superfícies lisas. Pequenas diferenças na composição bacteriana foram evidenciadas: as mais altas porcentagens de células cocóides foram observadas nas superfícies FED lisas (86,2%) e as porcentagens mais baixas na FED rugosa (78,5%) e CA rugosa (82,2%). Os resultados deste estudo sugerem que a influência da rugosidade superficial no acúmulo e na composição da placa é mais importante que a energia superficial livre.

BAFILE *et al.*, em 1991, compararam a porosidade de bases de próteses polimerizadas por energia de microondas com o método convencional de banho de água. Foram confeccionados 70 espécimes, divididos em 10 grupos. As amostras do grupo controle foram polimerizadas em banho de água quente a 69°C durante 9 horas. Os espécimes de quatro grupos experimentais foram confeccionados utilizando um líquido contendo trietileno ou tetraetileno-glicol, que são dimetacrilatos que contém um grupo reativo em cada extremidade da cadeia

orgânica; estes dimetacrilatos apresentam pressão de vapor baixa mesmo sob temperaturas entre 100°C e 150°C. Isso favorece o processamento da resina acrílica em altas temperaturas sem o risco do aparecimento de porosidade, o que não ocorreria utilizando-se monômeros convencionais. Os espécimes destes quatro grupos foram submetidos a diferentes ciclos de polimerização em microondas, variando-se tempo e potência. Os outros dois grupos experimentais foram formados com espécimes confeccionados com monômero de metilmetacrilato e polimerizados em forno de microondas. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre as médias de porosidade dos grupos controle e experimentais com o líquido especial. Os dois grupos restantes, de espécimes processados com monômero de metilmetacrilato, mostraram médias de porosidade significativamente maiores que as dos demais grupos. Assim, demonstrou-se a efetividade do líquido modificado à base de trietileno e tetraetileno na prevenção de poros. Além disso, os autores encontraram os menores valores de porosidade quando da utilização do ciclo de 10 minutos a 225W em microondas.

MUTLU *et al.*, em 1992, realizaram um estudo para determinação dos tempos de manipulação e de trabalho das resinas acrílicas utilizadas como material de base para próteses totais e propuseram um novo padrão para especificação da consistência de prensagem desses materiais. Afirmaram que a resina acrílica prensada numa fase anterior à plástica contém maior quantidade de monômero livre, não apresentando consistência adequada para prensagem, o que

levaria à diminuição da pressão no interior do molde, podendo resultar em produto final com porosidade devido à contração de polimerização. Foram avaliados quatro métodos: determinação da consistência do material através de verificação tátil e visual, teste de penetração, uso de penetrômetro empregando carga de 20g e agulha de 1mm de diâmetro e utilização de reômetro. Os autores afirmaram que os diversos estágios da reação da mistura polímero/ influenciam diretamente a fluidez da resina e sugeriram que esta deve ser usada, tão logo quanto possível, atinja a consistência de massa; seu uso antes ou após este estágio não seria vantajoso. Os resultados indicaram que todos os testes utilizados foram eficientes para avaliação dos tempos de massa e de trabalho dos polímeros. Os autores concluíram que, embora o reômetro seja excelente para investigação das propriedades de fluidez, não seria recomendado devido ao seu alto custo, sendo que o método de utilização de penetrômetro se mostrou superior sendo indicado para padronização dos testes de verificação da plasticidade dos polímeros.

TURCK & RICHARDS, em 1992, descreveram as técnicas de utilização do microondas em reparos e reembasamento de próteses totais ou parciais removíveis. O ciclo indicado pelos autores foi de 13min a 90W seguidos de 1½ min a 500W e esfriamento em bancada por 30min. Os passos laboratoriais para tais técnicas eram basicamente os mesmos que para a técnica convencional, com exceção do tipo de mufla e da polimerização em forno de microondas. Os autores citaram como vantagens da utilização do microondas: (1) os procedimentos para inclusão da prótese são praticamente iguais ao método convencional por

compressão; (2) o tempo de processamento é mais curto; (3) o tempo de polimerização mais curto minimiza o risco de distorção da resina original; (4) a resina acrílica incluída mantida sob pressão e termopolimerizada é mais resistente que a resina ativada quimicamente; (5) as mufas são duráveis e o processo de desinclusão, simples; (6) são poucos os novos equipamentos ou instrumentais necessários ao laboratório; (7) a montagem desta nova técnica tem baixo custo. Entretanto, citaram também algumas desvantagens: (1) necessidade de mufas especiais; (2) forno de microondas com voltagem regulável e prato giratório; (3) apenas monômeros próprios para microondas deveriam ser usados, embora a maioria dos polímeros com cross-link pudessem ser usados; (4) um pouco mais de tempo gasto com os procedimentos de inclusão quando comparado às técnicas que não utilizam inclusão. Após citarem as técnicas, os autores concluíram que os procedimentos de reparo e reembasamento podem ser perfeitamente realizados em microondas, com maior facilidade e economia de tempo, originando próteses mais resistentes e com vida mais longa.

TAUBERT & NOWLIN, em 1992, investigaram o relacionamento das técnicas de polimerização, tempo de processamento e potência de microondas na porosidade da resina acrílica processada. Foram confeccionadas 45 amostras com resina *PARAGON* de dimensões 1 x 1 x 3cm, divididas em 9 grupos e processadas conforme diversas variações de tempo e potência. As amostras processadas por 7 minutos, de cada lado, a 70W de potência, após espera em bancada de 4 a 12 horas, mostraram pouca ou nenhuma porosidade. Os

resultados deste estudo indicaram que com uma combinação de tempo de processamento aumentado e potência reduzida, a porosidade era diminuída.

FIORI, em 1993, afirmou que a estética facial e bucal é tão ou mais importante que o desempenho funcional das arcadas artificiais. Ela advém da configuração funcional própria das arcadas e das bases, acrescida de artifícios técnicos que proporcionem o posicionamento postural dos lábios e das bochechas durante o repouso e a atividade muscular, e do visual cosmético que os dentes e a gengiva artificiais oferecem quando a musculatura da expressão facial é acionada de modo mais evidente. Disse ainda que a caracterização das bases representa o efeito cosmético determinado pelas nuances de naturalidade de forma e cor, instituídas para os tecidos gengivais reconstruídos proteticamente. A cor e a translucidez da resina devem proporcionar um efeito que proponha a interação visual das superfícies protéticas e mucosas, confundindo-as como um todo, sem que se perceba a dualidade de suas origens. A gama de gradações de textura e de matização em cor, pigmentação e translucidez dos tecidos bucais, que parte de uma quase ausência para os pacientes albinos e atinge efeitos pictóricos e deslumbrantes naqueles de pele negra, propõe um desafio ao clínico e ao protético. O autor descreve uma técnica de caracterização intrínseca, que utiliza pincéis, veias artificiais, resina incolor, pigmentos resinosos e resina rosa na cor e translucidez selecionadas em uma escala.

ILBAY et al., em 1994, investigaram se as resinas acrílicas convencionais podem ser polimerizadas através de energia de microondas

estudando algumas propriedades físicas. Amostras com 20,0mm de diâmetro x 1,00mm de espessura foram preparadas com resina ativada termicamente convencional *MELIODENT* e polimerizadas em 21 ciclos de polimerização, com variação de potência e tempo. Verificaram que a polimerização foi efetiva em 15 dos 21 ciclos realizados, sendo que o tempo menor necessário foi de 2 minutos em potência máxima (550W) e o maior 10 minutos em potência mínima (110W). Não foi encontrada porosidade significativa em qualquer das amostras, porém aquelas polimerizadas em potência alta foram mais porosas. Os valores de dureza, resistência transversal e deflexão, obtidos pela técnica de polimerização através de energia de microondas, foram tão satisfatórios quanto os obtidos pelo método convencional em água aquecida. Para sorção de água e solubilidade, os valores encontrados estavam de acordo com as especificações da A.D.A. Concluíram que as resinas convencionais para base de próteses podem ser polimerizadas adequadamente pela energia de microondas, podendo ser aplicadas na preparação de próteses parciais removíveis.

DEL BEL CURY *et al.*, em 1994, avaliaram as propriedades físicas de resinas polimerizadas por energia de microondas, método convencional de banho de água e quimicamente ativada. Cinquenta amostras foram confeccionadas de acordo com a especificação nº 12 da A.D.A. e analisadas para: 1) sorção e solubilidade em água; 2) resistência transversal e deflexão máxima; 3) resistência ao impacto; e 4) liberação de monômero residual. Os autores observaram que as resinas diferiram entre si em relação às propriedades físicas estudadas e que as

diferenças observadas estariam relacionadas ao método de polimerização e a composição das mesmas.

QUIRYNEN & BOLLEN, em 1995, realizaram uma revisão da literatura com o objetivo de examinar a influência da rugosidade superficial e da energia livre de superfície no processo de adesão bacteriana. Segundo os autores, a rugosidade superficial influencia a formação inicial de placa bem como sua estagnação (maturação), enquanto a energia livre de superfície é coletora de placa adicional, ligando esta mais fortemente e promovendo a seleção de colônias bacterianas específicas. Embora exista interação entre rugosidade superficial e energia livre de superfície, a influência da primeira é reconhecidamente superior no mecanismo de formação de placa bacteriana. Os autores ressaltaram ainda que nas superfícies irregulares, as bactérias uma vez fixadas, podem sobreviver mais tempo porque estarão protegidas das forças naturais de remoção e das medidas de higiene oral. Além do mais, a rugosidade de superfície aumenta a área disponível para adesão bacteriana potencializando-a em até três vezes. Os autores concluíram que todos os esforços devem ser feitos para a obtenção de superfícies lisas e bem acabadas, minimizando a formação de placa e consequentemente reduzindo a ocorrência de doenças na cavidade oral.

VAN NOORT, em 1995, comentou que diversos materiais já foram utilizados para a construção de bases de próteses totais, tais como: celulose, bakelite, resinas vinílicas e vulcanite. Afirmou que as resinas acrílicas são, atualmente, o material de escolha devido ao seu processamento fácil, utilização

de técnicas baratas e obtenção de estética satisfatória. Relatou ainda que estes materiais são apresentados na forma de pó e líquido, que uma vez misturados e subseqüentemente aquecidos, formam um sólido rígido. As razões para esta formulação seriam: possibilitar o processamento pela técnica de compressão da massa e diminuir a contração de polimerização. A proporção pó/líquido deve ser rigorosamente seguida: muito pó pode resultar em uma mistura ressecada, com umedecimento deficiente do polímero pelo monômero, resultando em material quebradiço. Muito monômero irá produzir excessiva contração de polimerização e perda da qualidade de assentamento da prótese. Em relação ao processamento do polimetilmetacrilato, relatou existir dois problemas principais: porosidade e presença de contração de polimerização. Para porosidade existem duas causas principais: contração de polimerização, gerando porosidade de contração e aquela gerada pela volatilização do monômero, porosidade gasosa. É importante que uma consistência de massa seja obtida na prensagem da resina para assegurar que o material seja mantido sob pressão durante o processamento. Isto eliminaria os vazios incluídos na mistura e poderia compensar a contração de polimerização. Deste modo, a prensagem deveria ser realizada quando a mistura atingisse o estágio de massa. Se há evidência de porosidade localizada, pode ser devido à manipulação deficiente dos componentes ou prensagem do molde antes de atingir o estágio de massa. Durante a polimerização, há uma reação exotérmica que pode fazer com que aconteça a ebulição do monômero se esta temperatura exceder 100°C. Se esta temperatura for atingida antes do processo de polimerização se completar, o monômero se gaseificará gerando porosidade

gasosa. A quantidade de calor gerada depende do volume de resina presente, da proporção pó/líquido e da rapidez com que o calor externo atinja a resina. A ocorrência de porosidade gasosa pode ser evitada permitindo que a temperatura seja elevada controlada e lentamente. Deste modo, o autor concluiu que a polimerização deve ocorrer lentamente e sob pressão.

WHITEHEAD *et al.*, em 1995, compararam dois métodos para determinação da textura superficial de superfícies polidas de cerâmicas dentais: método de reflexão de laser e método de traçado de agulha sobre superfície. O desenvolvimento de sofisticados parâmetros de caracterização de superfícies sugere que na determinação das características superficiais dos materiais restauradores e outras superfícies relacionadas deve-se usar mais que um parâmetro de mensuração. Estes métodos devem ser escolhidos para quantificar a rugosidade superficial e, concomitantemente, fornecer informações da forma do perfil do material sob investigação.

BOLLEN *et al.*, em 1996, investigaram a influência da rugosidade superficial de pilares transmucosos de implantes ósseointegrados sobre o acúmulo de placa e a mucosite perimplantar, em seis pacientes portadores de overdenture mandibular. Foram instalados aleatoriamente, em cada paciente, dois diferentes pilares: um standard ($Ra=0,2\mu m$) e um confeccionado de um material cerâmico de alto polimento ($Ra=0,06\mu m$). Após 3 meses de exposição intra-oral amostras de placa sub e supra gengival de ambos os pilares foram comparadas. Parâmetros periodontais foram registrados em volta de cada pilar. Aos 12 meses

além do registro dos parâmetros periodontais foi adicionalmente realizada cultura anaeróbica de microorganismos coletados. Os autores verificaram que uma redução na rugosidade abaixo do “limiar” de Ra de 0,2 μ m, não promove nenhum impacto significativo na composição da placa microbiana supra ou sub gengival.

CRAIG *et al.*, em 1996, fez considerações sobre as aplicações protéticas dos polímeros. O autor tratou da resistência ao impacto das resinas, citando que embora a adição de agentes plastificantes possa aumentar a resistência ao impacto das resinas, este aumento é acompanhado pela diminuição da dureza, do limite proporcional, do módulo de elasticidade e da resistência à compressão. Os baixos valores de dureza encontrados nestes materiais mostram que as resinas podem ser facilmente desgastadas por abrasão. A adição de partículas inorgânicas pode aumentar a resistência à abrasão, mas a matriz da resina permanece com a mesma dureza. Em relação a estabilidade dimensional, citou que o excesso de calor gerado pelo acabamento pode distorcer a base da prótese. A utilização de escovas, agentes de limpeza e dentifrícios pode produzir abrasão nas superfícies da prótese, sendo o uso de água e sabão o mais indicado.

SAMUEL *et al.*, em 1996, avaliaram a presença de porosidade nas resinas de termopolimerização em função do tempo decorrido entre a prensagem e a polimerização. Foram confeccionadas 20 amostras em resina acrílica incolor marca *CLÁSSICO*, submetidas a um ciclo de polimerização de 90 minutos entre 65 e 70°C mais 60 minutos a 100°C, divididas em 4 grupos, segundo os

intervalos de tempo: I) 15 minutos; II) 12 horas; III) 44 horas; IV) 1 semana e V) 2 semanas. Os corpos-de-prova polimerizados foram submetidos a duas formas de avaliação de porosidade: análise visual para contagem de poros em uma área de 4cm^2 e teste de absorção de água de acordo com a especificação nº 12 da A.D.A. Os autores concluíram que o aumento do tempo decorrido entre a prensagem e a polimerização não é um fator determinante de maior porosidade e que apesar da volatilização do monômero durante o espaço de tempo de armazenagem da mufla após prensagem, esta volatilização não seria suficiente para causar porosidade visualmente constatável ou através do teste de absorção de água num período de até duas semanas.

KIMPARA & MUENCH, em 1996, estudaram a influência do tempo decorrido entre prensagem e polimerização e a fase da resina na prensagem, empregando várias espessuras de material. As variáveis estudadas foram: iniciar a polimerização imediatamente após a prensagem ou 24 horas depois; condensar a resina nas fases borrachóide, plástica e pegajosa; polimerizar blocos com base de $2,0 \times 2,0\text{cm}$ e espessuras de 0,5, 1,0 e 2,0cm e um cubo de aresta de 3cm. A polimerização foi realizada pelo ciclo convencional de 3 horas. A presença de poros foi verificada por 3 observadores treinados, atribuindo escores que variaram de 0 a 5, sendo 0 para ausência de poros e 5 grande presença. Os resultados permitiram concluir que um maior tempo de espera entre prensagem e polimerização diminui a porosidade; a prensagem da resina na fase borrachóide

tende a diminuir a porosidade; na polimerização imediata conseguiu-se isenção de poros em até 1,0cm de espessura e, após 24 horas em até 2cm.

REIS *et al.*, em 1996, em uma revisão da literatura sobre caracterização de cor das bases dos aparelhos protéticos, encontraram uma extensa variedade de técnicas propostas e materiais utilizados. Com base na literatura consultada, concluíram que: os tecidos gengivais possuem grande variedade de tonalidades em indivíduos de todas as raças; o resultado estético obtido com a caracterização da cor da base dos aparelhos protéticos é superior ao obtido com o uso apenas da resina acrílica rosa; o processo de caracterização intrínseca apresenta resultados mais satisfatórios que aqueles que utilizam o processo extrínseco; há um grande número de pigmentos utilizados nas caracterizações de cor das bases de próteses totais e parciais removíveis; a confecção de aparelhos protéticos removíveis, com bases caracterizadas quanto à cor, não é um procedimento comum e corriqueiro nos laboratórios de prótese; a dificuldade de execução das técnicas, o aumento do custo do aparelho protético, o desconhecimento da existência de pigmentos no mercado e a desinformação quanto ao correto modo de utilização destes, são as principais causas da reduzida freqüência com que são confeccionadas próteses com bases caracterizadas; a utilização, de materiais baratos e facilmente obtidos nos laboratórios de prótese como pigmentos e a elaboração de uma escala de cores obtida destes, simplificariam os procedimentos de caracterização, tornando-os mais freqüentes.

WHITEHEAD et al., em 1996, avaliaram o efeito *in vitro* da escovação mecânica com dentifrícios clareadores sobre a rugosidade superficial de uma resina composta. Segundo o autor, as leituras de rugosidade superficial podem, se cuidadosamente interpretadas, facilitar o entendimento de como o material se desgasta ou abrasiona. Foram confeccionados vinte e cinco corpos-de-prova e suas superfícies analisadas em perfilômetro S8-p (*PHERTOMETER* - Alemanha), quanto aos parâmetros Ra, Rz, Rpm e uma proporção Rpm/Rz. O parâmetro Ra descreve a rugosidade geral de uma superfície e pode ser definido como a média aritmética de todas as distâncias absolutas de um perfil de rugosidade em relação à linha central, em um dado comprimento de leitura. O parâmetro de superfície Rz pode ser definido como a média da altura máxima entre picos e vales de cinco leituras consecutivas dentro de um comprimento de mensuração e é usado para descrever o grau de rugosidade da superfície de uma amostra. Os corpos-de-prova foram escovados com diferentes dentifrícios e a rugosidade superficial novamente avaliada. Os resultados mostraram que a qualidade do abrasivo influencia na quantidade de desgaste do compósito e que cuidados devem ser tomados se medições de textura superficial forem usados para prever o desempenho clínico de um determinado material.

RODRIGUES-GARCIA & DEL-BEL CURY, em 1996, estudaram a influência de um segundo ciclo de polimerização na adaptação e porosidade de bases de prótese. Foram confeccionadas 12 bases de prótese para cada um dos 3 grupos estudados: (G1) e (G2) resina acrílica convencional polimerizada em banho

de água a 73°C por 9h; (G3) resina acrílica para microondas polimerizada a 500W por 3min. O grau de adaptação foi verificado através do peso do material de moldagem interposto sobre a base e o modelo mestre, sob a carga de 2Kg. A seguir, todas as bases foram reembasadas pelo método de adição, sendo que os grupos (G1) e (G3) com a mesma resina e mesma técnica de polimerização e (G2) com a mesma resina, porém polimerizada com energia de microondas a 500W por 3min. Todos os grupos foram novamente submetidos ao ensaio de adaptação descrito anteriormente. A porosidade das amostras após polimento e imersão em tinta preta foi conferida em lupa estereoscópica com aumento de 63 vezes. As autoras concluíram que a resina convencional polimerizada no primeiro ciclo pelo método convencional e, no segundo, por energia de microondas, apresentou adaptação semelhante a do método convencional de reembasamento. Quanto à porosidade constatou-se que, tanto após o primeiro como segundo ciclo de polimerização, a resina convencional apresentou maior porosidade.

GOMES *et al.*, em 1997, afirmaram que a confecção de próteses totais ou parciais removíveis que imitem com naturalidade a mucosa do paciente tem sido um problema, tanto para o protesista quanto para o técnico em prótese dentária. Mesmo que essa reprodução seja obtida com sucesso, outra dificuldade seria repetir a caracterização quando necessário. Os autores desenvolveram uma metodologia da técnica de caracterização intrínseca com uso de seis tonalidades de resinas pigmentadas. As cores das resinas são as seguintes: rosa claro (RC), rosa médio (RM), rosa vermelho (RV), rosa roxo (R), rosa marrom (M) e rosa preto

(RP). Essas cores, combinadas entre si de acordo com um diagrama, reproduzem variadas cores de mucosas gengivais. A distribuição da resina pigmentada era feita em 3 camadas, aplicadas intercaladas com monômero de termopolimerização, podendo se obter até 16 tipos de caracterização. É feita a aplicação final de uma "nuvem" de polímero, cuja finalidade era proteger as resinas das 3 camadas contra ressecamentos. A aplicação da resina pelo sistema pó/líquido, permitiu um tempo de trabalho de aproximadamente 2 horas. Resina incolor era depositada, em sua fase fibrilar, complementando a quantidade de resina necessária para prensagem. A mufla foi fechada e aguardou-se até a resina atingir a fase plástica. Para minimizar as alterações dimensionais, os autores recomendaram um intervalo mínimo de 12 horas antes de se iniciar o ciclo de polimerização.

VERRAN & MARYAN, em 1997, realizaram um estudo sobre a retenção de *Candida albicans* em diferentes superfícies topográficas de resina acrílica e silicone, com a intenção de determinar o efeito direto da rugosidade superficial destes materiais sobre as infecções induzidas por próteses e a higienização das mesmas. Durante o estudo foram confeccionados padrões em resina acrílica, dos quais um grupo teve a superfície lisa e polida e outro, para obtenção de uma superfície rugosa, foi desgastado manualmente com lixa de granulação média. Na confecção das amostras em silicone, a obtenção das superfícies lisa e rugosa se deu através da prensagem do silicone contra superfícies de resina acrílica e gesso, respectivamente. Realizaram a mensuração

da rugosidade superficial das amostras através de um perfilômetro. As amostras foram então submetidas ao processo de adesão de microorganismos, sendo incubadas junto a uma suspensão celular padronizada de *C. albicans*. Após este período, o material celular em excesso foi removido, as amostras suavemente lavadas e as células remanescentes aderidas às superfícies das amostras foram fixadas, coradas e contadas em microscópio com feixe de luz fluorescente. Os resultados numéricos de rugosidade foram obtidos com a análise do Ra da superfície e seus valores médios encontrados foram 0,02 μ m para resina acrílica lisa; 1,26 μ m para resina acrílica rugosa; e 1,96 μ m para resina prensada contra gesso selado com verniz. Quanto à adesão de microorganismos, os resultados mostraram um número bem menor de células aderidas nos grupos de superfície lisa, porém não houve diferença estatística entre número de células para as superfícies lisas de resina acrílica e silicone. Os grupos de superfície rugosa não só diferiram estatisticamente em relação aos grupos de superfície lisa, mas também entre si, tendo tido o grupo rugoso de silicone um número significativamente maior de células aderidas contadas que o mesmo grupo de resina acrílica. As células eram observadas em maior número ao redor de defeitos na superfície, como ranhuras na resina acrílica e entalhes no silicone. Nas conclusões, os autores ressaltaram a importância das superfícies das próteses dentais em resina acrílica e em silicone serem mantidas o mais lisas e regulares possíveis, para diminuir a retenção de microorganismos, prevenindo a ocorrência de infecções locais e deterioração precoce da prótese.

BOLLEN *et al.*, em 1997, reconhecendo que a rugosidade das superfícies intra-orais duras poderiam influenciar na retenção de placa bacteriana, realizaram uma revisão de literatura, avaliando a rugosidade superficial inicial dos diversos materiais utilizados em odontologia, bem como as mudanças ocorridas em suas superfícies como consequência de diferentes técnicas de manipulação. Relataram que estudos recentes *in vivo* sugerem um limiar de rugosidade superficial para aderência bacteriana ($Ra = 0,2\mu m$), abaixo do qual não se poderia esperar redução no acúmulo bacteriano. Um aumento da rugosidade superficial acima deste limiar, entretanto, resultaria num aumento concomitante no acúmulo de placa bacteriana. A rugosidade superficial dos materiais dentários e o efeito dos tipos tratamento das superfícies foram analisadas e comparadas ao limiar de rugosidade inicial de $0,2\mu m$. Baseados nesta revisão, os autores encontraram uma extensa variedade de valores de rugosidade nas superfícies dos materiais usados na cavidade oral, verificando que o efeito dos diversos tratamentos superficiais usados varia de acordo com o material. Esses achados indicam a necessidade de procurar um tratamento específico para cada material a fim de obter e manter sua superfície mais lisa.

PANTALÉON *et al.*, em 1997, em trabalho sobre caracterização de bases protéticas, afirmaram que quando a base de prótese total é confeccionada com resina acrílica rosa, é incapaz de reproduzir a coloração dos tecidos bucais e pode comprometer seriamente o resultado estético. Descrevem a técnica de caracterização intrínseca que tem como vantagem a facilidade de reprodução,

através de uma escala, da intensidade e translucidez da coloração dos tecidos orais. Concluíram que a cor rosa de resina acrílica disponível comercialmente, não é encontrada nos tecidos bucais, sendo o uso de pigmentos indispensável para alteração de sua tonalidade. Também afirmaram que seria ideal a elaboração de escalas de cores de resinas pigmentadas pelos fabricantes, assim como ocorre com os dentes artificiais.

O'BRIEN, em 1997, afirmou que o ensaio de dureza Knoop avalia a resistência de um material à penetração, podendo ser empregado para prever sua capacidade em promover ou ser submetido à abrasão. A maioria dos métodos para mensuração de dureza, consiste de uma marcação produzida na superfície de um material com uma força específica de uma maneira controlada e reproduzível e pela determinação do comprimento da impressão resultante.

ANUSAVICE, em 1998, no capítulo referente às propriedades mecânicas dos materiais dentários afirmou que a marcação produzida na superfície de um material, a partir de uma carga aplicada, ponta afiada ou partícula abrasiva, resulta da interação de numerosas propriedades, dentre as quais estão resistência, limite de proporcionalidade e ductibilidade. O teste de dureza Knoop utiliza uma ponta de diamante, cuja impressão é rômica em sua forma, e a extensão diagonal mais longa é medida. Os testes de dureza Knoop e Vickers são classificados como testes de microdureza, e empregam cargas menores do que 9,8N. As edentações resultantes são pequenas e limitadas a uma profundidade menor que 19 μ m.

ANUSAVICE, em 1998, no capítulo relativo às resinas para base de próteses totais, citou que a mais empregada é o polimetacrilato de metila. Este material naturalmente transparente, pode ser pigmentado, sendo suas propriedades óticas e de cor estáveis em condições normais de uso, bem como sua resistência e outras propriedades físicas. Uma vantagem deste material, é a facilidade com que pode ser processado. Normalmente, o metacrilato de metila líquido (monômero) é misturado com o pó (polímero). A polimerização pode ser efetuada por aquecimento da mistura, ou por ativação química à temperatura ambiente. Ao monômero, que é o metacrilato de metila, pode ser adicionada pequena quantidade de hidroquinona (0,006% ou menos), a qual auxilia na inibição da polimerização durante a armazenagem. O polímero consiste de um pó, com adição de um plastificante, o ftalato dibutílico, o qual não deve exceder em 8 a 10%. No monômero, é sempre incluído em pequena quantidade um iniciador, o peróxido de benzoíla. A relação monômero/polímero é essencial para a estrutura final da resina. Quanto maior a quantidade de polímero, menor será o tempo da reação e menor será a contração da resina. As proporções aproximadas são geralmente, de 3 para 1 em volume. A função desta mistura é produzir uma massa passível de compressão em um molde. O tempo de trabalho para a resina deve ser no mínimo 5 minutos. Este tempo é influenciado pela temperatura: quanto maior a temperatura, menor o tempo de trabalho. Com relação à polimerização, quando a temperatura da mistura atinge 60°C, as moléculas de peróxido de benzoíla decompõem-se, formando radicais livres, que iniciam a reação. Geralmente, quanto menor a temperatura efetiva de polimerização, maior o peso

molecular do polímero. O efeito do aumento de temperatura acima de 100,8°C poderá ser a ocorrência de porosidade no interior da resina. O autor recomenda o esfriamento lento da mufla, até atingir a temperatura ambiente.

ANUSAVICE, em 1998, no capítulo sobre materiais de acabamento e polimento citou que estes promovem três benefícios em uma prótese total: saúde, função e estética. A condição de saúde pode ser obtida evitando o acúmulo de alimentos e bactérias na superfície, além de facilitar a manutenção da higiene. A função é melhorada, pois as superfícies lisas dos dentes e da prótese promovem melhor deslocamento do bolo alimentar e dos contatos entre os dentes antagonistas. Esteticamente, o acabamento promove principalmente em áreas visíveis, como nos dentes anteriores, compatibilidade com os dentes adjacentes. O processo de polimento é a etapa mais refinada do acabamento, produzindo riscos tão finos que não são detectados visualmente.

RADFORD et al., em 1998, avaliaram a adesão de microorganismos (*Candida albicans*), à superfície de materiais para base de prótese frente a diferentes acabamentos. Foram utilizadas 16 amostras de cada material divididas em 2 grupos de análise, sempre com uma amostra como controle e sendo estas colocadas em meio com suspensão de *C. albicans*. Após 1h de incubação a 37°C, as amostras foram secas por 2h a 37°C e deixadas por 16h à temperatura ambiente, sendo então montadas em lâminas de vidro e coradas por 5min, estando prontas para a contagem das colônias. Outro método de análise de aderência de microorganismos foi usado para verificar a influência da presença de

película de saliva sobre as amostras. Para esta análise, foram confeccionadas amostras com os mesmos materiais e dimensões, sendo utilizado apenas um abrasivo para cada material: resina acrílica – broca de aço; soft liners – tira de lixa, tendo assim cada amostra 2 superfícies de análise – lisa (contra o vidro) e desgastada. Os resultados mostraram que o aumento da rugosidade acarretou aumento da adesão de microorganismos sobre a superfície. Não foi constatada relação direta entre rugosidade, adesão e material, sendo que para resina acrílica a maior adesão de *C. albicans* foi após desgaste com broca de aço; para o Molloplast B, após desgaste com tira de lixa; e para Novus, após uso de broca de tungstênio. Quanto à presença da película de saliva, em todos os grupos reduziu a adesão de *C. albicans*.

BRAUN et al., em 1998, estudaram a influência da estrutura metálica de uma prótese parcial removível sobre a efetividade de polimerização da resina acrílica em contato com este metal. Confeccionaram-se 36 corpos-de-prova com resinas, contendo uma estrutura metálica em seu interior, divididos em três grupos: 1) resinas ativadas termicamente polimerizadas em banho de água quente; 2) resina formulada para polimerização em microondas e 3) resina ativada termicamente tradicional polimerizada em microondas. Foram analisadas a dureza, porosidade e nível de monômero residual. Para o ensaio de dureza foi utilizada a carga de 15g por 10 segundos. Os autores concluíram que a energia de microondas pode ser utilizada para a polimerização efetiva da resina acrílica contendo metal no seu interior; os corpos polimerizados por este método,

apresentaram menores níveis de monômero residual e maior dureza superficial e que as resinas convencionais quando polimerizadas através da energia de microondas apresentaram maior quantidade de poros.

RIZZATTI BARBOSA *et al.*, em 1998, realizaram uma revisão crítica da literatura sobre a técnica de processamento da resina acrílica polimerizada por energia de microondas, discutindo as investigações desenvolvidas para avaliar prós e contras de seu uso. Como principais vantagens deste método, os autores destacaram que a técnica é fácil, limpa e rápida, sendo um recurso vantajoso, na confecção de próteses novas e, principalmente, em um segundo ciclo, nos casos de reparos, reembasamentos ou confecção urgente. Como desvantagens foram consideradas o preço relativamente alto e a baixa resistência das muflas não metálicas. Concluíram que o uso da energia de microondas para o processamento de resinas é viável clinicamente.

GOMES *et al.*, em 1998, descreveram a confecção de uma prótese total pela técnica de caracterização intrínseca, utilizando seis cores de polímeros e fibras de caracterização e polimerização em forno de microondas. A distribuição de cores foi orientada por um manual e, segundo os autores, a técnica propicia tempo de trabalho de até 2 horas sem ressecamento da resina acrílica ou início do processo de polimerização. Recomendaram para próteses de espessura média de 3 a 5mm um ciclo de 6 minutos iniciais a 40% de potência, 5 minutos a 0% de potência e mais 3 minutos a 80% de potência. Os autores afirmam que outras

variações de ciclo também podem levar a bons resultados, porém aconselham o fracionamento do tempo e potência.

REIS *et al.*, em 1998, desenvolveram um método para obtenção de resinas acrílicas ativadas termicamente com cores semelhantes aquelas observadas na pigmentação natural da mucosa bucal. Foram utilizados materiais baratos e facilmente obtidos em laboratórios de prótese, como pigmentos para caracterização de bases de próteses totais e parciais removíveis. Utilizou-se a resina ativada termicamente *PALATON- DENCRIL* cor B com veias (pó e líquido), resina ativada quimicamente (pó) nas cores vermelha (*DENCRILAY*), amarela nº 66 (*DENCOR - CLÁSSICO*) e ainda grafite em pó. Estes materiais foram misturados entre si, obedecendo a proporções previamente estabelecidas, obtendo-se 64 tonalidades, divididas em 4 grandes grupos de cores: vermelho, roxo, púrpura e rosa. Dentre estas foram selecionadas as mais compatíveis com as cores dos tecidos gengivais para formulação de uma escala de cores. Concluíram que a utilização desses materiais é uma alternativa viável para a disseminação da prática de caracterização das bases de aparelhos protéticos.

BORCHERS *et al.*, em 1999, examinaram a rugosidade superficial de resinas acrílicas após terem sido polidas ou cobertas com diferentes vernizes. Foram confeccionadas 360 amostras em formato cilíndrico com nove marcas de resina acrílica. Cada amostra foi planificada e subseqüentemente recebeu polimento com borrachas ou cobertura com um de nove tipos de verniz. Amostras selecionadas foram submetidas a termociclagem (5°C a 50°C, 2000 ciclos). A

qualidade da superfície foi determinada por meio de um perfilômetro e por M.E.V. As amostras polidas apresentaram um valor médio de rugosidade superficial (Ra) de $0,8\mu\text{m}$, as diferenças na rugosidade entre os materiais foram pequenas, mas estatisticamente significativas. O tipo de cobertura teve influência significativa na qualidade da superfície. Dependendo da combinação de materiais usados, a cobertura produziu uma superfície mais lisa ou mais rugosa que o polimento ($0,4\mu\text{m} < \text{Ra} < 4,6\mu\text{m}$). Cinco tipos de cobertura foram consideradas não aplicáveis clinicamente devido a propriedades insatisfatórias de molhamento. A ciclagem térmica não teve influência significativa na qualidade de superfície, mas causou pequenas trincas na cobertura de cianocrilato. Os autores citaram o limiar de rugosidade superficial média de $0,2\mu\text{m}$ como o objetivo a ser atingido no polimento dos materiais restauradores e concluíram que com relação à qualidade de superfície e aplicabilidade, o uso de vernizes nas restaurações temporárias não é aconselhável.

SILVA et al., em 2000, apresentaram uma técnica de caracterização intrínseca de bases de prótese através da incorporação em camadas de fios de lã acrílica na resina acrílica ativada termicamente. A técnica utiliza escalas de cor produzidas a partir da adição de 1,5% de lã acrílica à resina acrílica de ativação térmica de cor rosa. Os tons obtidos são resultado do matiz específico presente na cor de lã utilizada. Os autores concluíram que a simplicidade da técnica e seu baixo custo a tornam um procedimento viável para a maioria dos técnicos e cirurgiões-dentistas.

BORGES *et al.*, em 2000, analisaram as condições de rugosidade, porosidade e dureza superficial da resina acrílica QC-20, sob diferentes ciclos de polimerização. Amostras de resina foram polimerizadas no ciclo de banho de água aquecida a 74°C por 9 horas, água em ebulição por 20 minutos e energia de microondas por 3 minutos à potência de 500W. As amostras foram submetidas aos procedimentos de acabamento e polimento convencionais antes dos ensaios. A carga utilizada para o ensaio de dureza foi de 25g por 30 segundos. A porosidade superficial aparente foi avaliada após pigmentação das amostras em tinta nanquim por 2 horas. Os valores médios de dureza foram: 18,53KHN para o ciclo recomendado pelo fabricante; 17,42KHN para o ciclo convencional de 9 horas e 18,91 para a resina polimerizada em microondas. Conclui-se que a resina polimerizada no ciclo recomendado pelo fabricante não diferiu estatisticamente dos outros ciclos em relação à dureza e à porosidade, porém diferiu em rugosidade superficial em todos os ciclos.

3. PROPOSIÇÃO

Foi propósito deste trabalho avaliar a influência da técnica de caracterização intrínseca (Sistema Tomaz Gomes) sobre a dureza, rugosidade superficial e porosidade de uma resina acrílica ativada por energia de microondas, em diferentes tempos pós-prensagem (1/2, 2, 6, 12 e 24 horas) e observar, em microscopia eletrônica de varredura, a morfologia das superfícies polidas da resina e das fibras de caracterização.

4. METODOLOGIA

4.1. MATERIAIS

Os materiais utilizados durante a execução deste estudo estão relacionados no QUADRO 4.1.

QUADRO 4.1 - Material, composição, nome comercial e fabricante.

Material	Composição*	Nome comercial	Fabricante
Resina acrílica incolor, termoativada para uso em microondas	Pó – co-polímero metil/butil metacrilato, peróxido de benzoíla Líquido – metacrilato de metila, etileno glicol dimetacrilato, hidroquinona, plastificante	VIPI-WAVE	Dental Vipi Ltda
Resina acrílica pigmentada, termoativada para uso em microondas e técnica convencional	Pó – co-polímero metil/etil metacrilato, acrilatos, plastificantes, peróxido de benzoíla, corantes orgânicos	STG	Dental Vipi Ltda

*Informações do fabricante

Os componentes do kit de caracterização do Sistema Tomaz Gomes utilizados neste trabalho são apresentados na FIGURA 4.1.

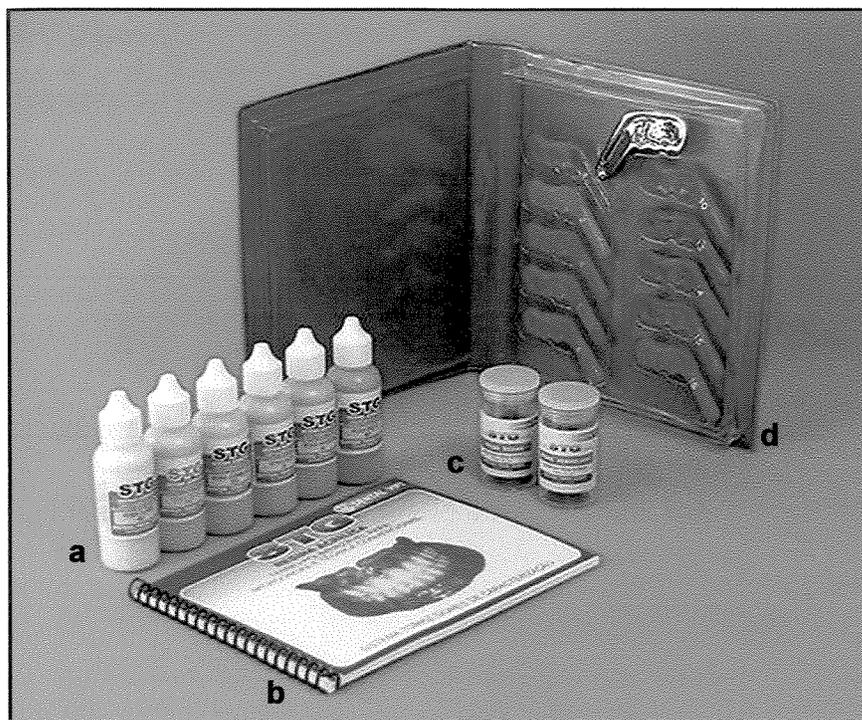


FIGURA 4.1 - Kit para caracterização Sistema STG: a) frascos de polímeros pigmentados; b) manual técnico; c) frascos de fibras; d) escala de cores.

4.2. MÉTODO

4.2.1. Confeção das matrizes

Para obtenção das amostras utilizadas nos ensaios propostos, inicialmente foram confeccionadas matrizes em silicone com reação de polimerização por condensação (ZETAPLUS- ZHERMACK), com $30,0 \pm 0,5$ mm de diâmetro e $5,0 \pm 0,5$ mm de espessura, resultantes da prensagem do silicone em molde de nylon *TECNIL* entre 2 placas de fórmica (BRAUN *et. al.*, 1998)(FIGURA 4.2).

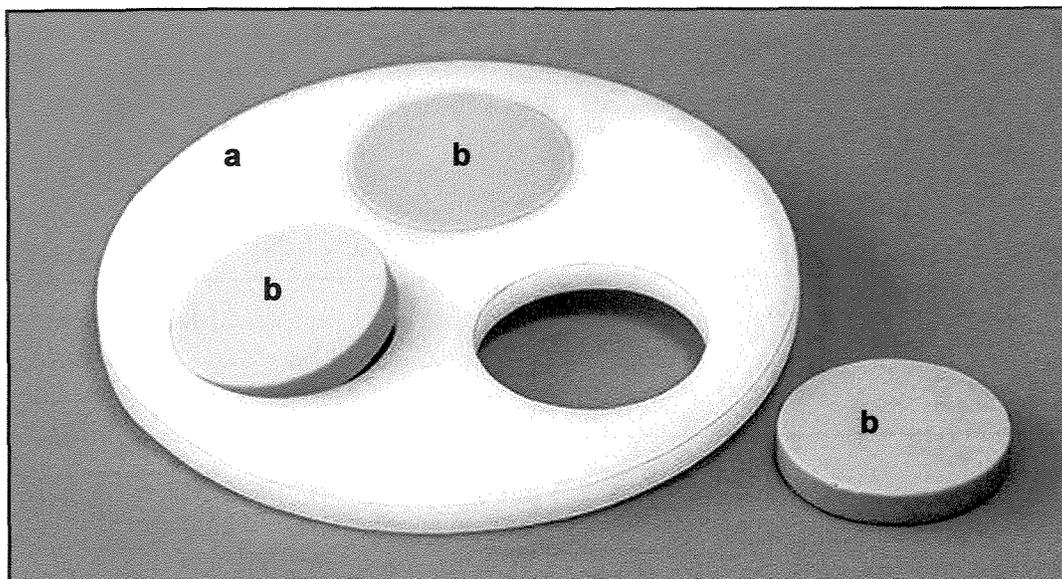


FIGURA 4.2 – a) molde em tecnil e b) matrizes.

4.2.2. Inclusão das matrizes

A inclusão das matrizes foi realizada em muflas para utilização em microondas (*STG, DENTAL VIPI*). Inicialmente, a parte interna da base da mufla foi isolada com vaselina sólida e preenchida com gesso pedra tipo III (*MOSSORÓ*) sob vibração. O proporcionamento e espatulação do gesso seguiu as recomendações do fabricante (100g de pó para 32ml de água, em espatulador mecânico, a vácuo, durante 30 segundos). A superfície do gesso após a presa, foi regularizada e planificada com lixas abrasivas de granulação 400 (*3M*). Em seguida recebeu a aplicação de uma película de isolante para resina acrílica (*CEILAC - S.S. WHITE*). Nesta superfície foram posicionadas e fixadas, com auxílio de cola solúvel em água (*TENAZ*), 3 matrizes de silicone. A seguir, a parte superior da mufla foi encaixada, parafusada e preenchida com gesso pedra tipo III,

conforme técnica de proporcionamento e espatulação descritas anteriormente. As muflas foram levadas a uma prensa de bancada (*DELTA MÁQUINAS*) onde permaneceram sob pressão de 500kg, até a presa final do gesso. Após este período, as muflas foram abertas, as matrizes removidas, os moldes obtidos lavados com água corrente e examinados quanto à qualidade de inclusão (FIGURA 4.3).

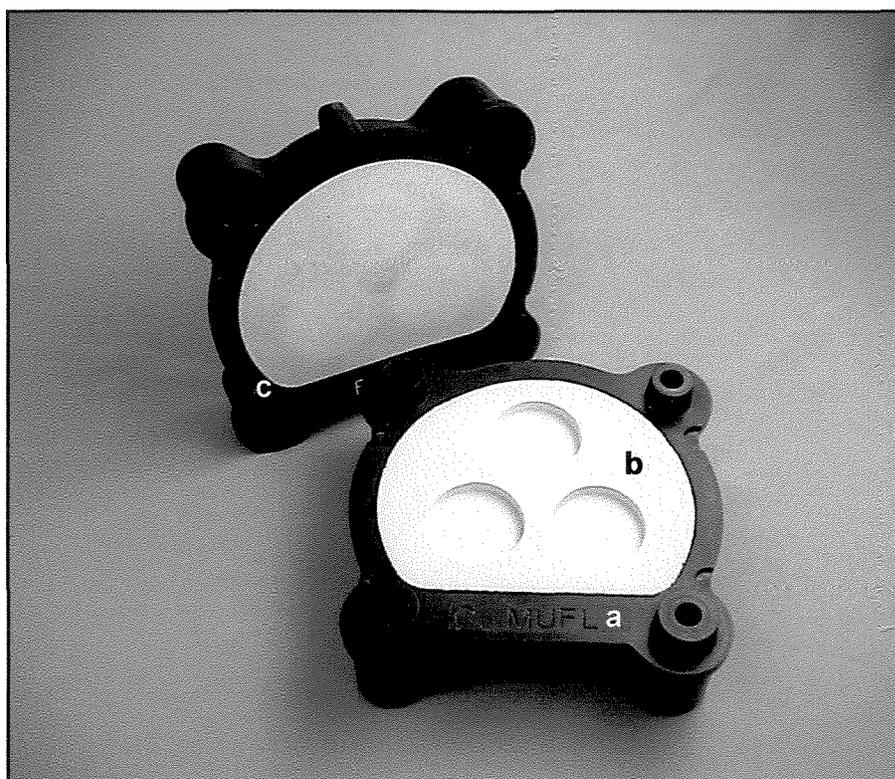


FIGURA 4.3 – Inclusão da mufla: a) mufla; b) moldes obtidos em gesso; c) contra-mufla

4.2.3. Grupos de amostras

Todas as amostras utilizadas foram confeccionadas com resina acrílica termoativada por energia de microondas. Metade das amostras foi obtida pelo método de processamento convencional (grupo **M1**) metade pelo método de caracterização (grupo **M2**). Cada grupo foi dividido em cinco subgrupos, de acordo com o tempo de espera entre prensagem e polimerização, como segue: **T1** (30 minutos), **T2** (2 horas), **T3** (6 horas), **T4** (12 horas), **T5** (24 horas). Para cada ensaio proposto foram realizadas 9 repetições, de acordo com o tempo pós-prensagem, conforme o QUADRO 4.2.

QUADRO 4.2 - Grupos de amostras utilizadas em cada ensaio.

MÉTODO (M)	TEMPO (T)	Nº DE REPETIÇÕES
M1	T1 – 30 MINUTOS	9
	T2 - 2 HORAS	9
	T3 - 6 HORAS	9
	T4 – 12 HORAS	9
	T5 – 24 HORAS	9
M2	T1 – 30 MINUTOS	9
	T2 - 2 HORAS	9
	T3 - 6 HORAS	9
	T4 – 12 HORAS	9
	T5 – 24 HORAS	9

O experimento foi, portanto, assim conduzido: 2 métodos de processamento x 5 tempos de espera = 10 condições experimentais. Para cada condição experimental, foram realizados 3 ensaios (dureza, porosidade e rugosidade), com 9 repetições cada, perfazendo 270 amostras.

4.2.4. Confeção das amostras

Os métodos de confeção das amostras são descritos a seguir:

Grupos M1: Foram confeccionadas 135 amostras em resina acrílica incolor experimental *VIPI-WAVE (DENTAL VIPI)*, termoativadas por energia de microondas, obtidas pelo processamento convencional (técnica de compressão em molde da resina na fase plástica). A proporção volumétrica recomendada pelo fabricante para manipulação é de três partes de pó para uma de líquido, em volume, obtida em frasco graduado que acompanha o produto. Neste estudo, esta proporção foi padronizada em peso, sendo determinada para cada mufla a manipulação de 15g de pó, pesados em balança com precisão de 0,001g (*JK-200 CHYO*), para 7,5ml de líquido, obtidos em pipeta milimetrada (*VIDROLABOR*). Após a remoção das matrizes da mufla, foi aplicada uma camada de isolante para resina (*CEL-LAC -S. S. WHITE*) nas superfícies do gesso (partes inferior e superior da mufla). Em um pote de vidro, a resina acrílica foi manipulada, na proporção descrita anteriormente, por 30 segundos à temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, aguardando-se até que atingisse a fase plástica. Nesta condição, as três cavidades do molde foram cuidadosamente preenchidas. Uma folha de papel celofane foi interposta entre as superfícies da resina e do gesso, a mufla fechada e levada à prensa de bancada sendo submetida à pressão suficiente para que ocorresse contato entre as superfícies da mufla e contra-mufla. Após escoamento inicial da massa de resina, a mufla foi aberta, o papel celofane removido e os

excessos recortados com lâmina de bisturi. A mufla foi novamente fechada e mantida em prensa de bancada sob pressão constante de 1000kg durante 30 minutos, após os quais, foram posicionados e apertados os parafusos. Nas muflas pertencentes ao grupo **M1T1**, a polimerização em forno de microondas foi iniciada imediatamente; para as muflas do grupo **M1T2** após 2 horas; para o grupo **M1T3**, após 6 horas; para o grupo **M1T4** após 12 horas e para o grupo **M1T5** 24 horas.

Grupos M2: Foram confeccionadas 135 amostras em resina acrílica, termoativada por energia de microondas, obtidas pelo método de processamento de caracterização intrínseca, utilizando resinas pigmentadas, fibras coloridas e resina incolor conforme técnica descrita por **GOMES et al.** em 1998. A resina caracterizada foi obtida através da distribuição intercalada de fibras, cobertas por camadas de polímero pigmentado, saturadas pelo gotejamento de monômero. Cada recipiente de resina pigmentada continha em média 15 g de pó. Este peso foi mantido durante a aplicação de cada camada. As fibras de caracterização foram desfiadas numa placa de vidro. Estabeleceu-se por conveniência, que a quantidade de fibras aplicada entre as camadas de pó seria de 0,003g, pesados em balança com precisão de 0,001g (*JK-200 CHYO*). Para aplicação controlada do monômero, foi utilizado um frasco de líquido com agulha para dosagem e capacidade de 20ml (*LEONE*). Após a desinclusão das matrizes, as superfícies do gesso foram revestidas com isolante para resina (*CEL-LAC - S. S. WHITE*). Nas 3 cavidades do molde, com auxílio de pincel nº04, as fibras de caracterização foram espalhadas uniformemente por toda face inferior (**FIGURA 4.4a**). Utilizando

frascos de resina pigmentada, foi realizada a deposição da primeira camada de polímero, com espessura aproximada de 1mm e peso médio de 0,5g, até cobrir totalmente as fibras dispostas anteriormente (FIGURA 4.4b). A seguir, esta camada foi completamente saturada pelo gotejamento de monômero. A quantidade de monômero necessária para saturação foi de 32 gotas em média (FIGURA 4.4c). Sobre esta aplicação distribuiu-se uma segunda porção de fibras de caracterização (FIGURA 4.4d), do mesmo modo descrito anteriormente, sendo realizada nova deposição de polímero e saturação (segunda camada), (FIGURA 4.4e). Para a terceira camada, foi feita apenas deposição de polímero e saturação (FIGURA 4.4f). Sobre esta última foi pulverizada uma fina camada de pó (FIGURA 4.4g). Por fim, foi realizada saturação final com monômero e depositada resina acrílica incolor no estado fluido (FIGURA 4.4h), proporcionada e manipulada conforme descrito para o grupo **M1**. Nas muflas pertencentes ao grupo **M2T1**, a polimerização em forno de microondas foi iniciada imediatamente; para as muflas do grupo **M2T2** após 2 horas; para o grupo **M2T3**, após 6 horas; para o grupo **M2T4** após 12 horas e para o grupo **M2T5** 24 horas.

Todas as amostras (Grupos **M1** e **M2**) foram processados por três operadores calibrados, em diferentes períodos, em ambiente com temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

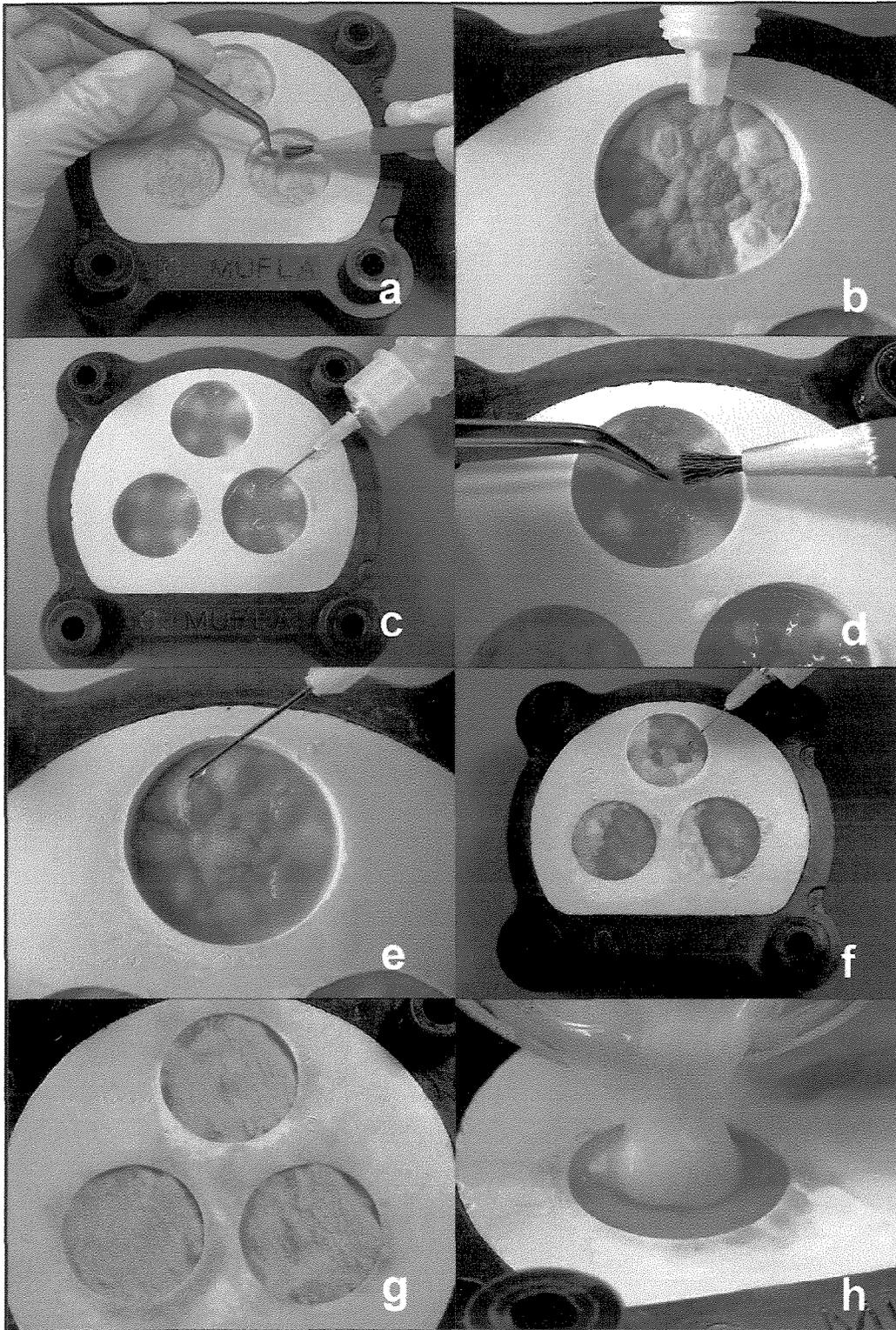


FIGURA 4.4 - Confeção das amostras de resina caracterizada.

4.2.5. Polimerização das amostras

Todas as muflas contendo a resina ativada termicamente, foram individualmente polimerizadas em forno convencional de microondas modelo *AW42 (CONTINENTAL)* com potência de saída de 900W e frequência de trabalho de 2450MHz, sendo submetidas à irradiação conforme o ciclo (**GOMES et al.**, 1998):

- 6 minutos a 40% de potência;
- 5 minutos a 0% de potência;
- 3 minutos a 80% de potência.

Ao término do ciclo de polimerização, as muflas permaneceram sobre bancada à temperatura ambiente até completo esfriamento (**GOMES et al.**, 1998).

4.2.6. Acabamento e polimento das amostras

Após o esfriamento, as muflas foram abertas e as amostras desincluídas. Os excessos e irregularidades foram removidos com pedras abrasivas. A seguir, conjuntos de 6 amostras foram submetidas ao processo de acabamento em politriz horizontal modelo *APL-4 (AROTEC)* (FIGURA 4.5), com refrigeração a água, na superfície correspondente à face voltada para a contra-mufra, antes da desinclusão. Foi realizada aplicação seqüencial de lixas de óxido de alumínio com granulação decrescente 320, 400, 600, e 1200 durante 2 minutos cada. O polimento final foi realizado com discos de feltro e suspensão de alumina

(BUHLER), com partículas de 3µm durante 2 minutos. Todas as amostras foram limpas em aparelho de ultra-som modelo T 7 (THORNTON) por 2 minutos entre as trocas de lixas e após o acabamento. A seguir, as amostras foram armazenadas em água destilada, em estufa à temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$.

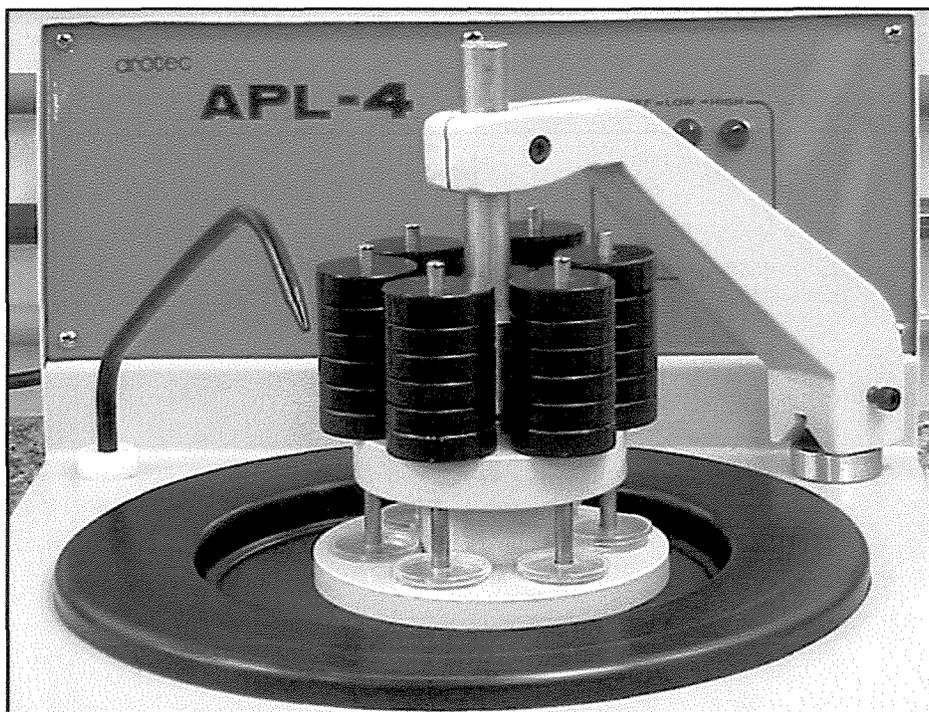


FIGURA 4.5 – Politriz horizontal usada no acabamento e polimento das amostras

4.2.7. Ensaio de dureza superficial

Após uma semana de armazenagem em água, as amostras de todos os grupos foram submetidas ao ensaio de dureza Knoop em um microdurômetro modelo HM V-2000 (SHIMADZU) (FIGURA 4.6), com aplicação de carga de 15 gramas durante 10 segundos (BRAUN *et al.*, 1998). Foram realizadas 10 penetrações em cada amostra (FIGURA 4.7b).

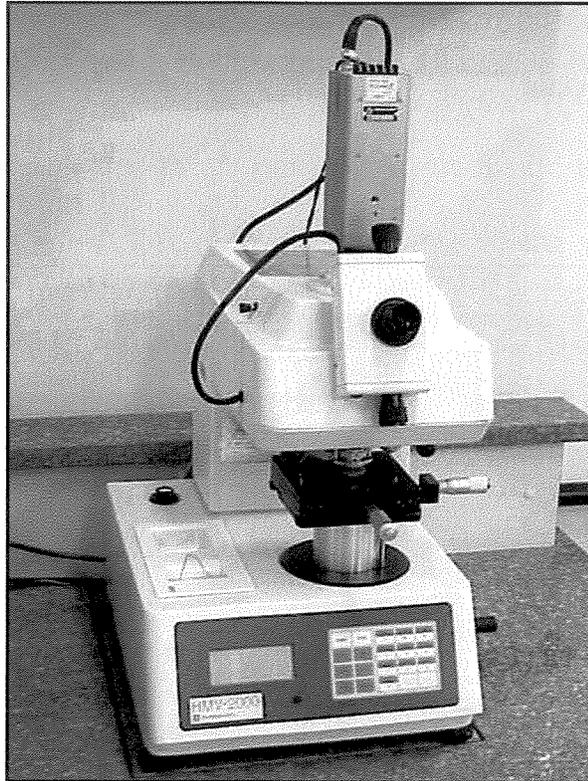


FIGURA 4.6- Microdurômetro HM V-2000.

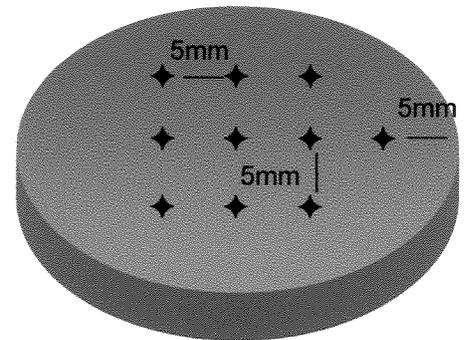
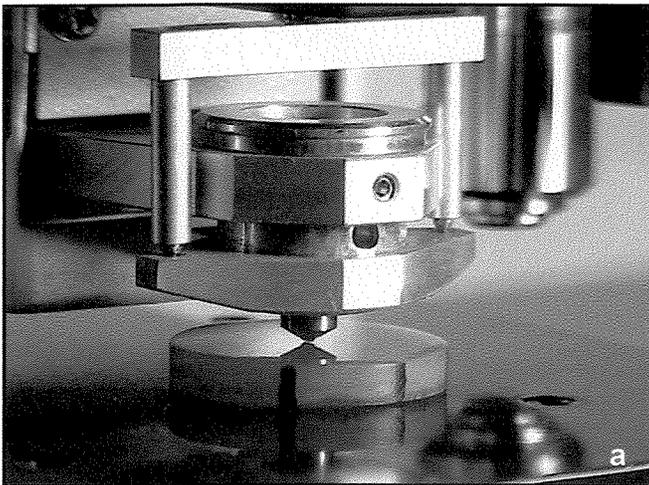


FIGURA 4.7 - a) detalhe do ensaio de dureza superficial e b) localização das penetrações sobre a amostra.

4.2.8. Ensaio de rugosidade superficial

As amostras foram submetidas ao ensaio de rugosidade superficial em rugosímetro *SURFCORDER SE 1700* (KOSAKA LABORATORY) (FIGURA 4.8), com a seguinte programação:

Padrão - ANSI

Comprimento de amostragem - 0,25mm

Comprimento da leitura - 1,25mm

Pré e pós-leitura - 0,5mm

Velocidade de leitura - 0,5mm/seg

Modo de leitura - seqüencial

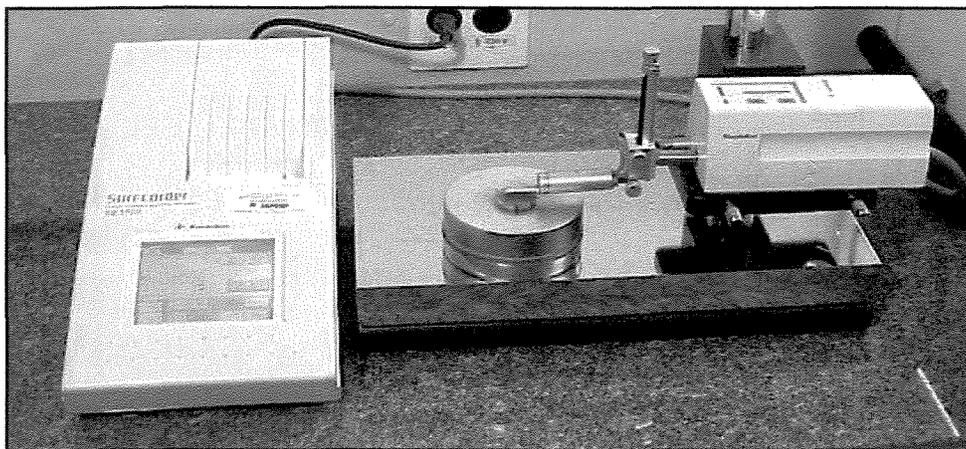


FIGURA 4.8 - Rugosímetro SURFCORDER SE 1700.

As amostras foram fixadas com cera utilidade em placa de metal para realização de 3 leituras da superfície. O apalpador do aparelho percorreu três eixos de leitura (0° , 120° e 240°), sempre passando pelo centro da amostra

(recomendação NBR 6405 de 1988, ABNT³), conforme visto na FIGURA 4.9. De cada leitura, foram obtidos valores de rugosidade média (Ra e Rz).

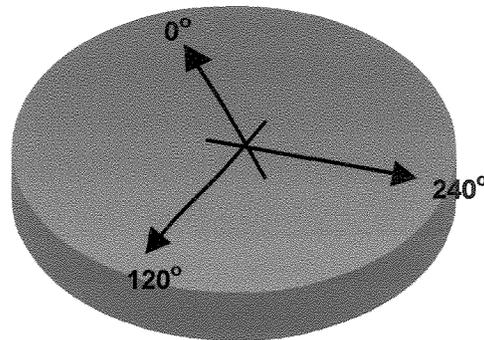


FIGURA 4.9 – direções de leitura de rugosidade

4.2.9. Observação de porosidade superficial

Para avaliação da porosidade superficial, as amostras foram imersas em tinta nanquim (*TRIDENT*) (RODRIGUES-GARCIA & DEL BEL CURY, 1996; BORGES *et al.*, 2000) durante 24 horas, sendo em seguida lavadas em água corrente durante 10 segundos e secas com papel absorvente e jatos de ar. A quantidade de poros foi observada em lupa estereoscópica *CARL ZEISS* (FIGURA 4.10), em aumentos de 40 e 63 x. Para contagem do número de poros superficiais, a área de leitura foi determinada com etiqueta adesiva (*COLACRIL*), com quatro perfurações circulares de 6mm de diâmetro (FIGURA 4.11), perfazendo uma área de 28,26mm² de leitura em cada superfície. Áreas observadas foram selecionadas e fotografadas.

³ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rugosidade das superfícies. NBR 6405, 6 páginas, janeiro de 1988.

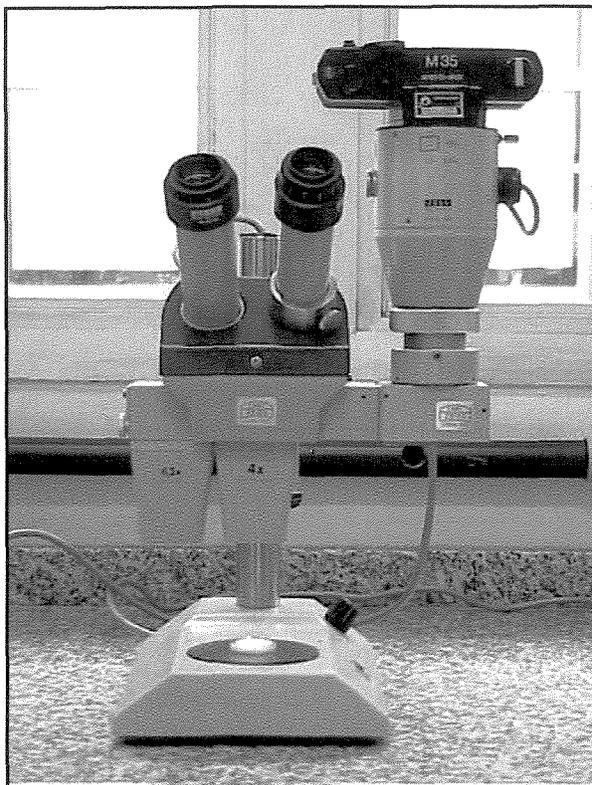


FIGURA 4.10 - Lupa estereoscópica CARL ZEISS.

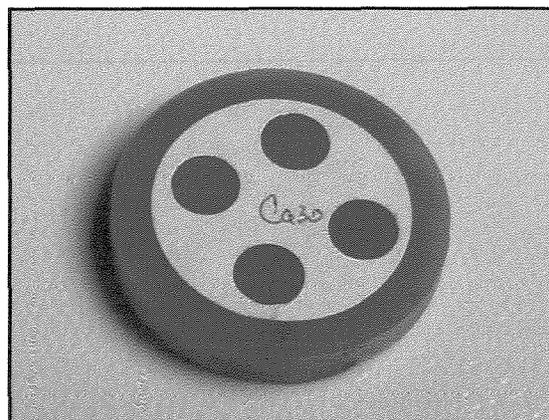


FIGURA 4.11 – Campos de leitura delimitados

4.2.10 Observação em microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura modelo *LEO 435 VP* (*LEO ELECTRON MICROSCOPY LTDA*), onde foram observadas a morfologia superficial de amostras representativas dos 2 métodos de processamento da resina acrílica (convencional e caracterizado) e as fibras utilizadas para caracterização. Após inspeção em lupa, amostras de cada grupo (**M1** ou **M2**) foram selecionadas e destas foram obtidos blocos com dimensões aproximadas de 4 x 4 x 5mm. Os blocos de resina e as fibras de caracterização foram fixados

individualmente, com fita adesiva de carbono, em suportes metálicos próprios para microscopia eletrônica, e em seguida metalizados em um aparelho *sputter coater BAL-TEC SCD050(GERMANY)*.

Foram obtidas fotomicrografias de áreas selecionadas.

4.2.11. Análise estatística dos resultados

Os dados obtidos em todos os ensaios foram tabulados e enviados à análise estatística, sendo submetidos à Análise de Variância e suas médias comparadas estatisticamente pelo Teste F com níveis de significância de 5%. A metodologia estatística, a análise exploratória dos dados, bem como os testes aplicados encontram-se no apêndice.

5. RESULTADOS

5.1. Análise da Variância e Teste F para as variáveis dureza e rugosidade

A análise da variância e teste F para dureza e rugosidade de superfície (parâmetros Ra e Rz) encontra-se na TABELA 5.1.

TABELA 5.1 - Análise da variância e teste F para as variáveis dureza e rugosidade (Ra, Rz).¹

Causas da Variação	G.L.	Dureza ^{t1}	Ra ^{t2}	Rz ^{t3}
Resinas	1	533288,43 ^{ns}	248030,07 ^{**}	0,06571071 ^{**}
Tempos	4	2293832,08 ^{ns}	14129,22 ^{ns}	0,00185371 ^{ns}
Resinas×Tempos	4	2456929,09 ^{ns}	5867,92 ^{ns}	0,00204921 ^{ns}
Resíduo	80	1245031,09	9047,57	0,00346111
Total	89	-	-	-
C.V. (%)	-	18,43	36,91	38,16

^{**} = Significativo pelo teste F, ao nível de 1% ($p \leq 0,01$);

^{ns} = Não significativo, considerando-se como nível mínima de significância(n.m.s.) 5% ($p > 0,05$);

^{t1} = observações transformadas em x^3 ;

^{t2} = observações transformadas em $1/x^2$;

^{t3} = observações transformadas em $\log(x+1)$.

Pela TABELA 5.1 pode-se observar que, para a variável dureza, o teste F não acusou diferença significativa ($p > 0,05$) para todas as causas de variação, sendo detectadas diferenças apenas para o fator resinas, variável rugosidade (parâmetros Ra e Rz), ao nível de 1% de probabilidade.

Como nem o tempo pós-prensagem, nem sua interação com as resinas, influenciaram significativamente as variáveis estudadas, não foi necessário o estudo do comportamento de cada uma no decorrer do tempo, e, nem o

São apresentados na tabela de análise da variância apenas os graus de liberdade e os quadrados médios, já que as somas de quadrados relativas podem ser obtidas pela multiplicação dos G.L x Q.M. e o valor do teste F calculados pela divisão do QM de Causas de Variação/QM Resíduo.

detalhamento da análise da variância através do desdobramento de resinas dentro de tempos. Na TABELA 5.2 são apresentadas as médias de dureza e rugosidade (Ra e Rz), em função das resinas e dos tempos.

TABELA 5.2- Médias de dureza (KHN) e rugosidade (Ra e Rz), em função das Resinas e dos Tempos.

	Resinas	Tempos					Média Resina
		30 min	2 horas	6 horas	12 horas	24 horas	
Dureza	Caracterizada	18,20	18,16	18,66	18,22	16,95	18,04 ^a
	Incolor	18,96	18,17	18,35	17,52	18,23	18,25 ^a
	Média/Tempo	18,58	18,17	18,51	17,87	17,59	
Ra	Caracterizada	0,0782	0,0698	0,0762	0,0880	0,0853	0,0795 ^a
	Incolor	0,0569	0,0563	0,0603	0,0582	0,0618	0,0587 ^b
	Média/Tempo	0,0676	0,0630	0,0683	0,0731	0,0736	
RZ	Caracterizada	0,5169	0,4469	0,5220	0,6157	0,5858	0,5375 ^a
	Incolor	0,3286	0,3484	0,3600	0,3346	0,3653	0,3474 ^b
	Média/Tempo	0,4227	0,3977	0,4410	0,4751	0,4755	

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas (para cada variável), não diferem entre si, pelo teste F, considerando-se um n.m.s de 5%.

Pela TABELA 5.2 observa-se que, apesar do valor da média de dureza da resina caracterizada apresentar-se menor que o da incolor, independente do tempo, o teste F não detectou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre elas. Quanto à rugosidade, verifica-se que a resina caracterizada apresentou médias significativamente ($p < 0,01$) maiores que as da incolor para a variável rugosidade (Ra e Rz), independente do tempo, caracterizando assim uma rugosidade significativamente maior para esse tipo de resina. Esse comportamento pode ser visualizado na FIGURA 5.1.

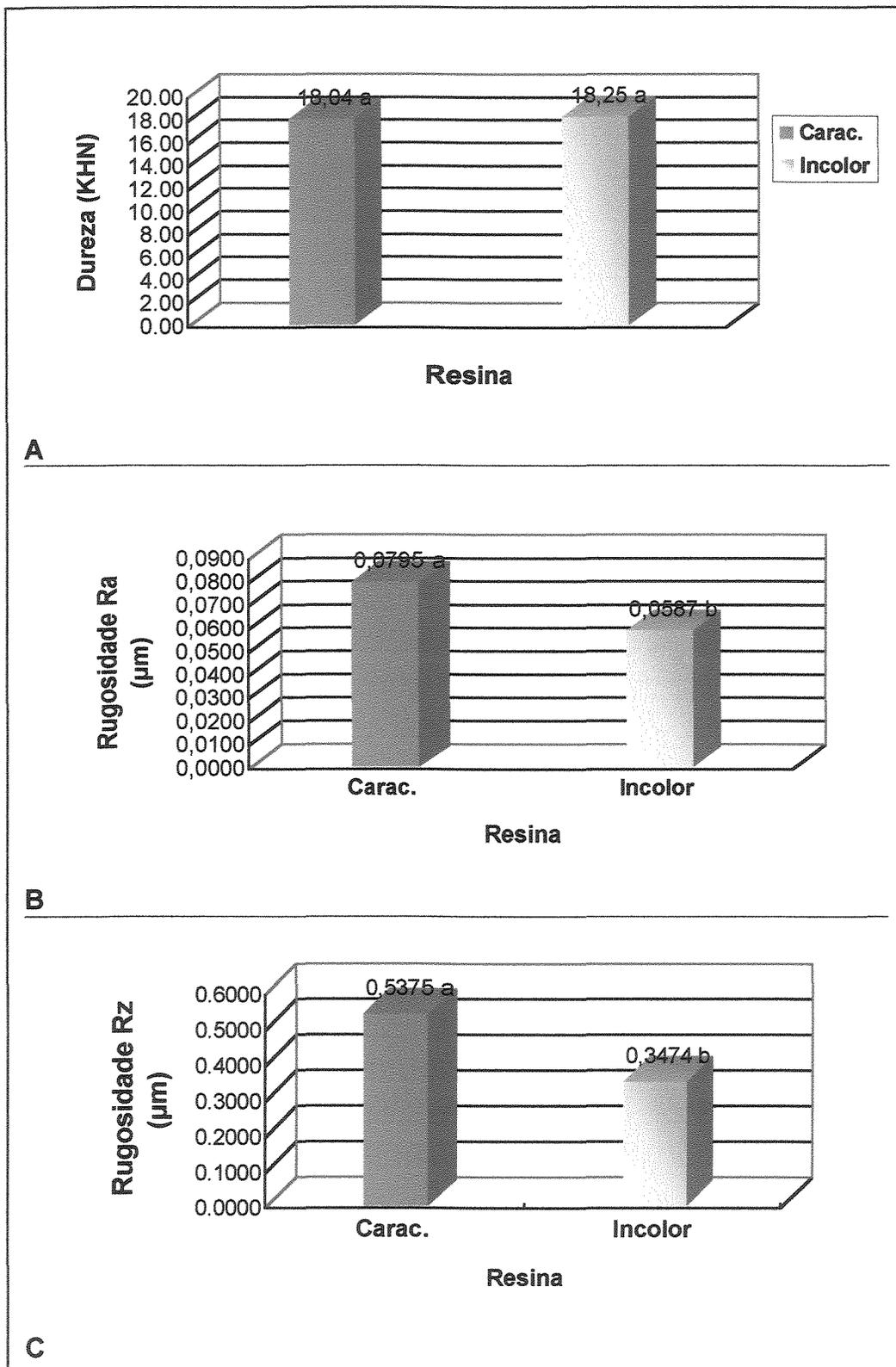


FIGURA 5.1 – A) Médias de dureza; B) Rugosidade média Ra e C) Rugosidade média Rz.

5.2. Análise da Porosidade

A TABELA 5.3 e FIGURA 5.2 mostram a contingência para o cruzamento de número de poros com a combinação de tempos e resinas. Observa-se claramente, que a maioria das leituras (347) não mostrou nenhuma ocorrência, sendo que 13 leituras (3,6%) apresentaram 1 poro ou mais, distribuídas entre as resinas, tempos e combinação entre esses fatores. Salienta-se que às 24h, nenhuma das leituras apresentou porosidade.

TABELA 5.3 – Cruzamento de n.º de Poros com a combinação de Tempos com Resinas.

Tempos	Resinas	N.º de poros				Campos de leitura
		0	1	2	3	
30 min	Caracterizada	34	2	0	0	36
	Incolor	34	1	1	0	36
2 horas	Caracterizada	35	0	1	0	36
	Incolor	34	2	0	0	36
6 horas	Caracterizada	34	1	0	1	36
	Incolor	34	1	0	1	36
12 horas	Caracterizada	35	1	0	0	36
	Incolor	35	1	0	0	36
24 horas	Caracterizada	36	0	0	0	36
	Incolor	36	0	0	0	36
Total		347	9	2	2	360

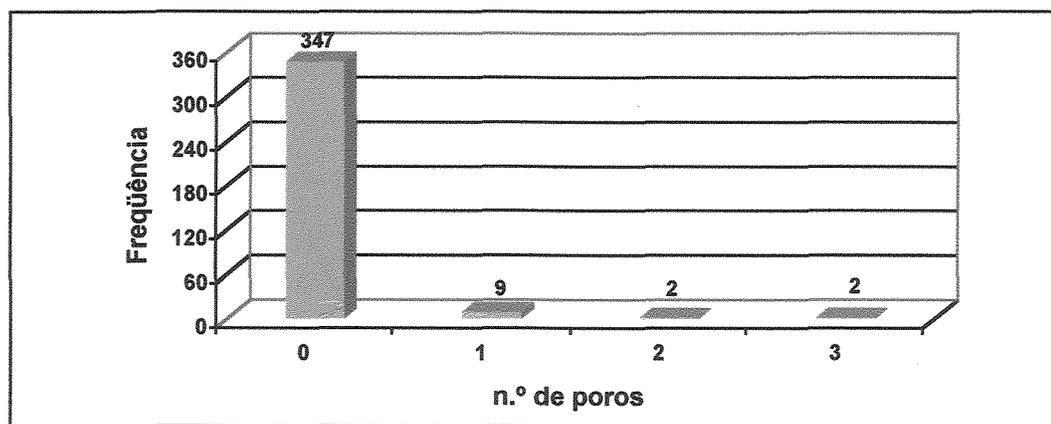


FIGURA 5.2 – Ocorrência de poros nos campos de leitura.

Embora a ocorrência de porosidade externa tenha sido raramente constatada nos campos de leitura observados, em todos os grupos, verificou-se com relativa frequência a presença de pontos e linhas enegrecidas nas amostras caracterizadas, coincidentes com a terminação de fibras expostas na superfície da resina acrílica (FIGURA 5.3, setas). Este aspecto evidenciou que nestas regiões houve penetração e absorção efetivas de pigmentos da tinta nanquim pelas fibras utilizadas para caracterização.

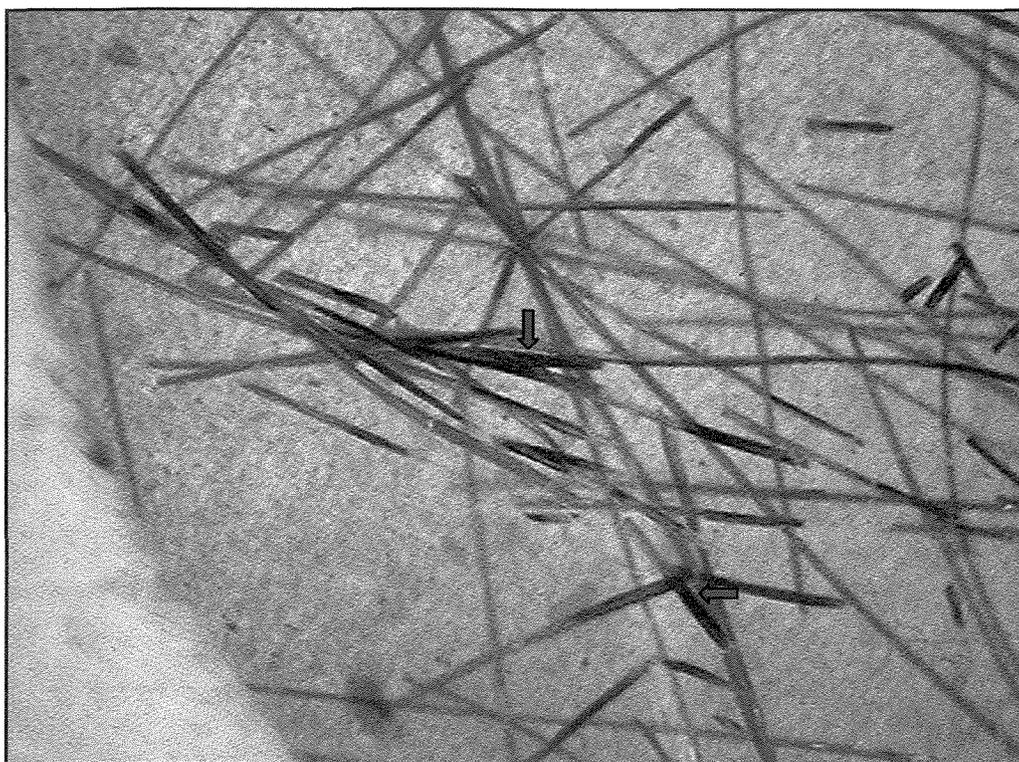


FIGURA 5.3 - Campo de leitura de amostra caracterizada observada em aumento de 63X. As setas indicam fibras coradas pela tinta nanquim.

5.3 Observação em microscopia eletrônica de varredura

A observação em microscopia eletrônica de varredura das superfícies polidas das amostras de resina acrílica e das fibras utilizadas para caracterização foi de caráter qualitativo, sendo observadas diferenças em aspecto microscópico em diversos aumentos. As imagens serão descritas a título de ilustração. Nas FIGURAS 5.4 e 5.5, observa-se a superfície polida de amostras de resina acrílica caracterizada e incolor, em 500x de aumento. Verifica-se que ambas possuem morfologia superficial semelhante. Para a superfície da resina caracterizada, no entanto, pode-se visualizar fenda (5.5 a) preenchida parcialmente por um filamento de forma irregular (5.5 b). A FIGURA 5.6 (5000x) mostra a superfície de uma resina incolor onde se observa risco remanescente do polimento, com proporções nanométricas. Na FIGURA 5.7 (2500x), constata-se que o espaço existente (a) corresponde à presença de uma fibra de caracterização exposta na superfície da resina (b). Este aspecto confirma que estas fibras não apresentam união química com a resina em que estão incluídas, sendo provavelmente deslocadas durante os procedimentos de acabamento, originando espaços para penetração de fluidos, pigmentos e/ou microorganismos. As FIGURAS 5.8 e 5.9, mostram aspectos morfológicos das fibras de caracterização vermelha e roxa. Ambas são constituídas por múltiplos filamentos unidos, formando um único feixe.

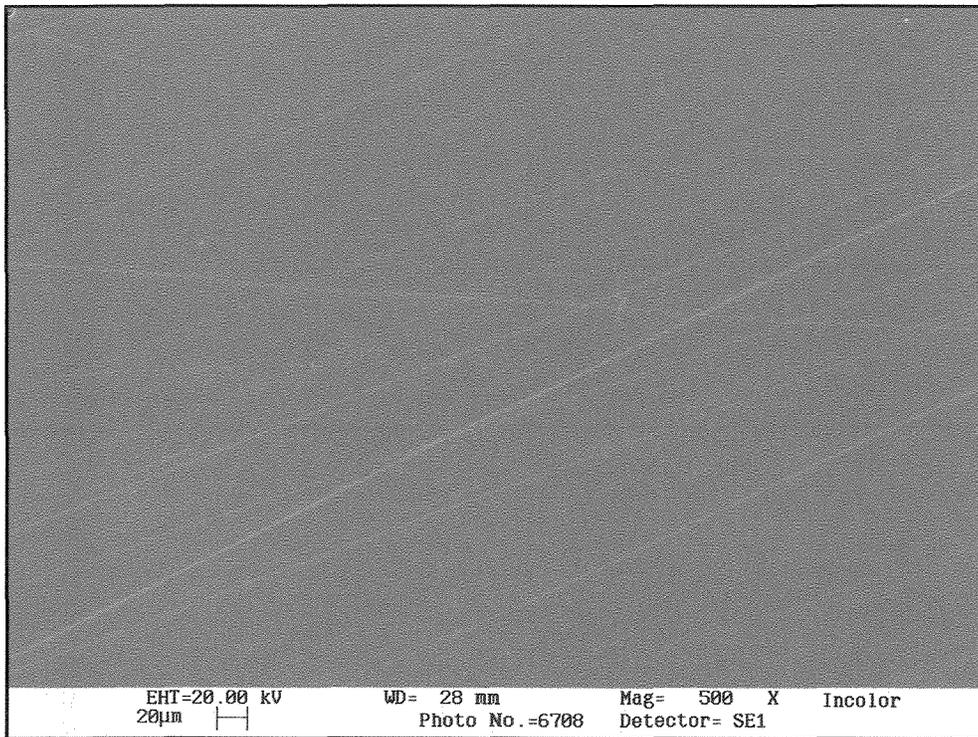


FIGURA 5.4 - Superficie de amostra de resina incolor (aumento 500).

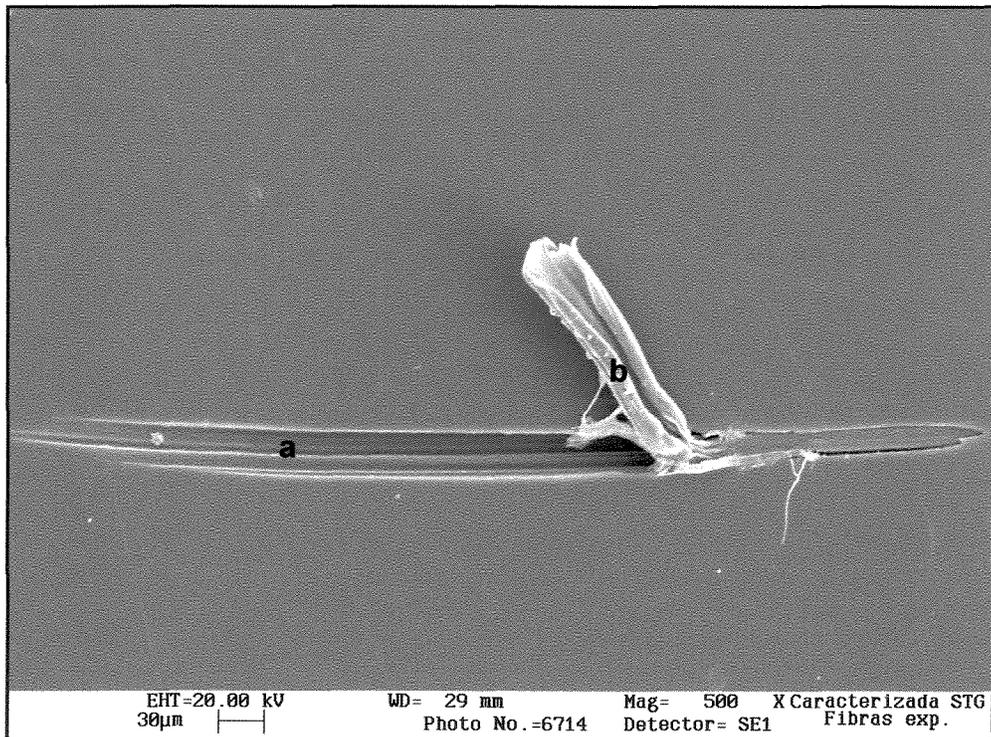


FIGURA 5.5 - Superficie de amostra de resina caracterizada (aumento 500x).

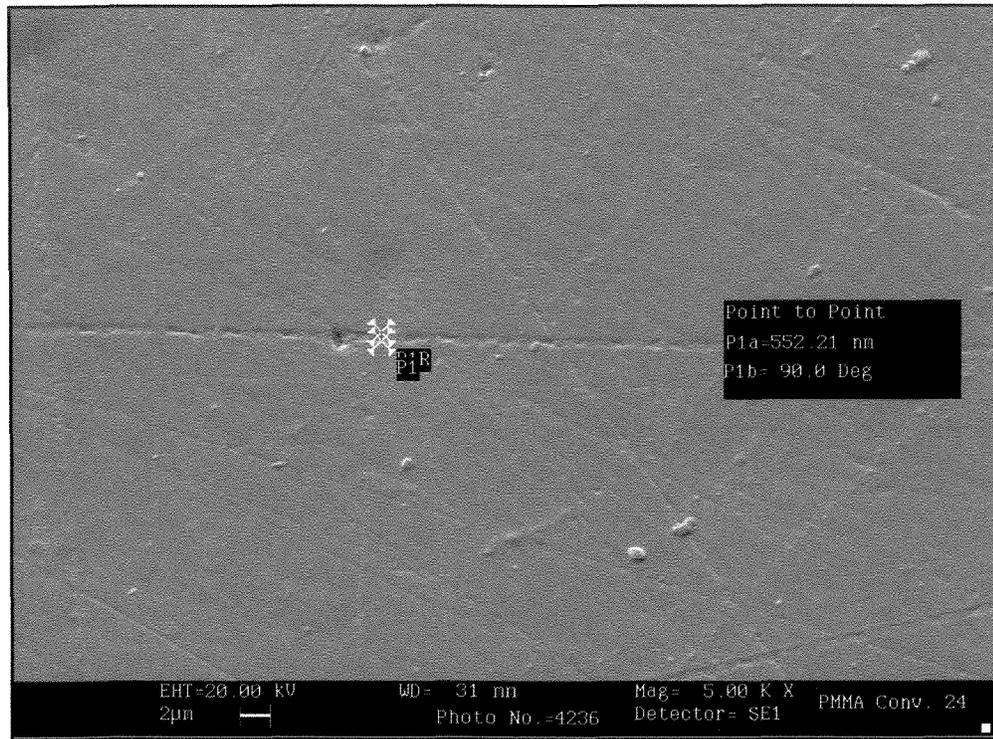


FIGURA 5.6 - Superfície de amostra de resina incolor (aumento 5000x).

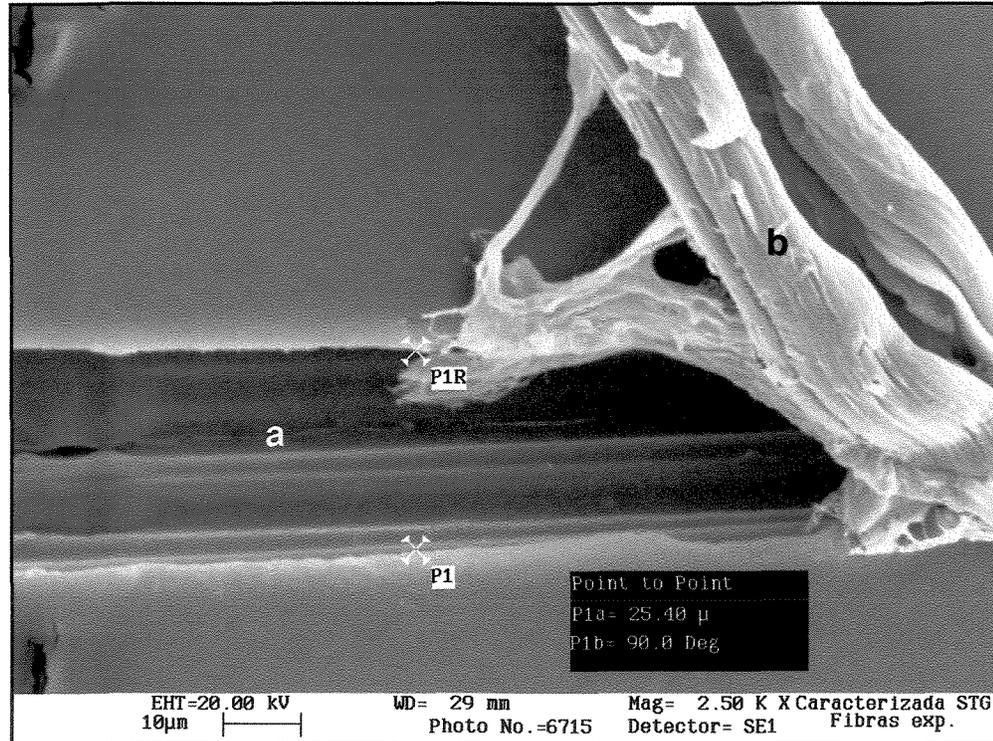


Figura 5.7 - Fibra exposta na superfície da resina (aumento 2500x).

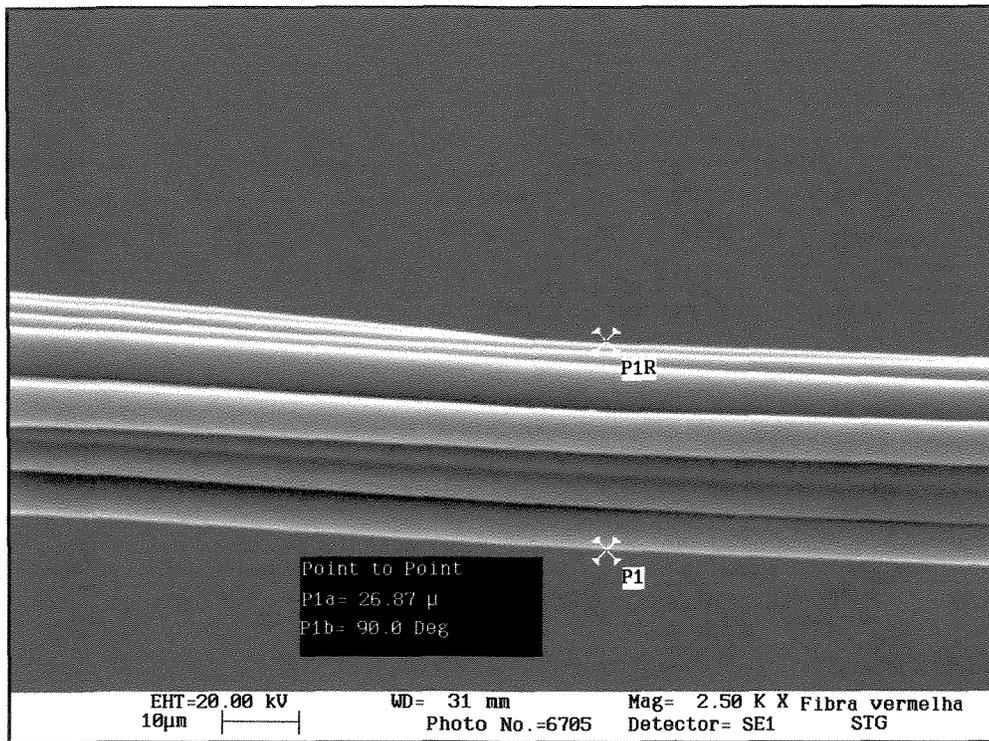


FIGURA 5.8 - Fibra de caracterização vermelha (aumento 2500x).

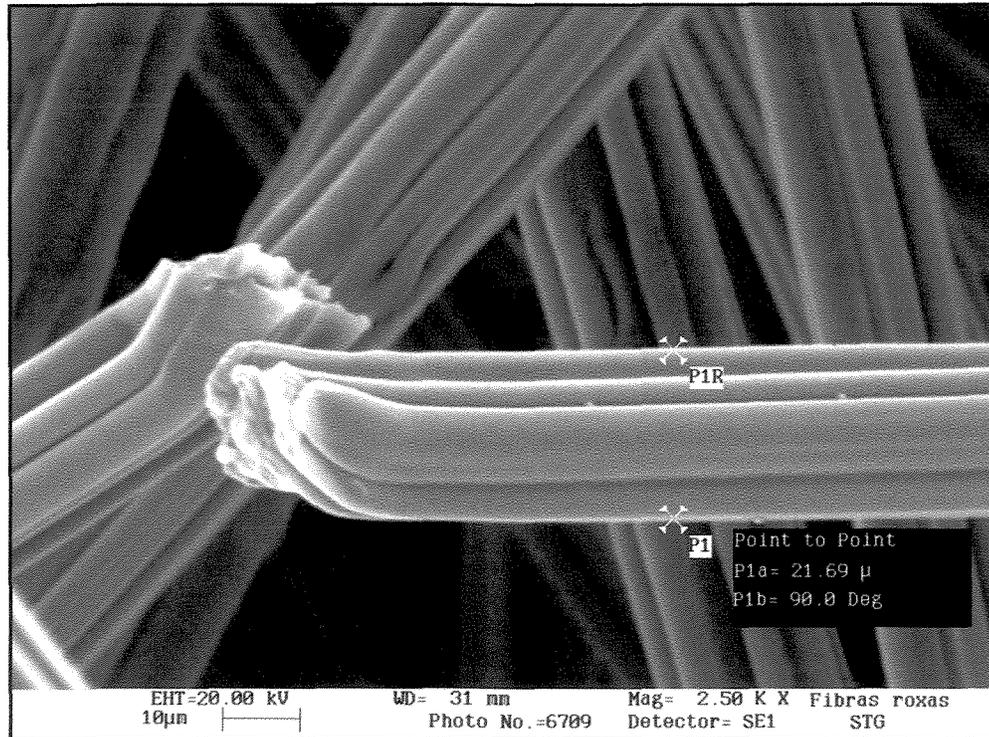


FIGURA 5.9 - Fibra de caracterização roxa (aumento 2500x).

6 - DISCUSSÃO

Uma prótese total ou parcial removível, quando individualizada através da técnica de caracterização intrínseca, possui qualidades estéticas superiores àquelas produzidas com uso de resinas monocromáticas. Em pacientes portadores de prótese total, que possuam linha do sorriso alta, este fato assume maior importância, pois a porção gengival visível destaca o aspecto artificial das resinas de cor rosa comumente usadas. Esta opinião é suportada por diversos autores (**DUMMET**, 1960; **LOMBARDI**, 1973; **ESPOSITO**, 1980; **CURTIS et al.**, 1987; **PANTALÉON et al.**, 1988; **REIS et al.**, 1996; **PANTALÉON et al.**, 1997).

Na técnica de caracterização avaliada neste trabalho, preconizada por **GOMES et al.**, em 1998, são utilizadas seis tonalidades de polímero cor rosa e duas cores de fibras de caracterização (vermelha e roxa). Os passos laboratoriais seguidos durante a confecção de uma prótese caracterizada foram reproduzidos experimentalmente, não havendo intenção de obter as cores correspondentes à escala que acompanha o produto.

Na TABELA 5.2 (página 82) estão dispostos os valores médios de dureza superficial da resina em função do método de processamento e dos tempos estudados. Observa-se que, apesar do valor numérico médio de dureza da resina caracterizada apresentar-se menor que o da incolor, independente do tempo, estas não diferiram estatisticamente entre si.

Segundo **O'BRIEN**, em 1997, o ensaio de dureza Knoop avalia a resistência de um material à penetração, podendo ser empregado para prever sua capacidade em promover ou ser submetido à abrasão. **CRAIG et al.**, em 1996, citou que os baixos valores de dureza encontrados para a resina acrílica indicam que este material pode ser facilmente riscado ou submetido à abrasão. **VON FRAUNHOFER & SUCHATLAPONG**, em 1975, verificaram que amostras armazenadas em água, após período de 12 dias, apresentaram redução nos valores de dureza superficial e que a abrasão de sua superfície tornava a resina mais dura. **TRUONG & THOMASZ**, em 1988, observaram não haver diferença entre propriedades físicas de uma resina polimerizada de modo convencional ou em microondas, relatando valores médios da ordem de 17,13KHN. **SHLOSBERG et al.**, em 1989, realizaram ensaios de dureza Knoop em amostras de resina, utilizando carga de 200g, após 21 dias de armazenagem em água. Os autores obtiveram valores médios de dureza de 16,46KHN. **BORGES et al.**, em 2000, realizaram ensaios de dureza superficial Knoop utilizando carga de 25g aplicada por 30 segundos. Encontraram valores médios de 18,91KHN para uma resina polimerizada em microondas. Os diferentes resultados verificados na literatura, ocorrem provavelmente devido às condições particulares de cada experimento, como tempo e tipo de armazenagem, polimento, resina acrílica empregada e ciclo de polimerização. Os valores médios de dureza no presente trabalho são considerados normais para a resina acrílica e não diferem estatisticamente entre os grupos M1 e M2. Poder-se-ia, portanto, supor que a técnica de caracterização avaliada resulta em uma resina cujo comportamento, quanto à capacidade de

abrasão, polimento e manutenção de características superficiais, seria semelhante à resina processada de modo convencional. Os valores numéricos das médias de dureza obtidos para a resina caracterizada foram maiores no tempo de 6 horas (18,66 KHN) e menores no de 24 horas (16,95KHN). Para a resina incolor os maiores valores foram obtidos no tempo de 30 minutos (18,96KHN) e os menores, no de 12 horas (17,52KHN). A comparação estatística desses dados não forneceu subsídios para determinar um tempo pós-prensagem mais favorável. A confecção de uma prótese total, pela técnica convencional ou de caracterização, provavelmente produziria os mesmos resultados de dureza em quaisquer dos tempos utilizados.

A TABELA 5.2 página 82 apresenta as médias de rugosidade (Ra e Rz) em função das resinas e dos tempos. Verifica-se que a resina caracterizada apresentou médias significativamente maiores que as da incolor para esta variável, independente do tempo.

Para avaliação das características superficiais da resina acrílica, o parâmetro Ra é o mais utilizado. Representa a rugosidade média total de uma superfície. **WHITEHEAD et al.**, em 1996, consideraram que devido às limitações que este parâmetro possui, os riscos superficiais inerentes ao processo de acabamento podem não alterar substancialmente os valores de leitura. Se um pico ou vale não típico estiverem presentes na superfície, o valor da média de rugosidade não sofrerá alteração significativa, ocultando tal irregularidade. Por outro lado, o parâmetro Rz, que corresponde à média da altura máxima entre

picos e vales de cinco segmentos consecutivos dentro de um comprimento de leitura, podendo ser usado para descrever o grau de rugosidade de uma amostra. **WHITEHEAD et al.**, em 1995, sugeriram que as características superficiais dos materiais restauradores deveriam ser descritas com o uso de mais de um parâmetro de mensuração. Seguindo esse raciocínio, no presente trabalho foram utilizados simultaneamente dois parâmetros, Ra e Rz, e verificou-se, através de análise estatística uma correlação positiva entre eles. A análise indicou que bastaria considerar um desses parâmetros, pois o outro apresentaria o mesmo comportamento (apêndice, página 120, FIGURA A.3).

O significado de superfícies com rugosidade superficial mínima, em relação à adesão de microorganismos e na manutenção da saúde oral, foi verificada por diversos estudos (**DAVENPORT**, 1970; **QUIRYNEN et al.**, 1990; **QUIRYNEN & BOLLEN**, 1995, **RADFORD et al.**, 1998). **ANUSAVICE**, em 1998, citou que o acabamento das próteses promove três benefícios: saúde, função e estética. É evidente, então, que uma prótese total com superfícies lisas e polidas facilita os procedimentos de higienização, trazendo conforto ao paciente. **VERRAN & MARYAN**, em 1997, encontraram valores de rugosidade média de 0,02 μ m para resina acrílica a qual consideraram lisa, 1,26 μ m para resina rugosa, e 1,96 μ m para resina prensada contra gesso. **BORCHERS et al.**, em 1999, obtiveram, em amostras de resina acrílica polidas, um valor médio de rugosidade superficial Ra de 0,8 μ m. **BOLLEN et al.**, em 1996, encontraram um limiar de Ra de 0,2 μ m, abaixo do qual não se esperaria redução significativa da colonização microbiana.

BOLLEN *et al.*, em 1997, verificaram que valores de rugosidade superficial média (Ra) abaixo de 0,2 μ m somente poderiam ser obtidos nos compósitos ou resinas acrílicas quando realizado acabamento com discos e lixas de granulação decrescente. **ULUSOY** *et al.*, em 1986, obtiveram os menores valores de Ra para resina acrílica termoativada (0,31 \pm 0,03 μ m) quando utilizaram polimento com pedras e discos abrasivos, roda de pano e pasta de pedra-pomes e água, escova macia e pasta de pó de giz e água. No presente estudo, o polimento das amostras foi realizado em politriz visando padronização e obtenção de superfícies suficientemente lisas, adequadas ao ensaio de dureza superficial. Os valores de Ra obtidos (0,0795 μ m para resina caracterizada e 0,0587 μ m para incolor) foram superiores quando comparados aos valores mínimos encontrados por **VERRAN & MARYAN**, em 1997, e inferiores aos obtidos por **ULUSOY** *et al.* em 1986 e **BORCHERS** *et al.*, em 1999, podendo ser justificados devido ao tamanho da partícula abrasiva usada na última etapa do polimento (3 μ m). Embora tenha ocorrido diferença estatística significativa entre resina caracterizada e resina incolor, quando submetidas ao mesmo tipo de polimento, os baixos valores de rugosidade alcançados, comparados ao limiar de Ra de 0,2 μ m sugerido por **BOLLEN** *et al.*, em 1996, podem indicar que próteses confeccionadas com a resina aqui utilizada, em ambos os métodos, poderiam ter desempenho semelhante.

Nos estudos que avaliam porosidade da resina acrílica, os métodos mais utilizados são: análise visual (**NISHII**, 1968; **KIMURA** *et al.*, 1983),

pigmentação de poros e contagem em área delimitada (**REITZ et al.**, 1985; **SANDERS et al.**, 1987; **RODRIGUES GARCIA & DEL BEL CURY**, 1996; **BORGES et al.**, 2000) e peso das amostras em ar e água (**SABT et al.**, 1975; **BAFILE et al.**, 1991; **SAMUEL et al.**, 1996). O método de pesagem de amostras avalia a porosidade interna, enquanto o de pigmentação e contagem de poros, a superficial, razão pela qual, este método foi escolhido.

Neste trabalho, a presença de porosidade externa foi raramente observada (3,65% dos campos de leitura apresentaram de 1 a 3 poros) nas amostras de resina acrílica, para ambos os processamentos, convencional ou de caracterização, em qualquer tempo considerado.

WOLFAARDT et al., em 1986, relataram que o mecanismo gerador de porosidade poderia estar ligado a vários de fatores: proporção pó/líquido incorreta, aprisionamento de ar durante a mistura, homogeneidade inadequada da massa e inclusão da resina em estágio impróprio. **VAN NOORT**, em 1995, citou a vaporização e contração do monômero associada à reação exotérmica durante a polimerização, como fatores responsáveis pelo aparecimento de poros e recomendou o processamento da resina acrílica através da prensagem pela técnica de compressão do molde, após a mesma ter atingido a fase plástica. **MUTLU et al.**, em 1992, afirmaram que a resina acrílica prensada numa fase anterior à plástica contém maior quantidade de monômero livre, não apresentando consistência adequada para prensagem, o que levaria à diminuição da pressão no interior do molde, podendo resultar em produto final com porosidade devido à

contração de polimerização. A técnica de caracterização intrínseca descrita por **GOMES et al.**, em 1998, utiliza camadas de polímero aplicadas no interior do molde e saturadas visualmente por gotejamento de monômero, sendo subsequentemente cobertas por uma porção de resina incolor depositada em estado fluido, para evitar o deslocamento da caracterização. Os mecanismos envolvidos no aparecimento de porosidade citados por **WOOLFAARDT et al.**, em 1986, **VAN NOORT**, em 1995 e **MUTLU et al.**, em 1992, provavelmente não estiveram presentes ou não influenciaram os resultados deste estudo. A metodologia preconizada por **GOMES et al.**, em 1998, não produziu efeitos negativos sobre a resina acrílica, mesmo se considerados aspectos diferentes da técnica convencional tais como manipulação, proporção pó/líquido, consistência e quantidade de monômero presente. A resina acrílica mostrou comportamento favorável, uma vez que a ocorrência de porosidade foi desprezível em quaisquer dos grupos avaliados.

Outro aspecto importante a ser discutido, com relação à porosidade da resina acrílica, seria o tempo pós-prensagem. **TAUBERT & NOWLIN**, em 1992, verificaram que quanto maior o tempo entre a prensagem e a polimerização, menor a quantidade de poros encontrada. **KIMPARA & MUENCH**, em 1996, não encontraram poros em amostras de resina acrílica de até 1cm de espessura com polimerização imediata e de até 2cm após 24 horas. **SAMUEL et al.**, no mesmo ano, afirmaram que o tempo decorrido entre a prensagem e a polimerização não é um fator determinante para o aparecimento de porosidade nas resinas acrílicas de

ativação térmica. Os resultados obtidos no presente estudo são compatíveis aos achados de **KIMPARA & MUENCH** e **SAMUEL *et al.***, em 1996, e podem indicar que mesmo o tempo pós-prensagem de 30 minutos seria suficiente para a confecção de uma prótese caracterizada isenta de poros.

Diversos trabalhos mostram que a polimerização de resinas acrílicas em microondas pode ser efetuada com diminuição ou ausência de poros através do controle de tempo e potência do ciclo de polimerização (**REITZ *et al.***, em 1985; **DE CLERCK**, 1987; **TRUONG & THOMASZ**, 1988; **TAUBERT & NOWLIN**, 1992). **ALKHATIB *et al.***, em 1990, verificaram ausência de porosidade em amostras de resina acrílica de até 9mm de espessura, usando ciclo de polimerização longo e potência baixa. Segundo **SANDERS *et al.***, em 1987, além da combinação tempo/temperatura, a resina acrílica deve ser selecionada de acordo com sua composição, pois aquela que contém a mistura de metil e etilmetacrilatos, apresenta menor quantidade de poros quando polimerizada em microondas. Na opinião de **BAFILE *et al.***, em 1991, resinas contendo em sua composição trietileno ou tetraetileno-glicol, apresentam baixa pressão de vapor, mesmo sob temperaturas entre 100°C e 150°C, o que favorece seu processamento em altas temperaturas sem risco de aparecimento de poros. Os resultados obtidos neste trabalho, em relação à porosidade, poderiam ser justificados pela combinação adequada entre o ciclo de polimerização e resina utilizada. A resina VIPI-WAVE apresenta em sua composição dimetacrilatos, que de acordo com os achados de **SANDERS *et al.***, em 1987, e **BAFILE *et al.***, em 1991, poderiam reduzir a pressão

de vapor do monômero, fazendo com que este suportasse as altas temperaturas geradas durante a polimerização, sem vaporização, evitando assim a formação de poros. Somado a este comportamento, o ciclo de polimerização empregado (6 minutos a 40% de potência, 5 minutos a 0% e 3 minutos a 80%), parece ter fornecido energia suficiente para desencadear a reação de ativação de polimerização e manter seu desenvolvimento de maneira eficiente, pois as amostras de ambos os tipos de resina, com espessura de 5mm, foram obtidas sem presença de porosidade significativa.

Este trabalho avaliou a técnica de caracterização intrínseca do sistema *STG (VIPI)* e verificou que a resina acrílica resultante deste processo, apresentou comportamento semelhante à técnica convencional, quanto às propriedades de superfície estudadas. No entanto, algumas considerações devem ser feitas a respeito das fibras de caracterização e os possíveis efeitos de sua utilização. Segundo o fabricante, a composição das fibras presentes no *Sistema de Caracterização STG-VIPI (DENTAL VIPI)* é o rayon. **WINKLER & VERNON**, em 1978, relataram que fibras de rayon são insolúveis no monômero, embora sejam capazes de absorver considerável quantidade dele. Como resultado, comprimento e diâmetro são modificados, permitindo posteriormente, a liberação lenta do monômero absorvido. Essas fibras também absorvem água quando a prótese é colocada em uso, alterando seu volume consideravelmente. No presente trabalho foram observados valores mais altos de rugosidade média para as amostras caracterizadas quando comparadas às incolores, como efeito direto da presença

das fibras de caracterização nas superfícies submetidas à leitura de rugosidade. Nas observações em lupa estereoscópica e em MEV constatou-se também que as fibras não têm ligação química com a resina em que estão incluídas. Clinicamente, este comportamento poderia fazer com que as fibras expostas na superfície, após os procedimentos de acabamento e polimento, fossem alteradas pela umidade da cavidade bucal, resultando espaços vazios por onde penetrariam fluídos, corantes e placa bacteriana. Esse problema poderia ser solucionado através da substituição das fibras de rayon por outras de comportamento e composição compatíveis com a resina acrílica, como por exemplo fibras de resina acrílica ou de nylon. Tecnicamente, o procedimento indicado seria evitar a exposição das fibras na superfície externa da prótese, utilizando fina camada de polímero incolor ou transparente previamente à aplicação das fibras.

7 – CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia utilizada neste estudo e diante dos resultados obtidos, conclui-se que:

- Não houve influência do tempo pós-prensagem sobre as propriedades estudadas.
- Não houve influência da técnica de caracterização intrínseca sobre os valores de dureza superficial da resina acrílica estudada.
- Os valores de rugosidade superficial média para a técnica de caracterização intrínseca foram significativamente maiores que os da técnica convencional.
- A ocorrência de porosidade foi desprezível em todos os grupos analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. AL DOORI, D. *et al.* A comparison of denture base acrylic resins polymerized by microwave irradiation and by conventional water bath curing system. *Dent Mater*, Oxford, v.4, n.1, p.25-32, Feb. 1988.
2. ALKHATIB, M. *et al.* Comparison of microwave polymerized denture base resins. *Int J Prosthodont*, Lombard, v.3, n.3, p.249-255, May/June 1990.
3. ANUSAVICE, K.J. *Phillips : materiais dentários*. 10.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1998. Cap.4, 11 e 30, p.28-43, 140-160, 394-405.
4. ASPIN, M.E., TOMLIN, H.R., OSBORN, J. A esthetics of denture gunwork. *Br Dent J*, London, v.109, p.271-274, Oct. 1960.
5. ATHIAS, G. Mortes por câncer de boca crescem 50%. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 23 julho 2000. Cotidiano, p.C5
6. 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.
7. BOLLEN, C.M.L., LAMBRECHTS, P., QUIRYNEN, M. Comparison of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*, Oxford, v.13, n.7, p.258-269, July 1997.
8. _____. *et al.* The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res*, Copenhagen, v.7, n.3, p.201-211, Sept. 1996.

* 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.

9. BORCHERS, L., TAVASSOL, F., TSCHERNITSCHKEK, H. Surface quality achieved by polishing and varnishing of temporary crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.82, n.5, p.550-556, Nov. 1999.
10. BORGES, L.H., DOMITTI, S.S., CONSANI, S. Influência de ciclos de polimerização sobre polimento, rugosidade, porosidade e dureza superficial da resina acrílica QC20. *Rev CROMG*, Belo Horizonte, v.6, n.2, p.68-78, maio/ago. 2000.
11. BRAUN, K.O. *et al.* 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 Sao Paulo*, São Paulo, v.12, n.2, p.173-180, abr./jun. 1998.
12. CHOUDHARY, S.C., CRAIG, J.F., SULS, F.J. Characterizing the denture base for non-caucasian patients. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.33, n.1, p.73-79, Jan. 1975.
13. CRAIG, R.G., O'BRIEN, W.J., POWERS, J.M. *Dental materials : properties and manipulation*. 6th ed. Saint Louis : Mosby, 1996. Chap.6, p.96-113.
14. CURTIS, T.A., SHAW, E.L., CURTIS, D.A. The influence of removable prosthodontic procedures and concepts on the esthetics of complete dentures. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.57, n.3, p.315-323, Mar. 1987.
15. DAVENPORT, J.C. The oral distribution of *Candida* in denture stomatitis. *Br Dent J*, London, v.129, n.18, p.151-156, Aug. 1970.
16. DE CLERK, 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.

17. DEL BEL CURY, A.A., RODRIGUES JÚNIOR, A.L., PANZERI, H. Resinas acrílicas dentais polimerizadas por energia de microondas, método convencional de banho de água e quimicamente ativada; propriedades físicas. *Rev Odontol Univ Sao Paulo*, São Paulo, v.8, n.4, p.243-249, out./dez. 1994.
18. DIRKSEN, L.C. A natural esthetic bucal and labial anatomic forms for complete dentures. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.5, n.3, p.368-374, May 1955.
19. DUMMET, C.O. Oral pigmentation. *J Periodontol*, Chicago, v.31, n.5, p.356-360, Oct. 1960.
20. ESPOSITO, S.J. Esthetics for denture patients. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.44, n.6, p.608-615, Dec. 1980.
21. FIORI, S.R. *Atlas de prótese parcial removível*. 4.ed. São Paulo : Pancast, 1993. p.386-403.
22. GERHARD, R., SAWYER, N. Denture to harmonize with heavily pigmented tissues. *J Am Dent Assoc*, Chicago, Chicago, v.73, n.1, p.94-95, July 1966.
23. GOMES, F.L. *et al.* Emprego de resinas pigmentadas para caracterizar próteses totais e próteses parciais removíveis. *Odonto POPE*, Bauru, v.1, n.3, p.170-181, jul./set. 1997.
24. GOMES, T. *et al.* Prótese total caracterizada e polimerizada por energia de microondas. *Odonto POPE*, Bauru, v.2, n.2, p.359-370, abr./jun. 1998.
25. ILBAY, S.G. *et al.* Processing dentures using microwave technique. *J Oral Rehabil*, Oxford, v.21, n.1, p.103-109, Jan. 1994.

26. KIMPARA, E.T., MUENCH, A. Porosidade em decorrência do processamento e volume de resina acrílica. *Rev Odontol Univ Sao Paulo*, São Paulo, v.10, n.3, p.237-239, jul./set. 1996.
27. KIMURA, H. *et al.* Applications of microwave for dental technique (part 1). *J Osaka Univ Dent Sch*, Suita, v.23, p.41-49, Dec. 1983.
28. KOTWAL, K.R. Color matching denture bases for non-white patients. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.44, n.6, p.673-674, Dec. 1980.
29. LOMBARDI, R.E. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.29, n.4, p.358-382, Apr. 1973.
30. MUTLU, G., HUGGET, R., HARRISON, A. Determination of doughing and manipulation times of acrylic denture base material and proposal for a specification for a packing plasticity test. *J Dent*, Oxford, v.20, n.5, p.311-317, Oct. 1992.
31. 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.
32. O'BRIEN, W.J. *Dental materials and their selection*. 2nd ed. Chicago : Quintessence, 1997. Chap.2, p.13-23.
33. PANTALÉON, M.D.J.S. *Contribuição ao estudo da estética em dentaduras completas e próteses parciais removíveis da criação de um guia de tonalidade para o tecido gengival em resina acrílica*. Bauru, 1988. 87p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

34. PANTALÉON, M.D.J.S. *et al.* Caracterização de bases protéticas. *Odonto POPE*, Bauru, v.1, n.1, p.16-29, jan./mar. 1997.
35. PLACK III, W.F., TODD, R.A., WOODY, R.D. A technique for simulation of melanin in denture bases. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.103, n.1, p.53-54, July 1981.
36. POUND, E. Esthetic dentures and their phonetic values. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.1, n.2, p.98-111, Jan./Mar. 1951.
37. PROCTOR, H.H. Characterization of dentures. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.3, n.3, p.339-349, May 1953.
38. QUINLIVAN, J.T. Characterization of dentures bases. *Dent Clin North Am*, Philadelphia, v.19, n.2, p.321-332, Apr. 1975.
39. QUIRYNEN, M., BOLLEN, C.M.L. 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*, Copenhagen, v.22, n.1, p.1-14, Jan. 1995.
40. _____ *et al.* The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation – An in vivo study in man. *J Clin Periodontol*, Copenhagen, v.17, n.3, p.138-144, Mar. 1990.
41. RADFORD, D.R. *et al.* Adherence of *Candida albicans* to denture-base materials with different surface finishes. *J Dent*, Oxford, v.26, n.7, p.577-583, Sept. 1998.
42. REIS, S.M.A.R. *et al.* Caracterização das bases das próteses removíveis totais e parciais. *ROBRAC*, Goiânia, v.6, n.17, p.22-26, mar. 1996.

43. REIS, S.M.A.R. *et al.* Caracterização das bases das próteses removíveis totais e parciais - Parte II. *ROBRAC*, Goiânia, v.7, n.24, p.37-43, dez. 1998.
44. REITZ, P.V. *et al.* The curing of denture acrylic resins by microwave energy. Physical properties. *Quintessence Int*, Berlin, v.6, n.8, p.547-551, Aug. 1985.
45. RICH, V.G. Natural gingival colors. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v.33, n.9, p.645-647, May 1946.
46. RIZZATI-BARBOSA, C.M. *et al.* Uso de la energía de microondas em el procesamiento de prótesis odontológicas. *Rev Asoc Odontol Argent*, Buenos Aires, v.86, n.2, p.105-108, mar./abr. 1998.
47. RODRIGUES-GARCIA, R.C.M., DEL BEL CURY, A.A. Estudo da adaptação e porosidade de bases de próteses confeccionadas com resina acrílica dental submetidas a dois ciclos de polimerização. *Rev Odontol Univ Sao Paulo*, São Paulo, v.10, n.4, p.295-302, out./dez. 1996.
48. SABT, E.M., RAMADAN, F.A., MOHAMED, F.A. The effect of curing cycles and mold materials on porosity of acrylic resin. *Egypt Dent J*, Cairo, v.21, n.1, p.75-78, Jan. 1975.
49. SAMUEL, S.M.W. *et al.* Avaliação das resinas acrílicas de termopolimerização (1). *Rev Fac Odontol P Alegre*, Porto Alegre, v.37, n.1, p.18-20, jul. 1996.
50. SANDERS, J.L., LEVIN, B., REITZ, P.V. Porosity in denture acrylic resins cured by microwave energy. *Quintessence Int*, Berlin, v.18, n.7, p.453-456, July 1987.

51. SCHWARZ, W.D. Improving full denture appearance. *Dent Pract Dent Rec*, Bristol, v.13, n.8, p.319-327, Apr. 1963.
52. SHLOSBERG, S.R. *et al.* Microwave energy polymerization of poly(methyl methacrylate) denture base resin. *Int J Prosthodont*, Lombard, v.2, n.5, p.453-458, Sept./Oct. 1989.
53. SILVA, F.A.P. *et al.* Técnica de caracterização de bases de prótese utilizando fibras de lã acrílica. *Rev Assoc Paul Cir Dent*, São Paulo, v.54, n.2, p.115-118, mar./abr. 2000.
54. SMITH, B.J. Esthetic factors in removable partial prosthodontics. *Dent Clin North Am*, Philadelphia, v.23, n.1, p.53-63, Jan. 1979.
55. SPENCER, H.R., GARIAEFF, P. The present status of vulcanite versus plastics as a baseplate material. *Contact Point*, San Francisco, v.27/28, p.263-267, June 1949.
56. STUART, B.K. Denture base coloring for patients with deep gingival pigmentation. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.22, n.6, p.631-632, Dec. 1969.
57. TAKAMATA, T., SETCOS, J.C. Resin dentures bases: Review of accuracy and methods of polymerization. *Int J Prosthodont*, Lombard, v.2, n.6, p.555-562, Nov./Dec. 1989.
58. TAUBERT, T.R., NOWLIN, T.P. Controlling porosity in microwave processed acrylic. *Trends Tech Contemp Dent Lab*, McLean, v.9, n.3. p.45-48, Apr. 1992.

59. 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.
60. TURCK, M.D., RICHARDS, M.W. Microwave processing for denture relines, repairs and rebases. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.69, n.3, p.340-343, Mar. 1993.
61. ULUSOY, M., ULUSOY, N., AYDIN, A.K. An evaluation of polishing techniques on surface roughness of acrylic resins. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v. 56, n.1, p.107-112, July 1986.
62. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Saúde Pública. *Levantamento epidemiológico em saúde bucal : Estado de São Paulo 1998*. São Paulo, 1999. [Relatório apresentado à Secretaria de Estado da Saúde como conclusão do projeto realizado em convênio com o Núcleo de Estudos e Pesquisas em Sistemas de Saúde, em 1998]
63. VAN NOORT, R. *Introduction to dental material*. London : Mosby, 1995. Chap.3 pt.2, p.183-191.
64. VERRAN, J., MARYAN, C.J. Retention of *Candida albicans* on acrylic resin and silicone of different surface topography. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.77, n.5, p.535-539, May 1997.
65. VON FRAUHIOFER, J.A., SUCHATLAMPONG, C. The surface characteristics of denture base polymers. *Ljflent*, Bristol, v.3, n.3, p.105-109, May 1975.
66. WHITEHEAD, S.A. *et al*. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil*, Oxford, v.22, n.6, p.421-427, June 1995.

67. WHITEHEAD, S.A. *et al.* Surface texture changes of a composite brushed with "tooth whitening" dentifrices. *Dent Mater*, Oxford, v.12, n.5., p.315-318, Sept. 1996
68. WINKLER, S. Denture base resins. *Dent Clin North Am*, Philadelphia, v.28, n.2, p.287-297, Abr. 1984.
69. _____, VERNON, H.M. Coloring acrylic denture base resins. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.40, n.1, p.4-7, July 1978.
70. WOELFEL, J.B. Processing complete dentures. *Dent Clin North Am*, Philadelphia, v.21, n.2, p.329-338, Apr. 1977.
71. WOLFAARDT, J.F., CLEATON-JONES, P., FATTI, P. The occurrence of porosity in heat-cured poly(methylmethacrylate) denture base resin. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v.55, n.3, p.393-400, Mar. 1986.
72. WRIGHT, S.M. Prosthetic reproduction of gingival pigmentation. *Br Dent J*, London, v.136, n.7, p.367-372, May 1974.
73. ZIMMERMAN, D.E. *et al.* Denture esthetics III. Denture base color. *Quintessence Int*, Berlin, v.7, n.7, p.747-758, July 1982.

APÊNDICE

QUADRO A.1 - Valores originais para leitura de dureza de superfície grupo M1

Resina	Tempo	Rep.	Leitura										Média
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Incolor	30'	1	19,1	21,7	20,4	19,9	19,8	22,4	19,6	19,5	19,5	19,5	20,14
		2	18,7	18,5	18,5	17,5	17,5	18,0	19,2	20,4	19,7	18,2	18,62
		3	20,4	18,4	18,1	18,1	19,1	18,7	18,3	18,3	20,3	18,0	18,77
		4	20,1	18,9	18,8	18,7	19,1	17,9	18,3	18,5	19,2	18,0	18,75
		5	17,8	19,1	18,4	18,0	17,8	18,0	18,2	18,2	18,6	17,5	18,16
		6	18,9	19,4	19,1	19,2	18,3	18,0	18,5	18,0	18,7	18,1	18,62
		7	19,8	19,5	19,4	19,5	20,4	20,0	19,6	19,0	20,6	19,3	19,71
		8	19,8	19,4	19,7	18,0	17,8	19,7	18,7	19,1	18,4	16,3	18,69
		9	19,6	20,2	19,1	18,1	19,0	19,6	19,5	18,6	19,7	18,2	19,16
Incolor	2 h	1	19,8	18,6	20,6	17,8	20,0	19,7	18,9	15,9	16,5	19,1	18,69
		2	17,8	16,2	16,0	15,5	15,6	13,8	16,3	16,3	17,2	17,2	16,19
		3	19,2	17,3	18,1	17,0	18,4	17,9	18,1	18,4	17,8	18,5	18,07
		4	22,4	18,5	19,3	19,2	19,5	19,5	19,7	20,0	18,7	19,3	19,61
		5	17,7	18,9	18,3	18,7	19,3	17,5	19,8	17,6	18,3	18,0	18,41
		6	19,6	19,3	18,7	17,5	17,2	18,0	18,5	18,3	17,6	18,2	18,29
		7	17,1	17,2	17,2	17,2	16,7	16,3	17,2	16,9	17,7	17,8	17,13
		8	19,2	18,8	19,1	19,2	20,0	19,5	19,1	18,8	19,1	19,0	19,18
		9	18	17,8	18,8	17,1	17,6	18,2	16,4	18,9	18,7	18,1	17,96
Incolor	6 h	1	19,8	19,5	19,7	19,9	20,3	20,2	20,5	19,7	18,7	19,1	19,74
		2	19,5	19,6	19,1	19,3	18,9	18,8	19,6	19,9	18,8	19,4	19,29
		3	18,5	18,9	18,5	18,4	18,8	18,7	17,8	18,1	18,5	18,4	18,46
		4	19,9	18,0	16,6	17,2	18,1	14,6	17,7	18,3	18,1	17,4	17,59
		5	18,7	18,8	18,5	18,2	20,1	18,2	18,1	17,7	18,2	19,5	18,60
		6	19,9	19,3	19,4	19,2	19,6	19,4	17,7	19,2	18,9	19,1	19,17
		7	17,1	16,8	16,8	16,9	17,0	17,2	17,0	17,1	17,8	17,8	17,15
		8	18,0	16,2	17,8	18,2	17,1	18,6	18,5	19,0	18,4	17,9	17,97
		9	17,5	17,9	16,7	17,5	17,4	17,8	14,8	16,5	17,6	18,2	17,19
Incolor	12 h	1	17,4	17,8	17,9	18,3	17,6	18,0	17,4	17,4	18,6	18,0	17,84
		2	19,5	19,5	19,5	19,5	19,1	19,2	19,0	18,8	18,6	18,6	19,13
		3	18,9	17,8	17,2	17,9	18,1	17,4	17,3	17,1	18,7	17,1	17,75
		4	18,1	18,2	18,1	17,1	16,6	17,1	17,7	17,1	17,9	17,2	17,51
		5	16,8	17,1	16,8	16,8	17,0	16,6	16,6	16,6	16,7	16,5	16,75
		6	16,4	16,5	16,0	15,6	15,8	16,6	16,3	16,2	17,1	17,0	16,35
		7	15,8	15,9	17,3	16,3	16,2	16,3	16,1	17,6	18,3	18,0	16,78
		8	16,0	20,9	19,7	19,1	18,8	18,1	17,2	17,4	17,3	17,9	18,24
		9	17,9	17,0	16,6	18,0	16,4	16,8	17,0	19,2	18	16,5	17,34
Incolor	24 h	1	19,2	18,8	18,8	18,5	18,6	18,5	18,8	18,7	18,4	18,5	18,68
		2	19,6	21,0	20,3	21,2	19,8	19,7	19,3	19,6	20,6	20,1	20,12
		3	18,8	20,1	19,4	19,3	20,1	19,3	19,1	18,1	19,2	18,5	19,19
		4	20,6	18,2	19,7	18,4	19,1	19,7	19,2	19,1	19,6	19,0	19,26
		5	19,4	15,6	17,0	15,3	16,7	15,7	17,2	17,6	16,3	17,5	16,83
		6	16,8	16,9	17,1	16,9	17,0	15,1	14,9	17,7	18,4	18,3	16,91
		7	16,8	17,7	18,1	18,2	18,1	17,8	17,8	17,5	18,7	18,0	17,87
		8	19,1	19,1	18,8	17,2	18,9	18,8	18,4	18,2	18,2	18,6	18,53
		9	17,8	16,8	16,8	16,8	17,0	16,5	16,7	16,4	16,8	15,2	16,68

QUADRO A.2 - Valores originais para leitura de dureza de superfície grupo M2.

Resina	Tempo	Rep.	Leitura										Média
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Caract.	30'	1	16,8	17,3	19,7	19,1	18,0	17,9	18,3	19,2	18,0	18,2	18,25
		2	18,5	18,6	18,8	18,9	18,9	19,3	19,1	19,2	20,3	19,1	19,07
		3	18,5	17,9	18,1	18,3	17,7	18,3	17,7	18,0	20,6	19,6	18,47
		4	17,6	18,5	18,5	18,4	20,5	18,3	18,2	20,0	18,5	18,1	18,66
		5	17,4	12,4	15,4	15,6	18,5	16,1	15,3	15,8	16,1	20,3	16,29
		6	17,5	18,4	17,9	18,1	16,7	18,4	17,8	17,6	18,2	18,6	17,92
		7	18,2	17,1	18,4	17,4	17,7	17,7	17,9	18,3	20,6	19,4	18,27
		8	18,6	18,9	18,4	19,6	18,6	18,0	17,0	18,3	18,8	19,0	18,52
		9	18,8	18,2	18,1	18,7	16,9	17,6	17,4	18,1	17,8	21,6	18,32
Caract.	2 h	1	20,3	21,7	21,6	21,5	17,3	18,8	19,2	18,6	18,8	18,5	19,63
		2	18,1	16,9	17,9	18,1	18,1	17,9	17,7	17,7	18,8	18,5	17,97
		3	16,7	16,6	16,2	16,3	18,0	15,4	17,1	17,3	18,4	17,3	16,93
		4	18,4	18,1	18,8	18,4	19,3	18,6	19,3	19,9	19,4	19,4	18,96
		5	18,1	17,6	18,2	16,7	19,0	17,3	18,4	18,2	18,9	24,5	18,69
		6	18,6	18,9	16,8	16,9	16,7	18,1	18,8	18,2	17,5	17,8	17,83
		7	18,3	18,4	18,4	18,0	16,7	16,7	16,8	18,7	19,2	19,1	18,03
		8	17,1	17,6	17,1	16,7	17,1	17,2	17,7	17,9	17,9	17,9	17,42
		9	15,6	18,5	18,5	18,2	18,1	18,1	17,9	18,2	19,0	18,1	18,02
Caract.	6 h	1	20,3	20,7	20,3	19,7	21,1	18,7	19,2	19,3	18,9	20,0	19,82
		2	18,4	18,7	19,8	19,8	17,1	18,4	18,6	16,6	19,1	18,5	18,5
		3	17,9	18,6	18,6	18,6	18,3	18,2	18,0	17,1	19,6	17,3	18,22
		4	19,2	19,1	20,3	19,3	19,5	19,1	18,9	20,1	19,2	19,0	19,37
		5	18,6	17,7	17,7	18,1	18,8	20,0	19,3	18,9	19,6	19,0	18,77
		6	18,3	17,8	18,2	19,0	18,5	17,9	18,0	18,3	18,7	18,2	18,29
		7	19,0	18,8	19,3	18,8	18,9	18,8	18,6	18,7	19,6	19,0	18,95
		8	19,2	18,4	18,3	17,9	18,1	19,1	18,9	18,1	17,7	18,1	18,38
		9	17,2	18,1	17,7	16,6	17,0	17,3	16,7	17,9	19,5	18,7	17,67
Caract.	12 h	1	19,3	20,1	19,8	19,3	20,6	20,1	20,3	20,5	21,0	19,5	20,05
		2	17,8	18,6	17,7	17,9	19,4	19,1	19,5	16,9	17,7	18,6	18,32
		3	18,7	18,2	16,7	16,7	16,2	16,9	17,6	18,0	17,6	18,5	17,51
		4	18,1	17,0	18,3	19,6	19,0	19,4	18,4	18,2	13,5	24,5	18,6
		5	19,4	18,2	20,1	19,6	18,9	18,4	19,7	19,5	18,9	18,5	19,12
		6	17,3	15,9	16,0	16,4	19,1	17,5	17,6	18,0	17,1	18,5	17,34
		7	20,7	18,7	19,0	21,0	20,7	21,9	20,3	21,0	23,1	18,7	20,51
		8	16,4	18,3	17,7	17,0	16,7	16,4	16,0	16,8	17,3	17,1	16,97
		9	15,8	16,2	16,1	14,6	14,7	12,2	15,1	17,3	17,4	16,2	15,56
Caract.	24 h	1	19,5	19,3	17,5	18,8	17,6	18,8	18,8	19,2	18,6	18,0	18,61
		2	18,7	14,8	21,8	21,6	21,3	21,0	21,7	21,5	19,4	18,9	20,07
		3	19,8	19,6	19,6	19,2	18,3	18,7	19,3	19,1	20,3	19,5	19,34
		4	19,2	17,8	18,4	19,0	13,0	17,1	17,4	17,3	17,2	17,2	17,36
		5	21,5	18,2	16,2	17,0	13,4	12,5	13,1	14,6	16,7	15,0	15,82
		6	13,6	13,9	13,7	13,3	13,7	13,1	14,3	14,0	14,2	16,2	14,00
		7	13,3	13,7	11,9	12,6	12,3	11,9	12,0	13,7	14,1	14,5	13,00
		8	18,2	18,6	19,6	16,6	16,9	15,8	18,0	18,2	15,1	17,8	17,48
		9	17	14,7	17,3	17,9	17,0	17,8	15,2	16,7	17,6	17,2	16,84

QUADRO A.3 - Valores originais para leitura de rugosidade (Ra e Rz), grupo M1.

Resina	Tempo	Rep.	Leitura Ra				Leitura Rz			
			A	B	C	Média	A	B	C	Média
Incolor	30'	1	0,0499	0,0498	0,0587	0,0528	0,2200	0,1700	0,4767	0,2889
		2	0,0530	0,0523	0,0600	0,0551	0,3300	0,3380	0,3800	0,3493
		3	0,0564	0,0509	0,0496	0,0523	0,2300	0,2300	0,1400	0,2000
		4	0,0590	0,0572	0,0476	0,0546	0,3200	0,2600	0,2000	0,2600
		5	0,0511	0,0495	0,0494	0,0500	0,1600	0,1200	0,1100	0,1300
		6	0,0759	0,0980	0,0856	0,0865	0,5700	1,1000	0,8600	0,8433
		7	0,0519	0,0486	0,0524	0,0509	0,2100	0,2100	0,2300	0,2166
		8	0,0515	0,0517	0,0513	0,0515	0,2200	0,3300	0,2733	0,2744
		9	0,0585	0,0601	0,0577	0,0587	0,4000	0,4000	0,3833	0,3944
Incolor	2 h	1	0,0525	0,0552	0,0667	0,0581	0,3700	0,3700	0,4500	0,3966
		2	0,0518	0,0554	0,0569	0,0547	0,2900	0,3100	0,3400	0,3133
		3	0,0706	0,0610	0,0580	0,0632	0,7500	0,6000	0,3100	0,5533
		4	0,0614	0,0465	0,0502	0,0527	0,3700	0,2100	0,1900	0,2566
		5	0,0517	0,0495	0,0516	0,0509	0,2700	0,2700	0,2900	0,2766
		6	0,0505	0,0582	0,0574	0,0553	0,2000	0,3200	0,3400	0,2866
		7	0,0492	0,0510	0,0580	0,0527	0,2200	0,2100	0,3233	0,2511
		8	0,0579	0,0726	0,0632	0,0645	0,4200	0,5700	0,4733	0,4877
		9	0,0531	0,0518	0,0570	0,0539	0,3500	0,3000	0,2900	0,3133
Incolor	6 h	1	0,0539	0,0526	0,0573	0,0546	0,0340	0,3000	0,4600	0,2646
		2	0,0636	0,0607	0,0679	0,0640	0,4400	0,4500	0,4467	0,4455
		3	0,0515	0,0537	0,0651	0,0567	0,3000	0,3700	0,5900	0,4200
		4	0,0567	0,0606	0,0521	0,0564	0,4200	0,3100	0,2700	0,3333
		5	0,0574	0,0557	0,0555	0,0562	0,3100	0,3100	0,3267	0,3155
		6	0,0402	0,0464	0,0356	0,0407	0,1600	0,1433	0,1300	0,1444
		7	0,0654	0,0639	0,0797	0,0696	0,4700	0,4500	0,6733	0,5311
		8	0,0877	0,0991	0,0966	0,0944	0,6000	0,6900	0,5667	0,6189
		9	0,0514	0,0499	0,0491	0,0501	0,1300	0,2400	0,1300	0,1666
Incolor	12 h	1	0,0581	0,0576	0,0513	0,0556	0,4267	0,2500	0,2400	0,3055
		2	0,0529	0,0597	0,0426	0,0517	0,1300	0,2000	0,1500	0,1600
		3	0,0528	0,0504	0,0489	0,0507	0,2800	0,1700	0,1400	0,1966
		4	0,0507	0,0499	0,0480	0,0495	0,1700	0,2300	0,1600	0,1866
		5	0,0555	0,0622	0,0594	0,0590	0,3100	0,4900	0,3633	0,3877
		6	0,0755	0,0852	0,0823	0,0810	0,6500	0,5500	0,6300	0,6100
		7	0,0556	0,0835	0,0528	0,0639	0,0400	0,5033	0,2700	0,2711
		8	0,0526	0,0511	0,0636	0,0557	0,4100	0,3800	0,4700	0,4200
		9	0,0524	0,0628	0,0551	0,0567	0,5200	0,4800	0,4200	0,4733
Incolor	24 h	1	0,0557	0,0598	0,0676	0,0610	0,3533	0,4000	0,3000	0,3511
		2	0,0727	0,0595	0,0640	0,0654	0,4900	0,4200	0,4533	0,4544
		3	0,0560	0,0540	0,0538	0,0546	0,2600	0,3000	0,3900	0,3166
		4	0,0579	0,0806	0,0463	0,0616	0,2300	0,3533	0,1900	0,2577
		5	0,0695	0,0655	0,0661	0,0670	0,5300	0,4900	0,5000	0,5066
		6	0,0500	0,0532	0,0573	0,0535	0,2200	0,2800	0,3700	0,2900
		7	0,0545	0,0505	0,0534	0,0528	0,2500	0,2400	0,3200	0,2700
		8	0,0681	0,0547	0,0727	0,0651	0,3100	0,2300	0,3367	0,2923
		9	0,0810	0,0693	0,0762	0,0755	0,5567	0,4600	0,6300	0,5489

QUADRO A.4 - Valores originais para leitura de rugosidade (Ra e Rz), grupo M2.

Resina	Tempo	Rep.	Leitura Ra				Leitura Rz			
			A	B	C	Média	A	B	C	Média
Caract.	30'	1	0,0503	0,0497	0,1011	0,0600	0,2833	0,2000	0,6267	0,3700
		2	0,0491	0,0996	0,0633	0,0706	0,3067	0,6900	0,3933	0,4633
		3	0,0720	0,0742	0,0564	0,0675	0,4967	0,5367	0,3800	0,4711
		4	0,0489	0,0434	0,1265	0,0729	0,1300	0,1200	0,8600	0,3700
		5	0,0634	0,0640	0,0430	0,0568	0,3867	0,4533	0,2667	0,3689
		6	0,0596	0,0488	0,0651	0,0578	0,3900	0,1233	0,4300	0,3144
		7	0,2645	0,0539	0,0529	0,1237	1,5030	0,3200	0,3067	0,7099
		8	0,0678	0,1091	0,2100	0,1289	0,6567	0,7400	1,4570	0,9512
		9	0,0875	0,0105	0,0755	0,0578	0,4933	0,8500	0,5567	0,6333
Caract.	2 h	1	0,1415	0,0640	0,5820	0,2625	0,7200	0,4500	0,3467	0,5055
		2	0,0599	0,0549	0,0544	0,0564	0,4033	0,3467	0,3900	0,3800
		3	0,0570	0,0406	0,0442	0,0472	0,1800	0,1667	0,2967	0,2144
		4	0,1080	0,0544	0,0505	0,0709	0,6767	0,2200	0,2800	0,3922
		5	0,0524	0,0535	0,0503	0,0520	0,3500	0,3833	0,2867	0,3400
		6	0,1273	0,0557	0,0511	0,0780	1,4800	0,4300	0,3567	0,7555
		7	0,0648	0,0563	0,1371	0,0860	0,6400	0,4000	1,1030	0,7143
		8	0,0491	0,0540	0,1202	0,0744	0,1500	0,3533	0,6467	0,3833
		9	0,0476	0,1273	0,0501	0,075	0,1233	0,6800	0,2067	0,3366
Caract.	6 h	1	0,0730	0,0496	0,0408	0,0544	0,4067	0,1433	0,1400	0,2300
		2	0,0657	0,0664	0,0876	0,0732	0,4700	0,3400	0,5500	0,4533
		3	0,0661	0,0725	0,0734	0,0706	0,5700	0,6133	0,5567	0,5800
		4	0,0512	0,0550	0,0538	0,0533	0,2367	0,3833	0,3267	0,3155
		5	0,0492	0,0544	0,0565	0,0533	0,1867	0,1967	0,2667	0,2167
		6	0,1256	0,0677	0,0506	0,0813	0,9333	0,3033	0,2267	0,4877
		7	0,4337	0,0703	0,0684	0,1908	4,4500	0,3867	0,4267	1,7544
		8	0,0659	0,0572	0,0536	0,0589	0,4533	0,4833	0,4067	0,4477
		9	0,0477	0,0488	0,0533	0,0499	0,3300	0,1200	0,1867	0,2122
Caract.	12 h	1	0,0689	0,0529	0,0499	0,0572	0,4833	0,3167	0,2633	0,3544
		2	0,0496	0,1310	0,0512	0,0772	0,2733	1,2470	0,3300	0,6167
		3	0,1552	0,0658	0,0762	0,0990	1,2530	0,5233	0,4967	0,7576
		4	0,0561	0,0696	0,0802	0,0686	0,3400	0,4167	0,4867	0,4144
		5	0,2170	0,0493	0,0723	0,1128	1,3830	0,2000	0,3600	0,6476
		6	0,1118	0,0865	0,0501	0,0828	0,9567	0,4700	0,2067	0,5444
		7	0,0630	0,0825	0,0686	0,0713	0,5000	0,6800	0,5167	0,5655
		8	0,0678	0,1214	0,0515	0,0802	0,4367	1,0170	0,1900	0,5479
		9	0,2993	0,0755	0,0529	0,1425	2,1770	0,7433	0,3567	1,0923
Caract.	24 h	1	0,1630	0,0506	0,0655	0,0930	1,5600	0,2433	0,4333	0,7455
		2	0,0685	0,1645	0,1267	0,1199	0,5167	0,9633	0,9933	0,8244
		3	0,0912	0,1033	0,0740	0,0895	0,6733	0,5667	0,4167	0,5522
		4	0,0584	0,0530	0,0562	0,0558	0,3900	0,3700	0,4000	0,3866
		5	0,0546	0,0486	0,0563	0,0531	0,3867	0,2900	0,4767	0,3844
		6	0,0805	0,0763	0,0818	0,0795	0,5933	0,5800	0,6600	0,6111
		7	0,0429	0,0839	0,2417	0,1228	0,3333	0,6933	1,4630	0,8298
		8	0,0519	0,1168	0,0582	0,0756	0,2500	0,6400	0,2333	0,3744
		9	0,0738	0,0707	0,0893	0,0779	0,5033	0,5367	0,6500	0,5633

QUADRO A.5 - Valores originais para leitura de porosidade grupos M1 e M2.

Resina		Rep.	leitura				Resina		Rep	leitura			
			A	B	C	D				A	B	C	D
Incolor	30'	1	0	0	0	0	Caract.	30'	1	0	0	0	0
		2	0	0	0	0			2	0	0	0	0
		3	0	0	0	0			3	0	0	1	0
		4	0	0	0	0			4	0	0	0	0
		5	0	0	0	0			5	0	0	0	1
		6	0	0	0	0			6	0	0	0	0
		7	0	1	0	0			7	0	0	0	0
		8	0	0	0	2			8	0	0	0	0
		9	0	0	0	0			9	0	0	0	0
Incolor	2 h	1	0	0	0	0	Caract.	2 h	1	0	0	0	0
		2	0	0	0	0			2	0	0	0	0
		3	0	0	0	0			3	0	0	0	0
		4	0	0	0	0			4	0	0	0	0
		5	0	0	0	0			5	0	0	0	2
		6	0	0	0	0			6	0	0	0	0
		7	0	0	1	0			7	0	0	0	0
		8	1	0	0	0			8	0	0	0	0
		9	0	0	0	0			9	0	0	0	0
Incolor	6 h	1	0	0	0	0	Caract.	6 h	1	0	0	0	0
		2	0	0	0	0			2	0	0	0	0
		3	0	0	0	0			3	0	0	3	0
		4	0	3	0	1			4	0	0	0	0
		5	0	0	0	0			5	0	0	0	0
		6	0	0	0	0			6	1	0	0	0
		7	0	0	0	0			7	0	0	0	0
		8	0	0	0	0			8	0	0	0	0
		9	0	0	0	0			9	0	0	0	0
Incolor	12 h	1	0	0	0	0	Caract.	12 h	1	1	0	0	0
		2	0	0	0	0			2	0	0	0	0
		3	0	0	0	0			3	0	0	0	0
		4	0	0	0	0			4	0	0	0	0
		5	0	0	0	0			5	0	0	0	0
		6	0	0	0	0			6	0	0	0	0
		7	0	0	0	0			7	0	0	0	0
		8	0	0	0	0			8	0	0	0	0
		9	1	0	0	0			9	0	0	0	0
Incolor	24 h	1	0	0	0	0	Caract.	24 h	1	0	0	0	0
		2	0	0	0	0			2	0	0	0	0
		3	0	0	0	0			3	0	0	0	0
		4	0	0	0	0			4	0	0	0	0
		5	0	0	0	0			5	0	0	0	0
		6	0	0	0	0			6	0	0	0	0
		7	0	0	0	0			7	0	0	0	0
		8	0	0	0	0			8	0	0	0	0
		9	0	0	0	0			9	0	0	0	0

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

Os valores calculados para o teste de homogeneidade de variâncias, $F_{\text{máx}}$ (14,65; 86,10 e 19,89, para dureza, Ra e Rz, respectivamente) foram significativos a 5% para dureza e a 1% para Ra e Rz, mostrando que existe heterogeneidade de variâncias para as três variáveis. Verificou-se, então se esta heterogeneidade é do tipo regular (que permite transformação), ou irregular (que não permite transformação). Encontrou-se que os dados da variável dureza deveriam ser transformados em x^3 , de Ra em $1/x^2$, e de Rz em $\log(x+1)$, para restabelecer a condição de homogeneidade de variâncias. Com essas transformações, foram novamente calculados os valores do teste do $F_{\text{máx}}$ (8,30, 5,88 e 10,77, para dureza, Ra e Rz, respectivamente), agora não significativos considerando-se um nível mínimo de 5%, demonstrando que as transformações foram eficientes no restabelecimento da homogeneidade de variâncias. A análise gráfica dos resíduos para as variáveis Ra, Rz e dureza, transformadas em $1/x^2$, $\log(x+1)$ e x^3 , respectivamente, é apresentada na FIGURA A.1, e permite afirmar que as pressuposições de independência (através da forma do gráfico), de normalidade (através dos intervalos dos resíduos padronizados) e também de homogeneidade de variâncias foram restabelecidas com as transformações utilizadas.

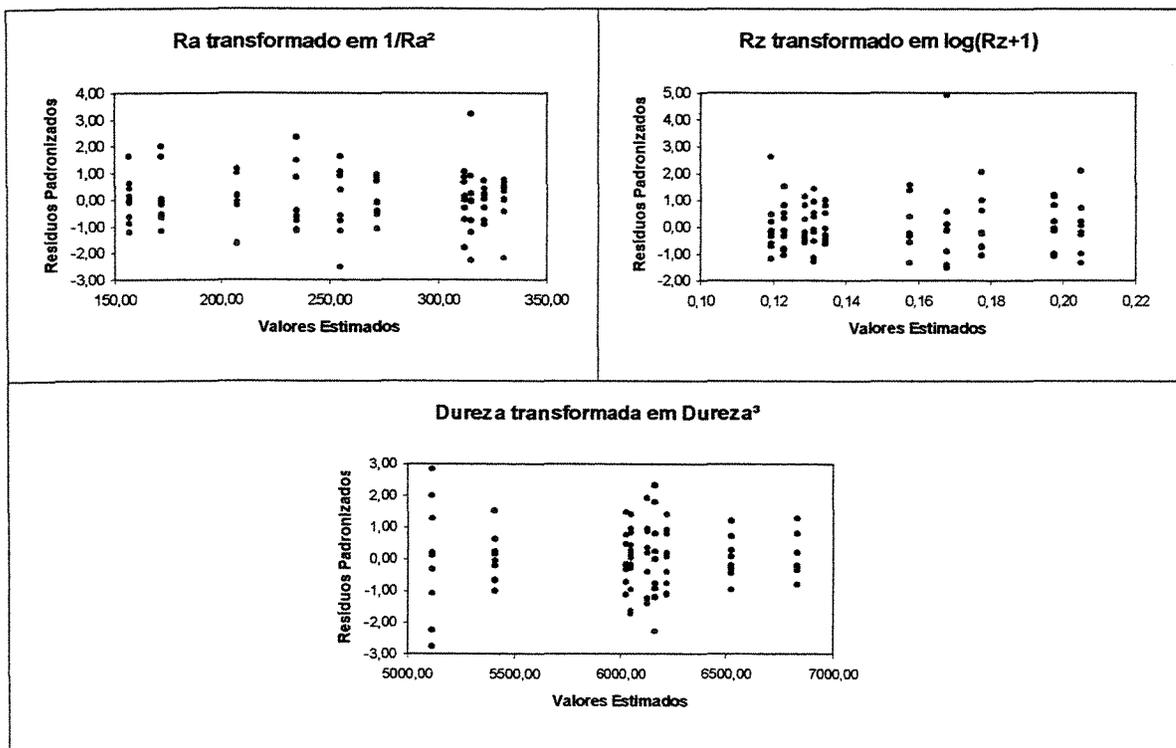


FIGURA A.1 - Análise gráfica dos resíduos para as variáveis Ra, Rz e dureza.

A observação da FIGURA A.2, contendo os diagramas de ramos e folhas para as variáveis Ra, Rz e dureza, permite visualizar uma boa simetria, tanto para os dados originais, quanto para os resíduos padronizados dos dados transformados, indicando, também que a pressuposição de normalidade não foi violada. Contudo, existe a presença de “outliers” nas três variáveis: para Ra existem 7 “outliers” para maior (todos na resina caracterizada, 2 aos 30 minutos, 1 às 6 horas, 2 às 12 horas e 2 às 24 horas); para Rz existem 3 “outliers” para maior (todos na resina caracterizada, 1 aos 30 minutos, 1 às 6 horas e 1 às 12 horas); para dureza existem apenas 2 “outliers” para menor (ambos na resina caracterizada e às 24 horas). Parece, portanto, existir uma sistematização da localização dos “outliers” na resina caracterizada, embora esta sistematização não tenha influenciado significativamente as pressuposições da análise de variância, não comprometendo, assim, o poder dos testes.

<p>Ra: unid = 1E-3 1 2 representa 0.012 1 4* 0 4 4o 799 27 5* 000001122222333344444 45 5o 55555666667778889 45 6* 113344 39 6o 5577789 32 7* 0001234 25 7o 5557789 18 8* 0112 14 8o 6679 10 9* 34 8 9o 9 HI 112,119,122,123,128,142,190 *: dígitos secundários 0 1 2 3 4 o : dígitos secundários 5 6 7 8 9</p>	<p>1/Ra²: Resíduos Padronizados unid = 0.1 1 2 representa 1.2 1 -2o 5 3 -2* 21 6 -1o 765 14 -1* 22111110 28 -0o 987777666655 44 -0* 444422211000000 (20) 0* 00000111112233444 26 0o 5666777888999 13 1* 0000014 6 1o 666 3 2* 03 HI 32 *: dígitos secundários 0 1 2 3 4 o : dígitos secundários 5 6 7 8 9</p>
<p>Rz: unid = 0.01 1 2 representa 0.12 6 1 346689 25 2 01111355667778899 (25) 3 011111334455677888999 40 4 122445567788 28 5 00344455668 17 6 111134 11 7 01455 6 8 224 HI 95,109,175</p>	<p>Log(Rz+1): Resíduos Padronizados unid = 0.1 1 2 representa 1.2 1 -1o 5 13 -1* 443331100000 29 -0o 988877766555555 (27) -0* 4443333222221111111100 34 0* 0011223334 24 0o 55556777899 12 1* 011134 6 1o 55 4 2* 00 HI 26,49 *: dígitos secundários 0 1 2 3 4 o : dígitos secundários 5 6 7 8 9</p>
<p>DUREZA: unid = 0.1 1 2 representa 1.2 LO 130,140 4 15o 58 7 16* 123 15 16o 67788999 23 17* 11133344 35 17o 55567889999 (16) 18* 00012222333444 39 18o 555666666677799 21 19* 0111112233 10 19o 66778 5 20* 0011 1 20o 5 *: dígitos secundários 0 1 2 3 4 o : dígitos secundários 5 6 7 8 9</p>	<p>DUREZA²: Resíduos Padronizados unid = 0.1 1 2 representa 1.2 LO -27 3 -2* 22 5 -1o 76 13 -1* 42221100 23 -0o 9999877766 (24) -0* 44333332222211110000 43 0* 000011112222223444 23 0o 6777788999 12 1* 222344 6 1o 589 3 2* 03 HI 28 *: dígitos secundários 0 1 2 3 4 o : dígitos secundários 5 6 7 8 9</p>

FIGURA A.2 - Diagrama de Ramos e Folhas para as variáveis Ra, Rz e dureza, considerando observações originais e os resíduos padronizados das variáveis transformadas.

O comportamento das variáveis rugosidade (Ra e Rz) e dureza superficial no decorrer do tempo é mostrado na FIGURA A.3. Nota-se que, apesar da variável rugosidade (Ra e Rz) descreverem certa tendência, entre 2 e 24 horas, não foi significativa pelo teste F, em decorrência do comportamento do tempo de 30 minutos, que destoa dos demais. Para a variável dureza, observou-se o mesmo comportamento. Poder-se-ia pensar que se fosse desconsiderado o tempo de 30 minutos, ocorreria um máximo de Ra e Rz entre 12 e 24 h. Como as variáveis Ra e Rz são parâmetros diferentes em uma mesma leitura de rugosidade, calculou-se também, o coeficiente de correlação parcial (isolando o efeito de resinas e de tempos) entre essas duas variáveis. Obteve-se valor de $r = 0,89772$, significativo a 1% pelo teste “t”, indicando que essas variáveis apresentam forte correlação positiva, ou seja, à medida que ocorre aumento nos valores de uma, ocorre aumento nos valores da outra. Essa correlação indica, para esse caso, que basta estudar uma dessas variáveis: a outra apresentará o mesmo comportamento (FIGURA A.3).

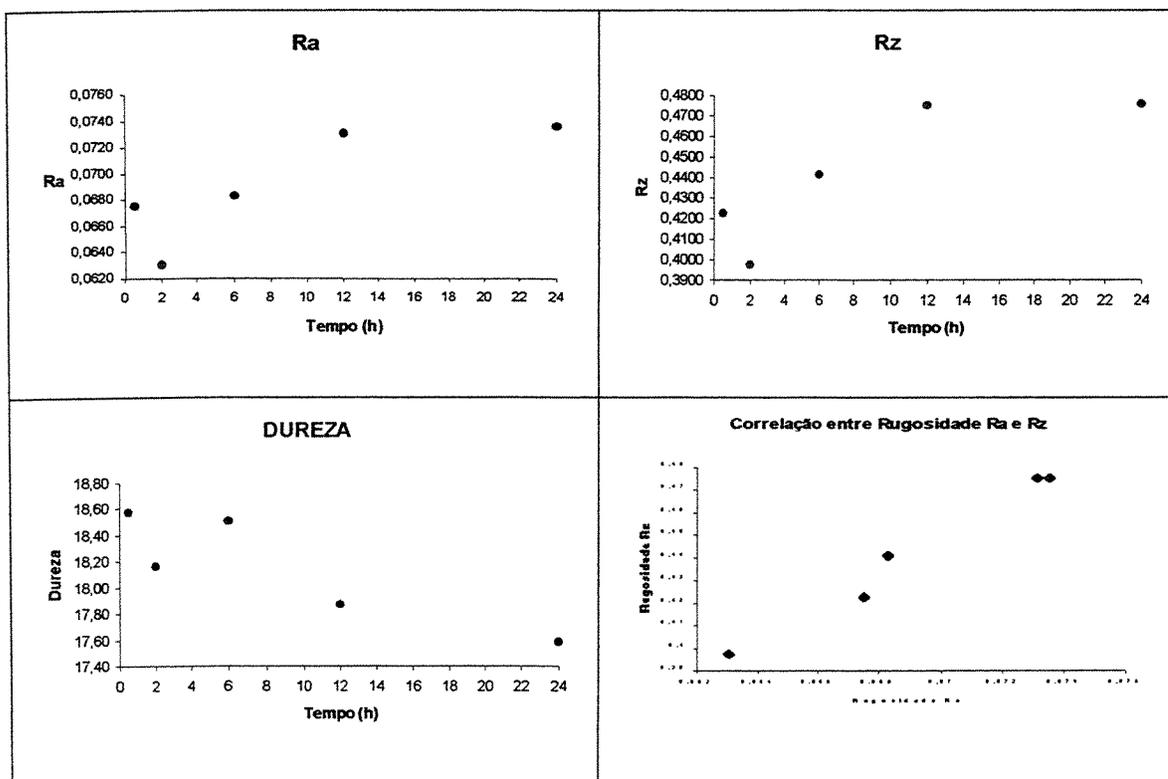


FIGURA A.3 – Diagrama de dispersão para as médias de Ra, Rz e para dureza, em função do tempo e para a correlação entre as duas medidas de rugosidade

METODOLOGIA DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise para as variáveis dureza e rugosidade (Ra e Rz)

O modelo matemático da análise da variância, para as variáveis dureza e rugosidade (Ra e Rz) e, foi o do delineamento inteiramente ao acaso, no esquema fatorial (PIMENTEL GOMES, 1985; STELL & TORRIE, 1970)¹, cuja expressão é a seguinte:

$$y_{ijk} = m + R_i + T_j + (RT)_{ij} + e_{ijk}$$

onde:

- y_{ijk} = valor observado referente à k-ésima repetição (amostra), da i-ésima resina, no j-ésimo tempo;
- m = fator fixo, estimado pela média geral;
- R_i = efeito da i-ésima resina;
- T_j = efeito do j-ésimo tempo;
- $(RT)_{ij}$ = efeito da interação da i-ésima resina com o j-ésimo tempo;
- e_{ijk} = erro aleatório (variação do acaso sobre as observações da k-ésima repetição, da i-ésima resina, no j-ésimo tempo), supostos homocedásticos, independentes e normalmente distribuídos.

O esquema de análise da variância e teste F para estas variáveis foi o seguinte:

Causas da Variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Resinas	1	SQ Resinas	QM Resinas	QM Resinas/QM Resíduo
Tempos	4	SQ Tempos	QM Tempos	QM Tempos/QM Resíduo
Resinas×Tempos	4	SQ Resinas×Tempos	QM Resinas×Tempos	QM Resinas×Tempos/QM Resíduo
Resíduo	80	SQ Resíduo	QM Resíduo	
Total	89	SQ Total		

onde as SQ (somadas de quadrados) e QM (quadrados médios) podem ser obtidos em literatura da área.

¹ PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 11.ª ed., Piracicaba: Livraria Nobel S.A., 1985. 466p.
 STELL, R.G.D. & TORRIE, J.H. **Principles and Procedures of Statistics – With Special Reference to the Biological Sciences**. McGraw-Hill, New York, 1970, 481p.

A razão QM de Causas de Variação/QM resíduo testa as hipóteses:

H_0 : não existe diferença entre as médias das resinas (QM resinas/QM resíduo);

H_0 : não existe diferença entre as médias dos tempos (QM tempos/QM resíduo);

H_0 : não existe diferença entre as médias da interação de resinas com tempos (QM resinas \times tempos/QM resíduo);

Considerou-se como nível mínimo para rejeição dessas hipóteses 5%, ou seja, sempre que o valor da probabilidade do teste F for menor ou igual a 0,05 ($\alpha \leq 0,05$), rejeita-se a hipótese de nulidade, isto é, aceita-se que existe diferença significativa entre pelo menos duas médias de tratamentos (resinas, tempos, ou a interação destes), e procede-se então ao detalhamento da análise.

Dado que os fator resina é qualitativo e que apresenta apenas dois tipos de resinas, não existe necessidade de detalhar a análise com outro teste além do F, pois este já detecta diferença significativa, ou não, entre duas médias, isto é, ele já é conclusivo. Porém, sempre que a interação entre resinas e tempos foi significativa, detalhou-se a análise de variância através do desdobramento de resinas dentro cada tempo (PIMENTEL GOMES, 1985), como segue:

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempos	4	SQ Tempos	QM Tempos	QM Tempos/QM Resíduo
Resinas d. 30 min	1	SQ Resinas d. 30 min	QM Resinas d. 30 min	QM Resinas d. 30 min/QM Resíduo
Resinas d. 2 horas	1	SQ Resinas d. 2 horas	QM Resinas d. 2 horas	QM Resinas d. 2 horas/QM Resíduo
Resinas d. 6 horas	1	SQ Resinas d. 6 horas	QM Resinas d. 6 horas	QM Resinas d. 6 horas/QM Resíduo
Resinas d. 12 horas	1	SQ Resinas d. 12 horas	QM Resinas d. 12 horas	QM Resinas d. 12 horas/QM Resíduo
Resinas d. 24 horas	1	SQ Resinas d. 24 horas	QM Resinas d. 24 horas	QM Resinas d. 24 horas/QM Resíduo
Resíduo	80	SQ Resíduo	QM Resíduo	
Total	89	SQ Total		

Considerou-se, também, aqui um nível mínimo para rejeição das hipóteses que as resinas são iguais dentro de cada tempo 5%, ou seja, sempre que o valor da probabilidade do teste F for menor ou igual a 0,05 ($\alpha \leq 0,05$), rejeita-se a hipótese de nulidade, isto é, aceita-se que existe diferença significativa entre as duas médias de resinas (por exemplo resinas dentro de 30 min).

Já para o fator tempo e sua interação com resinas, como se trata de fator quantitativo, a literatura consultada recomenda que o detalhamento da análise da variância seja feito através do estudo do comportamento da variável (por exemplo, dureza) em função do tempo, utilizando-se análise de regressão e ajuste de curvas².

Metodologia Estatística para a variável porosidade

Para a variável porosidade, observou-se um intervalo (domínio) muito restrito na resposta (0, 1, 2 e 3), impossibilitando a utilização da metodologia da análise da variância. Essa variável, apesar de quantitativa, é de origem discreta, não paramétrica; entretanto, dado que a maioria dos valores eram zero, ou seja, foram detectados um número mínimo de poros nos corpos de prova, não se aplicou nenhum teste estatístico a essas variáveis, por falta de variabilidade. Assim, foi feita tabela de contingência para o cruzamento entre essa variável com a combinação das resinas com tempos, fazendo uma análise descritiva dos resultados dessa variável. A tabela de contingência tomou a seguinte forma:

VARIÁVEL	VARIÁVEL Z _j				TOTAL
X _i	Z ₁	Z ₂	...	Z _J	DE X
x ₁	y ₁₁	y ₁₂	...	y _{1J}	y _{1•}
x ₂	y ₂₁	y ₂₂	...	y _{2J}	y _{2•}
...
x _i	y _{i1}	y _{i2}	...	y _{iJ}	y _{i•}
TOTAL DE Z	y _{•1}	y _{•2}	...	y _{•J}	n

onde:

y_{ij} = frequência observada de ocorrência do i-ésimo nível da variável X com o j-ésimo nível da variável Z (por exemplo, N.º de poros com tempo de 30 minutos e resina caracterizada);

$y_{i•}$ = total de ocorrência do i-ésimo nível de X (p.e. resina caracterizada dentro de 30 minutos), ou marginal de X;

² Não pode ser utilizado para esse caso testes qualitativos para escolher “o melhor” ou “o pior” tempo, pois não se pode voltar exatamente àquela hora ou dia. Pode-se apenas estudar como se comporta a variável “no decorrer” do tempo.

$y_{.j}$ = total de ocorrência do j-ésimo nível de Z (p.e. n.º de poros = 3), ou marginal de Z;

n = total de observações da amostra (corpos de prova×4).

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

Para que os modelos de análise descritos tenham validade e os testes tenham poder, são necessárias serem satisfeitas as pressuposições:

- homogeneidade de variâncias, ou seja, só podem ser comparados tratamentos com variâncias homogêneas entre si;
- independência dos erros;
- erros com distribuição normal (ou aproximadamente normal).

Para testar essas pressuposições procedeu-se à análise exploratória de dados (Hoaglin, et al., 1991)³, através de:

- **Teste de homogeneidade de variâncias:** utilizou-se o teste do F_{\max} , que consiste em obter a razão entre a maior e a menor variância de tratamentos (para cada variável) e compará-la com um valor tabelado:

$$F_{\max} = \frac{S_{\max}^2}{S_{\min}^2} \sim F_{(k_{\text{trat}}; v-1_{\text{rep}})}$$

Se o valor obtido for maior que o tabelado, rejeita-se a hipótese de que as variâncias de tratamentos são homogêneas, havendo necessidade de se estudar se essa heterogeneidade pode ser eliminada com uma transformação dos dados ou não. Se o valor obtido for menor que o tabelado, não se rejeita a hipótese de homogeneidade de variâncias.

- **Análise gráfica dos resíduos:** consiste em plotar num diagrama de dispersão os valores estimados pelo modelo da análise da variância *versus* os resíduos padronizados (erro referente a cada observação dividido pelo desvio padrão amostral). A forma desse gráfico permite a detecção de falta de independência e existência de heterogeneidade regular (que pode ser eliminada através do uso de uma transformação adequada) ou irregular (que não permite transformação). O intervalo dos resíduos

³ HOAGLIN, D.C.; MOSTELLER, F.; TUKEY, J.W. Análise Exploratória de Dados. Técnicas Robustas, Trad. Ed. Salamandra, Coleção Novas Tecnologias, Lisboa, 1991, 446p.

padronizados detecta se há algum(uns) valor(es) desviando-se da normalidade. Consideram-se normalmente distribuídos resíduos que estiverem no intervalo de -3 a 3.

- **Diagrama de “ramos e folhas”**: ordenação dos dados de forma programada para mostrar sua distribuição aproximada, dispersão, assimetria, curtose, agrupamento de valores e, principalmente, detecção de “outliers” (dados discrepantes) e sua localização espacial, alertando para possíveis problemas não notados durante o experimento (p.e., material estranho ao experimento em algum tempo).

ESTUDO COMPLEMENTAR

Complementando os resultados, categorizaram-se as variáveis dureza e rugosidade (Ra e Rz), utilizando como limites de classe os quartis (1.º quartil = observação que deixa 25% dos dados ordenados abaixo dela; mediana = observação que deixa 50% dos dados ordenados abaixo dela e 50% acima, e 3.º quartil = observação que deixa 25% dos dados ordenados acima dela). Essas categorias foram então, cruzadas com o fator resinas para verificar como se distribuíam as observações, e realizado o teste de Qui-quadrado de Pearson, para análise dos dados categorizados. Os resultados são apresentados na TABELA A.1.

TABELA A.1 – Frequência observada dos valores de Ra, Rz e dureza, categorizados pelos seus quartis.

<i>variáveis</i>	Quartis	Resinas		Total	χ^2_{obs}
		Caracterizada	Incolor		
Dureza	Dureza ≤ 17,30	120	111	231	
	17,30 < Dureza ≤ 18,25	108	111	219	
	18,25 < Dureza ≤ 19,10	125	116	241	
	Dureza > 19,10	97	112	209	
	Total	450	450	900	1,80^{ns}
Ra	Ra ≤ 0,0516	32	36	68	
	0,0516 < Ra ≤ 0,0573	27	41	68	
	0,0573 < Ra ≤ 0,0701	26	40	66	
	Ra > 0,0701	50	18	68	
	Total	135	135	270	21,15^{**}
Rz	Rz ≤ 0,2608	24	44	68	
	0,2608 < Rz ≤ 0,3700	28	42	70	
	0,3700 < Rz ≤ 0,5000	35	30	65	
	Rz > 0,5000	48	19	67	
	Total	135	135	270	21,62^{**}

ns = Não significativo pelo teste de Qui-quadrado, considerando-se como n.m.s. 5% ($p > 0,05$);;

** = Significativo pelo teste de Qui-quadrado, ao nível de 1% ($p \leq 0,01$).

Observa-se que os resultados da TABELA A.1 são coerentes com os da análise de variância e do teste F, pois o teste de Qui-quadrado não evidenciou diferença significativa entre as resinas para dureza. Os dados estão distribuídos uniformemente entre as classes na resina incolor, e concentrados nas primeira e terceira classe para resina caracterizada, puxando a média dessa resina para baixo. Para rugosidade, também foram confirmados os resultados da análise da variância e do teste F: houve diferença significativa entre as resinas podendo-se visualizar que a caracterizada apresenta maior concentração de dados na última classe (classe superior), e a incolor resultados inversos: maior concentração na primeira classe (classe inferior) tanto para Ra como para Rz.

Essa comparação comprova que as transformações utilizadas para análise da variância e teste F foram apropriadas, dado que o teste de Qui-quadrado, que não exige as pressuposições da análise da variância, apresentou os mesmos resultados.

Metodologia estatística para dados categorizados

Tomando-se as freqüências de valores obtidos para as variáveis dureza e rugosidade (Ra e Rz) e, baseadas em seus próprios quartis, essas variáveis apesar de quantitativas, se tornam de origem discreta, não paramétricas. Para este tipo de variável, a literatura estatística consultada (BURT, 1950; ANDERSEN, 1991; GREENACRE, 1993, entre outros)⁴ sugere que os dados sejam tratados como dados categorizados, utilizando-se teste de independência. Assim, foram feitas tabelas de contingência para o cruzamento dessas variáveis com os tipos de resina, e utilizada a estatística χ^2 (qui-quadrado) de Pearson para inferência sobre a independência ou não das variáveis cruzadas.

As tabelas de contingência tomaram a seguinte forma:

⁴ ANDERSEN, E.B. *The Statistical Analysis of Categorical Data*. 2ª ed. Copenhagen, 1991. 532 p.
BURT, C. The Factorial Analysis of Qualitative Data. *British Journal of Psychology*, Leicester, England, 3:166-85, 1950.
GREENACRE, M.J. *Correspondence Analysis in Practice*. London, Academic Press, 1993. 193 p.

VARIÁVEL X_i	VARIÁVEL Z_j				TOTAL DE X
	Z_1	Z_2	...	Z_J	
x_1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1J}	$y_{1\bullet}$
x_2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2J}	$y_{2\bullet}$
...
x_i	y_{i1}	y_{i2}	...	y_{iJ}	$y_{i\bullet}$
TOTAL DE Z	$y_{\bullet 1}$	$y_{\bullet 2}$...	$y_{\bullet J}$	n

onde:

y_{ij} = frequência observada de ocorrência do i -ésimo nível da variável X com o j -ésimo nível da variável Z (por exemplo, ocorrência de valores igual ou abaixo do 1º quartil proveniente de resina caracterizada);

$y_{i\bullet}$ = total de ocorrência do i -ésimo nível de X (p.e. ocorrência de valores menores ou igual o 1º quartil), ou marginal de X;

$y_{\bullet j}$ = total de ocorrência do j -ésimo nível de Z (p.e. resina caracterizada), ou marginal de Z;

n = total de observações da amostra.

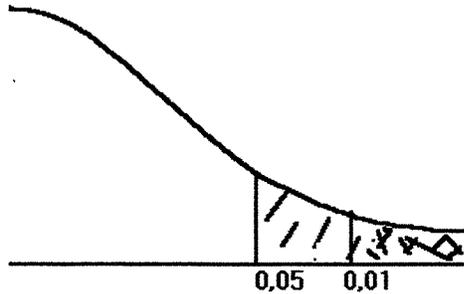
Obs.: Todos os elementos dessa tabela devem ser não negativos, e a soma de cada linha ou coluna deve ser não nula.

A estatística χ^2 é obtida da seguinte maneira:

$$\chi_{obs}^2 = \sum_{ij} \frac{(y_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

onde e_{ij} = frequência esperada de ocorrências do cruzamento da variável X (valores menores ou igual ao 1º quartil, p.e.) com a variável Z (p.e. resina Caracterizada), na amostra, se as variáveis cruzadas forem independentes. Essa estatística tem distribuição de χ^2 com $(I-1)(J-1)$ graus de liberdade (I = número de níveis da variável X e J = número de níveis da variável Z), ou seja, o valor de χ^2 observado será comparado com um valor tabelado a um nível α de erro e os graus de liberdade associados às duas categorizações. Assim, se $\chi_{obs}^2 > \chi_{tab(5\%)}^2$ ($\rho \leq 0,05$), rejeita-se a hipótese de independência (ou de relação) entre as variáveis a um nível de 5%. Se $\chi_{obs}^2 > \chi_{tab(1\%)}^2$ ($\alpha \leq 0,01$), rejeita-se a hipótese de independência entre as variáveis ao nível de 1%.

Considerando-se como nível mínimo de significância (máximo de erro) de 5%, se $\chi_{obs}^2 < \chi_{tab(5\%)}^2$ ($\alpha > 0,05$) não se rejeita a hipótese de independência entre as variáveis, ou seja, p.e., a ocorrência de valores menores ou maiores não dependem do tipo de resina.



Sob a hipótese de independência entre as variáveis cruzadas, a frequência esperada é obtida da seguinte forma:

$$e_{ij} = \frac{\text{produto das marg inais}}{n}$$

ou seja, para se calcular, por exemplo, a frequência esperada a ocorrência de valores menores ou iguais ao 1º quartil proveniente de resina caracterizada.

$$e_{ij} = \frac{\text{total de valores } \leq 1^\circ \text{ quartil} \times \text{total provenientes de res. Caracterizada}}{\text{total de observações}}$$

Obs.: Para que o teste seja exato, as frequências esperadas devem ser maior ou igual a 5 ($e_{ij} \geq 5$)⁵.

⁵ Alguns autores consideram que, quando a amostra é maior ou igual a 40, o teste pode ser considerado exato mesmo com frequência esperada menor que 5.