Avaliação "in vitro" da dureza superficial, da contração de polimerização e da rugosidade de 29 resinas compostas.

Oscar Barreiros de Carvalho Junior

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de Dentística, opção Materiais Dentários.

Bauru

2002

Avaliação "in vitro" da dureza superficial, da contração de polimerização e da rugosidade de 29 resinas compostas.

Oscar Barreiros de Carvalho Junior

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de Dentística, opção Materiais Dentários.

Orientador: Prof. Dr. César Antunes de Freitas.

Bauru

2002

Carvalho Junior, Oscar Barreiros de

C 235 a Avaliação " in vitro " da dureza superficial, da contração de polimerização e da rugosidade de 29 resinas compostas / Oscar Barreiros de Carvalho Júnior.
- Bauru, 2002.
226 p. : il. ; 30 cm.
Tese. (Doutorado) - Faculdade de Odontologia de Bauru - U.S.P.
Orientador: Prof. Dr. César Antunes de Freitas.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.
Oscar Barreiros de Carvalho Junior

Assinatura: _____

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)235-8000 – FAX (0XX14)223-4679

Pós-Graduação

e-mail: cpg_fob@recad.usp.br – Fone: (0XX14)235-8223

FOLHA DE APROVAÇÃO

Tese apresentada e defendida por
OSCAR BARREIROS DE CARVALHO JÚNIOR
e aprovada pela Comissão Julgadora
em 5 de março de 2002.

Prof. Dr. **OSVALDO BENONI DA CUNHA NUNES**
Faculdade de Odontologia de Lins - UNIMEP

Prof. Dr. **CARLOS ALBERTO DOS SANTOS CRUZ**
Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

Prof. Dr. **PAULO AFONSO SILVEIRA FRANCISCONI**
Faculdade de Odontologia de Bauru - FOB/USP

Prof. Dr. **WELLINGTON CARDOSO BONACHELLA**
Faculdade de Odontologia de Bauru - FOB/USP

Prof. Dr. **CÉSAR ANTUNES DE FREITAS**
Presidente da Banca e Orientador – FOB/USP

Prof. Dr. **Luiz Fernando Pegoraro**
Presidente da CPG

Oscar Barreiros de Carvalho Junior

22 de novembro de 1966	Nasceu em Fernandópolis – SP.
1985 1988	Curso de graduação em Odontologia, na Faculdade de Odontologia de Lins
1990	Especialista em Dentística Restauradora, pela Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.
1991	Especialista em Prótese Dental, pela Universidade Federal de Uberlândia.
1995 - 1998	Professor do Curso de Especialização em Dentística Restauradora da APCD – São José do Rio Preto –SP.
1995 – 1996	Professor do Curso de Especialização em Dentística Restauradora da APCD – São Carlos – SP.
1997	Mestre em Odontologia, na área de Dentística, opção Materiais Dentários, pela Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.
1997 – 2001	Curso de pós-graduação em nível de Doutorado, na área de Dentística, opção Materiais Dentários, na Faculdade de odontologia de Bauru – USP.
1997 – 2000	Professor do Curso de Especialização em Dentística Restauradora da ABO – Cuiabá – MT.
1998 – 2002	Professor do Curso de Especialização em Dentística Restauradora da ABO – Campo Grande - MS.
1999	Publicação do livro “Amálgama – Restaurações extensas”.
1999 - 2002	Professor da Faculdade de Odontologia de Santa Fé do Sul – SP, nas disciplinas de Materiais Odontológicos e Dentística Restauradora.

De um novo mundo eu sou
E o mundo será mais claro
Mas é no velho que eu procuro
O jeito mais sábio de usar
A aprender a viver e a sonhar
E o sonho é belo
Pois tudo ainda faremos
Nada está no lugar
Tudo está por pensar
Tudo está por criar
Irá nos iluminar o caminho

(Milton Nascimento e Fernando Brant, trecho da música Solar)

Dedico este trabalho, à todos os que procuram fazer do ofício de ensinar, uma constante busca pelo conhecimento.

Agradecimentos.

À minha esposa **Luciane**, que me apoiou em todos os momentos desta jornada, com compreensão e muita paciência, pelo amor e pelo colo.

Ao meu filho **Oscar**, que dormiu nas noites em que mais precisei, pela alegria que sua chegada trouxe e pelo modelo que agora preciso, ainda mais, ser.

Aos meus pais **Oscar** e **Cleide**, que são meus exemplos de vida, sempre estando ao meu lado nesta caminhada pela qual a vida me traz.

Ao meu irmão **Luciano**, pela grande amizade e companheirismo, que com certeza nos levará juntos pela vida.

Amo-os à todos.

Ao **Professor Doutor César “Aurélio” Antunes de Freitas**, que transmite tão bem seus ensinamentos, e assim, um dia me levou, quando ainda aluno de graduação, no primeiro ano do curso, a imaginar-me Professor, e que cursando o mestrado e doutorado, faria semelhante tarefa. Hoje vejo, quanto inocente fui, e reconheço ainda mais a sua capacidade, competência e honestidade. Obrigado pela convivência.

Ao **Professor Doutor Paulo Afonso Silveira Francisconi**, pela amizade, pelo companheirismo, pela facilidade de fazer e manter amigos e pela colaboração na elaboração de várias etapas deste trabalho (precisa de alguma coisa aí Oscar?).

Ao **Professor Doutor Paulo Amarante de Araújo**, também sempre presente e disposto a colaborar na elaboração deste trabalho, pela gentileza e cordialidade.

Ao amigo **Professor Humberto Carlos Pires**, companheiro de muitas jornadas e que colaborou na elaboração da parte experimental deste trabalho.

Ao colega de turma **Heraldo Riel**, com quem dividi, durante o mestrado e doutorado, muitas conquistas e preocupações.

Aos amigos do Curso de Doutorado em Dentística, opção Materiais Dentários, **Ana Rita, Elio e Paulo**, pela convivência amigável durante este período.

Ao **Professor Doutor Eduardo Bianchi**, da Faculdade de Engenharia e Tecnologia, da UNESP – Bauru, pela colaboração na elaboração dos experimentos de rugosidade.

Aos funcionários do Departamento de Materiais dentários da FOB – USP, **Dr. Alcides, Sandra e Lourivalda**, pela amizade, atenção e dignidade com o seu trabalho.

À **Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo (FOB – USP)**, por ter me acolhido neste curso.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pela concessão da bolsa de estudos.

À todos os **Professores deste Curso de Pós-Graduação**, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos **funcionários da Biblioteca Central da FOB – USP**, pela gentileza e eficiência com o qual sempre me atenderam.

Aos professores meus companheiros de disciplinas na Faculdade de Odontologia de Santa Fé do Sul, **Ana Cláudia, Cláudia, Érica, Humberto e Sâmira**, pelo apoio e incentivo.

E a todos aqueles que, de uma maneira ou outra, contribuíram para a concretização deste trabalho.

Resumo.

Resumo.

Foram analisadas *in vitro* a dureza superficial, a contração de polimerização e a rugosidade de 29 resinas compostas.

Foram confeccionados 3 corpos-de-prova para cada material, com fotopolimerização por 80 segundos; após mais 5 minutos, determinou-se a dureza superficial Rockwell 30T; os espécimes foram então armazenados em água desionizada, a 37°C, durante 168 horas, quando nova leitura da dureza foi realizada.

Para avaliação da contração de polimerização, foram confeccionados 5 corpos-de-prova para cada material; cada resina era inserida em uma matriz metálica, com uma cavidade em forma de “meia cana”, cujas paredes das extremidades planas eram paralelas entre si, com fotopolimerização por 40 segundos; após 10 minutos, removia-se a amostra da matriz, cujo comprimento era medido para se estabelecer a contração inicial ocorrida; os espécimes eram então armazenados em estufa a 37°C, durante 168 horas (1 semana), quando nova medida era tomada, para se determinar a contração final da resina.

Os mesmos corpos-de-prova usados nos testes de dureza, após desgaste com lixas de papel até a de n.º 1.500, foram analisados num rugosímetro.

Estatisticamente, todas as resinas mostraram aumento da dureza e da contração de polimerização, da medição imediata para a com 168 horas. Em termos globais, as que apresentaram os melhores resultados, analisando-se as três características simultaneamente, foram a Z-100 e a P-60, enquanto as com o pior desempenho foram a Solitaire e a Helioprogress.

Índice.

Resumo.	IX
1. Introdução.	01
2. Revisão de literatura.	04
2.1. Dureza superficial.	05
2.2. Contração de polimerização.	35
2.3. Rugosidade.	48
3. Proposição.	77
4. Materiais e métodos.	79
4.1. Testes de dureza superficial.	82
4.2. Testes de contração de polimerização.	84
4.3. Testes de rugosidade.	87
5. Resultados.	90
5.1. Dureza superficial.	91
5.2. Contração de polimerização.	98
5.3. Rugosidade.	104
5.4. Análise conjunta.	108
6. Discussão.	116
6.1. Acerca do método de dureza superficial.	117
6.2. Acerca dos resultados de dureza superficial.	121
6.3. Acerca do método de contração de polimerização.	125
6.4. Acerca dos resultados de contração de polimerização.	128
6.5. Acerca do método de rugosidade.	133
6.6. Acerca dos resultados de rugosidade.	136
6.7. Análise conjunta dos resultados.	139
7. Conclusões.	147
Referências bibliográficas.	149
<i>Abstract.</i>	162
Anexos.	164
1. Testes preliminares de dureza superficial.	166
2. Tabelas com os dados originais dos testes de dureza superficial.	167
3. Influência do isolante na matriz utilizada para o teste de contração de polimerização.	177
4. Testes preliminares de contração de polimerização.	179
5. Tabelas com os dados originais dos testes de contração de polimerização.	181
6. Tabelas com os dados originais dos testes de rugosidade.	192
7. Gráficos com os dados originais dos testes de rugosidade.	197

1. Introdução.

1. Introdução.

A Odontologia tem evoluído muito nos últimos anos e o desenvolvimento e as pesquisas de materiais adesivos e estéticos constam de grande parte dos estudos atuais. Por apresentar estas características, as resinas compostas tem sido indicadas como material restaurador em dentes posteriores. Ora, em dentes anteriores, estes materiais tem boa durabilidade, entretanto, em posteriores, o seu tempo de vida útil é menor, devido aos grandes esforços mastigatórios (como consta dos trabalhos referenciados 1, 2 e 45). Para esta segunda indicação, devem apresentar algumas características, como a dureza, que é razoável indicadora das outras propriedades mecânicas do material, que deve ser elevada inicialmente e manter-se satisfatória durante todo o decorrer da vida clínica da restauração (17, 18, 38, 66, 69, 88, 92, 94, 110 e 112).

Um problema facilmente detectado quando da utilização de resinas compostas em dentes posteriores é a técnica de inserção do material na cavidade, que, devido à sua contração de polimerização, torna este passo clínico bastante crítico (10, 14 e 70). Portanto, quanto menor, o ideal seria sua inexistência, esta contração, mais simplificada seria a inserção do material, produzindo restaurações mais bem adaptadas (2, 4, 7, 32 e 77).

Entre as causas de insucesso de restaurações de resinas compostas nos dentes posteriores, a degradação hidrolítica é hoje um dos fatores limitantes de sua durabilidade. A água que penetra na resina composta age inclusive na interface carga / matriz, ou seja, combina-se com o silano e a carga, rompendo esta ligação e, a partir de então, enfraquece progressiva e consideravelmente a estrutura do material, assim levando ao desgaste, mais rapidamente, da restauração (2, 63, 65, 67, 71, 73, 93 e 96).

Os procedimentos clínicos de escultura e ajuste oclusal, com brocas tipo *carbide* e pontas diamantadas, e as técnicas de polimento com “borrachas abrasivas” e pastas próprias, provocam trincas grosseiras e microscópicas na superfície das restaurações de resina composta, as quais facilitam a penetração de água e conseqüentemente, aumentam a degradação hidrolítica (26, 27, 30, 36, 83, 84, 85 e 107).

Considerando este efeito, as resinas que, após o polimento, apresentarem maior lisura superficial estarão menos sujeitas a esta degradação e conseqüentemente, terão maior durabilidade, resistência e estabilidade de cor (17, 18, 29, 30, 36, 71, 84, 85 e 111).

Analizando estes três fatores conjuntamente (dureza superficial, contração de polimerização e rugosidade), poderemos indicar as resinas que apresentam ao mesmo tempo boas propriedades mecânicas, facilidade de utilização e estabilidade de cor e da ligação carga/matriz, obtendo-se mais facilmente restaurações mais duráveis (2, 20, 36, 39, 103, 110, 111 e 112).

2. Revisão de literatura.

2. Revisão de literatura.

Este capítulo foi didaticamente dividido em três partes, uma para cada ensaio realizado com as resinas compostas (dureza superficial, contração de polimerização e rugosidade), facilitando o acompanhamento e estudo das pesquisas onde se analisou, geralmente de forma isolada, cada um dos itens já citados, estudados em conjunto aqui.

2.1. Dureza superficial.

Em 1971, FRAUNHOFER³⁸ relacionou a resistência à abrasão e ao desgaste de um material com sua dureza superficial, usando 2 resinas acrílicas (Sevitron e Orthofil) e 2 compostas (Adaptic e TD71), confeccionando, para cada uma delas, corpos-de-prova cilíndricos, com 8 mm de diâmetro por 5 mm de espessura; decorridos 15, 30, 60 minutos e 24 horas de sua confecção, foi confeccionado um teste de dureza Reichert, com carga de 20 g, por 10 segundos. A análise dos resultados mostrou as 2 resinas compostas com maiores valores de dureza que as acrílicas, a qual aumentava com o aumento do tempo entre confecção e a medição dos corpos-de-prova.

Em 1976, HARRISON; DRAUGHN⁴⁷ avaliaram a relação entre abrasão, dureza superficial e resistência à compressão de 7 resinas compostas (Adaptic, Concise, Portrait, Nuva-Fil, Epoxydent, Restodent e Prestige) e uma resina acrílica (Sevriton). Foram confeccionados corpos-de-prova cilíndricos, com 4,8 mm de diâmetro por 4,5 mm de comprimento, para os testes de abrasão e dureza superficial. Para o teste de resistência à compressão, os corpos-de-prova tinham 3 mm de diâmetro por 6 mm de comprimento. A manipulação dos materiais foi segundo as especificações dos fabricantes e os espécimes foram estocados em água a 37°C por 21 dias. O teste de abrasão foi realizado em máquina que simulava as funções mastigatórias, com carga de 0,25 N por 30 minutos, totalizando 5.400 ciclos. A resistência à compressão foi medida em máquina de teste universal, com velocidade de 0,05 cm por minuto. Os valores de microdureza foram determinados por uma “ponta piramidal diamantada”, com 10 medidas em cada corpo-de-prova. Os resultados obtidos mostraram que as resinas compostas foram superiores, em todos os testes, à resina acrílica. Em ordem decrescente os resultados foram: 1- teste de abrasão (Adaptic, Concise, Portrait, Epoxydent, Prestige, Restodent, Nuva-Fil e Sevriton); 2- teste de resistência à compressão, não tendo sido possível avaliar o material Sevriton (Restodent, Epoxydent, Nuva-Fil, Adaptic, Concise, Prestige, Portrait); 3- teste dureza (Portrait, Epoxydent, Nuva-

Fil, Restodent, Concise, Prestige, Adaptic e Sevriron). Concluíram que, por ser a abrasão um fenômeno complexo, não necessariamente existe uma relação direta entre dureza superficial, resistência à compressão e à abrasão dos materiais testados.

Em 1979, a Associação Brasileira de Normas Técnicas³ publicou a Norma Brasileira para determinação da dureza Rockwell de materiais metálicos (ABNT - MB-358/79), que descreve o método pelo qual deve ser feito o ensaio de dureza Rockwell (HR). Dois tipos de testes de dureza superficial podem ser utilizados, o de dureza superficial N (com penetrador cônico de diamante e ângulo de vértice arredondado igual a $120 \pm 0,5^\circ$ e raio igual a $0,20 \pm 0,01$ mm) e o de dureza superficial T (com penetrador esférico de aço e diâmetro de $1,588 \text{ mm} \pm 0,003 \text{ mm}$, com dureza Vickers média superior a 850 HV 10, polido e isento de defeitos na superfície), com 3 valores de carga podendo ser utilizados (15, 30 e 45 kg), respectivamente denominados HR15T, HR30T, HR45T, HR15N, HR30N, HR45N. O resultado do teste deve ser dado pelo valor obtido, seguido da denominação do ensaio, como por exemplo 60HR15N. Para selecionar o penetrador e a carga a ser utilizada no ensaio, deve-se realizar experimentos preliminares, para determinar qual faixa de dureza deve ser usada para o material a ser analisado, seguindo-se a tabela seguinte.

HR15T	72 a 93
HR30T	16 a 86
HR45T	07 a 72
HR15N	67 a 92
HR30N	41 a 82
HR45N	19 a 73

O corpo-de-prova deve ter espessura mínima de 1 mm para a dureza N e 1,5 mm para a dureza T; sua superfície deve ser lisa e plana, o mesmo acontecendo com todas as superfícies em contato com o seu suporte; entre uma impressão e outra deve ser respeitada uma distância mínima de 1 mm.

Em 1979, KILIAN⁵⁸ estudou o grau de polimerização de resinas compostas ativadas por luz, através dos valores de dureza Rockwell. Foram confeccionados corpos-de-prova com 3 mm de espessura, fotopolimerizados por 60 segundos, variando-se a intensidade de luz e o comprimento de onda desta. Os espécimes foram então armazenados em água, a 37°C , por 1 e 24 horas, e então submetidos ao teste de dureza, na sua parte superior e do fundo. Concluiu que a dureza tem relação direta com o grau de polimerização das resinas; que o aumento na intensidade de luz aplicada sobre estas faz aumentar o grau de

polimerização e, conseqüentemente, a sua dureza; que tais resinas apresentaram maiores valores de dureza com a idade de 24 horas que com 1 hora; que a dureza da superfície superior do corpo-de-prova era maior que a do fundo e que o comprimento de onda emitido pelo fotopolimerizador deveria estar em torno de 468 nm.

Em 1984, GREENER; GREENER; MOSER⁴⁵ avaliaram a dureza de resinas compostas em função da variação de temperatura do meio aquoso. As evidências clínicas de falhas e insucessos das restaurações de resina composta sugerem que propriedades intrínsecas do material, como a dureza, interferem nestes resultados, e devem ser estudadas à luz das variações existentes no meio oral. Seleccionaram 10 marcas de resinas compostas, divididas em 3 grupos, conforme o tipo de partícula: convencional (Prestige, Den-Mat Spectra Bond e Adaptic), para dentes posteriores (Profile e Den-Mat Class II) e de micropartículas (Isopast, Superfil, Miradapt, Den-Mat Extra Smooth e Silar). Os corpos-de-prova, 4 para cada condição estudada, foram confeccionados seguindo-se as orientações do fabricante, inserindo-se os materiais em suportes de plástico (Teflon), e armazenados em água a 37°C, por 24 horas. Após esse período foi dado o polimento nos corpos-de-prova com lixa de papel nº 450, sendo os mesmos agora armazenados em diferentes temperaturas (0°C, 22°C, 37°C, 45°C e 60°C). O teste utilizado foi o de dureza superficial Rockwell 15T, com 4 medições em cada corpo-de-prova. Os resultados mostraram uma diminuição nos valores médios de dureza, com o aumento da temperatura da água (0°C - 66 HR15T, 22°C - 62,7 HR15T, 37°C - 58,5 HR15T, 45°C - 54 HR15T e 60°C - 49,6 HR15T). O valor médio de dureza, a 37°C, mostra a seguinte relação entre os materiais testados: Miradapt > Den-Mat Spectra Bond > Profile > Den-Mat Extra Smooth > Prestige > Silar > Den-Mat Class II > Adaptic > Isopast > Superfil. Também compararam seus resultados com os de outros autores, que haviam avaliado a dureza Knoop de 4 destas resinas compostas, e afirmaram haver correlação entre estes dois métodos de medição de dureza. Concluíram também que as resinas compostas com maior quantidade de carga, em geral, apresentam maiores valores de dureza e menor variação desta, em função de alterações na temperatura ambiente.

Em 1985, KANCA III⁵³ avaliou a dureza superficial Barcol de resinas compostas polimerizadas expostas a diferentes tempos e distâncias da fonte de luz do fotopolimerizador. Utilizou 11 resinas compostas, entre elas a P-30, Fulfil, Heliomolar RO, Bisfil I e Heculite, confeccionando amostras polimerizadas nas 4 seguintes condições: 1- 20

segundos de exposição à distância 0 do corpo-de-prova; 2- 40 segundos de exposição à distância 0 do corpo-de-prova; 3- 20 segundos de exposição à distância de 4 mm do corpo-de-prova; 4- 40 segundos de exposição à distância de 4 mm do corpo-de-prova. Os valores de dureza foram determinados na superfície e na base de cada corpo-de-prova, observando assim a uniformidade de polimerização, constam da tabela seguinte.

material	1-sup	1-bas	2-sup	2-bas	3-sup	3-bas	4-sup	4-bas
P30	82,7	81,3	82,7	81,6	83,7	81,7	83,3	82,0
Fulfil	74,7	71,0	74,5	72,0	75,3	69,3	73,3	70,3
Helio	65,7	53,8	67,3	57,3	63,7	45,5	66,8	54,5
Bisfil	77,2	52,3	80,1	68,3	78,0	23,5	80,3	64,7
Hercu	71,5	63,0	72,5	68,0	71,4	61,1	73,3	66,2

Concluiu que, entre as resinas, houve diferenças significantes entre vários materiais tendo a resina P-30 os melhores resultados e a Heliomolar RO os piores valores de dureza. A resina P-30 foi também a que apresentou a maior uniformidade de polimerização com as 4 diferentes exposições à luz. A dureza da superfície praticamente não sofreu interferência do método de polimerização enquanto que a dureza da base do corpo-de-prova teve diminuição de valores quando utilizou-se o menor tempo de exposição, a maior distância e os dois ao mesmo tempo, indicando que as resinas devem ser polimerizadas sempre pelo tempo determinado e com a fonte de luz mais próxima possível.

Em 1986, a organização *American Dental Association*¹ (ADA¹) elaborou algumas exigências para o uso das resinas compostas em dentes posteriores. Dois critérios de aprovação foram definidos: 1° - um de aprovação temporária (que foi denominado como de uso restrito), quando seria necessário que o respectivo fabricante apresentasse os resultados de 2 (duas) pesquisas clínicas, realizadas em centros distintos, comprovando que a espessura do desgaste oclusal sofrido pelo material não fosse superior a 150 µm, durante um período de 3 anos (50 µm / ano), e 2° - outro de aprovação permanente (denominado de uso irrestrito), quando o material não deveria apresentar quantidade de desgaste superior a 250 µm, durante um período de 5 anos. Estes critérios de aprovação também eram válidos para os dentes decíduos, com a redução dos períodos de tempo de observação clínica para 2 e 4 anos, respectivamente.

Em 1986, WATTS; McNAUGHTON; GRANT¹⁰⁹ estudaram a dureza superficial de resinas compostas em relação à temperatura e ao meio em que ficaram armazenadas. Selecionaram 4 resinas posteriores (P-30, Herculite, Estilux Posterior e Occlusin) e confeccionaram amostras fotopolimerizadas por 60 segundos. Os corpos-de-prova foram

então armazenados em ambiente seco a 20°C e a 37°C, e em água nas mesmas temperaturas. A dureza Knoop foi medida em intervalos de tempo variados (15, 30, 45 e 60 minutos, 3 e 24 horas, 7 e 30 dias). Concluíram que a dureza aumentou constantemente entre 15 minutos e 24 horas, atingindo valores máximos nessa idade. As amostras armazenadas a 37°C, apresentaram maiores valores que as estocadas a 20°C e quando armazenadas em ambiente seco, estes valores também foram maiores do que quando armazenadas em água.

Em 1988, BAHARAV *et al.*⁵ analisaram a relação entre tempo de exposição à luz e profundidade de polimerização de resinas compostas, através de testes de dureza Knoop. Selecionaram uma resina (Occlusin-Posterior) e confeccionaram espécimes fotopolimerizados por diferentes tempos de exposição (10, 20, 30, 40, 60, 80, e 180 segundos). Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C, por 24 horas, e então realizado o teste de dureza Knoop na parte superior e na de fundo dos espécimes. Os resultados obtidos, mostraram que o grau de polimerização e consequentemente a dureza, aumentaram à medida em que se aumentava o tempo de exposição à luz, até o tempo de 80 segundos; que este aumento também proporcionou um crescimento da profundidade de polimerização; e que a dureza máxima foi alcançada com 80 segundos de exposição, não havendo aumento desta quando a resina era exposta à luz por 180 segundos.

Em 1989, a organização *American Dental Association*² (ADA²) divulgou 5 recomendações, relativas à utilização das resinas compostas na região posterior: 1- apresentar boa resistência ao desgaste oclusal e à abrasão; 2- permitir uma precisa adaptação às margens cavitárias e promover um efetivo vedamento da restauração, quanto ao ingresso de fluidos bucais, que podem conter microorganismos e criar um ambiente propício para o desenvolvimento de cáries secundárias; 3- apresentar adequada resistência à degradação pela água e outros solventes; 4- ser radiopaca e 5- necessitar de técnicas de aplicação que sejam simples. O grupo de trabalho envolvido neste relatório continuaria a coletar as informações que fossem importantes, até um momento em que uma especificação razoável pudesse ser escrita, com base numa evidência experimental sólida.

Em 1989, PEARSON; LONGMAN⁷⁵ estudaram a sorção de água, a solubilidade e a dureza superficial de resinas compostas, que sofreram inadequada polimerização. O advento das resinas fotopolimerizáveis, facilita o manuseio clínico, entretanto existe o risco

de não haver uma completa polimerização do material. Seleccionaram 4 resinas (Occlusin, P-30, Command e Silux) e para cada material, 5 corpos-de-prova foram confeccionados, polimerizados por 60 segundos, armazenados em dessecador a 37°C, até adquirirem peso constante, imersos em água a 37°C, e observados com intervalos de 1, 6 e 48 horas, quando eram secos e pesados. Mediram a sorção de água após 40 dias e a solubilidade após 30 dias. Dentre as estudadas, 2 resinas compostas (Command e Silux) foram seleccionadas para avaliação da sorção, solubilidade e dureza Barcol, quando polimerizadas por um tempo 25% menor que o recomendado pelos fabricantes. Os testes de solubilidade e sorção foram realizados da mesma maneira que os anteriores. A dureza Barcol foi medida na parte superior e na de fundo dos corpos-de-prova. A sorção de água, em peso, nas resinas polimerizadas por completo apresentou os seguintes valores: Occlusin (0,72%), P-30 (1,07%), Command (1,40%) e Silux (2,43%) e a solubilidade, em volume, os seguintes resultados: Occlusin (0,59%), P-30 (1,21%), Silux (1,51%) e Command (4,06%). Nos testes com polimerização incompleta, a sorção de água foi a seguinte: Command (3,62%) e Silux (4,60%) e a solubilidade: Silux (9,65%) e Command (15,69%). A dureza Barcol dos corpos-de-prova com polimerização completa foi de 90 na parte superior e 87 na de fundo para o Command e 94 e 90, respectivamente, para o Silux, contra 89 e 68 (Command) e 91 e 57 (Silux) respectivamente, quando da polimerização incompleta. Concluíram que a polimerização incompleta afeta as propriedades das resinas compostas, com sérias interferências na durabilidade das restaurações, pois aumenta a sorção de água, a solubilidade e diminui a dureza do material.

Em 1989, TJAN; CHAN¹⁰³ estudaram a rugosidade e a dureza superficial de 5 resinas compostas indicadas para dentes posteriores (Heliomolar, Herculite, Fulfil, P-30 e P-10) e 1 de micropartículas (Silux). Os corpos-de-prova, 5 de cada material, foram confeccionados seguindo as instruções dos fabricantes. O teste de dureza Rockwell 15T foi realizado através de equipamento da Wilson Mechanical, com 3 leituras em cada espécime e os valores observados constam da tabela seguinte.

Resina	Dureza Rockwell 15T	% em peso – partículas
Silux	75,0	52,0
Heliomolar	73,8	59,1
Herculite	81,4	78,0
Fulfil	81,9	75,8
P-30	87,4	84,5
P-10	88,4	83,2

Concluíram que as resinas com maior quantidade de carga apresentaram a maior dureza superficial. Observaram também uma alta correlação entre dureza e rugosidade, ou seja, materiais com altos valores de dureza apresentam também alta rugosidade.

Em 1990, DICKINSON *et al.*³⁰ avaliaram o efeito de um selante de penetração superficial clinicamente e “in vitro”. A superfície da resina composta polida apresenta microporosidades e bolhas, que influem na velocidade do estressamento químico e físico de sua estrutura. Um selante que ocupasse esses espaços, reforçaria a superfície destas restaurações, podendo aumentar sua durabilidade. Utilizaram um selante experimental, constituído de BISGMA acrescido de dois monômeros de baixo peso molecular, o TEGDMA e o THFMA, que melhoram sua capacidade de molhamento, aplicado sobre uma resina composta com 86% de carga em peso, tendo como partículas, vidro de estrôncio (BIS-FILL I). A avaliação “in vitro”, consistiu de um teste de dureza Knoop, realizado com corpos-de-prova cilíndricos confeccionados segundo as normas do fabricante. O polimento foi realizado com lixa siliconizada 600 em polidora automática e então, metade deles recebeu a aplicação do selante de superfície. A dureza superficial Knoop dos corpos-de-prova que receberam a camada de selante, foi substancialmente mais alta que os não tratados, com aumento médio de 20% (92,5 KHN para os não selados e 111 KHN para os selados), provavelmente provocado pelo preenchimento das irregularidades superficiais da resina composta, pelo selante, aumentando sua dureza. Concluíram que a aplicação anual de uma camada deste selante poderia aumentar a longevidade das restaurações de resina composta em dentes posteriores.

Em 1992, CRUZ *et al.*²² analisaram o conteúdo de carga, a sorção de água e a dureza Vickers de três resinas compostas para dentes posteriores (P-10, P-50 e Ful Fil). O conteúdo de carga foi determinado percentualmente em peso, evaporando-se a fase orgânica e pesando-se o resíduo inorgânico e obteve-se como resultado 84,247% para P-10, 85,255% para P-50 e 74,430% para o Ful Fil. O teste de sorção foi realizado com 5 corpos-de-prova cilíndricos, medindo 4,25 mm de altura por 4,0 mm de diâmetro obtidos em matriz metálica. Após a confecção os corpos-de-prova eram pesados em balança analítica e diariamente até obtenção de peso constante, quando então foram imersos em 10 ml de água destilada, armazenados em estufa a 37°C. Novas pesagens foram realizadas com 1, 2, 7, 15 e 30 dias e os resultados obtidos mostram que os materiais estudados apresentaram mesma

média de sorção de água após 30 dias, porém com velocidade diferente, com o P-50 tendo saturação em 1 dia, o P-10 em 2 dias e Ful Fil em 15 dias. O teste de dureza Vickers foi realizado com carga de 100 g aplicada por 30 segundos em 5 corpos-de-prova para cada material. Após a execução do corpo-de-prova, realizaram a primeira leitura Vickers, armazenaram os corpos-de-prova em estufa a 37°C por 7 dias, fizeram outra leitura e estocaram os corpos-de-prova imersos em água destilada em estufa a 37°C por 30 dias, quando a leitura final foi realizada. O material P-10 apresentou maior dureza (105,28) seguido do P-50 (96,93) e do Ful Fil (47,50) e houve redução na dureza média após a imersão por 30 dias em água destilada de aproximadamente 8%.

Em 1992, SATOU *et al.*⁹⁴ avaliaram o desgaste “in vitro” de 10 resinas compostas, sendo 6 fotopolimerizáveis (P-30, Photo Clearfil A, Lite-Fil P, Lite Fil A, Occlusin e Silux) e 4 quimicamente ativadas (P-10, Clearfil Posterior, Silar e Microrest AP) juntamente com o esmalte. Para cada material 6 corpos-de-prova foram confeccionados, armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e polidos com discos de lixa n.º 800. O esmalte foi retirado da face vestibular de incisivos superiores recém extraídos, também polidos com discos de lixa n.º 800. O experimento de desgaste foi realizado em dispositivo que produzia simultaneamente movimentos de vibração e deslizamento, num desgaste tipo 3 corpos, com 2 abrasivos distintos (Hidroxiapatita - HA e partículas de carborundo verde-GC). Os valores de dureza Knoop, foram determinados em aparelho específico para essa finalidade. A análise ao M.E.V. das superfícies dos corpos-de-prova demonstraram que houve considerável variação no padrão de desgaste obtido com H.A. e G.C. e com este primeiro os compósitos híbridos abrasionaram-se menos que os de micropartículas e que foi observada uma correlação negativa entre taxa de desgaste e valores de dureza Knoop, ou seja, quanto maior a quantidade de desgaste, menor o valor de dureza Knoop. Os valores de dureza Knoop em ordem decrescente, foram os seguintes: esmalte (342), P-10 (83), Clearfil Posterior (77), P-30 (71), Occlusin (68), Lite-Fil (65), Lite-Fil A (63), Photo Clearfil A (62), Silar (30), Silux (27) e Microrest AP (26).

Em 1992, TURBINO *et al.*¹⁰⁵ estudaram a dureza superficial de 8 resinas compostas (Silux, P-30, Heliosit, Estilux P, Durafill, Herculite XR, Prisma Fil, Ful Fil) fotopolimerizadas com 2 diferentes tempos, 20 e 40 segundos de exposição. Para cada condição, confeccionou-se 3 corpos-de-prova, obtidos através de uma matriz de poliacetato,

com uma cavidade medindo 3 x 4 x 3,5 mm, onde a resina era inserida, com espátula plástica, e fotopolimerizada. A dureza Vickers foi verificada, com carga de 50 g, por 30 segundos, tanto imediatamente após a confecção dos espécimes, como ainda após armazenados, em local com temperatura controlada e isento de luz, por 24 horas. Houve diferença estatisticamente comprovada entre os tempos de 20 segundos e 40 segundos de polimerização, sendo que nesta segunda situação a dureza mostrou-se bem maior, tanto na medição imediata, quanto na após 24 horas. Na de 24 horas, a diferença mostrou-se um pouco menor em relação à imediata.

Em 1992, WASSELL; McCABE; WALLS¹⁰⁸ argumentaram que a dureza Vickers, comumente utilizada para compósitos, não é o método mais confiável de medição e propuseram a utilização da dureza Barcol, um teste desenvolvido por uma indústria estadunidense, no qual se empregava um dispositivo manual (constituído por uma carga fixa de cerca de 10 kg através de um penetrador de aço, de ponta plana) e que era extensivamente utilizado na indústria de plásticos. Usando ambos os métodos testaram preliminarmente as resinas compostas híbridas Occlusin, Brilliant Dentin, P-50, Heliomolar, Isosit e Silux Plus, e selecionaram 4, indicadas para uso em dentes posteriores, para o estudo principal (Occlusin, Brilliant Dentin, Heliomolar e Isosit). Foram feitos corpos-de-prova de 3 mm de largura, 2 mm de espessura e 9 mm de comprimento, em blocos de acrílico. A resina foi coberta por uma tira matriz e polimerizada; os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada, à temperatura ambiente, por 1 semana. Realizaram a leitura Vickers com carga de 200 g, por 30 segundos e a Barcol, com ponta de 1,7 mm de diâmetro, após o que, os espécimes foram armazenados em água destilada, por mais 24 horas, e seccionados perpendicularmente, através do uso de serra diamantada, sob refrigeração. Cada secção da porção com a indentação (Vickers ou Barcol) na resina foi montada em lâmina de vidro, para análise ao microscópio. Os espécimes foram limpos por 10 segundos, em banho aquoso ultra-sônico e imersos em solução de nitrato de prata a 50% peso / volume, por 3 dias, expostas à luz fluorescente e imersos em revelador fotográfico, por 8 horas. A análise foi realizada com um fotomicroscópio Zeiss, com aumento de 82 vezes, obtendo-se fotografias preto-e-branco. O contorno das manchas foi demarcado na fotografia e as áreas calculadas por um sistema ótico digital, computadorizado. Um espécime não banhado de cada resina foi analisado, com aumento de 20.000 vezes, por

M.E.V.. Os autores relataram pequenas variações para o testes de dureza Barcol e grandes para o de Vickers, mostrando uma maior confiabilidade do primeiro, e que as resinas híbridas mostraram maior irregularidade de comportamento nos testes Vickers que as de micropartículas.

Em 1992, WILLENS *et al.*¹¹⁰ propuseram uma classificação dos tipos de resina composta existentes, baseada na composição, no tamanho, no formato e na distribuição de suas partículas. Estudaram 89 marcas de resinas analisando as partículas, após serem isoladas da matriz pela dissolução desta parte resinosa em acetona, através de um processo de centrifugação. Um sistema utilizando um aparelho de difração à laser acoplado a um computador foi usado para determinar as características das partículas. Amparados por esta análise, dividiram as resinas em 6 grupos: 1- densa intermediária (até 60% de carga em volume), 2- densa compacta (acima de 60% de carga em volume), 3- micropartícula, 4- mista, 5- tradicional e 6- reforçada por fibra. Entre outras propriedades, testaram a dureza Vickers, teste que foi realizado com durômetro ajustado para 100 gramas de carga, tendo sido efetuadas 10 leituras em cada amostra (5 mm de diâmetro x 5 mm de espessura). Os resultados da dureza e também da resistência à compressão e do módulo de elasticidade encontrados para algumas das resinas estão na tabela seguinte.

Tipo	Resinas	% Partíc. vol.	Dureza	Resist. Comp	Mód. Elastic.
Dens. Inter.	Herculite XR	55,2	74	397	16,0
	APH	49,7	77	383	13,6
	Charisma	50,7	81	417	14,0
Dens. Comp.	Z-100	64,3	120	448	21,0
	P-10	70,2	174	390	25,1
Micropart.	Durafil	22,6	48	463	6,0
	Helio Progress	36,1	50	330	9,0
	Silux Plus	37,5	59	344	9,3
Mista	Heliomolar RO	38,5	56	340	9,7
Tradicional	Adaptic	61,9	121	240	19,6
	Miradapt	63,1	112	310	20,3
Ref. Fibra	Restolux SP4	68,5	125	-	23,8

Concluíram que para todas as resinas estudadas, as características das partículas de carga interferem nas suas propriedades. Apesar da relativa importância do teste de dureza, fica comprovada sua relação direta com as outras propriedades mecânicas dos materiais. Dos 89 compósitos estudados apenas 3 conseguiram aliar satisfatoriamente boas propriedades mecânicas e lisura de superfície (Adaptic II, P-50 APC e Z-100). O grupo de resinas densas compactas apresentou os melhores resultados.

Em 1993, ELDIWANY; POWERS; GEORGE³⁴ avaliaram as propriedades mecânicas de 7 resinas compostas fotopolimerizáveis comparando-as quando somente são fotopolimerizadas e quando após a fotopolimerização recebem algum tipo de polimerização complementar com sistema adequado recomendado pelo fabricante. Foram selecionadas as resinas compostas Brilliant com sistema DI-500, Charisma com sistema Translux EC Light Box, Clearfil Photo Posterior com sistema CRC-100, Conquest DFC com sistema Conquest Automatic Curing Unit, Herculite XRV com sistema Triad 2000, Pertac Hybrid com sistema L Visio-Beta Vario e True Vitality com sistema Cerinate. Avaliou-se a dureza Knoop, a dureza Rockwell e a recuperação Rockwell dos citados conjuntos. A dureza Knoop foi medida em corpos-de-prova de 3x 6 mm, com carga de 50 g por 15 segundos. A dureza e a recuperação Rockwell, foram medidas em corpos-de-prova de 3 x 6 mm utilizando-se ponta esférica de aço, com carga de 29,4 N aplicadas por 10 segundos para a dureza e para a recuperação outra medida foi feita 10 minutos após a remoção da carga. Cinco corpos-de-prova foram confeccionados para cada condição analisada. Houve aumento da dureza Knoop em cinco compósitos (Brilliant 2%, Charisma 46%, Clearfil 16%, Herculite 17%, True Vitality 7%) não houve diferença em um deles (Pertac - Hybrid) e diminuição em outro (Conquest 16%). Na avaliação da dureza Rockwell houve redução na penetração de cinco compósitos (Charisma 21%, Clearfil 35%, Conquest 7%, Herculite 19%, True Vitality 26%) e aumento em outros dois (Brilliant 22%, Pertac Hybrid 10%). A avaliação da recuperação Rockwell apresentou melhora em seis resinas compostas (Brilliant 3%, Charisma 3%, Clearfill 3%, Herculite 7%, Pertac Hybrid 3%, True Vitality 16%) e diminuição em um material (Conquest 2%).

Em 1993, LEINFELDER⁶⁰ analisou a evolução das resinas compostas e sua relação com os baixos índices de desgaste apresentados por estes materiais. Segundo o autor, modificações efetuadas nas partículas de carga foram responsáveis pelas melhorias atingidas. A alteração do tamanho das partículas de 100 µm para 5 µm, produziu materiais com taxas de desgaste 50% menores. A utilização de partículas com menor dureza que o quartzo, primeiramente utilizado na composição, como as de vidros de bário, estrôncio e silicato de lítio e alumínio permitem que o impacto da mastigação seja parcialmente absorvido por estas, diminuindo a sobrecarga no dente. Finalmente, o arredondamento das partículas de carga diminui a concentração de estresse entre a carga e a matriz da resina,

diminuindo a presença de fendas e rachaduras no material. Estas inovações associadas fizeram com que os índices de desgaste diminuíssem de aproximadamente 150 μm ao ano para aproximadamente 8 μm ao ano.

Em 1993, PAGNIANO; JOHNSTON⁷⁴ estudaram os efeitos da diluição de resinas compostas em resina fluída sem carga na dureza superficial e resistência à abrasão, utilizando uma resina composta de micropartículas (Prisma Micro Fine - Dentsply) e outra híbrida (Prisma APH - Dentsply). Foram feitos 10 corpos-de-prova para cada condição, sendo com cada um dos materiais, um grupo controle, um grupo diluído em 0,5 gota de resina fluída, um grupo diluído em 1 gota e finalmente um outro grupo diluído em 2 gotas. Para o teste de dureza Knoop, os corpos-de-prova foram confeccionados em matriz de alumínio com 1 mm de espessura e 8 mm de diâmetro, onde a resina era posicionada e fotopolimerizada por 40 segundos e armazenados em local escuro e 100% de umidade relativa por 24 horas. O teste de dureza Knoop foi realizado utilizando 25 g de carga durante 30 segundos. Para o teste de resistência à abrasão os corpos-de-prova foram confeccionados com 2 mm de espessura e 19,8 mm de diâmetro, fotopolimerizados por 2 minutos e armazenados em água destilada, a 37°C, por 5 dias. O teste de abrasão foi realizado com escova de dentes aplicada com carga de 250 g, imersos em solução aquosa de pasta de dentes com 250 ciclos por minuto durante 3 horas, totalizando 45.000 ciclos. O teste de dureza Knoop mostrou que as resinas compostas, quando diluídas com 1 gota apresentaram maior valor que o grupo controle, e quando diluídas com 2 gotas menor valor de dureza. Os experimentos de desgaste para ambos os materiais, não mostraram diferenças estatisticamente significantes.

Em 1993, PIRES *et al.*⁷⁶ avaliaram a influência da distância do fotopolimerizador na dureza Knoop de 1 resina composta (Silux Plus). Prepararam cavidades com 6 mm de diâmetro x 2 mm de espessura em uma matriz de Plexiglas, onde era inserida a resina e fotopolimerizada através de um aparelho Optilux 401, durante 40 segundos. A luz era mantida a 4 distâncias diferentes da superfície da resina (0 mm – em contato com a superfície, 2 mm, 6 mm e 12 mm) e para cada uma 5 amostras foram confeccionadas. As amostras eram armazenadas por 24 horas, seu topo e base eram polidos e então observada a dureza com microdurômetro Micromet II, ajustado para carga de 10 g aplicada por 12 segundos, sendo efetuadas 3 leituras em cada lado do corpo-de-prova. Os resultados

encontrados, respectivamente no topo e na base, com cada distância foram: 0 mm (51,3 / 16,8), 2 mm (42,1 / 12,6), 6 mm (41,2 / 10,4) e 12 mm (37,4 / 1,6). A correlação positiva entre dureza e intensidade de luz foi significativa, mostrando a necessidade de uma adequada exposição à luz, para a polimerização da resina. A dureza no topo do corpo-de-prova foi superior à da base em todas as distâncias utilizadas, sendo ainda mais discrepante com o aumento da distância.

Em 1993, POWERS *et al.*⁷⁸ estudaram as propriedades mecânicas de uma resina composta fotopolimerizável (Herculite XRV) que sofreu polimerização complementar por 5 diferentes métodos (água a 100°C por 10 minutos; unidade CRC-100 por 15 minutos a 100°C; unidade DI-500 que varia de 40 a 110°C em 8 minutos; unidade Translux EC Light Box por 6 minutos; unidade Triad 2000 a 79°C por 10 minutos). Os corpos-de-prova foram confeccionados em molde de polietileno e polimerizados imediatamente com fotopolimerizador aferido por radiômetro e medindo 500 mW/cm². Seis grupos foram feitos para cada propriedade avaliada, sendo um com cada método de polimerização complementar e outro controle, apenas fotopolimerizado. Foi avaliado o módulo de elasticidade, a dureza Knoop, dureza Rockwell, e a recuperação superficial Rockwell. O módulo de elasticidade foi determinado utilizando-se corpos-de-prova cilíndricos com 4 x 8 mm em máquina de teste apropriada e calculado pela curva de deflexão. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os 6 grupos. A dureza Knoop foi determinada com discos de 3 x 6 mm com carga de 50 g por 15 segundos. Houve aumento da dureza entre 8 e 22%, dependendo do método de polimerização complementar. A dureza Rockwell e a recuperação superficial Rockwell, foram determinadas com discos de 3 x 6 mm com esfera de aço de 1,25 mm e carga de 29,4 N aplicada por 10 minutos. A recuperação foi medida 10 minutos após a remoção da carga. A dureza Rockwell apresentou aumento entre 0 a 19% e a recuperação Rockwell de 3 a 6%, comparando-se grupos controle e com polimerização complementar. Todos os métodos apresentaram melhores propriedades mecânicas que o grupo controle e entre eles determinou-se a seguinte correlação: Triad 2.000 > Translux EC Light Box > DI-500 = CRC-100 > água a 100°C.

Em 1993, WILLEMS *et al.*¹¹² estudaram várias propriedades das resinas compostas, analisando 89 marcas comerciais, com a finalidade de determinar as características de um material para ser usado em dentes posteriores. Foi estudada a distribuição e tamanho das

partículas, o módulo de Young, a rugosidade superficial, a dureza Vickers, a radiopacidade, a resistência à compressão, a resistência à fratura, o desgaste e a microdureza das resinas. A dureza Vickers foi avaliada segundo os requisitos das normas e métodos dos materiais. Comparou-se a dureza dos materiais às do esmalte (408) e dentina (60) e entre outras marcas comerciais testadas estavam a Charisma (81), Prisma APH (77), Z-100 (120), Durafile (48), Heliomolar (61), Herculite XR (74), Herculite Condensable (65), Helioprogress (50) e Silux Plus (59). Os autores salientam que a importância do teste de dureza é relativo, porém está diretamente ligado as outras propriedades mecânicas dos materiais, existindo correlação direta entre elas. Concluíram, após estudo de todos os itens, que as resinas compostas contendo partículas ultra finas compactadas, são as que melhor atendem a todos os requisitos de um material restaurador para dentes posteriores.

Em 1994, BARAN *et al.*⁶ estudaram os efeitos que determinadas pontas utilizadas em ensaios de dureza dos materiais teriam em resinas utilizadas como matriz de resinas compostas, encontradas no comércio. Compararam a quantidade de fendas e rachaduras produzidas pela ponta diamantada piramidal (teste de dureza Vickers) com pontas esféricas de aço (semelhante ao teste de dureza Rockwell) e se essas fendas poderiam prejudicar a análise dos resultados. Selecionaram 3 resinas compostas, cujas fórmulas básicas eram diferentes (com 70% de BISGMA associado a 30% de TEGDMA, com 80% de UDMA associado a 20% de HDDM e, finalmente, com 100% de EBPADMA); em alguns espécimes foi acrescentado 3% de sílica coloidal. Os corpos-de-prova foram polimerizados em tubos de vidro por tempo e temperatura adequados e depois armazenados em solução contendo 50% de água e 50% de etanol. Os corpos-de-prova foram polidos com lixa 600 antes de serem levados aos ensaios de dureza Vickers ou com esferas de aço, que tinham diâmetros variados de 0,254 mm, 0,3081 mm e 1 mm. Ao corpo-de-prova era aplicada a carga e logo após, este era analisado em microscopia por luz refletida. Outra carga era então aplicada ao mesmo corpo-de-prova, sendo possível monitorar a ocorrência de fendas, até que houvesse a presença destas ou quebra do corpo-de-prova. Nesse momento, determinava-se a carga crítica, e os corpos-de-prova eram agora analisados ao M.E.V.. Entre a ponta piramidal diamantada (Vickers) e a ponta esférica de aço de 0,254 mm, não houve diferença de resultados quanto ao valor da carga crítica. A esfera de aço porém, permitiu a penetração completa sem provocar fendas laterais ou de profundidade. A

inclusão das partículas de sílica coloidal não teve influência no resultado. As esferas de aço de maior diâmetro não provocaram fendas, desde que respeitadas distâncias adequadas entre suas marcas.

Em 1994, FOWLER; SWARTZ; MOORE³⁷ estudaram a influência da intensidade de luz e tempo de fotopolimerização na profundidade de polimerização e dureza superficial em resinas compostas. Para controlar a quantidade de emissão de luz, utilizaram filtros de densidade neutra, que reduziam de 10% a 70% sua transmissão, em dois aparelhos fotopolimerizados (Macom e Demetron). Amostras de 4 resinas compostas (APH, Oclusin, Prisma-Fil e Silux-Plus) com 6 mm de diâmetro por 3 mm de altura foram confeccionados em um molde, onde eram inseridas, pressionadas com lâmina de vidro e fotopolimerizadas. O aparelho fotopolimerizador era testado a cada uso, para verificar a intensidade de luz. Para cada material, 3 amostras foram polimerizadas sem redução da intensidade de luz, enquanto em outros grupos foi utilizado o redutor e para cada grupo, 2 tempos de exposição foram utilizados (30 e 60 segundos). Utilizaram o ensaio de dureza Barcol, imediatamente e após 1 hora da polimerização do corpo-de-prova, medindo-se a superfície superior, em contato com a luz e a superfície inferior do corpo-de-prova. A dureza da superfície superior não apresentou diferença estatística entre as resinas estudadas, com tempos de 30 ou 60 segundos, até que a intensidade de luz fosse reduzida a 150 mW/cm^2 e somente com tempo de 30 segundos. A dureza da superfície inferior, foi menor para todas as resinas compostas, quando polimerizadas por 30 segundos e não apresentou diferença quando a polimerização foi realizada por 60 segundos.

Em 1995, UNTERBRINK; MUESSNER¹⁰⁶ avaliaram a influência da intensidade de luz em dois sistemas de restauração quanto à adaptação marginal e dureza Vickers. Foram confeccionadas cavidades de $3,2 \pm 0,2 \text{ mm}$ de diâmetro e 2,5 mm de profundidade em 48 incisivos bovinos, incluídos em resina epóxica, com a vestibular para cima. Utilizou-se as resinas Tetric e Z100 e os sistemas adesivos Syntac e Scotchbond Multi-uso, restaurando-se 12 dentes com cada resina associada a cada um dos adesivos e que foram divididos em 2 grupos, um polimerizado com fotopolimerizador de alta intensidade (Visilux 2, com 450 mW/cm^2) e outro com fotopolimerizador de baixa intensidade (Vivalux, com 250 mW/cm^2) por tempo de 40 segundos. As amostras eram armazenadas em água a 37°C , por 1 hora e examinadas ao M.E.V.. A análise da margem das cavidades mostrou que para a resina Z

100, houve maior infiltração quando utilizado o fotopolimerizador de alta intensidade e a formação de fendas com o Scotchbond Multi-Uso variou de 9 a 24% e com o Syntac de 18 a 29% e para a resina Tetric, não houve diferença entre os agentes adesivos utilizados com variação de 7 a 13% e também mostrou-se efetivo nas duas intensidades de luz. A dureza Vickers foi avaliada em 18 corpos-de-prova de 8 mm de diâmetro por 6 mm de altura, polymerizados por 40 segundos e armazenados em água a 37°C por 24 horas, variando-se a resina composta (Tetric e Z-100) e o aparelho fotopolimerizador (Vivalux e Visilux 2). Os corpos-de-prova foram inseridos em resina epóxica e seccionados no seu centro e medidas a dureza superficial e a interna de cada um. Não houve diferença nos valores de dureza Vickers para as resinas compostas estudadas, e também quando comparados os 2 aparelhos fotopolimerizadores.

Em 1995, SUZUKI *et al.*⁹⁸ avaliaram o efeito do tamanho e forma das partículas inorgânicas em diferentes formulações de resinas compostas em relação ao seu desgaste e dureza superficial Brinell. Testaram 4 fórmulas contendo partículas esféricas de silicato de vidro com tamanhos de 9,88 µm (S1), 2,01 µm (S2), 0,62 µm (S3) e 0,20 µm (S4) e 2 contendo partículas irregulares de silicato de vidro com 9,46 µm (I1) e 1,97 µm (I2). A quantidade de carga nas fórmulas com partículas esféricas foi de 72,3% em peso e nas irregulares de 70,3% (I1) e 62% (I2). As partículas foram silanizadas e a mesma matriz (70% UDMA e 30% TEGDMA) usada em todas, adicionadas do agente fotoiniciador. A dureza foi medida em espécimes de 6 mm de diâmetro por 3 mm de altura, confeccionados em matriz de aço inoxidável coberta por lâmina de vidro, fotopolimerizado por 30 segundos e imersos em água destilada, a 37°C, por 24 horas. O teste de dureza Brinell foi realizado com penetrador de aço inoxidável de 1,5 mm de diâmetro com 2,45 MPa de carga por 30 segundos. Foram avaliados os desgastes localizado e generalizado em molares permanentes humanos, fixados em resina acrílica e com suas superfícies oclusais planificadas, onde confeccionaram cavidades cilíndricas com 4 mm de diâmetro por 3 mm de profundidade. As margens da cavidade foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 20 segundos, lavadas, secas com jatos de ar, e em seguida aplicou-se o agente de união e restaurou-se as cavidades com resina composta. O acabamento foi executado com lixa de papel 600, mantendo a superfície plana e armazenou-se os corpos-de-prova em água destilada, a 37°C, por 24 horas. Os resultados do teste de dureza mostraram em ordem decrescente de valores

os seguintes resultados: (S3, S4, S2, I1, I2, S1). A resistência ao desgaste dos espécimes variou de 8,7 μm a 54,2 μm , com a seguinte relação entre eles (S4 > S3 > I2 = I1 > S2 = S1). O deslocamento de partículas em S1 e S2 foi claramente detectado.

Em 1997, CARVALHO JUNIOR¹⁷ e, em 1998, CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸ analisaram “in vitro” a influência de um selante de superfície na dureza Rockwell 30T de 5 resinas compostas. As resinas selecionadas foram Charisma, Durafil, Tetric, TPH e Z-100 e para cada material confeccionaram 10 corpos-de-prova e armazenaram em água deionizada a 37°C por 24 horas. Após este período foi efetuada uma primeira medição da dureza e em seguida, metade dos corpos-de-prova recebeu a aplicação de um selante de superfície (Fotify). Os espécimes foram novamente armazenados, nas mesmas condições, até completarem 30 dias, sendo que aos 14º e 28º dias, sofreram um processo de ciclagem térmica, com 300 ciclos variando-se a temperatura de 5 a 55°C. Ao final deste período nova leitura da dureza superficial foi efetuada. Os resultados são apresentados no gráfico abaixo.

Resina	24h	30d sem selante	30d com selante
Charisma	62,408	67,124	71,816
Durafil	46,926	54,288	58,060
Tetric	65,486	66,012	69,900
TPH	61,788	66,048	70,172
Z-100	78,820	80,272	83,416

Concluíram que todas as resinas estudadas aumentaram de dureza de 24 para 30 dias; que na idade de 24 horas apresentaram a seguinte relação de dureza: Z100 > Tetric > Charisma = TPH > Durafil; que na idade de 30 dias apresentaram a seguinte relação de dureza: Z100 > Charisma > TPH = Tetric > Durafil; e que a camada de selante de superfície fez com que todas as resinas apresentassem maiores valores de dureza.

Em 1997, MENEZES⁶⁴ relacionou o número de radicais livres remanescentes da reação de polimerização das resinas compostas com sua dureza Knoop. Selecionou 3 marcas (Z-100, Silux e Heliomolar) e confeccionou amostras com 2,5 mm de diâmetro por 2,0 mm de espessura fotopolimerizadas com 4 intensidades de luz (110, 180, 300 e 580 mW/cm²) e com cada uma 8 tempos de exposição foram utilizados (10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 e 90 segundos). Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada, a 36°C, e as medições de dureza realizadas nas idades de 5 minutos, 1 hora, 1 dia, 1 semana e 1 mês, na superfície e fundo de cada amostra, com carga de 100 g para Z100 e 50 g para Silux e Heliomolar, por 30 segundos, sendo realizadas 4 medições em cada lado. Verificou que

uma maior intensidade de luz aumentou a dureza das resinas estudadas; que o aumento do tempo de exposição à luz de 10 até 80 segundos, melhorou a polimerização das resinas, porém, não houve diferença entre 80 e 90 segundos; que as 3 resinas estudadas aumentaram gradativamente de dureza da idade de 5 minutos até um mês, sendo a Z-100 a mais dura em todas as condições estudadas; e finalmente que a superfície da amostra apresentou dureza sempre maior que a do fundo.

Em 1998, FREITAS *et al.*⁴⁰ estudaram a ação de ácidos orgânicos sobre a dureza superficial de resinas compostas. Selecionaram 3 compósitos (Z-100, Herculite XRV e Charisma) e confeccionaram 15 amostras com cada material, a partir de uma matriz de plexiglass, medindo 8 mm de diâmetro por 2 mm de espessura, fotopolimerizadas por camadas através de fotopolimerizador Optilux 150 por 40 segundos cada. A matriz foi parafusada em uma base também de plexiglass e uma lâmina de vidro recoberta com uma tira de poliéster e pressionada digitalmente, foi usada como contramatriz. Os corpos-de-prova foram armazenados por 24 horas em estufa a 37°C e umidade relativa de 100%. Após este período, os valores de dureza Knoop foram determinados, através de microdurômetro HMW 2000 (Shimadzu), com carga de 25 g aplicada por 30 segundos, sendo realizadas 5 leituras por corpo-de-prova. Neste momento, os espécimes divididos em 3 grupos, foram imersos nas soluções de ácidos orgânicos (acético a 99,7%, lático a 85% e propiônico a 99,5%) por 48 horas e então nova leitura de dureza foi efetuada. Os valores obtidos são mostrados na tabela colocada imediatamente abaixo.

Ácido	Resina	pré-imersão	pós-imersão
acético	Z-100	103,97	74,72
	Herculite	57,40	30,35
	Charisma	52,72	25,75
lático	Z-100	105,02	104,37
	Herculite	58,45	57,94
	Charisma	51,61	35,16
propiônico	Z-100	105,64	78,53
	Herculite	58,83	29,40
	Charisma	50,95	25,29

Os resultados mostram que para qualquer condição estudada houve a seguinte relação de dureza entre as resinas: Z-100 > Herculite XRV > Charisma. Os ácidos acético e propiônico diminuíram a dureza superficial das 3 marcas estudadas, entretanto, a imersão em ácido lático diminuiu a dureza apenas da resina Charisma não afetando a Z-100 e a Herculite XRV.

Em 1999, CARDOSO; MALLMANN¹⁴ em artigo de revisão de literatura analisaram as propriedades e características das resinas condensáveis. Citam que as tradicionais resinas híbridas, tem se firmado como alternativa para as restaurações de amálgama, entretanto, sua técnica de confecção exige cuidados que implicam em dificuldades para o profissional, destacando-se a inserção do material na cavidade e a obtenção de ponto de contato adequado. Na tentativa de suprir estas deficiências, os fabricantes introduziram no mercado as resinas condensáveis, de alta viscosidade, que facilitam seu manuseio, pois podem ser inseridas à cavidade com uma certa pressão de condensação. Os fabricantes alteraram a matriz da resina, substituindo o BIS-GMA / TEDGMA por outros monômeros mais densos, casos das resinas Surefil, P-60 e Prodigy Condensável ou alteraram o tipo de carga, utilizando partículas maiores e ou mais ásperas, casos das resinas Solitaire, Alert e Pyramid. Dentre as propriedades, citam que estes materiais apresentam baixas taxas de desgaste, altos valores de resistência à flexão e também resultados favoráveis de resistência à compressão, rugosidade, contração de polimerização e dureza. Apresentam valores de dureza Knoop neste trabalho de alguns destes novos produtos: Alert (130,9), Surefil (129,6), P-60 (113,6), Pyramid (esmalte-115,9 / dentina- 85,9), Prodigy Condensável (68,6) e Solitaire (50,8). Concluem que esta nova geração de materiais estéticos parece ser promissora, baseada em estudos clínicos, laboratoriais e também pelas vantagens imediatas que apresentam.

Em 1999, KERBY *et al.*⁵⁷ compararam o grau de conversão através da dureza Knoop de 3 resinas compostas condensáveis (Surefil, Alert e Solitaire) e 2 híbridas (Heliomolar e Herculite). Para cada material foram confeccionadas 6 amostras cilíndricas de 5 mm de diâmetro por 6 mm de comprimento, utilizando-se uma matriz de Teflon, fotopolimerizadas durante 60 segundos por um de seus lados. Os cilindros foram seccionados em 3 partes iguais, obtendo-se 1 disco com profundidade de polimerização 0, outro com 2 mm e um terceiro com 4 mm. A dureza Knoop foi então medida na superfície de cada disco, com carga de 50 g aplicada por 20 segundos. Os valores atingidos foram, respectivamente para 0, 2 e 4 mm de profundidade, os seguintes: Alert (64,8 - 40,6 - 17,3), Herculite (57,6 - 41,3 - 18,7), Surefil (56,4 - 43,2 - 31,1), Solitaire (42,7 - 33,9 - 24,2) e Heliomolar (26,8 - 14,6 - 11,1). Concluíram que para todos os materiais testados houve queda nos valores de dureza com o aumento da distância da fonte de luz.

Em 1999, KNOBLOCH; KERBY; SEGHI⁵⁹ investigaram a resistência ao desgaste de 3 resinas compostas condensáveis (Alert, Solitaire e Surefil), 2 resinas híbridas tradicionais (Heliomolar e Herculite) e do esmalte humano de dentes extraídos. Para cada material, 10 amostras cilíndricas com 3,5 mm de diâmetro por 8 mm de comprimento foram confeccionadas e armazenadas em água destilada a 37°C. A taxa de desgaste foi determinada utilizando-se um dispositivo do tipo 2 corpos, com um disco diamantado sendo atritado contra as amostras e o esmalte. As quantias de desgaste (µm) observadas foram: esmalte (0,34), Heliomolar (0,58), Solitaire (0,81), Surefil (0,87), Alert (1,01) e Herculite (1,03). Todas as resinas estudadas apresentaram desgaste maior que o do esmalte; a resina Heliomolar teve o melhor desempenho, seguido das resinas Solitaire e Surefil com valores semelhantes e os materiais Alert e Herculite com as maiores taxas de desgaste e iguais entre si.

Em 1999, POSKUS; MEIRA; CARDOSO⁷⁷ estudaram um novo material introduzido no mercado, que segundo o fabricante, teria técnica de inserção semelhante à do amálgama e grande profundidade de polimerização. Utilizaram este novo produto (Alert) e como controle um composto híbrido tradicional (Z-100) para avaliar o grau de polimerização através de testes de dureza Vickers. Prepararam cavidades classe II padronizadas em pré-molares extraídos, restaurando metade deles com cada uma das resinas. A inserção da resina deu-se de 2 maneiras, pela técnica “incremental” ou pelo preenchimento total da cavidade de uma só vez. Após o acabamento e polimento, os espécimes foram submetidos a um processo de ciclagem térmica e imediatamente imersos em uma solução de azul de metileno a 0,5% por 4 horas. As amostras foram então fixadas e desgastadas em planos para que a dureza Vickers fosse determinada, em 2 pontos distintos, na sua superfície oclusal e na cervical proximal. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as resinas estudadas, porém, para os 2 materiais, a dureza superficial da região oclusal apresentou maiores valores que a da região cervical proximal. Concluíram que a resina Alert não apresenta o alto grau de polimerização atestado pelo seu fabricante.

Em 1999, PRAZERES *et al.*⁸¹ afirmaram que a resistência flexional é uma das propriedades que podem determinar a durabilidade de restaurações de resina composta em dentes posteriores. Avaliaram a resistência flexional de 14 compósitos existentes no

mercado (Alert, Ariston, Charisma, Degufill Mineral, Fill Magic, Glacier, Heliomolar, Prodigy, Silux, Solitaire, Surefil, TPH e Z-100). Os corpos-de-prova (10 para cada material) foram confeccionados em uma matriz desmontável de poliacetato, preenchidas de uma só vez e fotopolimerizadas com 450 mW/cm^2 de intensidade de luz sobre seu centro geométrico. Para cada material, 2 tempos de polimerização foram utilizados, sendo 5 amostras polimerizadas por 40 segundos e 5 por 80 segundos. Os corpos-de-prova tinham $10 \times 2 \times 1 \text{ mm}$ e foram imediatamente armazenados em água destilada a 37°C , durante 24 horas, e na sequência submetidos ao teste de resistência flexional do tipo 3 pontos. Os valores foram analisados estatisticamente e diferenças entre grupos de materiais detectadas. Os maiores valores obtidos foram com as resinas Fill Magic, Alert, TPH e Prodigy; um segundo bloco de materiais apresentou valores intermediários (Surefil, Degufill Mineral, Z-100, Ariston, Charisma, Glacier e Heliomolar) e os piores resultados foram das resinas Silux e Solitaire.

Em 1999, RUDDER *et al.*⁹² preocupados com a necessidade das resinas condensáveis terem propriedades mecânicas semelhantes às do amálgama, avaliaram 5 compostos, sendo 4 condensáveis e 1 híbrido. Foram selecionados os materiais condensáveis Surefil, Solitaire, Alert e um experimental da Kerr e o híbrido Herculite. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova de cada material, para cada teste realizado, em forma de discos de 9 mm de diâmetro por 1 mm de espessura e armazenados em água a 37°C durante 1 semana. Após este período, os corpos-de-prova sofreram ensaio de dureza Vickers e desgaste por abrasão de 400 ciclos. Os resultados mostram uma relativa correlação entre dureza e desgaste de cada material; Surefil (respectivamente, de 96 kg/mm^2 e de $9 \text{ }\mu\text{m}$), Solitaire (49 kg/mm^2 e $9 \text{ }\mu\text{m}$), Alert (102 kg/mm^2 e $11 \text{ }\mu\text{m}$), experimental da Kerr (67 kg/mm^2 e $17 \text{ }\mu\text{m}$), Herculite (71 kg/mm^2 e $5 \text{ }\mu\text{m}$); tendo as resinas Surefil e Herculite apresentado os melhores resultados.

Em 1999, TOLEDANO *et al.*¹⁰⁴ avaliaram a dureza Rockwell de 2 resinas compostas híbridas variando-se o tempo de armazenagem dos corpos-de-prova. As resinas utilizadas foram Z-100 e Prodigy, com as quais confeccionou-se 5 espécimes de cada material para cada grupo, de formato cilíndrico com $8 \times 2 \text{ mm}$, seguindo as recomendações dos fabricantes. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de dureza Rockwell após diferentes tempos de armazenagem em água a 37°C . Os tempos de armazenagem foram de

1 dia, 1 semana, 2 semanas, 1 mês, 2 meses e o grupo controle imediato. Os valores observados foram: Z-100 – imediato (51), 1 dia (51,74), 1 semana (52,55), 2 semanas (52,34), 1 mês (50,97) e 2 meses (50,81); Prodigy – imediato (43,87), 1 dia (47,07), 1 semana (45,43), 2 semanas (45,76), 1 mês (45,07) e 2 meses (45,24). Os resultados mostraram que a resina Z100 apresentou valores maiores que a resina Prodigy em todos os tempos estudados e que para as 2 resinas o tempo de armazenagem não teve interferência na dureza superficial.

Em 2000, CARDOSO; POSKUS¹⁵ avaliaram a dureza Vickers de resinas compostas condensáveis. Estudaram 5 resinas compostas, 3 condensáveis (Alert, Solitaire e Surefil), 1 híbrida tradicional (Z-100) e 1 de micropartículas (Silux) utilizadas com 2 sistemas adesivos (Bond 1 e Etch Prime 3.0) restaurando cavidades pela técnica de inserção “incremental” ou única. Cavidades proximais padronizadas, em 100 dentes pré-molares extraídos, foram confeccionadas e os dentes restaurados com os materiais citados, divididos em grupos de acordo com a resina utilizada, o sistema adesivo e a técnica de inserção. Os espécimes sofreram ciclagem térmica de 700 ciclos, variando a temperatura de 5 a 55°C por 60 segundos em cada banho. Os dentes foram preparados para que a dureza Vickers fosse determinada na superfície oclusal e na cervical de cada restauração e os valores obtidos estão na tabela abaixo.

Técnica	Alert		Z-100		Solitaire		Surefil		Silux	
	O	C	O	C	O	C	O	C	O	C
Única	131,6	100,1	136,3	100,5	82,0	34,4	113,5	81,8	81,8	32,0
Incremental	122,2	121,3	133,7	120,0	87,1	74,6	126,6	122,7	81,8	74,6

Concluíram que a técnica de inserção incremental proporciona maior dureza da resina na região cervical que a técnica de inserção única, não havendo diferença entre ambas as técnicas na dureza da superfície oclusal. Dentre as resinas houve similaridade entre Z100 e Alert, as melhores, seguidas pela Surefil com valores intermediários e tendo Solitaire e Silux os piores resultados.

Em 2000, CARVALHO *et al.*¹⁶, através da dureza Knoop, avaliaram o grau de polimerização de 5 resinas compostas (Z-100, Alert, P-60, Z-250 e Solitaire) com as quais confeccionaram espécimes de 5 x 5 mm, a partir de uma matriz onde a resina era inserida em única porção e fotopolimerizada por 40 segundos com 500 mW/cm² de intensidade de luz. Foram, então, armazenados em ambiente escuro a 37°C durante 24 horas, fixados em uma base de resina acrílica, desgastados longitudinalmente (sob irrigação) com lixas 400,

600 e 1.200 e também com pasta diamantada de granulação de 6, 3 e 1 μm , sendo que entre cada procedimento foram limpos em aparelho de ultrassom. O teste de dureza foi realizado com durômetro Shimadzu, modelo HVM – 2000, com carga de 25 g, em 4 diferentes pontos, distantes 1 mm uns dos outros, nas profundidades de 1, 2, 3 e 4 mm. Os valores observados estão na tabela abaixo.

Resina	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm
Z-100	98,21	87,78	82,03	79,45
Alert	106,44	100,26	104,53	98,78
P-60	73,20	68,99	59,67	59,65
Z-250	69,73	68,85	68,52	65,57
Solitaire	42,25	38,48	35,61	30,20

As resinas Alert e Z-100 apresentaram os maiores valores de dureza, seguidas por P-60 e Z-250, com valores semelhantes e os piores resultados foram apresentados pela Solitaire. Todos os materiais mantiveram os valores de dureza nas 4 profundidades analisadas, exceto a resina Z-100.

Em 2000, COBB *et al.*²⁰ compararam propriedades físicas de 3 resinas compactáveis (Alert, Surefil e Solitaire) com 2 tradicionais híbridas (TPH e Heliomolar). Analisaram, para cada material, a resistência à tensão diametral (RTD), a resistência à compressão (RC) e a resistência flexional (RF). Um total de 150 amostras foram confeccionadas, 10 de cada material por ensaio executado, seguindo as orientações da ANSI (*American National Standards Institute*), a partir de moldes de acrílico, com as seguintes características: RTD – 6 mm de diâmetro x 3 mm de espessura polimerizadas por 40 segundos em cada lado; RC – 4 mm de diâmetro x 6 mm de altura polimerizadas em 3 partes de 2 mm por 40 segundos cada uma; RF – 2 x 2 x 25 mm polimerizadas por 40 segundos cada 8 mm de comprimento. Os espécimes foram armazenados a 37°C por 2 semanas e então realizados os experimentos em uma máquina universal de testes (ZWICK) com ajustes assim determinados: RTD e RC – carga contínua com velocidade de 1 mm/min. e RF – teste tipo 3 pontos com carga contínua e velocidade de 0,75 mm/min. Os valores observados, em MPa, foram:

Resina	RTD	RC	RF
TPH	68,4	310,6	180,5
Alert	60,1	287,5	157,7
Surefil	58,7	356,8	149,6
Heliomolar	45,4	236,9	93,7
Solitaire	34,4	296,8	73,1

O material TPH apresentou resultados superiores às outras resinas experimentadas, seguida por Alert e Surefil com resultados semelhantes, tendo a seguir com valores inferiores a resina Heliomolar e por fim, os piores resultados mostrados pela Solitaire. Concluíram que as resinas compactáveis podem possuir certas vantagens ao serem manuseadas, mas que suas propriedades físicas não são superiores às híbridas tradicionais.

Em 2000, CORDOVA *et al.*²¹ analisaram a dureza superficial de 2 resinas compostas, 1 tradicional híbrida (Z-100) e 1 condensável (Surefil). As amostras, 5 para cada material, foram preparadas a partir de uma matriz de silicona, cobertas por uma lâmina de vidro e polimerizadas por 40 segundos com fotopolimerizador XL 1000 - 3M. Após a polimerização as amostras foram removidas da matriz, retirados excessos com uma lâmina de bisturi e armazenadas durante 24 horas em estufa a 37°C e 100% de umidade relativa. A dureza Rockwell na escala 30T foi determinada em máquina apropriada (Wilson), com 3 medições em cada amostra distribuídas em forma triangular a partir do seu centro. Os valores observados foram de 80,7 para a Z-100 e de 77,9 para a Surefil. Não houve diferença significativa entre os 2 materiais testados. Os autores salientaram que os altos valores de dureza apresentados pelas resinas, podem ser reflexo da grande quantidade de partículas de carga presentes nos materiais, ocupando a maior parte da superfície e portanto refletindo mais a dureza da carga que da matriz.

Em 2000, CRUZ; MAI; SHELLARD²³ salientaram que a importância de uma eficiente polimerização das resinas compostas no menor tempo possível impulsiona o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes. Neste estudo, avaliaram o grau de polimerização de 2 fotopolimerizadores, Optilux 500 e Optilux 501 (alta potência), através de testes de dureza Rockwell 15T das resinas Herculite XRV, TPH, Prodigy, Z-250, Tetric Ceram, Vitalescence e Point 4, cada uma delas em 2 diferentes cores, exceto a Point 4. Amostras cilíndricas com 10 mm de diâmetro x 2 mm de espessura foram confeccionadas, polimerizadas por 40 segundos com Optilux 500 ou por 10 segundos com Optilux 501, e armazenadas a 37°C com 100% de umidade relativa durante 24 horas. A dureza foi determinada na superfície de cada amostra, com um durômetro (4JS184) e os valores obtidos estão na tabela abaixo.

Resina – cor	Optilux 500	Optilux 501
Herc. A3/C4	80,7 / 81,3	80,3 / 78,4
TPH A3/C4	82,6 / 81,5	82,4 / 81,6
Prod. A3/C4	80,3 / 78,9	79,2 / 74,9
Z250 A3/C4	84,8 / 82,9	85,2 / 82,5
Tetr. A3/C4	79,4 / 79,3	78,8 / 78,6
Vital. A3/C4	80,2 / 80,8	79,1 / 79,5
Point A3	80,9	79,4

Os resultados mostram a seguinte sequência de dureza entre as resinas estudadas a partir da de maior valor: Z-250, TPH, Herculite XRV, Point 4, Vitalescense, Tetric Ceram e Prodigy. A cor da resina composta não teve influência nos resultados. Os 2 fotopolimerizadores testados apresentaram desempenho semelhante, mostrando ser o novo modelo, Optilux 501, eficiente e reduzindo o tempo de exposição.

Em 2000, FRUITS *et al.*⁴¹ estudaram a frequência de formação de fendas e defeitos estruturais em resinas compostas, produzidos pelas leituras de ensaios de dureza. Utilizaram 3 resinas compostas, 1 de micropoartículas (Silux Plus), 1 híbrida (Herculite) e 1 compactável (Pyramid), com as quais confeccionaram 54 corpos-de-prova, 18 com cada material. Foram preparados em matrizes com 6,25 mm de diâmetro e 3 diferentes espessuras (0,38 mm, 0,80 mm e 1,58 mm). Os ensaios foram efetuados em máquina de testes universal (Instron Universal), com penetrador esférico de 2,38 mm de diâmetro a uma velocidade de 0,25 mm/min. A carga aplicada variou de acordo com a espessura da amostra, de 222 a 445 N para as de 0,38 mm, de 445 a 890 N para as de 0,80 mm e de 890 a 1335 N para as de 1,58 mm e em metade das amostras a carga foi aplicada no centro do corpo-de-prova e na outra metade a 1 mm de seu perímetro. A frequência de formação de defeitos e fendas foi obtida através de microscopia ótica e os dados estão na tabela seguinte.

Resina	Centro			Perímetro		
	0,38	0,80	1,58	0,38	0,80	1,58
Herculite	2	1	0	1	1	4
Pyram.	6	8	1	6	10	9
Silux	8	0	0	8	10	2

Concluíram que a espessura do corpo-de-prova interfere na formação de defeitos e fendas na resina composta durante os testes de dureza, sendo maior esta ocorrência nos de menor espessura. Quanto ao local da leitura, houve um maior número de fendas e defeitos nas realizadas a 1 mm do perímetro da amostra. Os melhores resultados foram observados com os corpos-de-prova de 1,58 mm de espessura com as leituras sendo efetuadas na sua área central.

Em 2000, MANHART *et al.*⁶² estudaram a dureza Vickers de 6 resinas compostas indicadas para dentes posteriores. Selecionaram os materiais Solitaire, Surefil, Alert, Definite, Tetric Ceram e Ariston pHc, e fizeram 10 corpos-de-prova com cada um, a partir de um molde de alumínio com 9 mm de diâmetro por 2 mm de espessura, com a superfície coberta por uma tira de poliéster, fotopolimerizados com aparelho Elipar Highlight – Espe com 700 mW/cm² de intensidade de luz por 40 segundos. Os espécimes foram armazenados em solução de cloreto de sódio a 37°C por 24 horas e polidos com lixa 1.200. Os valores de dureza foram determinados com um durômetro (Durimet – Leitz) calibrado para 200 gramas de carga aplicada por 40 segundos. Os números médios observados em ordem crescente foram: Solitaire (41,7), Tetric Ceram (54,8), Definite (65,8), Ariston pHc (66,5), Surefil (70,4) e Alert (75,2). Concluíram que a resina Solitaire apresentou os menores valores de dureza e os melhores resultados foram apresentados pela resina Alert.

Em 2000, MEYER; CATTANI-LORENTE; GODIN⁶⁵ estudaram e compararam as propriedades mecânicas, através de testes de resistência flexional e resistência à tensão diametral, de 7 resinas compostas (Definite, Solitaire, Surefil, Synergy, Tetric Ceram, Z-100 e Ariston). Para cada material 20 amostras foram confeccionadas, divididas em 4 grupos de 5, armazenadas em água a 37°C por 24 horas ou 3 meses. Os experimentos foram realizados em máquina de testes universal (Instron 1114), ajustada para uma velocidade de 0,5 mm/min., sendo o de resistência à tensão diametral feito da maneira convencional e a resistência flexional observada pelo teste de 3 pontos. Os valores encontrados estão na tabela a seguir.

	Definite	Solitaire	Surefil	Synergy	Tetric	Z-100	Ariston
Resistência flexional							
24 h	94	35	97	92	104	111	71
3 m	75	34	83	69	79	75	51
Resistência à tração diametral							
24 h	7,0	1,9	10,7	8,4	8,0	13,7	6,5
3 m	6,3	2,3	6,3	5,9	4,8	9,4	4,9

Concluíram que tanto a resistência flexional quanto a resistência à tensão diametral foram afetadas pelo fator idade, sendo menores após 3 meses de armazenagem, devido à degradação hidrolítica. Entre as resinas, os valores de resistência flexional a partir do maior foram: Z-100, Tetric Ceram, Surefil, Definite, Synergy, Ariston e Solitaire; e os valores de

resistência à tensão diametral a partir do maior foram: Z-100, Surefil, Synergy, Tetric Ceram, Definite, Ariston e Solitaire.

Em 2000, MOMOI *et al.*⁶⁶ estudaram a resistência à abrasão e a dureza superficial de 2 resinas compostas. Usaram as resinas Herculite XRV e Z-100, com as quais confeccionaram 9 amostras, que sofreram um processo de abrasão por escovação e dentifrício, para medir a perda de estrutura em micrometros, e também, a dureza Knoop de cada uma das resinas. Os valores obtidos encontram na tabela locada a seguir.

Resina	Abrasão (μm)	Dureza Knoop
Herculite XRV	14,7 $\pm$ 5,2	73,1 $\pm$ 4,0
Z-100	7,6 $\pm$ 0,8	118,6 $\pm$ 9,9

Concluíram que a resina Z-100 tem maior resistência à abrasão e dureza Knoop que a Herculite XRV. Observaram também haver uma correlação positiva entre dureza e resistência à abrasão.

Em 2000, NEMA; VILCHEZ; LAFUENTE⁶⁹ afirmaram que apresentar uma alta dureza superficial é uma importante característica das resinas compostas para que tenham um bom desempenho quando usadas em restaurações de dentes posteriores. Neste estudo, avaliaram a influência de 3 diferentes tipos de acabamento na dureza superficial de 3 resinas compostas (Amelogen, Herculite e Z-100). Confeccionaram 45 corpos-de-prova com 10 mm de diâmetro x 2 mm de espessura, 15 com cada resina, subdivididos em grupos de 5 amostras, cada um recebendo um dos acabamentos a seguir: 1- Prismagloss; 2- pontas de silicone da Vivadent; 3- discos de Sof-Lex. Os valores de dureza Vickers (média e desvio-padrão) foram obtidos através de equipamento apropriado (Micromet 2001 – Buehler) e compõe a tabela abaixo:

Acab. / Resina	Amelogen	Z-100	Herculite
Prismagloss	42 (24)	124 (13)	41 (6)
Pontas de silicone	39 (18)	88 (12)	45 (4)
Discos Sof-Lex	48 (14)	122 (18)	50 (8)

Os dados mostraram que a resina Z100 apresentou maior dureza que as resinas Amelogen e Herculite, que tiveram resultados semelhantes entre si. O uso das pontas de silicone produziu uma superfície menos dura na resina Z100 que os outros 2 tipos de acabamento. Os outros grupos todos não apresentaram alteração nos valores de dureza, independentemente do tipo de acabamento empregado.

Em 2000, PRAZERES *et al.*⁸⁰ estudaram a dureza superficial e a resistência flexional de resinas compostas condensáveis e híbridas. Usaram as resinas Z-100 (Z10),

Alert (AL), Alert nova fórmula (AN), Solitaire (SOL), Sculp-it (SC), Definite (DEF), Pyramid Enamel (PE), Pyramid Dentin (PD), P-60 (P60), Z-250 (Z25), Surefil (SU) e Prodigy Condensável (PRC). Para a resistência flexional, 10 amostras de 10 x 2 x 1 mm foram confeccionadas com cada material e 3 para a dureza Knoop, todas armazenadas por 24 horas em água destilada a 37°C. A resistência flexional foi determinada pelo teste de 3 pontos em máquina Wolpert com velocidade de 0,5 mm/min. e a dureza Knoop em máquina Durimet. Os resultados obtidos estão na tabela seguinte.

	P60	PE	AL	Z25	SU	PD	PRC	AN	SC	Z10	DEF	SOL
Dur.	113,6	115,9	130,9	90,9	129,6	85,9	68,57	105,7	78,6	136,9	99,2	50,8
R.fl.	183,6	180,8	178,7	174,2	171,7	165,1	154,0	149,5	148,6	125,0	105,9	81,0

Os melhores resultados de dureza foram obtidos com Z100, Alert e Surefil nesta ordem e os piores resultados com a resina Solitaire. As resinas condensáveis apresentaram maiores valores de resistência flexional que as híbridas tradicionais, com exceção da resina Solitaire que teve o pior desempenho entre todos os materiais estudados.

Em 2000, REIS *et al.*⁸⁸ estudaram a dureza superficial e a resistência flexional de 3 resinas compostas compactáveis e 1 híbrida tradicional. Selecionaram as resinas compactáveis P-60, Surefil e Alert e a híbrida TPH, com as quais confeccionaram, para cada uma, 10 corpos-de-prova de 10 x 2 x 1 mm e armazenaram em água destilada a 37°C por 24 horas. Após esse período, foram submetidos aos testes de resistência flexional em máquina universal (Kratos) à velocidade de 0,5 mm/min. Para cada resina, 5 fragmentos remanescentes do teste de resistência flexional foram incluídos em resina acrílica, lixados e polidos e a partir destes, a dureza Vickers foi determinada por um microdurômetro (HVM 2000 – Shimadzu) com carga de 100 g durante 15 segundos através de 8 leituras em cada corpo-de-prova. Os dados observados nos testes estão na tabela imediatamente abaixo.

	Resinas			
Propriedade	P-60	Surefil	TPH	Alert
Dureza Vickers	111,5	107,1	105,8	95,4
Resist. Flexional	176,9	158,3	163,0	137,6

Os resultados mostraram que houve diferença significativa tanto na dureza quanto na resistência flexional entre as resinas P-60 e Alert e que houve correlação positiva entre as 2 propriedades.

Em 2000, REIS; PANZERI; AGNELLI⁸⁷ avaliaram a correlação processamento / estrutura / propriedades de uma resina composta condensável (P-60) submetida a

condensação manual e mecânica. Confeccionaram 2 grupos de corpos-de-prova em matrizes de acrílico, fotopolimerizados por 40 segundos, em incrementos de 2 mm de espessura, um condensado manualmente e outro mecanicamente. Imediatamente após sua confecção foram realizados testes de dureza superficial, resistência à compressão, análises térmicas de termogravimetria e calorimetria exploratória diferencial. Os resultados mostraram que a resistência à compressão não sofreu influência do tipo de condensação. A dureza superficial nos corpos-de-prova condensados mecanicamente foi significativamente superior a dos condensados manualmente. A análise termogravimétrica, que determinou o resíduo não polimerizado, não apresentou diferença entre os 2 grupos. O exame pela calorimetria exploratória diferencial mostrou que a organização estrutural do compósito apresentou diferenças entre os tipos de condensação. Concluíram que esta diferença estrutural pode ser determinante e justifica a maior dureza superficial dos corpos-de-prova condensados mecanicamente.

Em 2000, SILVA *et al.*⁹⁵ avaliaram o grau de polimerização de resinas compostas que receberam polimerização complementar através de 3 diferentes métodos. Selecionaram 5 resinas compostas (P-60, Z-250, Sinergy, Definite e Surefil) e prepararam, com cada material, 40 espécimes fotopolimerizados por 40 segundos, com intensidade de luz de 500 mW/cm². Os espécimes foram separados em 4 grupos de 10: grupo 1 – controle, sem polimerização complementar; grupo 2 – complementação em autoclave a 115°C por 12 minutos; grupo 3 – complementação em forno de microondas com 450 W por 3 minutos; grupo 4 – complementação no aparelho Foto Ceram Evolution por 12 minutos. O grau de polimerização foi determinado através de um teste de dureza Vickers e os valores médios observados para os materiais em ordem crescente foram: Sinergy (64,7), Surefil (89,2), Definite (91,6), Z-250 (92,0) e P-60 (101,4). Em relação ao método de polimerização os valores foram: grupo 1 (74,7), grupo 2 (74,6), grupo 3 (97,2) e grupo 4 (96,7). Os dados mostram que a resina P-60 apresentou os maiores valores de dureza enquanto a Sinergy apresentou os piores resultados. Os grupos 3 e 4 apresentaram maior grau de polimerização que os grupos 1 e 2, mostrando que determinados métodos de polimerização complementar podem melhorar as propriedades das resinas compostas.

Em 2000, SOLER *et al.*⁹⁷ estudaram o efeito do tempo de armazenagem dos corpos-de-prova na dureza Vickers de resinas compostas. Utilizaram 7 marcas de resinas

compostas (Ariston, Definite, Pertac II, Quadrant, Solitaire, Surefil e Z-100) confeccionando 3 espécimes cilíndricos de 4 mm de diâmetro por 4 mm de espessura para cada material. As amostras foram incluídas em resina epóxica, desgastadas de forma a permitir que o teste fosse realizado, polidas com pó de alumina de 0,3 μm , e armazenadas em água deionizada a 37°C por 6 meses. A dureza foi observada nas idades de 24 horas, 7 dias, 1, 3 e 6 meses, através de 9 leituras em cada idade, em máquina para teste de dureza (Leco) ajustada com 200 gramas de carga a ser aplicada por 20 segundos. Os valores médios observados encontram-se na tabela seguinte.

Resinas	24 horas	7 dias	1 mês	3 meses	6 meses
Ariston	62	52	40	24	19
Definite	92	89	89	88	86
Pertac II	79	79	77	78	77
Quadrant	57	55	53	50	47
Solitaire	45	49	48	40	38
Surefil	101	103	104	97	97
Z-100	140	138	132	127	124

Os resultados mostraram que a armazenagem, no período estudado de 6 meses, não produziu variação significativa na dureza das resinas compostas, com exceção da resina Ariston que teve uma grande diminuição na sua dureza. Entre as resinas estudadas houve a seguinte correlação de dureza, na idade de 7 dias, a partir do maior valor: Z100 > Surefil > Definite > Pertac II > Quadrant > Ariston > Solitaire.

Em 2000, TANTBIROJN *et al.*⁹⁹ estudaram a existência ou não de correlação entre 2 propriedades das resinas compostas, a dureza superficial e a resistência à fratura. Relatam que determinar a dureza superficial de um material resume-se a um teste de execução simples, e que a resistência à fratura, uma importante propriedade que toda resina deveria ter, implica em um teste de difícil execução para sua averiguação. Caso constatada esta correlação direta entre as 2 propriedades, poderia-se com novos materiais testar-se apenas a dureza, facilitando seu estudo. Utilizaram uma resina composta, Z-100, com a qual confeccionaram 10 corpos-de-prova por grupo estudado, cilíndricos com 4 mm de diâmetro x 7 mm de comprimento, polimerizados por diferentes intensidades de luz e tempos de exposição, assim distribuídos: 1- 100 mW/cm² durante 10 segundos; 2- 100 mW/cm² durante 20 segundos; 3- 300 mW/cm² durante 20 segundos; 4- 300 mW/cm² durante 40 segundos; 5- 700 mW/cm² durante 60 segundos. A dureza Knoop foi observada em 6

corpos-de-prova nas suas superfícies planas. O teste de resistência à fratura, foi realizado em 4 corpos-de-prova que receberam uma fenda na linha média de sua superfície plana, onde era inserido um dispositivo que aplicava a carga até o ponto de fratura, a uma velocidade de 6 $\mu\text{m/s}$. Os testes foram realizados 15 minutos e 24 horas após a confecção das amostras, que ficaram armazenadas em ambiente seco a 37°C. Os valores observados fazem parte da tabela seguinte.

Propried.	Idade	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Dureza	15 m.	26,4	36,8	50,3	57,0	60,6
	24 h.	32,3	44,3	60,5	67,2	70,7
Res. frat.	15 m.	0,61	0,73	0,84	0,94	0,89
	24 h.	0,98	1,08	1,12	1,15	1,11

O coeficiente de determinação entre dureza e resistência à fratura foi de 0,97 para os espécimes com idade de 15 minutos e de 0,90 para os espécimes com idade de 24 horas. Concluíram haver uma grande correlação positiva entre as 2 propriedades testadas.

Em 2000, WINKLER; XU; BURGESS¹¹³ avaliaram a taxa de desgaste oclusal através de um estudo “in vitro” de 8 resinas compostas indicadas para dentes posteriores. Utilizaram as resinas Alert, Herculite XRV, Solitaire, Surefil, TPH, Unifil F, Unifil S e Z-100, confeccionando 5 amostras para cada uma, polimerizadas com 400 mW/cm² de intensidade de luz, polidos com pasta apropriada, lavados e secos. O teste de desgaste foi realizado em um simulador de contato oclusal, calibrado para 8 kg de carga, com 400.000 ciclos e usando um polímero (HG5) simulando o bolo alimentar. A quantia desgastada foi medida e os valores médios obtidos, em ordem crescente, foram: Z-100 (67 μm), Surefil (77 μm), Alert (78 μm), Herculite XRV (115 μm), TPH (116 μm), Unifil S (152 μm), Solitaire (162 μm) e Unifil F (219 μm). Após análise estatística concluíram que Z-100 = Surefil = Alert > Herculite XRV = TPH > Unifil S = Solitaire > Unifil F.

2.2. Contração de polimerização.

Em 1967, BOWEN¹⁰ estudou a adesão dos materiais restauradores às paredes dentais. Enfatizou que para manter uma adaptação adequada, seria necessário que a força adesiva do material ao dente se mantivesse satisfatória durante toda a vida útil da restauração, sendo de magnitude igual às forças que possam tensionar esta interface. Estas forças são geradas pela diferença do coeficiente de expansão térmica entre dente e restauração, por forças aplicadas externamente e pela contração de polimerização das

resinas. Utilizou 10 marcas de resinas acrílicas e 4 de resinas experimentais à base de BIS-GMA que receberam entre 10 e 33% de partículas de carga em peso na sua composição. Foram preparadas cavidades cilíndricas em dentes extraídos e preenchidas com diferentes materiais restauradores, adaptadas em um dispositivo que media a tensão criada entre dente e restauração durante a polimerização da resina. Concluiu que os materiais com partículas de carga e quanto maior a quantidade de carga melhor, tiveram menor contração de polimerização, mas mesmo estes, podem gerar tensões na interface dente restauração de até 2,4 MPa durante a contração de polimerização.

Em 1972, DENNISON; CRAIG²⁶ avaliaram várias propriedades de 5 materiais restauradores estéticos, sendo 4 resinas compostas (Adaptic, Blendant, Concise e DFR) e 1 resina acrílica sem carga (Sevriton). Entre as propriedades avaliadas, a contração de polimerização volumétrica foi determinada a partir de 1 minuto após o início da mistura das pastas até 1 hora através de um dilatômetro por capilaridade de mercúrio e os resultados observados em porcentagem foram: Blendant (1,2), Adaptic (1,3), Concise (1,6), DFR (2,1) e Sevriton (5,2). Estatisticamente, Blendant, Adaptic e Concise exibiram menor contração que a DFR e cerca de 25% da contração da Sevriton. Concluíram existir uma relação inversamente proporcional entre contração de polimerização e quantidade de carga da resina, resultados estes esperados, considerando que as partículas não participam do processo de reação química de polimerização.

Em 1982, BAUSCH *et al.*⁷ estudaram a contração de polimerização de resinas compostas e suas implicações clínicas. Utilizaram 6 materiais, sendo 3 de micropartículas (Isocap, Silar e Estilux Microfill) e 3 convencionais (Concise, Vytol e Clearfil) manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. Porções com 150 a 250 mg de resina foram posicionadas em um dilatômetro de mercúrio modificado acoplado a um transdutor que media as alterações volumétricas durante a polimerização. A contração de polimerização final foi determinada após 10 horas do início da reação, e os valores obtidos em porcentagem de volume foram: Isocap (5,8), Silar (5,4), Estilux Microfill (5,8), Concise (5,4), Vytol (5,9) e Clearfil (4,6). A resina Clearfil apresentou o melhor desempenho entre os materiais experimentados, não havendo diferença significativa entre os outros todos. A contração de polimerização é um dos fatores que determinam a vida útil da restauração,

influindo na sua adesão à estrutura dental e consequentemente na infiltração marginal e recorrência de cáries.

Em 1983, GOLDMAN⁴⁴ estudou a contração de polimerização de resinas compostas. Selecionou 27 marcas comerciais, sendo 7 quimicamente ativadas apresentadas em pó / líquido (Cervident, Powderlite, Restodent, Isocap N, Enamelite, Isocap S e Compocap), 16 quimicamente ativadas em sistema pasta / pasta (Lee Microfil, Profile, Ultrafil, Clearfil FII, Miradapt, Silar, Cosmic PS, Cocise RO e Vytal) e 4 fotopolimerizáveis (Visiodispers, Prismafil, Visiofil e Heliosit). O teste de contração volumétrica foi realizado através de um dilatômetro por capilaridade de mercúrio graduado em mm³. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes, em ambiente com temperatura de 23°C e 50% de umidade relativa. As resinas fotopolimerizáveis foram ativadas por 40 segundos com aparelho apropriado, e as leituras feitas após 30-35 minutos, enquanto que para as resinas quimicamente ativadas, as leituras foram efetuadas após 60 minutos. Os resultados médios obtidos com cada material foram os seguintes.

Resina	Contr. (% vol.)	Resina	Contr. (%vol.)
Cervident	5,68	Finesse	2,57
Powderlite	3,95	Isopast	2,52
Restodent	3,31	Adaptic	2,49
Isocap N	3,27	P-10	2,46
Enamelite	3,24	Adaptic RO	2,32
Isocap S	3,02	Prestige Plus	2,29
Compocap	2,52	Concise	2,14
Lee Microfill	5,17	Concise RO	2,03
Profile	2,94	Vytol	1,90
Ultrafill	2,77	Visiodispers	2,58
Clearfil FII	2,74	Prismafil	2,38
Miradapt	2,69	Visiofil	1,67
Silar	2,69	Heliosit	1,67
Cosmic PS	2,67		

Concluiu que as resinas testadas tiveram contração de polimerização variável entre 1,67 e 5,68% em volume. As resinas do sistema pó / líquido apresentaram maior contração, seguidas das quimicamente ativadas do sistema pasta / pasta e as de melhores resultados foram as fotopolimerizáveis. Verificou que as resinas contendo 60% de partículas de carga

tem contração reduzida de 9 para 3% e que essas partículas não necessitam serem inorgânicas, podendo constituir-se de partículas do mesmo material pré-polimerizado.

Em 1984, DAVIDSON; DE GEE²⁴ estudaram a contração de polimerização volumétrica de resinas compostas (Silar e Concise) e salientaram que esta alteração volumétrica pode interferir na adesão entre estrutura dental e material restaurador. Os materiais foram manipulados seguindo as instruções dos fabricantes, em ambiente a 24°C, sendo a contração observada através de um dilatômetro modificado, continuamente por 45 minutos, quando então era considerada a contração final da resina. Os resultados mostraram que a resina Silar contraiu 2,75% e a Concise 2,43%, provavelmente porque a primeira contém uma quantidade menor de carga.

Em 1988, FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁵ estudaram a contração de polimerização volumétrica de 26 resinas compostas encontradas no comércio. Os experimentos foram realizados em ambiente a 23°C, através de um dilatômetro de mercúrio adaptado à uma câmara de circulação de água, onde a resina era inserida e medida sua contração de polimerização. Os materiais fotopolimerizáveis foram ativados por 60 segundos (aparelho Optilux) e a contração medida nos tempos de 0,5 / 1 / 5 / 10 / 30 minutos e 1 / 12 / 24 horas; os quimicamente ativados foram misturados por 20 segundos e a contração medida nos tempos de 5 / 10 / 30 minutos e 1 / 12 / 24 horas. A tabela abaixo mostra os valores observados, em porcentagem por volume, de alguns dos materiais testados.

Resina	Ativação	0,5m	1m	5m	10m	30m	1h	12h	24h
Amalux	F	1,8	2,4	3,1	3,3	3,5	3,6	4,4	4,6
Aurafil	F	1,7	2,0	2,6	2,6	2,7	2,8	3,2	3,5
Certain	F	3,6	4,7	5,5	5,7	5,9	6,1	6,7	7,1
Fulfil	F	1,7	2,3	2,9	3,1	3,2	3,3	3,9	4,2
Heliomolar RO	F	1,0	1,5	1,9	2,0	2,1	2,2	2,6	2,8
Herculite	F	1,7	2,2	2,7	2,9	2,9	3,0	3,4	3,6
P10	Q	-	-	0,8	2,2	2,6	2,8	3,1	3,2
Silar	Q	-	-	1,6	2,3	2,4	2,5	2,8	2,9
Silux	F	1,4	1,7	2,2	2,3	2,4	2,5	3,1	3,4
Visiofil	F	1,0	1,5	1,9	2,0	2,1	2,1	2,5	2,6

Concluíram que 40 a 50% do grau de contração ocorre nos primeiros 10 minutos e que estes valores aumentaram até o tempo de 24 horas para todas as resinas estudadas. No tempo de 24 horas, a maior contração foi da resina Certain (7,1%) e o menor da resina

Visiofil (2,6%). A contração de polimerização depende de uma série de fatores, entre eles a quantidade, o tamanho e o tipo de partículas de carga que compõe o material.

Em 1993, DE GEE; FEILZER; DAVIDSON²⁵ mediram a contração de polimerização de uma resina sem carga (BIS-GMA) e resinas compostas encontradas no comércio (Ful-fil, Herculite XR, Heliomolar, Silux Plus e Visiomolar). A contração foi determinada através de um dispositivo por eles idealizado e denominado “linômetro”, que averiguava a contração de polimerização linear dos corpos-de-prova. O material experimentado era posicionado entre uma placa de vidro que permitia a polimerização pela luz do fotopolimerizador e um disco de alumínio conectado a um sensor para medir sua variação. Como a maioria dos trabalhos existentes utiliza-se dos valores de contração volumétrica, os autores usaram uma fórmula para transformar os números observados de contração linear em volumétrica:

$$\text{Vol\%} = 3 \text{ lin\%} - 0,03 (\text{lin\%})^2 + 0,0001 (\text{lin\%})^3$$

As resinas foram polimerizadas por 1 minuto através de um fotopolimerizador Optilux 400 – Demetron, e a contração registrada após 30 minutos em ambiente a 23°C. As resinas também foram testadas através de um dilatômetro de mercúrio tradicional para comparação dos resultados. Os valores observados constam da tabela abaixo.

	Bis-gma	Ful-fil	Herculite	Heliom.	Silux	Visiom.
Linôm.	5,30	2,95	2,61	2,38	2,06	1,55
Dilatôm.	-	2,81	2,97	2,01	2,03	1,50

Concluíram que a resina sem carga apresentou uma contração significativamente maior que as outras testadas e entre estas a Visiomolar teve a menor contração de polimerização. A técnica de medição através do linômetro apresentou vantagens em relação à do dilatômetro de mercúrio por ser mais rápida, menos sensível às variações de temperatura e poder ser utilizada rotineiramente com quaisquer materiais.

Em 1993, EICK *et al.*³² em artigo de revisão de literatura analisaram o estágio da época e as características a serem aperfeiçoadas para que restaurações de resina composta apresentassem melhor integridade marginal. Segundo os autores, os sistemas adesivos que se unem às fibras colágenas e dentina condicionada, produzem força de adesão superior a 20 Mpa, sendo eficientes na união dente / restauração. Outro fator, bastante importante, para providenciar uma ótima integridade marginal, seria que a contração de polimerização inexistisse ou até que houvesse uma expansão durante a presa. As resinas contraem-se ao se

polimerizarem, durante a conversão do monômero em polímero, devido à aproximação de suas moléculas. Os compósitos contêm entre outras resinas o BIS-GMA e o Uretano dimetacrilato, que exibem um significativo volume de contração. A contração final da resina composta depende também do tipo e quantidade de partículas que compõe o material, produzindo diferentes valores conforme sua composição, e que variam de 2,6 a 7,1% em volume. Reportam que estão sendo desenvolvidas resinas contendo espirocarbonetos, associados à matriz orgânica, e que estas sofreriam uma expansão de polimerização melhorando a integridade marginal.

Em 1998, HALLER; SCHUSTER⁴⁶ analisaram a adaptação marginal de 3 resinas compostas com seus respectivos sistemas adesivos (Solitaire / Solid Bond, Herculite XRV / Optibond e Charisma / Solid Bond). Foram confeccionadas 24 cavidades classe II em dentes extraídos, com as margens gengivais situadas a 0,5 mm abaixo da junção cimento esmalte ou situadas em esmalte biselado, e restaurados pela técnica “incremental” de inserção da resina. Os dentes foram moldados e confeccionadas réplicas em resina epóxica, antes e após o processo de termociclagem e imersão em corante, e estas réplicas analisadas ao M.E.V.. Os resultados mostraram que a resina condensável Solitaire apresentou melhor adaptação marginal que as híbridas Herculite e Charisma.

Em 1998, a publicação THE DENTAL ADVISOR¹⁰² relatou que as resinas condensáveis seriam uma possível alternativa ao amálgama por facilitarem o uso de compósitos em dentes posteriores. Estes materiais contêm partículas irregulares na sua composição permitindo que a resina seja condensada. Também possibilitariam a inserção em um único bloco, devido a alta profundidade de polimerização e a baixa contração durante a presa. Apresentaram valores de contração de polimerização linear, em porcentagem, de 5 materiais, 3 resinas compostas condensáveis (Alert = 0,8%, Solitaire = 1,2% e Surefil = 0,8%) e 2 resinas compostas avançadas (Tetric Ceram = 1,4% e Z-100 = 1,0%).

Em 1999, AW; NICHOLLS⁴ considerando que a contração de polimerização pode causar microinfiltração, sensibilidade e degradação marginal testaram um novo grupo de materiais que segundo seus fabricantes teriam menor contração durante a presa. Foram comparadas 3 resinas condensáveis (Alert, Solitaire e Surefil) quanto à sua alteração dimensional linear, medidas por microscopia ótica. Para cada material 10 corpos-de-prova

foram confeccionados, tendo o Alert e o Surefil sido polimerizados por 40 segundos e o Solitaire por 10 segundos. Os valores obtidos foram: Alert (0,430%), Solitaire (0,545) e Surefil (0,499). Os resultados mostram diferenças estatisticamente significantes entre os materiais estudados, com melhores resultados para o Alert, seguido do Surefil e finalmente da resina Solitaire. Concluíram também, baseados em outros trabalhos que seguiam o mesmo método, que o material Solitaire apresentou os mesmos valores que outras resinas híbridas tradicionais como o Z-100 e o TPH.

Em 1999, FREEDMAN³⁹ em um artigo de divulgação de novos materiais restauradores estéticos, apresentou as resinas condensáveis como alternativas ao amálgama. Salientou que muitos profissionais se confrontam com um dilema; pacientes que desejam restaurações estéticas x familiaridade com a técnica e o sucesso obtido com restaurações de amálgama, superiores às resinas compostas tradicionais. Disserta que, estes novos materiais, as resinas condensáveis, resolvem alguns problemas clínicos apresentados pelas tradicionais e são manipulados e inseridos com uma técnica muito similar à do amálgama. Entre suas vantagens, segundo o autor, estão a adesão à estrutura dental e a forma conservadora dos preparos cavitários em relação ao amálgama e o baixo desgaste, a facilidade de inserção à cavidade, a facilidade de esculpir a resina antes da polimerização e a baixa contração de polimerização quando comparadas às resinas tradicionais. Esta baixa contração se deve ao fato destes produtos terem partículas de carga maiores e ásperas, que não deslizam entre si, ocorrendo um encadeamento entre elas e diminuindo o escoamento do material. Devido a estes fatores, as camadas inseridas poderiam possuir até 5 mm de espessura, sem prejudicar a qualidade da restauração. Qualifica como incorreto o termo condensável, empregado com frequência, pois as resinas quando inseridas à cavidade, não ficam mais densas (condensadas) e que o termo mais adequado seria acomodável. Conclui que as resinas condensáveis não oferecem somente uma técnica de trabalho fácil e familiar para restaurar dentes posteriores, como também resultam em restaurações duradouras, sendo uma excelente alternativa ao amálgama.

Em 1999, GOES; GARCIA-GODOY; CARDENAS⁴³ estudaram a contração de polimerização linear e volumétrica de resinas compostas. Selecionaram 5 marcas comerciais (Herculite XRV, Heliomolar, TPH, Silux e Z-100) e realizaram 5 ensaios com cada material. Uma determinada quantia de resina era posicionada sobre uma lâmina de

vidro e comprimida por um disco de alumínio até que sua espessura fosse de 1,5 mm. Sobre este disco de alumínio era posicionado um sensor que media a movimentação causada pela contração. A fotopolimerização era realizada através da lâmina de vidro e aguardou-se 15 minutos para se fazer a leitura final. A porcentagem de contração linear e volumétrica era então calculada a partir desta leitura. Os valores encontrados para a contração linear e volumétrica, em porcentagem, respectivamente para cada material foram: Herculite (0,64 e 1,90), Heliomolar (0,73 e 2,18), TPH (1,49 e 4,41), Silux (1,44 e 4,25) e Z100 (1,85 e 5,45). Concluíram que todos os materiais sofrem contração de polimerização e que as resinas Herculite e Heliomolar apresentaram menor contração em comparação com as outras avaliadas.

Em 1999, KANCA III⁵⁴ estudou a infiltração marginal apresentada por resinas condensáveis quando utilizadas segundo a orientação de seus fabricantes (camadas espessas de material) ou quando utilizadas pela técnica de inserção em pequenas porções. Selecionou 3 materiais (Surefil, Alert e Solitaire) e restaurou 60 molares (20 para cada resina) com preparos classe I, divididos em 2 grupos de 10 para cada uma das técnicas. Após 24 horas armazenados, os dentes foram seccionados longitudinalmente e analisada a integridade do ângulo cavo-superficial, totalizando 80 observações por grupo estudado. Os resultados mostram que a técnica “incremental” produz um melhor vedamento do ângulo cavo-superficial, tendo a resina Surefil apresentado os melhores resultados, 5 áreas infiltradas, enquanto as resinas Alert e Solitaire apresentaram 9 áreas infiltradas. Utilizando-se a técnica preconizada pelo fabricante os resultados foram: Surefil (49 áreas), Alert (58) e Solitaire (78).

Em 1999, NORLING *et al.*⁷⁰ considerando a contração de polimerização a maior barreira para o uso, em larga escala, das resinas compostas em dentes posteriores, compararam esta propriedade em resinas tradicionais e condensáveis. Estudaram 5 resinas compostas tradicionais (Durafile VS, Heliomolar, Herculite XRV, Z100 e Tetric Ceram) e 3 resinas condensáveis (Alert, Solitaire e Surefil). Foram confeccionados corpos-de-prova que variavam de 0,08 a 0,12 g, polimerizados por 90 segundos de exposição à luz em dilatômetro NIST e após 12 minutos, realizadas as leituras dos valores de contração. Os resultados mostram a contração volumétrica em porcentagem pela ordem crescente de valores: Heliomolar (1,4%), Durafile VS (1,6%), Herculite XRV (1,7%), Z-100 (1,8%),

Surefil (1,9%), Tetric Ceram (2,2%), Alert (2,3%) e Solitaire (2,9%). Como observado, a resina Solitaire apresenta a maior contração de polimerização, enquanto que as outras condensáveis estudadas tiveram comportamento semelhante às das resinas tradicionais.

Em 1999, POSKUS; MEIRA; CARDOSO⁷⁷ estudaram um novo material introduzido no mercado que segundo o fabricante teria técnica de inserção semelhante à do amálgama e grande profundidade de polimerização. Utilizaram este novo produto (Alert) e como controle um composto híbrido tradicional (Z-100) e testaram o grau de infiltração junto às paredes cavitárias. Prepararam cavidades classe II padronizadas em pré-molares extraídos, restaurando metade deles com cada uma das resinas. A inserção da resina deu-se de 2 maneiras, pela técnica “incremental” ou pelo preenchimento total da cavidade de uma só vez. Após o acabamento e polimento, os espécimes foram submetidos a um processo de ciclagem térmica e imediatamente imersos em uma solução de azul de metileno a 0,5% por 4 horas. As amostras foram então seccionadas e analisadas quanto ao seu grau de infiltração marginal. Os resultados mostram que houve diferenças significativas entre os materiais Alert (maior infiltração) e Z-100 (menor infiltração) e também que a técnica de inserção “incremental” apresentou menor grau de infiltração que a técnica de inserção em camada única.

Em 2000, BAUER *et al.*⁸ avaliaram “in vitro” a infiltração marginal de 4 sistemas restauradores resina composta / adesivo. Foram selecionadas 3 resinas condensáveis (Surefil / Prime Bond NT, P-60 / Single-Bond e Alert / Bond 1) e 1 híbrida tradicional (TPH / Prime Bond 2.1) com as quais restauraram 16 dentes molares previamente armazenados em soro fisiológico. Em cada dente fizeram 4 caixas padronizadas (5 x 2 x 3 mm) com a margem cervical em cimento e restauraram seguindo instruções dos fabricantes. Após este procedimento, foram armazenados por 7 dias, e então sofreram processo de termociclagem, com 500 ciclos variando-se a temperatura de 5 a 55°C, com 15 segundos em cada banho, e imediatamente foram imersos em solução de azul de metileno a 0,5% durante 24 horas. Os dentes foram lavados e seccionados seguindo o longo eixo das restaurações, examinados por 2 avaliadores, em microscopia ótica com aumento de 40 vezes, e atribuídos escores de 0 a 3 dependendo do grau de infiltração a partir da parede cervical. Os resultados mostraram que o sistema restaurador P-60 / Single Bond apresentou

os melhores resultados quando comparados aos outros materiais utilizados que tiveram valores semelhantes entre si.

Em 2000, BURMANN *et al.*¹² testaram a influência da técnica de polimerização no grau de infiltração marginal de 4 resinas compostas. Utilizaram as resinas Alert, Z-100, Definite e Surefil com as quais restauraram 120 cavidades classe II padronizadas, seguindo as instruções dos respectivos fabricantes. As técnicas de polimerização usadas foram: A- 3 porções de resina, cada uma delas polimerizada progressivamente com 100, 300 e 500 mW/cm² durante 10 segundos em cada intensidade; B- 2 porções de resina, a primeira como descrito na técnica A e a segunda com 500 mW/cm² por 20 segundos; C- porção única polimerizada com 500 mW/cm² por 30 segundos. Os dentes restaurados sofreram termociclagem (700 ciclos / 5-55°C / 1 minuto), foram impermeabilizados, imersos em solução de azul de metileno e seccionados no sentido M-D em 4 cortes. A infiltração foi medida em cada caixa proximal através de escore variando de 1 a 5, conforme o grau de penetração do corante. Os resultados observados estão na tabela abaixo.

Resina	Escore	Resina	Escore	Resina	Escore	Resina	Escore
Aler A	2,2	Z100 A	1,9	Defi A	3,1	Sure A	2,5
Aler B	1,9	Z100 B	2,2	Defi B	3,7	Sure B	2,4
Aler C	2,7	Z100 C	1,5	Defi C	3,5	Sure C	2,8

Concluíram que a técnica de polimerização não influenciou no grau de infiltração das resinas estudadas. A resina com menor infiltração foi a Z-100 seguida pela Alert, tendo Surefil e Definite os piores resultados. O material utilizado para a restauração é mais importante que a técnica de polimerização.

Em 2000, CARDOSO; POSKUS¹⁵ avaliaram a infiltração marginal de resinas compostas condensáveis. Estudaram 5 resinas compostas, 3 condensáveis (Alert, Solitaire e Surefil), 1 híbrida tradicional (Z-100) e 1 de micropartículas (Silux) utilizadas com 2 sistemas adesivos (Bond 1 e Etch Prime 3.0) restaurando cavidades pela técnica de inserção “incremental” ou única. Cavidades proximais padronizadas, em 100 dentes pré-molares extraídos, foram confeccionadas e restaurados com os materiais citados, divididos em grupos de acordo com a resina, o sistema adesivo e a técnica de inserção utilizada. Os espécimes sofreram ciclagem térmica de 700 ciclos, variando a temperatura de 5 a 55°C por 60 segundos em cada banho. A infiltração foi avaliada de acordo com uma escala que variava de 0 a 6 e os resultados obtidos estão na tabela abaixo.

	Alert		Z-100		Solitaire		Surefil		Silux	
	B1	EP	B1	EP	B1	EP	B1	EP	B1	EP
Única	5,0	3,0	3,0	2,3	4,7	4,9	5,5	3,4	4,8	4,7
“Incremental”	1,5	3,2	1,9	1,9	3,3	1,9	3,7	2,1	2,4	1,8

Concluíram que a técnica de inserção “incremental” proporciona menor infiltração marginal que a técnica de inserção única, para todas as resinas testadas. Não foi verificada diferença entre os 2 sistemas adesivos e dentre as resinas, a de menor infiltração foi a Z-100 seguida da Alert e com resultados inferiores e semelhantes Silux, Surefil e Solitaire.

Em 2000, DENNISON *et al.*²⁸ estudaram o efeito da variação da intensidade de luz de polimerização na contração de resinas compostas. Selecionaram 2 materiais restauradores (TPH e Silux) e executaram o experimento através de um dispositivo que contém um sensor que mede o deslocamento da resina, provocado pela contração, durante a polimerização. Neste dispositivo era colocada a resina, com diâmetro de 5 mm e espessura entre 1,5 e 2,0 mm sem estar polimerizada, e através de uma lâmina de vidro a polimerização era efetuada com fotopolimerizador Optilux 401, variando a intensidade de luz pela distância em que este estava da resina. Utilizaram 4 diferentes sequências de polimerização, todas totalizando 40 segundos de exposição e assim definidas: 1- 40 segundos de exposição com 100% de intensidade de luz; 2- 40 segundos de exposição com 25% de intensidade de luz; 3- 20 segundos com 25% de intensidade de luz + 10 segundos com 50% de intensidade de luz + 10 segundos com 100% de intensidade de luz; 4- 10 segundos com 25% de intensidade de luz + 10 segundos com 50% de intensidade de luz + 20 segundos com 100% de intensidade de luz. Os resultados encontrados da contração de polimerização volumétrica em porcentagem estão na tabela abaixo.

Resinas	Sequência 1	Sequência 2	Sequência 3	Sequência 4
TPH	4,42	3,52	3,34	3,02
Silux Plus	2,84	1,94	1,92	1,67

Concluíram que a resina TPH apresentou maior contração de polimerização que a Silux. Entre os 4 métodos de polimerização, o 1 produziu a maior contração e o 4 a menor, sendo portanto o mais apropriado entre os estudados.

Em 2000, GALLO; BATES; BURGESS⁴² avaliaram a capacidade de restaurações de diferentes resinas compostas vedarem adequadamente a parede gengival de preparos classe II. Escolheram 3 resinas condensáveis (Alert, Solitaire e Surefil) e 1 híbrida tradicional (Z-100), com as quais restauraram 70 pré-molares, que receberam cavidades

classe II padronizadas, sempre com a parede gengival proximal terminando em cimento. Os dentes foram montados em manequim, divididos em 7 grupos de 10, e utilizando-se uma matriz metálica para contorno proximal, a polimerização foi efetuada com fotopolimerizador XL 3000 sempre com a mesma intensidade de luz, usando-se a técnica “incremental” para todas as resinas e também a técnica de inserção em uma só vez para as 3 resinas condensáveis. Os espécimes sofreram processo de termociclagem, com 1.000 ciclos, variando-se a temperatura de 6 a 60°C, por 30 segundos em cada banho, foram então impermeabilizados com esmalte para unhas, até a distância de 2 mm das margens das restaurações, imersos em nitrato de prata, seccionados e analisados em microscópio com aumento de 64 vezes. A infiltração foi medida usando-se um escore de 0 (sem infiltração) a 5 (infiltração atingindo a parede axial). Os resultados mostraram que Z-100 e Alert apresentaram menor infiltração que Solitaire e Surefil. Houve igualdade de resultados entre a técnica de inserção “incremental” e a técnica de inserção em um só bloco de resina, tendo todos os grupos apresentado substancial infiltração.

Em 2000, HERRERO; YAMAN; DENNISON⁴⁹ estudaram a contração de polimerização de 5 resinas compostas compactáveis (Alert, Surefil, Solitaire, P-60 e Prodigy Condensável). Amostras em 2 diferentes espessuras (2 e 5 mm) foram confeccionadas com cada resina em dispositivo adequado para medir a contração linear durante a polimerização, efetuada com aparelho Optilux. Os valores de contração linear foram transformados em valores de contração volumétrica e estão na tabela abaixo.

Espessura.	Resinas				
	Alert	Surefil	Solitaire	P-60	Prod. Con.
2 mm	0,18%	1,37%	3,30%	1,20%	1,97%
5 mm	0,26%	0,78%	---	0,91%	1,03%

Os resultados mostraram que a resina Alert teve a menor contração de polimerização seguida por P-60, Surefil e Prodigy Condensável e finalmente a resina Solitaire com a maior contração entre todas. Os autores, não divulgaram o valor da contração da resina Solitaire na espessura de 5 mm, e também, não apresentam justificativa para o fato de as resinas Surefil, P-60 e Prodigy Condensável terem tido menor contração quando polimerizadas em maior espessura, o que não seria o esperado. Apenas a resina Alert apresentou comportamento lógico. Provavelmente, isto deve-se ao fato de a Alert apresentar a maior profundidade de polimerização, tendo, portanto, sido polimerizada de

maneira razoavelmente adequada. As outras resinas, numa espessura de 5 mm, não foram completamente polimerizadas e portanto não se contraíram totalmente.

Em 2000, KAZEMI; MEIERS; MEIER⁵⁶ compararam a microinfiltração de 3 resinas compostas compactáveis (Solitaire, Alert e Surefil) com 1 convencional indicada para restaurar dentes anteriores e posteriores (Z-100) em cavidades com alto fator C. Prepararam cavidades Classe V nas faces V e L de molares extraídos, num total de 18 preparos para cada resina, com a margem oclusal em esmalte e a margem gengival em dentina. As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 37%, receberam a aplicação de um sistema adesivo (Prime e Bond 2.1), foram preenchidas com o material restaurador de uma só vez e fotopolimerizados por 60 segundos. As restaurações foram polidas, os dentes então sofreram processo de termociclagem (5 a 55°C), sendo posteriormente imersos em solução de fuccina básica a 0,5% e seccionados para avaliação da infiltração linear. Os resultados mostraram que todos os grupos apresentaram maior infiltração na parede gengival com ângulo cavo-superficial em dentina. A resina Z100 teve a menor infiltração entre os materiais estudados, seguida da Alert e Solitaire com valores semelhantes e a Surefil com o pior desempenho.

Em 2000, PRAKKI; CILLI; ARAÚJO⁷⁹ avaliaram a infiltração marginal de 2 resinas condensáveis e 1 híbrida tradicional. Prepararam 15 cavidades MOD em molares humanos extraídos, com uma das caixas proximais terminando em esmalte e a outra em cimento. Os dentes foram divididos em 3 grupos, restaurados com Alert, Solitaire e Z-100, receberam polimento, foram armazenados em água deionizada a 37°C por 7 dias, sofreram processo de termociclagem com 300 ciclos completos, foram imersos em solução de nitrato de prata a 50% por 2 horas e após este período seccionados. O grau de infiltração foi observado por 3 examinadores que atribuíram valores segundo o escore: 0 sem infiltração; 1- infiltração na parede gengival; 2- penetração na parede axial; 3- penetração na parede pulpar. Os resultados encontrados foram: Alert – esmalte = 2,13 e cimento = 2,93; Solitaire – esmalte = 2,40 e cimento = 2,86; Z-100 – esmalte = 1,53 e cimento = 2,33. Concluíram que nenhum dos sistemas restauradores testados foi capaz de inibir totalmente a infiltração marginal. A infiltração em esmalte foi menor que em cimento para as 3 resinas testadas. Entre as resinas, a Z-100 obteve os melhores resultados, seguida pela Alert com valores intermediários e a Solitaire com a maior infiltração marginal.

Em 2000, PRIOTTO *et al.*⁸² testaram a adaptação de 5 resinas compostas condensáveis e 1 híbrida variando a espessura da camada do material inserida à cavidade. Selecionaram 54 molares onde foram preparadas cavidades oclusais padronizadas. As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 32% e receberam o mesmo sistema adesivo (Single Bond, 3M). Os grupos (3 espécimes cada) foram divididos de acordo com o material restaurador (Z-100, Solitaire, Synergy, Surefil, Alert e Prodigy Condensável) e conforme a espessura de material inserido por camada e fotopolimerizado (1 mm, 3 mm e 5 mm). Os dentes foram armazenados em saliva artificial a 36,8°C por 1 semana, seccionados longitudinalmente no sentido V-L e analisados ao M.E.V.. Concluíram que a resina composta Z-100 apresentou a melhor adaptação às paredes cavitárias e que a espessura da camada inserida tem fundamental importância nesta adaptação, tendo a de 1 mm apresentado os melhores resultados e a de 5 mm as maiores desadaptações à cavidade.

Em 2000, RODRIGUES; ABATE; MACHI⁹⁰ avaliaram a contração de polimerização imediata de resinas compostas fotopolimerizáveis variando-se a intensidade de luz do fotopolimerizador. Selecionaram 6 marcas comerciais (Z-100, Z-250, Ariston pHc, P-60, Surefil e Silux Plus) e confeccionaram 4 corpos-de-prova para cada grupo estudado. A contração foi determinada por um dilatômetro capilar e os corpos-de-prova confeccionados em câmara de mercúrio, fotopolimerizados por 80 segundos. A potência do fotopolimerizador foi controlada pela distância entre sua ponta ativa e o corpo-de-prova, regulada para 250 mW/cm² (grupo 1) e 175 mW/cm² (grupo 2). A contração imediata observada no grupo 1 (0,43%) foi significativamente maior que a do grupo 2 (0,38%).

2.3 – Rugosidade

Em 1972, DENNISON; CRAIG²⁶ avaliaram a rugosidade de 2 resinas compostas (Adaptic e Concise) após estas terem sofrido polimento com diferentes materiais (fita matriz, pedra branca Arkansas, disco de carboreto siliconizado, lâmina de bisturi, disco de óxido de alumínio, pedra diamantada, tira de lixa, disco de silicato, tira de silicato, pedra abrasiva verde, disco de papel de granulação fina, tira de óxido de alumínio, pedra diamantada com pasta de óxido de estanho e pedra diamantada em forma de roda). Para cada tipo de acabamento, 5 amostras de cada resina foram utilizadas e efetuadas 3 leituras com rugosímetro, em baixa velocidade, percorrendo uma extensão de 0,030 polegadas com um cut-off de 0,0045 polegadas. Os valores obtidos mostraram que entre as resinas Concise

e Adaptic não houve diferença significativa e entre os tipos de acabamento, a fita matriz apresentou a maior lisura de superfície e os piores materiais foram as pedras diamantadas com pasta de óxido de estanho e em forma de roda.

Em 1980, O'BRIEN; YEE⁷¹ estudaram os efeitos do desgaste clínico na microestrutura de restaurações de resina composta, em dentes posteriores, procurando determinar quais os motivos, referentes ao material, que levavam a esse desgaste. Selecionaram 10 restaurações de resinas compostas, que necessitassem remoção por razões de fratura, reincidência de cárie ou desgaste excessivo, em diferentes pacientes, todas confeccionadas há um período de 3 a 8 anos. As restaurações foram removidas, armazenadas sem nenhum cuidado específico e analisadas em M.E.V., com aumentos que variaram de 300X a 2.500X. As fotomicrografias mostram porosidades internas e fendas originárias destas, provavelmente devido ao estresse; partículas de carga protuberantes, bem como bolhas e depressões, são observadas em restaurações de Adaptic; a presença de placa bacteriana é bastante comum, devido à aspereza superficial, que facilita seu acúmulo; também se observa presença de crateras, deslocamento de partículas, fendas na matriz de resina, depressões e microrrachaduras. Concluíram, com base nestas observações, que o mecanismo de desgaste das resinas compostas ocorre de 5 maneiras diferentes: 1- por perda da matriz da resina composta; 2- por deslocamento da partícula, em razão de falha na adesão entre carga e matriz; 3- por deslocamento de fragmentos da partícula; 4- por deslocamento conjunto da partícula com parte da matriz; e 5- por exposição de bolhas de ar.

Em 1981, DENNISON; FAN; POWERS²⁷ avaliaram a rugosidade superficial de 3 compósitos de micropartículas (Isopast, Silar e Superfil) e 1 convencional (Concise) após sofrerem acabamento por diferentes materiais próprios para este fim. Cada resina foi manipulada conforme instruções do fabricante e confeccionados corpos-de-prova com 6 mm de diâmetro x 2 mm de espessura a partir de uma matriz de acrílico, sendo a superfície da resina coberta por uma tira de poliéster sobreposta por uma lâmina de vidro, e aguardados 5 minutos para sua completa polimerização. Com cada sistema de polimento empregado, 5 corpos-de-prova foram utilizados, sendo os instrumentos aplicados em rotação convencional com 5 diferentes materiais: 1- pedra de óxido de alumínio; 2- borracha com abrasivo; 3- discos de silicone com granulação 600; 4- discos de Sof-Lex de granulação 600; 5- discos de Sof-Lex de granulação 600 e 1200 nesta sequência; como

controle utilizaram a superfície obtida com a tira de poliéster. Os corpos-de-prova foram lavados e secos após cada procedimento e a rugosidade determinada através de um rugosímetro (Gould Surfanalyzer) com sua ponta diamantada percorrendo 0,25 mm/segundo. As amostras foram também analisadas ao M.E.V. para comparação dos resultados. Os valores obtidos a partir das leituras com o rugosímetro, em μm , estão na tabela abaixo.

Resina	T. pol.	1	2	3	4	5
Concise	0,022	0,660	0,630	0,180	0,160	0,290
Isopast	0,016	0,218	0,120	0,088	0,046	0,046
Silar	0,020	0,166	0,076	0,072	0,056	0,060
Superfil	0,016	0,228	0,098	0,098	0,076	0,044

Concluíram que a resina Concise apresentou a maior rugosidade entre os materiais testados e que as resinas de micropartículas tiveram resultados similares. Todos os sistemas de acabamento produziram superfícies mais rugosas que a conseguida com a tira de poliéster, e os de melhor desempenho foram os discos de Sof-Lex. A análise ao M.E.V. confirmou os resultados observados pela leitura através do rugosímetro.

Em 1984, RICE *et al.*⁸⁹ avaliaram o desgaste por abrasão e a rugosidade superficial comparando resinas compostas convencionais e de micropartículas. Utilizaram 9 resinas compostas, sendo 1 convencional quimicamente ativada (Profile – PR), 1 de micropartículas quimicamente ativada (Isopast – IP), 4 de micropartículas fotopolimerizáveis (Laminate – LA, Durafil – DU, Visio-Dispers – VD e Heliosit – HE) e 3 convencionais fotopolimerizáveis (Class II – CL, Estilux – ES e Visio-Fil – VF), com as quais confeccionaram os corpos-de-prova seguindo instruções dos fabricantes. O desgaste por abrasão foi realizado através de um pino cilíndrico de alumina sinterizada, usinada e polida, com diâmetro de 2,6 mm, montado em um dispositivo onde era preso um disco do material restaurador, imersos em água deionizada a 37°C, que se movia num raio de 6,25 mm a uma velocidade de 2,06 cm/seg. promovendo o desgaste da resina pelo atrito do pino contra a resina. Os discos eram desgastados em 5 posições diferentes (5 ensaios) e as leituras de desgaste realizadas a cada 2 ou 4 horas de teste por um perfilômetro (Talysurf 10). A rugosidade das resinas foi determinada antes e após os testes de abrasão e os valores estão na tabela abaixo.

Resina	Antes (μm)	Após (μm)	Desgaste (μm)
HE	15	18	0,18
LA	21	46	0,19
DF	12	32	0,19
VF	41	59	0,21
VD	28	38	0,26
IP	28	33	0,36
ES	10	32	2,10
CR	44	53	2,18
PR	24	42	2,58

Os resultados mostraram que as resinas de micropartículas apresentam menor desgaste que as convencionais. As resinas de micropartículas fotopolimerizáveis apresentaram menor desgaste que as quimicamente ativadas. Os testes de abrasão aumentaram a rugosidade de todos os materiais testados. As resinas de micropartículas apresentaram maior lisura de superfície que as convencionais. Concluíram que a maior homogeneidade das resinas de micropartículas foi fator determinante na sua maior resistência e lisura.

Em 1984, SODERHOLM *et al.*⁹⁶ estudaram a degradação hidrolítica de compósitos, relacionando este processo à presença de fendas, rachaduras e ao deslocamento de partículas. Selecionaram 4 resinas compostas, sendo 3 indicadas para dentes posteriores (P-10, Profile e Class II) e uma de micropartículas (Isopast), todas quimicamente ativadas. Foram confeccionados corpos-de-prova, misturando-se partes iguais de pasta base e catalisadora, e imediatamente estocados a 37°C. Após 24 horas, os espécimes foram cortados e armazenados em água destilada a 60°C, por 180 dias, sendo esta substituída a cada 30 dias. Foi realizada análise da água por espectrofotometria de absorção atômica, sempre que a mesma era substituída no recipiente que continha os espécimes. Ao final dos 180 dias, os espécimes foram avaliados ao M.E.V., para verificar sua estrutura superficial. O resultado da análise espectrofotométrica, mostrou que a água reage quimicamente com as partículas de carga da resina composta, causando a desunião carga / matriz, assim reduzindo a resistência dos compósitos. Todos os materiais estudados apresentaram danos na camada de silano que reveste as partículas de carga e promove sua união à matriz, levando a uma progressiva degradação hidrolítica. As resinas de micropartículas foram mais estáveis que as de quartzo, vidro de estrôncio e vidro de bário. A avaliação ao M.E.V. mostrou propagação de fendas e presença de rachaduras em todas as resinas; entretanto,

foram mais evidentes no Profile e Class II. Concluíram ser a água fator determinante nas falhas apresentadas na união carga / matriz das resinas compostas.

Em 1986, MONTES; DRAUGHN⁶⁷ estudaram os efeitos da degradação superficial de resinas compostas, quando estas eram imersas em água e sofriam processo de ciclagem térmica, através da quantidade de desgaste e rugosidade superficial apresentadas. Selecionaram 4 resinas compostas (Adaptic, Exact, Profile e Silar) e 1 resina sem carga, com fórmula semelhante às primeiras. Foram confeccionados 3 corpos-de-prova para cada material em cada condição estudada, seguindo-se as instruções do fabricante e polidos com pasta diamantada. Os corpos-de-prova foram divididos em 3 grupos, um primeiro, armazenado em ambiente seco, um segundo, armazenado em água destilada, a 37°C, por 1 semana e um terceiro, armazenado em água destilada, a 37°C, e sofreram processo de ciclagem térmica, com variação da temperatura entre 10 e 60°C, com 48 ciclos por hora. Após esse período foi realizado o teste de desgaste, em máquina apropriada, com carga de 100 g e 52 ciclos / minuto. Os corpos-de-prova foram então lavados e incluídos em resina epóxica para análise ao M.E.V.. Os resultados mostraram que a água e o processo de ciclagem térmica, interferem na quantidade de desgaste e rugosidade superficial das resinas compostas. Os corpos-de-prova que sofreram ciclagem térmica apresentaram maior abrasão, presença de fendas e rugosidade superficial, com uma profundidade de degradação, em micrômetros, em média, duas vezes maior que os armazenados em água, que por sua vez, também foram maiores que os armazenados em ambiente seco. Entre os materiais estudados, os que contém partículas de vidro, apresentaram maior dissolução destas e conseqüentemente maior quantidade de falhas na interface carga / matriz.

Em 1986, OYASAE; RUYTER⁷³ estudaram a quantidade de sorção e solubilidade em água de resinas compostas para dentes posteriores. As propriedades mecânicas destes materiais, sofrem interferência direta do estresse e meio ambiente úmido, alterando suas características. Foram selecionadas 8 marcas comerciais, todas indicadas para restaurações de dentes posteriores, sendo 5 fotopolimerizáveis (P-30, Occlusin, Ful-Fil, Estilux Posterior e Heliomolar) e 3 quimicamente ativadas (P-10, Profile e Isomolar). Para a avaliação da sorção de água e solubilidade, foram confeccionados espécimes de 15 mm de diâmetro por 2 mm de espessura, e para as resinas fotoativadas, a exposição à luz foi de 40 segundos em várias posições. Os espécimes foram polidos com lixa de papel 500 e 1.200,

seqüencialmente, e armazenados em água destilada a 37°C, por 110 dias, com medição do peso antes e após decorridos 7, 28, 56, 100 e 110 dias. Todos os materiais apresentaram sorção e solubilidade em água, e após 28 dias os valores mantiveram-se estáveis e na seguinte ordem crescente: para sorção (Occlusin, P-10, Profile, Ful-Fil, Heliomolar, Estilux Posterior, Isomolar e P-30); para solubilidade (Occlusin, Profile, P-10, Heliomolar, Estilux Posterior, Isomolar, Ful-Fil e P-30). A resina P-30 apresentou grande quantidade de bolhas de ar, provavelmente sendo este o motivo de seu baixo desempenho. As características das partículas destas resinas compostas, em relação à capacidade de reagir com água também foram avaliadas. A matriz da resina composta foi eliminada por combustão e as partículas armazenadas em água destilada por 3 meses, observando-se a degradação química através da medição da concentração de íons na água após esse período. Os resultados mostraram que a sílica, presente em todas as resinas estudadas, sofre degradação química, mas que outros elementos acrescentados aos materiais, como modificadores, podem aumentar ainda mais essa degradação.

Em 1987, RATANAPRIDAKUL; LEINFELDER; THOMAS⁸⁴, baseados na hipótese de que as irregularidades produzidas pelos procedimentos de acabamento poderiam aumentar a taxa de desgaste de resinas compostas em dentes posteriores, selecionaram 60 dentes decíduos, com preparos classe I e II que foram restaurados com Ful-Fil (Dentsply). Após a inserção do material, metade das restaurações foi ajustada com brocas e a outra metade, não sofreu qualquer tipo de ajuste. Os dentes foram moldados com elastômero e confeccionados modelos de gesso para comparação das superfícies. A avaliação final, após 6 meses, mostrou que a taxa de desgaste das restaurações que receberam a finalização com brocas foi o dobro daquelas que não sofreram qualquer acabamento, com uma diferença aproximada de 40 µm entre ambas. Concluíram que o acabamento das restaurações de resinas compostas, apesar de necessário na maioria dos casos, aumenta a taxa de desgaste destas.

Em 1987, VINHA; SANTOS; PANZERI¹⁰⁷ avaliaram a penetração de corantes em superfícies de resinas compostas, tratadas com diferentes instrumentos rotatórios, baseados na premissa de que a ação destes, poderia produzir um desarranjo, danificando esta superfície. Foram selecionadas 7 resinas (Cervident, Concise, Finesse, Fotofil, Isopast, Silar e Simulate) e confeccionados corpos-de-prova retangulares, que ficaram armazenados

em solução de Rodamine B a 2%, com agitação constante por 234 horas. Após esse período, em um dos lados do corpo-de-prova, foi realizado o desgaste da resina composta com 3 diferentes instrumentos para acabamento (pontas diamantadas, brocas *carbide* e discos Sof-lex), ficando o outro lado sem receber nenhum tratamento. Foi feita aplicação de uma solução corante nas duas superfícies e comparou-se quanto ao seu grau de penetração, por examinadores diferentes através de dois métodos de análise, um pela utilização de lupa diretamente sobre o corpo-de-prova e outro através de fotografias. As resinas compostas Cervident e Silar apresentaram maior penetração de corantes com os dois métodos utilizados. As pontas diamantadas e brocas *carbide* produziram uma superfície mais irregular, mostrada pela maior penetração de corantes, que os discos Sof-Lex e nenhum material teve penetração maior na face não tratada, quando analisados pela técnica da observação direta pela lupa.

Em 1988, DICKINSON; LEINFELDER; RUSSEL²⁹ avaliaram clinicamente a quantidade de desgaste apresentada por restaurações de resinas compostas em dentes posteriores, e propuseram a aplicação de um selante de superfície, com a finalidade de diminuir esse desgaste. Relataram que o desgaste é devido também, à presença de fendas e rachaduras, produzidas durante os procedimentos de acabamento da restauração. Após o acabamento convencional, o selante (uma resina sem carga, à base de BIS-GMA, TEGMA e THFMA, com baixa viscosidade), penetraria nestas fendas e rachaduras, aumentando a resistência ao desgaste da resina composta. Foram selecionados 62 dentes, com cavidades classe I e II conservativas, preparadas sem bisel no ângulo cavo superficial, restaurados com Bis-Fil e polimerizada por porções. Todas as restaurações foram polidas pela técnica convencional, utilizando brocas de 12 lâminas, pedra branca e pontas de polimento. Aleatoriamente, 50% das restaurações recebeu a aplicação do selante de superfície. Os dentes foram moldados, feitos modelos de gesso e avaliados pelo sistema USPHS, escala M-L. Após 6 meses, as restaurações foram avaliadas quanto ao desgaste e mostraram uma redução de 35% na taxa deste, quando comparadas as restaurações seladas (20 µm) com as não seladas (31 µm). Baseados nestes resultados, concluíram ser apropriada a aplicação do selante e que isso, poderia reduzir a quantidade de desgaste apresentado pelas resinas compostas.

Em 1988, EIDE; TVEIT³³ avaliaram a rugosidade superficial produzida por 4 métodos de polimento aplicados sobre 2 resinas compostas. Utilizaram 1 resina de micropartículas (Silux) e 1 híbrida (P-30), confeccionando 20 amostras cilíndricas de cada material, a partir de uma matriz de acrílico com 3 mm de diâmetro x 7 mm de profundidade. As resinas foram fotopolimerizadas em 3 porções pelo tempo de 20 segundos para a Silux e 30 segundos para a P-30, seguindo orientação do fabricante. Os espécimes foram polidos em baixa rotação com os 4 métodos a seguir:

- 1- sequência de discos Super Snap
- 2- pedra Shofu + ponta abrasiva Shofu + ponta Vivadent
- 3- sequência de discos Sof-Lex
- 4- pedra Viking + broca de acabamento Komet + ponta Vivadent

Todas as séries foram finalizadas com a aplicação, por 10 segundos, de uma pasta para polimento final (Lustre Paste Kerr). Entre cada etapa e ao final do processo as amostras eram lavadas com água e álcool em um aparelho de ultrassom e secas. A rugosidade foi medida com um rugosímetro (Pertometer W5A) através de 7 leituras paralelas entre si e mais 7 perpendiculares a estas primeiras, totalizando 14 por amostra, cada uma percorrendo 1,5 mm com um “cutoff” de 0,25 mm. Os resultados mostraram que a resina Silux obteve melhores médias (menor rugosidade) com todos os métodos utilizados, exceção feita ao método 3 em que Silux e P-30 tiveram igual comportamento. O método 3 foi o que propiciou a maior lisura superficial para as 2 resinas estudadas e o método 4 a maior rugosidade.

Em 1988, SARRET; SODERHOLM; BATICH⁹³ estudaram o efeito da água no desgaste de resinas compostas. Selecionaram 3 marcas comerciais (Silux, Occlusin e Prisma-Fil) e confeccionaram 80 espécimes para cada material. Os corpos-de-prova foram armazenados em dessecador a 37°C, por 2 meses, e após esse período, divididos em 4 grupos para avaliação da taxa de desgaste e estudo da superfície ao M.E.V.. No primeiro grupo, o teste de desgaste foi realizado imediatamente após a dessecação, ou seja, com o corpo-de-prova seco. Os outros 3 grupos foram imersos em água antes do teste de desgaste por períodos de 2 meses, 4 meses e 6 meses. O teste utilizado foi do tipo 3 corpos, com velocidade de 10 km/h e medidos após 2, 4, 6, 8 e 10 km. Os resultados mostraram que a presença da água aumentou a taxa de desgaste das resinas compostas, sendo esta, maior

para a resina composta Silux, de micropartículas. A análise ao M.E.V. mostrou que a água facilita o deslocamento de partículas de carga dos materiais estudados.

Em 1989, RATANAPRIDAKUL; LEINFELDER; THOMAS⁸⁵ testaram a possibilidade do processo de acabamento influenciar no desgaste apresentado na vida clínica da restauração. Seleccionaram 54 restaurações, todas confeccionadas com Ful Fil (Dentsply) em pacientes pediátricos. Realizaram 29 preparos classe I e 25 classe II em 1ºs e 2ºs molares decíduos com oclusão normal. Usaram isolamento absoluto, preparos cavitários sem bisel (as restaurações classe II foram pré-cunhadas antes do preparo), efetuaram proteção dentinária com cimento de hidróxido de cálcio, condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos em esmalte, lavaram o ácido e secaram o dente, com posterior aplicação do sistema adesivo Prisma Universal Bond (Dentsply) e restauração, seguindo as normas do fabricante. Testaram duas técnicas de acabamento. No grupo 1 fazendo-se desgaste imediato com brocas *carbide* de 12 lâminas e pedra branca, com refrigeração; no grupo 2, a escultura foi efetuada com instrumentos convencionais, antes da polimerização da resina composta sem qualquer outro processo posterior de acabamento. Nos casos em que houve interferência oclusal, desgastou-se a restauração e a mesma foi classificada como sendo do grupo 1. As restaurações foram moldadas imediatamente e 1 vez por mês durante 6 meses e após 1 ano, com polivinilsiloxano (Express, 3M). Os moldes foram avaliados por 2 pesquisadores cada, e analisada a perda de contorno anatômico, pelo desgaste sofrido. Houve diferença significativa entre os grupos, tendo o grupo 2 apresentado melhores resultados, e aos 12 meses, a diferença média de desgaste entre ambos foi de 60 µm aproximadamente, não tendo sido detectada diferença significativa entre ambos os processos apenas no primeiro mês. Concluíram afirmando que, apesar de não factível como processo clínico rotineiro, a eliminação dos ajustes e acabamento na superfície oclusal havia conduzido a uma substancial redução do desgaste, e que estes processos podiam ser bastante importantes.

Em 1989, TJAN; CHAN¹⁰³ estudaram a rugosidade e a dureza superficial de 6 resinas compostas indicadas para dentes posteriores (Heliomolar, Herculite, Fulfil, P-30, P-10 e Curay II) e 1 de micropartículas (Silux). Os corpos-de-prova, 5 de cada material, foram confeccionados seguindo as instruções dos fabricantes. As amostras foram incluídas em resina acrílica, desgastadas com pedra branca para expor a superfície e então 2 sistemas

de polimento foram utilizados, os discos Sof-Lex (3M) e as borrachas com abrasivos (Vivadent). A rugosidade foi determinada por um rugosímetro (Surftest – Mitutoyo) percorrendo 0,8 mm em cada amostra, através de 3 leituras com ângulos de 0, 45 e 90°. Os valores observados, médias em micrometros, constam da tabela a seguir.

Resina	Sof-Lex	Borrachas abras.	Tamanho partículas
Silux	0,12	0,25	<0,1
Heliomolar	0,14	0,23	<0,1
Herculite	0,11	0,19	0,7
Fulfil	0,21	0,36	4,2
P-30	0,28	0,74	2,5
P-10	0,27	0,78	1,7
Curay II	0,27	1,14	5,0

Os resultados mostraram que Silux, Heliomolar e Herculite tiveram os menores valores de rugosidade e que a resina Curay II teve os maiores valores. A rugosidade do material depende do tamanho de suas partículas. Observaram também uma alta correlação entre dureza e rugosidade, ou seja, materiais com altos valores de dureza apresentam também alta rugosidade.

Em 1990, DICKINSON *et al.*³⁰ avaliaram o efeito de um selante de penetração superficial clinicamente e “in vitro”. A superfície da resina composta polida apresenta microporosidades e bolhas, que influem na velocidade do estressamento químico e físico de sua estrutura. Um selante que ocupasse esses espaços, reforçaria a superfície destas restaurações, podendo aumentar sua durabilidade. Utilizaram um selante experimental, constituído de BISGMA acrescido de dois monômeros de baixo peso molecular, o TEGDMA e o THFMA, que melhoram sua capacidade de molhamento, aplicado sobre uma resina composta com 86% de carga em peso, tendo como partículas, vidro de estrôncio (BIS-FILL I). Clinicamente, 62 restaurações classe I e II em molares e pré-molares foram confeccionadas. As cavidades foram preparadas em alta rotação, com broca *carbide* 245, sem bisel no ângulo cavo-superficial, sendo utilizado recortador de margem apenas na parede gengival. Aplicaram uma base protetora de cimento de hidróxido de cálcio, seguida de uma camada de cimento de ionômero de vidro cobrindo toda a dentina. Realizaram, então, condicionamento ácido, aplicação do adesivo e inserção da resina composta em porções de 2 mm polimerizadas por 60 segundos cada. O acabamento e escultura foi realizado com brocas *carbide* de 12 lâminas em alta rotação, pedra branca e pontas de

polimento. Neste momento, metade das restaurações recebeu a camada do selante de superfície, aplicado na seguinte sequência: limpeza com composto pré-polimento, lavagem e secagem da superfície, aplicação de ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, lavagem e secagem novamente, aplicação do selante com pincel, aplicação de leve jato de ar e polimerização por 60 segundos. Os dentes foram moldados com polivinilsiloxano (Express-3M), e confeccionados modelos de gesso que foram avaliados pela escala M-L, imediatamente, após 6 meses e 1 ano, por 3 clínicos diferentes. Ao mesmo tempo, através da escala USPHS - Ryge foram avaliados o manchamento superficial, manchamento das margens, presença de cáries secundárias, desgaste, alteração de forma e adaptação marginal. Os resultados dessas análises, mostraram que a camada de selante foi benéfica em todos os tópicos avaliados. A integridade marginal apresentou valores alfa em 100% dos casos aos 6 meses e 1 ano, contra 97% e 90%, respectivamente, para as restaurações não seladas. O desgaste observado nas restaurações seladas foi significativamente menor que nas restaurações não seladas, sendo ao final de 6 meses, de 10,6 μm para as seladas e 19,4 μm para as não seladas e com 1 ano de avaliação, os valores foram de 13,9 μm e 25,4 μm , respectivamente, segundo a escala M-L. As avaliações pela escala USPHS-Ryge mostraram valores de 11,6 μm contra 16,8 μm aos 6 meses e 14,1 μm contra 26,4 μm com 1 ano para as restaurações seladas e não seladas, sequencialmente. A avaliação de réplicas das superfícies oclusais das restaurações, analisadas ao M.E.V., mostraram que após 1 ano, as que receberam aplicação do selante apresentaram menor quantidade de porosidades, bolhas e deslocamento de partículas, bem como outros defeitos superficiais. Concluíram que a aplicação anual de uma camada deste selante poderia aumentar a longevidade das restaurações de resina composta em dentes posteriores.

Em 1990, DICKINSON; MAZER; LEINFELDER³¹ em um estudo clínico de 2 anos, avaliaram o efeito da aplicação de um selante de superfície em restaurações de resina composta em dentes posteriores. O selante, uma resina com baixa viscosidade, composta de BIS-GMA, TEGDMA e THFMA, penetraria nas microrrachaduras e fendas, aumentando a resistência superficial da restauração. As restaurações, confeccionadas com Bis-Fil (Bisco), foram divididas em dois grupos, um que recebeu a aplicação do selante e outro sem este. Após 12 meses de avaliação clínica, houve redução de 50% na taxa de desgaste nas restaurações que receberam a aplicação do selante de superfície, quando comparados às não

seladas. Entre o primeiro e o segundo ano, as restaurações seladas, começaram a apresentar um aumento na taxa de desgaste, entretanto ainda apresentaram uma considerável melhora em relação aos não selados. A integridade marginal, nas restaurações seladas, foi superior aos que não receberam o selante. Concluíram que a aplicação do selante de superfície pode melhorar consideravelmente a longevidade das restaurações e que o mesmo deve ser reaplicado anualmente.

Em 1990, MELLO *et al.*⁶³ avaliaram a sorção de água e o manchamento superficial de 3 resinas compostas (Adaptic II P, Herculite e P-50) indicadas para restaurações de dentes posteriores. Foram confeccionados 5 corpos-de-prova para cada condição estudada, sendo estes imersos em saliva artificial ou solução de 50% de saliva artificial / 50% de café, armazenados por 15 dias, a 37°C, com agitação constante por meio de um aparelho histotécnico e uma vez ao dia realizaram ciclagem térmica, com variação de temperatura de 4 a 55 ± 2°C, por 15 minutos. Após esse período, as amostras foram secas e pesadas para determinar um possível aumento de peso, sendo comparadas com o seu peso inicial, e verificando o manchamento superficial pelo contraste de mudança de cor, através de fotografias. A menor sorção de água foi apresentada pela Adaptic II P, enquanto que o P-50 e o Herculite tiveram comportamento semelhante e 4 vezes maior que Adaptic II P. As três resinas apresentaram maior sorção de água, quando imersas na solução contendo café. A alteração de cor foi diretamente proporcional à sorção de água apresentada pelos materiais estudados. Concluíram que, a presença de fendas na interface carga-matriz, permite um aumento na impregnação e no manchamento das restaurações, pois acelera a degradação hidrolítica, e que essas fendas são menores em resinas compostas com micropartículas.

Em 1990, WISNIEWSKI; LEINFELDER; BRADLEY¹¹⁴ estudaram o efeito de três diferentes métodos de acabamento e sua relação com a taxa de desgaste das resinas compostas. Foram restauradas 67 cavidades oclusais em molares, com a resina composta Occlusin (ICI) e 3 métodos de acabamento foram utilizados, assim distribuídos: A- matriz anatomicamente adaptada, ocorrendo a fotopolimerização através dela; B- brocas de acabamento sem refrigeração; C- brocas de acabamento seguida da utilização de pontas diamantadas de acabamento com refrigeração. As restaurações foram avaliadas após 6 meses e 1 ano. Foi efetuada uma avaliação direta através do método USPHS (Ryge) e na avaliação com 1 ano, o resultado obtido foi: A- 100% Alfa, B-100% Alfa e C- 75% Alfa.

Uma outra avaliação, desta vez indireta, foi feita após moldagem dos dentes com elastômero e confecção de modelos de gesso; após 1 ano, observaram as seguintes taxas de desgaste: A- 18,2 μm ; B- 18,8 μm e C- 26,5 μm . Concluíram que a técnica de acabamento tem significativo efeito na taxa de desgaste das restaurações de resina composta. Houve aumento de 46% nessa taxa quando o acabamento foi realizado com pontas diamantadas em comparação com grupo controle (A) e que as técnicas de acabamento devem ser aperfeiçoadas.

Em 1991, WILLENS¹¹¹ procurando definir um padrão aceitável de rugosidade superficial das resinas compostas após algum tempo de uso clínico, compararam esta rugosidade com a do esmalte desgastado por atrito contra outra superfície de esmalte. Utilizaram 70 marcas de resinas compostas com as quais confeccionaram amostras cilíndricas com 5 mm de diâmetro por 5 mm de espessura, a partir de uma matriz apoiada sobre uma lâmina de vidro, onde a resina era inserida e sobre ela uma outra lâmina era pressionada. As resinas fotopolimerizadas foram ativadas por 60 segundos em cada um dos lados e as quimicamente ativadas, confeccionadas da mesma maneira, tendo-se o cuidado de dosar as 2 pastas em balança analítica. Após a polimerização os excessos foram removidos com lixa 600. Os corpos-de-prova sofreram um processo de abrasão em equipamento apropriado ao qual foi acoplada uma escova dental Oral B de média dureza, aplicada com carga de 150 g, durante 180 minutos. A rugosidade foi determinada através de um rugosímetro (Talysurf 10) que possui apalpador piramidal de diamante, com ângulo de 90°, acoplado a um computador que exhibe os resultados das leituras. Foi utilizado um cut-off de 0,25 mm e o palpador percorreu 1,75 mm sobre o corpo-de-prova, 3 vezes em cada um. A rugosidade do esmalte desgastado (controle do estudo), foi determinada “in vivo” em áreas selecionadas onde houve desgaste por abrasão contra outra superfície de esmalte e a média dos valores observados foi de 0,64 μm . Os resultados de algumas das resinas estão listados a seguir, em micrometros, em ordem crescente, a partir da mais lisa: Durafil (0,11), Helioprogress (0,12), Heliomolar RO (0,13), Silux Plus (0,13), Prisma APH (0,29), P-50 (0,48), P-30 (0,67), Bis-Fil I (0,80), P-10 (1,02) e Estilux Posterior (1,48). Concluíram que as resinas com rugosidade menor que a do esmalte desgastado teriam melhor desempenho clínico. A média de rugosidade de alguns materiais pode ser igual, entretanto, se tiverem picos e vales com valores diferentes, seu comportamento clínico também será distinto. O

uso do cut-off de 0,25 mm durante o teste de rugosidade minimiza bastante este fator. A rugosidade está diretamente relacionada com o tamanho, o formato, a quantidade e a dureza das partículas que compõe a resina.

Em 1992, BERASTEGUI *et al.*⁹ estudaram a rugosidade superficial de resinas compostas utilizando diferentes técnicas de polimento. Selecionaram 2 materiais restauradores, um de micropartículas (Silux) e outro híbrido (Herculite XR), e com cada um restauraram 60 cavidades classe V preparadas em dentes incisivos e caninos extraídos. Cada um dos grupos foi subdividido em 6 partes de 10 amostras que receberam as diferentes técnicas de acabamento e polimento, assim distribuídas: A- pedra de Arkansas; B- broca *carbide* de 8 lâminas; C- ponta diamantada de granulação fina; D- discos Sof-Lex de granulações 150, 360, 600 e 1.200 usados nesta sequência; E- grupo que não sofreu polimento (também não foi utilizada fita matriz); F- broca *carbide* de 12 e 30 lâminas em sequência. Todos os corpos-de-prova foram polidos em alta rotação e com irrigação, exceção feita ao grupo D, em que os discos foram aplicados em baixa rotação. As medidas de rugosidade foram determinadas com um aparelho perfilométrico Hommel Tester T 120, que apresenta ponta ativa detectora diamantada cônica com ângulo de 60° e raio de 0,005 mm. O apalpador diamantado percorreu 1 mm do corpo-de-prova com velocidade de 0,10 mm/segundo e cutoff de 0,08 mm, sendo realizadas 5 leituras em cada amostra. Os dados obtidos permitiram a elaboração do quadro abaixo, com as médias de rugosidade expressas em micrometros.

Técnica	Silux	Herculite
A	0,470	0,660
B	0,440	0,460
C	0,840	0,680
D	0,180	0,290
E	1,210	0,360
F	0,380	0,370

Concluíram que todos os tipos de polimento criam irregularidades superficiais nas resinas compostas. A resina de micropartículas apresentou melhores resultados que a Herculite; e para ambos os materiais os discos de Sof-Lex propiciaram maior lisura.

Em 1992, FERRACANE; CONDON; MITCHEM³⁶ avaliaram a ocorrência de defeitos na superfície de resinas compostas, provocados pelo processo de acabamento, considerando que, vários outros estudos concluíram que esses defeitos aumentavam o

desgaste destas restaurações. Selecionaram 3 resinas compostas encontradas no comércio (Silux Plus, P-50 e Herculite) e 2 experimentais, uma com partículas menores que 1 μm (1Q) e outra híbrida, com as mesmas partículas acrescidas de outras com tamanhos entre 1 e 15 μm (1/8Q). Foi avaliada a penetração superficial de íons prata, em 3 diferentes situações; desgaste com brocas *carbide* 12 lâminas, desgaste com pontas diamantadas para acabamento e sem desgaste, tendo sido a superfície polimerizada em contato com uma tira matriz. Para cada situação apresentada, 6 corpos-de-prova foram confeccionados, retangulares com 8 mm de altura x 3 mm de largura e 1,2 mm de espessura. A resina foi fotopolimerizada, em contato com a matriz, por 40 segundos. Após 3 minutos, um lado, com área de 8 x 1,2 mm, de cada corpo-de-prova recebeu o procedimento de desgaste com broca *carbide* ou ponta diamantada. O desgaste foi realizado com refrigeração, velocidade e carga controladas e iguais em todos os corpos-de-prova. Foram então, lavados, secos e imersos em solução de nitrato de prata por dois dias. Passado esse período, foram envoltos em resina epóxica, cortados longitudinalmente e analisados ao M.E.V.. Houve diferença significativa na penetração do corante entre os materiais estudados, distribuídos da seguinte forma: P-50 > Silux Plus > 1Q = 1/8 > Herculite. Entretanto, só foi verificada diferença significativa entre superfícies desgastadas e não desgastadas, com maior penetração do corante nas primeiras, com as resinas Silux Plus e P-50. Uma maior quantidade de fendas e escamações de partículas foi encontrada nos espécimes desgastados com ponta diamantada. A maior concentração de íons prata foi verificada na matriz da resina composta e ao redor das partículas de carga. Concluíram que o procedimento de acabamento das restaurações contribui para a formação de microrrachaduras na estrutura da resina composta, podendo influir no processo de degradação. Entretanto, outros fatores, como polimerização, tipo e quantidade de partículas e a adesão entre carga e matriz também contribuem para esse processo.

Em 1992, WILLENS *et al.*¹¹⁰ propuseram uma classificação dos tipos de resina composta existentes, baseada na composição, no tamanho, no formato e na distribuição de suas partículas. Estudaram 89 marcas de resinas analisando as partículas, após serem isoladas da matriz pela dissolução desta parte resinosa em acetona, através de um processo de centrifugação. Um sistema utilizando um aparelho de difração à laser, acoplado a um computador, foi usado para determinar as características das partículas. Amparados por esta

análise, dividiram as resinas em 6 grupos: 1- densa intermediária (até 60% de carga em volume), 2- densa compacta (acima de 60% de carga em volume), 3- micropartícula, 4- mista, 5- tradicional e 6- reforçada por fibra. Entre outras propriedades, testaram a rugosidade superficial, teste que foi efetuado com rugosímetro (Talysurf 10) e a média, obtida após as amostras terem sofrido abrasão por escova de dentes aplicada com dentífrício em equipamento adequado, e comparadas à rugosidade do esmalte desgastado por contato oclusal (0,64 μm). Os resultados observados para algumas das resinas estão na tabela a seguir.

Resinas	% Part. vol.	Tamanho médio part.	Rugosidade
Dens. Inter.			
Herculite XR	55,2	1,0	0,12
APH	49,7	3,1	0,29
Prismafil	51,2	7,3	0,60
Dens. Comp.			
Z-100	64,3	1,0	0,27
P-10	70,2	5,1	1,02
Micropart.			
Durafil	22,6	0,04	0,11
Helio Progress	36,1	0,04	0,12
Silux Plus	37,5	0,04	0,13
Mista			
Heliomolar RO	38,5	13,1	0,13
Tradicional			
Adaptic	61,9	15,4	1,26
Miradapt	63,1	7,8	1,01
Ref. Fibra			
Restolux SP4	68,5	11,2	1,19

Concluíram que as resinas de micropartículas possuem a maior lisura de superfície entre todos os grupos estudados. As resinas densas são materiais que associam boa lisura de superfície e boas propriedades mecânicas, sendo as mais indicadas em dentes posteriores. A resina reforçada por fibras tem alta rugosidade, por conter partículas de até 300 μm de comprimento. Idealmente as resinas deveriam ter uma alta quantidade de carga em volume, e estas partículas serem de tamanho reduzido, pois assim apresentariam um conjunto de características positivas, como lisura de superfície, dureza, resistência à compressão e desgaste.

Em 1993, WILLEMS *et al.*¹¹² estudaram várias propriedades das resinas compostas, analisando 89 marcas comerciais, com a finalidade de determinar as características de um material para ser usado em dentes posteriores. Foi estudada a distribuição e tamanho das partículas, o módulo de Young, a rugosidade superficial, a dureza Vickers, a radiopacidade, a resistência à compressão, a resistência à fratura, a taxa de desgaste e a microdureza das partículas. A rugosidade superficial foi determinada através de um rugosímetro computadorizado, aplicado à superfície das amostras após estas terem sofrido uma abrasão por ação de um dentífrico friccionado com escova de dentes. As médias dos valores obtidos, em micrometros, foram comparadas com a rugosidade do esmalte (0,64 μm) e entre outras marcas testadas estavam a Prisma APH (0,29), Z-100 (0,27), Durafil (0,11), Heliomolar Radiopaque (0,13), Herculite XR (0,12), Herculite Condensable (0,12), Helioprogress (0,12) e Silux Plus (0,13). Concluíram, após estudo de todos os itens, que as resinas compostas contendo partículas ultra finas compactadas, são as que melhor atendem a todos os requisitos de um material restaurador para dentes posteriores.

Em 1994, CHUNG¹⁹ estudou o efeito do acabamento e polimento na rugosidade superficial de resinas compostas. Elegeram 4 materiais restauradores (Prisma APH, P-50, Herculite XR e Heliomolar) e para cada, um mesmo operador confeccionou 40 corpos-de-prova com 10 mm de diâmetro x 2 mm de espessura, a partir de uma matriz de acrílico, recoberta na sua base e superfície por uma fita matriz e sobreposta por uma lâmina de vidro. A resina foi fotopolimerizada por 60 segundos, removida da matriz, separada em 4 grupos, recebendo então o polimento com 3 diferentes técnicas, simulando procedimentos clínicos, especificadas a seguir: 1- controle (não recebeu polimento), 2- sistema de polimento Enhance, 3- sistema de polimento Premier MPS e 4 sistema de polimento Sof-Lex. Todos os sistemas foram aplicados em baixa rotação, com pressão suave, durante 15 segundos em cada etapa, lavados e secos. Os valores médios de rugosidade superficial, em micrometros, foram determinados por um rugosímetro Hommel Tester T6D, e compõe a tabela abaixo.

Resina	Matriz	Enhance	Sof-Lex	Premier
APH	0,10	0,17	0,19	0,19
P-50	0,11	0,21	0,22	0,20
Herculite	0,09	0,18	0,17	0,25
Heliomolar	0,10	0,14	0,14	0,17

Concluiu que a superfície mais lisa foi obtida com a fita matriz, entretanto, afirma ser improvável sua utilização clínica, devido à necessidade de remoção de excessos de material restaurador. Entre os sistemas de polimento, Enhance e Sof-Lex apresentaram resultados semelhantes e superiores ao Premier MPS. A resina Heliomolar mostrou os melhores resultados, principalmente em relação ao P-50 e Herculite XR.

Em 1996, KAPLAN *et al.*⁵⁵ afirmaram que um alto polimento das restaurações de resina composta seria necessário para dificultar o acúmulo de placa bacteriana. Avaliaram a rugosidade superficial de 4 resinas compostas híbridas (APH, Herculite, Pertac e Z-100) submetidas ao polimento com 3 diferentes sistemas (Enhance, Kerr e MFS / MPS). Confeccionaram 48 amostras de 20 mm de diâmetro x 1 mm de espessura, polimerizadas por 30 segundos com aparelho Optilux 500, e armazenados por 45 minutos em água a 37°C. Após o período de armazenagem as amostras foram polidas, por um único operador seguindo as orientações dos fabricantes e determinada a sua rugosidade superficial. As leituras foram efetuadas através de um rugosímetro (Surftest 4 – Mitutoyo) percorrendo uma distância de 4,8 mm. Os resultados encontrados (médias em micrometros) são reportados na tabela a seguir.

Resina	Enhance	Kerr	MFS/MPS	Média Global
Pertac	31,0	5,0	2,5	12,8
APH	12,3	8,5	10,3	10,3
Herculite	23,3	4,8	1,5	9,8
Z-100	15,3	7,3	2,3	8,3

Concluíram que o sistema Enhance apresentou o pior resultado com as 4 resinas estudadas, seguido do sistema Kerr e finalmente o MFS/MPS com melhor desempenho. As resinas na média global não apresentaram diferença significativa entre si, mas a sequência da menos rugosa para a de pior resultado foi: Z-100, Herculite, APH e Pertac.

Em 1996, TATE; POWERS¹⁰⁰ avaliaram a rugosidade superficial de 2 resinas compostas (Charisma e Revolution) variando o sistema de polimento utilizado. Foram confeccionadas 3 amostras por material estudado, usando uma matriz de plexiglass com 6 mm de diâmetro x 3 mm de espessura, onde a resina era inserida e fotopolimerizada, conforme instrução do fabricante. A fotopolimerização foi realizada através de uma lâmina de vidro posicionada na superfície da resina (tratamento A), e a intensidade de luz do aparelho monitorada por radiômetro. Os corpos-de-prova sofreram 2 procedimentos

completos de polimento, no primeiro iniciou-se com o desgaste por brocas *carbide* de 12 lâminas (tratamento B), seguido por uma abrasão por pontas Enhance (tratamento C) e finalizou-se com a aplicação de pasta para polimento Prisma Gloss (tratamento D). O segundo procedimento também iniciou-se com o desgaste por brocas *carbide* de 12 lâminas dos mesmos corpos-de-prova usados anteriormente (tratamento F), seguido da aplicação do disco de Sof-Lex de granulação fina (tratamento G), e terminado com a aplicação do disco de Sof-Lex de granulação ultra fina (tratamento H). As leituras de rugosidade foram executadas antes dos procedimentos de polimento e após cada uma de suas etapas. Foi usado um rugosímetro (Talysurf 10), percorrendo um traçado de 2 mm e cutoff de 0,25 mm para eliminar ao máximo as variáveis da superfície, com 5 leituras em cada amostra. Os valores médios obtidos, em micrometros, estão expressos na tabela abaixo.

Resina	Trat. A	Trat. B	Trat. C	Trat. D	Trat. F	Trat. G	Trat. H
Charisma	0,05	0,28	0,36	0,20	0,30	0,15	0,08
Revolution	0,02	0,54	0,54	0,36	0,45	0,18	0,11

A superfície mais lisa foi obtida com o tratamento A, quando as resinas não sofreram desgaste. O segundo procedimento completo mostrou-se mais eficiente que o primeiro, apresentando resultado final superior. Entre os materiais para polimento, os discos Sof-Lex de granulação ultra fina produziram a superfície mais lisa. A resina Charisma apresentou menor rugosidade com todos tipos de polimento utilizados que a resina Revolution.

Em 1998, FREITAS *et al.*⁴⁰ estudaram a ação de ácidos orgânicos sobre a rugosidade superficial de resinas compostas. Selecionaram 3 compósitos (Z-100, Heculite XRV e Charisma) e confeccionaram 15 amostras com cada material, a partir de uma matriz de plexiglass, medindo 8 mm de diâmetro por 2 mm de espessura, fotopolimerizadas por porções, através de fotopolimerizador Optilux 150, por 40 segundos cada uma. A matriz foi parafusada em uma base, também de plexiglass, e uma lâmina de vidro recoberta com uma tira de poliéster e pressionada digitalmente, foi usada como contramatriz. Os corpos-de-prova foram armazenados por 24 horas em estufa a 37°C e umidade relativa de 100%. Após este período, a rugosidade foi determinada, através de rugosímetro (Surftest 211 – Mitutoyo), sendo percorrido pelo apalpador um trecho de 1,25 mm, e realizadas 3 leituras por corpo-de-prova. Neste momento, os espécimes, divididos em 3 grupos, foram imersos nas soluções de ácidos orgânicos (acético a 99,7%, láctico a 85% e propiônico a 99,5%) por

48 horas e então nova leitura da rugosidade foi efetuada. Os valores obtidos, em μm , são mostrados na tabela abaixo.

	Acético		Lático		Propiônico	
Resina	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Z-100	0,0600	0,0560	0,0560	0,0560	0,0620	0,0620
Herculite	0,0640	0,0620	0,0600	0,0600	0,0560	0,0560
Charisma	0,0660	0,0660	0,0620	0,0600	0,0620	0,0640

Os resultados mostram que para todas as condições estudadas não houve alteração na rugosidade de nenhuma das 3 resinas compostas avaliadas.

Em 1998, HOELSCHER *et al.*⁵⁰ estudaram o efeito de 5 métodos de polimento sobre 2 resinas compostas. As resinas utilizadas foram Silux e TPH, com as quais confeccionaram espécimes (5 para cada grupo) usando uma matriz cilíndrica oca com 9 mm de diâmetro x 4 mm de espessura. Em cada lado da matriz, uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro eram posicionadas, e a fotopolimerização feita através delas por 30 segundos de cada lado e complementadas por 60 segundos após sua remoção, quando eram então armazenados a 37°C, com umidade relativa de 100% por 24 horas. Neste momento, uma primeira medida da rugosidade superficial era realizada utilizando um rugosímetro Surfanalyzer 4000, com cutoff de 0,80 mm à velocidade de 0,25 mm por segundo. O espécime era girado em 120° após cada traçado e 3 leituras foram efetuadas por amostra. As técnicas de polimento foram então aplicadas sobre os espécimes, seguindo a orientação dos fabricantes, pelo mesmo operador, com os seguintes materiais:

- 1- brocas *carbide* + pontas diamantadas em alta rotação
- 2- pontas Enhance
- 3- discos de Sof-Lex
- 4- brocas *carbide* + pontas diamantadas + pasta Prisma Gloss
- 5- pontas Enhance + pasta Prisma Gloss

Os corpos-de-prova foram novamente submetidos à leitura de sua rugosidade superficial, como descrito anteriormente e os valores observados, em micrometros, constam da tabela abaixo.

Resina	Matriz	Téc. 1	Téc. 2	Téc. 3	Téc. 4	Téc. 5
Silux	0,12	1,12	0,16	0,47	0,31	0,19
TPH	0,13	0,66	0,65	0,50	0,62	0,16

Os resultados mostram que a fita matriz produz maior lisura de superfície que qualquer uma das técnicas de polimento utilizadas neste estudo. Entre as técnicas usadas, a melhor foi a 5, que para as duas resinas testadas mostrou resultados superiores. As resinas tiveram comportamento semelhante com a fita matriz e as técnicas 3 e 5; a resina Silux apresentou melhor resultado com as técnicas 2 e 4 e a resina TPH melhor desempenho com a técnica 1.

Em 1999, CARDOSO; MALLMANN¹⁴ em artigo de revisão de literatura analisaram as propriedades e características das resinas condensáveis. Citam que as tradicionais resinas híbridas, tem se firmado como alternativa para as restaurações de amálgama, entretanto, sua técnica de confecção exige cuidados que implicam em dificuldades para o profissional, destacando-se a inserção do material na cavidade e a obtenção de ponto de contato adequado. Na tentativa de suprir estas deficiências, os fabricantes introduziram no mercado as resinas condensáveis, de alta viscosidade, que facilitam seu manuseio, pois podem ser inseridas à cavidade com uma certa pressão de condensação. Os fabricantes alteraram a matriz da resina, substituindo o BIS-GMA / TEDGMA por outros monômeros mais densos, casos das resinas Surefil, P-60 e Prodigy Condensável ou alteraram o tipo de carga, utilizando partículas maiores e ou mais ásperas, casos das resinas Solitaire, Alert e Pyramid. Dentre as propriedades, citam que estes materiais apresentam baixas taxas de desgaste, altos valores de resistência à flexão e também resultados favoráveis de resistência à compressão, de rugosidade, de contração de polimerização e de dureza. Apresentam, neste trabalho, valores de rugosidade em micrometros de alguns destes novos produtos: Alert (0,58), Surefil (0,41), Pyramid (esmalte- 0,17 / dentina- 0,25), Solitaire (0,12) e P-60 (0,10). Concluem que esta nova geração de materiais estéticos parece ser promissora, baseada em estudos clínicos, laboratoriais e também pelas vantagens imediatas que apresentam.

Em 1999, JOÃO; MONNERAT; MELO⁵² considerando que a lisura superficial é fundamental para o sucesso de uma restauração de resina composta, pois melhora a estética e reduz o acúmulo de placa bacteriana, estudaram a variação da rugosidade superficial de uma resina de micropartículas (Durafil) obtida com 4 diferentes tipos de acabamento. Confeccionaram 40 amostras, 10 para cada um dos grupos (A, B, C e D), sendo um grupo controle não polido (A), obtido pela superposição de uma tira de poliéster e 3 grupos que receberam polimento com pontas de silicone com abrasivos [Identoflex - DFL (B), Enhance

- Dentisply (C) e Viking - KG Sorensen (D)] utilizadas em baixa rotação. Após o polimento, um rugosímetro (Surftest 211 – Mitutoyo) foi usado para determinar a rugosidade de cada amostra. As médias dos valores observados foram: grupo A = 2,07 μm , grupo B = 2,23 μm , grupo C = 2,27 μm e grupo D = 2,28 μm . Concluíram não haver diferença significativa entre os 4 tipos de acabamento estudados, entretanto salientam que este fato pode ser devido a terem utilizado uma resina de micropartículas.

Em 1999, LIM *et al.*⁶¹ estudaram a interferência do tipo e da quantidade de carga na rugosidade superficial de resinas compostas. Foram confeccionadas 13 diferentes fórmulas, todas com a mesma matriz orgânica, sendo um grupo controle sem carga, e 5 contendo partículas esferoidais de sílica com diferentes concentrações em peso (5%, 10%, 15%, 20% e 25%) e 7 contendo partículas irregulares de sílica nas concentrações de 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70% em peso. Para cada material, 15 amostras foram confeccionadas com 5 mm de diâmetro e 2 mm de espessura em matriz de resina epóxica, imersos em água destilada a 37°C por 24 horas, e posteriormente polidos com uma pasta diamantada (tamanho das partículas de diamante = 6 μm) por 10 minutos. A rugosidade foi medida com rugosímetro Mitsutoyo, com sensibilidade 2.000 e velocidade 0,8 mm. Os valores obtidos em μm foram: resina sem carga (0,24); resinas com partículas esferoidais: 5% (0,41), 10% (0,40), 15% (0,41), 20% (0,30) e 25% (0,39); resinas com partículas irregulares: 10% (0,39), 20% (0,40), 30% (0,78), 40% (0,97), 50% (0,93), 60% (1,09) e 70% (1,07). Os resultados mostram que a presença de partículas de carga e sua maior quantidade aumentaram a rugosidade do material e que não houve diferenças estatísticas entre resinas com partículas esferoidais e irregulares nestas concentrações.

Em 1999, ROEDER; TATE; POWERS⁹¹ avaliaram a rugosidade superficial de resinas compostas com diferentes tipos de acabamento e polimento. Selecionaram 3 resinas condensáveis (Alert, Surefil e Solitaire) e 1 híbrida (Z-100). Para cada grupo foram confeccionadas 5 amostras das resinas e 5 diferentes tipos de acabamento e polimento superficial foram avaliados: 1- matriz de poliéster tipo Mylar, 2- pontas diamantadas para acabamento, 3- sistema Diacomp, 4- sistema Jiffy e 5- sistema Sof-Lex. A rugosidade foi determinada com 5 leituras em cada amostra, por um rugosímetro (Talysurf 10) percorrendo uma extensão de 2 mm e com “cut-off” de 0,25 mm. Os valores, em micrometros, são mostrados no gráfico abaixo.

	Resinas			
Acabamento	Alert	Surefil	Solitaire	Z-100
Fita Milar	0,22	0,06	0,04	0,03
Ponta diam.	2,10	1,30	1,50	1,20
Sist. Diacomp	0,79	0,59	0,91	0,44
Sist. Jify	1,70	0,34	0,23	0,21
Sist. Sof-Lex	0,39	0,24	0,20	0,16

Os resultados mostram que todos os sistemas de acabamento aumentaram a rugosidade superficial quando comparados com a superfície obtida pela fita matriz. O sistema de acabamento que apresentou os melhores resultados para todas as resinas testadas foi o Sof-Lex. Entre as resinas avaliadas a Z-100 mostrou uma maior lisura superficial e a Alert a maior rugosidade.

Em 2000, BRAGA *et al.*¹¹ analisaram a rugosidade superficial de 2 resinas condensáveis, Alert e Solitaire, após sofrerem acabamento com 2 técnicas distintas. Cofecionaram 40 corpos-de-prova (4 grupos de 10), inserindo a resina em tubos cilíndricos plásticos utilizando a técnica “incremental”. As amostras sofreram o polimento pelas técnicas: 1- ponta diamantada 3195F, pontas Enhance, discos Sof-Lex médio e fino nesta sequência e 2- broca *carbide* 12 lâminas, pontas Enhance, discos Sof-Lex médio e fino nesta sequência. As leituras de rugosidade, realizadas com rugosímetro SurfTest – Mitutoyo, foram efetuadas após cada instrumento aplicado sobre as resinas. Os resultados mostram que após o uso da broca multilaminada houve menor rugosidade do que após o uso da ponta diamantada. Entretanto, ao término das 2 técnicas, não houve diferença significativa na rugosidade das resinas. As 2 resinas estudadas tiveram valores semelhantes entre si.

Em 2000, CARDOSO *et al.*¹³ afirmaram que o uso de resinas compostas condensáveis em restaurações de dentes posteriores, é uma grande tendência da odontologia, por facilitar o manuseio clínico, e que seria necessário que estes materiais apresentassem uma baixa rugosidade após o polimento. Neste estudo, quantificaram a rugosidade superficial das resinas compostas Z100 (Z10), Alert (ALE), Alert nova fórmula (ALN), Solitaire (SOL), Sculpt-it (SCU), Definite (DEF), Pyramid Enamel (PYE), Pyramid Dentin (PYD), P-60 (P60), Z-250 (Z25) e Surefil (SUR). Para cada material, fizeram 3 espécimes de 5 x 2 x 1 mm, que foram armazenados por 24 horas em água destilada, imersos em resina acrílica e polidos em uma máquina apropriada (Struers). O polimento final foi efetuado com ponta diamantada, seguido da aplicação das pastas Poli I, Poli II e

Foto Gloss, nesta sequência, com escova de Robinson. A rugosidade foi determinada com rugosímetro Surf test 301- Mitutoyo, e as médias obtidas, em micrometros, podem ser observadas a seguir, a partir das de maior rugosidade.

ALE	ALN	SUR	PYD	Z10	PYE	Z25	DEF	SOL	P60	SCU
0,70	0,58	0,41	0,25	0,18	0,17	0,15	0,14	0,12	0,10	0,07

Concluíram que a resina Alert apresentou a maior rugosidade entre todas as estudadas e a Sculp-it o menor valor.

Em 2000, COBB *et al.*²⁰ compararam o tamanho e o formato das partículas de 3 resinas compactáveis (Alert, Surefil e Solitaire) com 2 tradicionais híbridas (TPH e Heliomolar). Analisaram, para cada material, as características de suas partículas ao M.E.V., com aumento de 1.000 vezes. No preparo das amostras, as resinas foram polimerizadas por apenas 10 segundos de exposição e imersas em um aparelho de ultrassom contendo acetona a 100%, por 1 minuto, para a remoção de parte superficial da matriz orgânica, expondo as partículas do material e depois polimerizadas por mais 40 segundos. Observaram que as resinas compactáveis contêm partículas maiores que as resinas tradicionais, inseridas na composição para que o material apresente menor contração de polimerização e maior densidade, facilitando a inserção na cavidade. Entretanto, o uso de partículas grandes, pode ser considerado um retrocesso em relação à taxa de desgaste do material, que seria maior devido à irregularidade de sua superfície e também em relação à lisura superficial, que é menor que a das resinas tradicionais, facilitando a degradação dos materiais.

Em 2000, HASHIMOTO *et al.*⁴⁸ salientaram que uma maior rugosidade das restaurações aumenta a probabilidade de ocorrerem problemas periodontais. Considerando as faces proximais regiões de difícil polimento e que seu contorno é determinado pela matriz empregada na confecção da restauração, avaliaram a rugosidade superficial de 5 resinas compostas indicadas para dentes posteriores (Surefil, P-60, Prodigy, Alert e Definite) quando condensadas contra 2 tipos de matrizes de aço (reta – Fava e tipo bumerangue – Tofflemire). Foram confeccionadas 7 amostras de cada resina com cada tipo de matriz, totalizando 70 corpos-de-prova, fotopolimerizados segundo as instruções dos fabricantes. A rugosidade foi determinada por um rugosímetro (Surf test 211 – Mitutoyo) e as médias, em micrometros, dos valores observados estão na tabela abaixo.

	Resinas				
	Surefil	P-60	Prodigy	Alert	Definite
Matriz reta	1,32	1,32	1,37	1,40	1,41
Matriz bumer.	1,10	1,48	1,25	1,39	1,25

Concluíram não haver diferença de rugosidade entre as resinas testadas e também entre os 2 tipos de matriz utilizadas.

Em 2000, JACQUES *et al.*⁵¹ analisaram a rugosidade superficial de 8 resinas compostas polidas por 2 sistemas distintos. Utilizaram as resinas Durafill VS, Herculite XRV, Z-250, Fill Magic Condensável, Esthet X, Renew, Point 4 e A 110, com as quais confeccionaram 4 corpos-de-prova para cada material, com 2,5 mm de espessura por 4 mm de diâmetro, fotopolimerizados por 40 segundos. Foram, então, armazenados por 24 horas em água a 37°C e posteriormente polidos, metade das amostras com discos do sistema Sof-Lex e outra metade com taças de borracha Viking, sendo que na troca dos abrasivos eram limpos em aparelho de ultra-som. Em cada corpo-de-prova 10 leituras foram efetuadas, 5 no sentido horizontal e 5 no vertical, através de um rugosímetro (Surftest 211 – Mitutoyo). As médias dos valores obtidos, em micrometros, estão na tabela abaixo.

	Resinas							
	Dura	Herc	Z250	Fill	Esth.	Rene	Poin.	A110
Sof-Lex	0,10	0,06	0,09	0,10	0,09	0,06	0,09	0,08
Viking	0,29	0,31	0,21	0,40	0,34	0,28	0,27	0,20

Os resultados mostraram não haver diferença entre as resinas quando polidas pelo sistema Sof-Lex, o mais eficiente entre deles. Quando se utilizou o sistema Viking obteve-se a seguinte sequência a partir do melhor resultado: A 110, Z-250, Point 4, Renew, Durafill VS, Herculite XRV, Esthet X e Fill Magic Condensável.

Em 2000, NAVARRO; NUNES; BARBOSA⁶⁸ testaram “in vitro” a rugosidade superficial de 2 resinas de micropartículas (Durafill e Perfection) obtidas com 10 diferentes técnicas de acabamento e polimento. Utilizaram 200 corpos-de-prova, divididos em 2 grupos de 100, cada um subdividido em 10, um para cada técnica de acabamento e polimento. As amostras foram confeccionadas tendo 6 mm de diâmetro x 3 mm de espessura, a partir de uma matriz metálica oca posicionada sobre uma placa de vidro coberta por uma fita de poliéster. A resina era inserida na matriz e fotopolimerizada em 2 porções de 1,5 mm de espessura, sendo que sobre a segunda porção era posicionada uma fita matriz e uma placa de vidro, tornando a superfície plana e lisa. A fotopolimerização foi

efetuada através da placa de vidro com um aparelho Gnatus Optilight 600, durante 30 segundos para a resina Perfection e 40 segundos para a Durafill. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 23°C por 12 horas e então submetidos às diferentes técnicas de polimento, sempre lavados e secos a cada troca de instrumento e ao final do polimento.

Técnica 1 – pontas diamantadas de granulação fina (3195F), extrafina (3195FF), pontas de borracha com abrasivos e pasta de polimento (Prisma-Gloss) aplicada com disco de feltro.

Técnica 2 – técnica 1 + discos Sof-Lex de granulação média, fina e extrafina.

Técnica 3 – brocas *carbide* multilaminadas para polimento com 13 lâminas (FG7214) e 30 lâminas (FG9214).

Técnica 4 – pontas diamantadas de granulação fina e extrafina.

Técnica 5 – discos Sof-Lex de granulação média, fina e extrafina.

Técnica 6 – discos Super Snap de granulação média, fina e extrafina.

Técnica 7 – pontas de borracha com abrasivos e pasta de polimento.

Técnica 8 – técnica 1 + discos Super Snap de granulação média, fina e extrafina.

Técnica 9 – sem acabamento; superfície obtida com fita matriz

Técnica 10 – sem acabamento; superfície esculpida com espátula sem matriz.

Todos os movimentos foram padronizados, horizontais em sentido único, sendo as pontas diamantadas e as brocas *carbide* utilizadas em alta rotação com spray água / ar e os demais materiais em baixa rotação com o campo seco. A rugosidade superficial foi determinada através de um rugosímetro Hommel Tester T 1.000, imediatamente após o polimento, com 3 leituras por amostra, percorrendo traços perpendiculares ao movimento do polimento. Os valores médios, em micrometros, são apresentados a seguir, na tabela abaixo.

Resina	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10
Durafill	0,29	0,25	0,31	0,70	0,11	0,17	0,06	0,18	0,05	1,23
Perfection	0,36	0,27	0,45	0,69	0,12	0,14	0,14	0,24	0,05	2,59

Concluíram que entre as resinas estudadas não houve diferença significativa. Dentre as técnicas estudadas a menor rugosidade foi apresentada pela fita matriz (9), seguida pelos discos de Sof-Lex (5) e pontas de borracha com abrasivo + pastas de polimento (7) e os piores resultados quando usadas brocas *carbide* (3) e pontas diamantadas (4).

Em 2000, OLIVEIRA; NAVARRO; ODA⁷² estudaram a rugosidade superficial de resinas compostas para dentes posteriores quando submetidas a diferentes técnicas de

acabamento e polimento. Utilizaram 3 resinas condensáveis (P-60, Fill Magic e Alert) e para cada uma confeccionaram 25 amostras circulares com 4 x 6 mm e armazenaram em água destilada durante 24 horas. Após este período, 5 diferentes tratamentos de polimento foram empregados nas amostras, divididos em grupos de 5, com os seguintes materiais: 1- pasta abrasiva; 2- ponta Enhance; 3- broca multilaminada; 4- ponta Enhance + pasta abrasiva; 5- broca multilaminada + pasta abrasiva. Em cada corpo-de-prova foram realizadas 5 leituras de rugosidade (rugosímetro Surftest 211 – Mitutoyo) e os valores observados, médias em micrometros, constam da tabela abaixo.

Resina \ polimento	1	2	3	4	5
P-60	1,7	1,1	0,8	0,7	0,5
Fill Magic	1,2	0,5	0,9	0,6	0,8
Alert	1,9	1,5	1,0	1,2	0,8

Concluíram que o tratamento somente com pastas abrasivas promoveu os maiores valores de rugosidade e que a utilização da broca multilaminada seguida da pasta abrasiva apresentou as menores médias de rugosidade para as 3 resinas estudadas. Entre as resinas, a Alert obteve a maior rugosidade com os 5 tipos de polimento empregados.

Em 2000, RAMOS *et al.*⁸³ analisaram a rugosidade superficial de resinas compostas após sofrerem acabamento e polimento. Utilizaram 6 resinas condensáveis (Surefil, P-60, Synergy Compact, Prodigy Condensable, Solitaire e Pyramid), 2 resinas híbridas tradicionais (Herculite XRV e TPH) e uma resina experimental (R-30 – Dentsply). Para cada resina, 4 amostras foram confeccionadas com 12 x 12 x 2 mm utilizando um molde de polietileno, polimerizadas por 60 segundos em cada lado. Em cada grupo, uma amostra foi polimerizada com uma tira de poliéster sobreposta e não recebeu polimento, servindo como controle. O polimento foi efetuado com sistema Enhance, primeiro aplicando-se as pontas com abrasivos e em seguida a pasta, conforme recomendação do fabricante. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, por 48 horas, e então 6 leituras de rugosidade foram realizadas, através de um rugosímetro a laser (Perthometer S8P – Feinpruf Perthen), que não tem contato direto com a superfície da resina, com sinal de 1 µm. A topografia da superfície (média em micrometros) observada foi a seguinte, em ordem crescente de valores: R-30 (0,27), Solitaire (0,32), Pyramid (0,35), Synergy Compact (0,38), TPH (0,38), Prodigy Condensable (0,38), Surefil (0,40), Herculite XRV (0,40) e P-60 (0,65). Concluíram que, com a fita matriz, não houve diferença na rugosidade entre as resinas

estudadas. Após sofrerem polimento, a R30 apresentou maior lisura de superfície e a P-60 a maior rugosidade. O polimento aumenta a rugosidade, criando pequenas fendas e defeitos na superfície do material.

Em 2000, REIS *et al.*⁸⁶ estudaram a influência de diferentes sistemas de polimento sobre 2 resinas compostas condensáveis. Usaram as resinas Solitaire e Alert e confeccionaram 30 amostras de cada material, as quais foram submetidas a 6 diferentes tratamentos de polimento, especificados a seguir: 1- pontas Enhance; 2- pontas Politip F; 3- pontas diamantadas F e FF; 4 brocas *carbide* de 30 lâminas; 5- pasta diamantada Poli I e Poli II; 6- pasta diamantada Ultralap. A rugosidade superficial foi determinada através de um rugosímetro (Surftest 211 – Mitutoyo) e os valores médios encontrados, em micrometros, são apresentados na tabela a seguir.

Resina	1	2	3	4	5	6
Solitaire	0,77	0,40	0,66	0,39	0,37	0,40
Alert	0,92	0,67	0,81	0,57	1,10	1,32

Os resultados mostraram que a resina Solitaire apresentou maior lisura de superfície que a Alert. Entre os tratamentos aplicados para polimento, as pontas Politip F e as brocas *carbide* de 30 lâminas apresentaram os melhores resultados para as 2 resinas testadas.

Em 2000, TATE; ROEDER; POWERS¹⁰¹ avaliaram o efeito do processo de acabamento e polimento de resinas compactáveis na sua rugosidade superficial. As superfícies foram analisadas após o uso de 2 diferentes sequências de polimento, assim aplicadas: 1- brocas *carbide* de 12 lâminas + One Gloss / Super Buff e 2- brocas *carbide* de 12 lâminas + discos Sof-Lex. Estes materiais foram utilizados em 4 resinas compostas (Z-250, P-60, Prodigy Condensable e Pyramid Enamel), com as quais confeccionaram 5 corpos-de-prova, para cada condição estudada, polimerizados sobrepostos por uma fita matriz. A média de rugosidade foi determinada após a polimerização e desgaste com broca *carbide* e finalmente após o polimento com One Gloss / Super Buff ou com discos Sof-Lex. Foram realizados 5 traçados em cada corpo-de-prova, percorrendo 2 mm em cada leitura com “cut off” de 0,25 mm. Os valores observados estão na tabela abaixo.

Acab. / Resina	Z-250	P-60	Prod. Con.	Pyr. Enam.
Matriz	0,04	0,13	0,17	0,19
Br. <i>carbide</i>	0,29	0,74	0,51	0,81
OG/SB	0,31	0,37	0,37	0,34
Matriz	0,04	0,15	0,14	0,16
Br. <i>carbide</i>	0,46	0,54	0,53	0,48
Sof-Lex	0,15	0,15	0,14	0,12

Os resultados mostraram que não houve diferença entre as resinas estudadas ao término dos 2 sistemas utilizados para polimento. Na medição logo após a polimerização e após o desgaste com a broca *carbide*, a resina Z-250 apresentou a maior lisura superficial. O procedimento com discos de Sof-Lex proporcionou melhor lisura de superfície que o utilizando One Gloss / Super Buff.

3. Proposição.

3. Proposição.

Com fundamentação no que foi exposto nos capítulos anteriores, estabeleceu-se que os objetivos da presente pesquisa seriam avaliar 29 resinas compostas encontradas no comércio nacional, quanto:

- 1º.) à dureza superficial Rockwell 30T, analisada isoladamente;
- 2º.) à contração de polimerização, analisada isoladamente;
- 3º.) à rugosidade, analisada isoladamente, e
- 4º.) aos três fatores acima citados, analisados conjuntamente.

4. Materiais e métodos.

4. Materiais e métodos.

O presente trabalho foi quase todo desenvolvido nas dependências da Disciplina de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo (FOB-USP). Os corpos-de-prova foram confeccionados em ambiente com temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $50 \pm 10\%$.

No Laboratório de Usinagem por Abrasão, do Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade de Engenharia de Bauru, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FE-UNESP), foram apenas realizadas as leituras de rugosidade das resinas compostas.

Foram selecionadas 29 resinas compostas fotopolimerizáveis, especificadas a seguir nas tabelas 1 a 3. Segundo a forma de denominação dos respectivos fabricantes, as 5 primeiras são do tipo “de micropartículas”, as 17 seguintes são “híbridas tradicionais” e as 7 últimas são “condensáveis”. Seguindo-se tal nomenclatura, foram montadas as 3 citadas tabelas, para cada um dos tipos citados, na mesma ordem acima descrita. Em cada uma destas, consta o nome do produto (nelas alfabeticamente ordenado, de cima para baixo), juntamente com algumas de suas características (de interesse para o presente trabalho), como descritas pelo respectivo fabricante. Para facilitar futuros comentários, em cada tabela, cada resina recebeu um número, colocado imediatamente antes do seu nome, sequencialmente nas 3 tabelas citadas.

Tabela 1. Resinas de micropartículas, analisadas no presente trabalho, com algumas de suas características, como descrito no texto.

Nome do produto	Fabricante	Cor	lote	Data da fabricação Validade	Quantia (%) de carga Tipo da carga
1. Amelogen Microfill	Ultradent, EUA	A 3,5	875	Não consta 04/2001	40 (volume) Sílica coloidal
2. Durafill VS	Kulzer, Alemanha	A 35	37	30/06/97 Não consta	50,5 (peso) Sílica coloidal
3. Helio Fill AP	Vigodent, Brasil	A 2	12499	Não consta 09/2002	Não consta Sílica coloidal
4. Helioprogress	Vivadent, Lietcheisntein	30	0520057	Não consta 08/2000	Não consta Sílica coloidal
5. Silux Plus	3M, EUA	G	19971101	Não consta 04/2000	40 (volume) Sílica coloidal

Tabela 2. Resinas híbridas tradicionais, analisadas no presente trabalho, com algumas de suas características, como descrito no texto.

Nome do produto	Fabricante	Cor	lote	Data da fabricação Validade	Quantia (%) de carga Tipo da carga
6- Amelogen Universal	Ultradent, EUA	A 3,5	939	Não consta 06/2001	60 (volume) Não consta
7- Charisma	Kulzer, Alemanha	A 35	48	31/12/98 Não consta	Não consta Silicato de bário e alumínio + sílica coloidal
8- Definite	Degussa, Alemanha	A 3,5	2004247	Não consta 30/06/01	80 (peso). vidro de bário + sílica coloidal
9- Degufill Mineral	Degussa, Alemanha	A 3,5	304	06/97 Não consta	Vidro de borossilicato de alumínio e bário + fosfato de cálcio- fluoreto-apatita + sílica coloidal
10- Fill Magic	Vigodent, Rio de Janeiro	A 3,5	07999	Não consta 04/02	77 (peso). silicato de bário e alumínio + sílica coloidal
11- Glacier	SDI, Austrália	A 3,5	60530	05/99 Não consta	62 (volume) Vidro + sílica coloidal
12- Heliomolar	Vivadent, Lietcheisntein	35	057097	Não consta 03/01.	66 (volume). . sílica coloidal + trifluoreto de itérbio
13- Herculite XRV	Kerr, EUA	A 3,5	704244	Não consta 04/00	Sílica coloidal + boro silicato de bário e alumínio
14-Prodigy	Kerr, EUA	A 3,5	605293	02/97 Não consta	59 (volume) Sílica coloidal + boro silicato de bário e alumínio
15- Renamel Hybrid	Cosmedent, Alemanha	A 3,5	539127	01/98 Não consta	Sílica coloidal + vidros
16-Sculpt-it	Jeneric/Pentron, EUA	A 3,5	840951	Não consta 06/00	Sílica coloidal + vidros
17-Suprafill	S. S. White, Rio de Janeiro	A 3,5	00E	07/97 Não consta	60 (volume) Não consta
18- Tetric Ceram	Vivadent, Lietcheisntein	A 35	A17993	Não consta 08/02	79 (peso) Sílica coloidal + vidro de bário + trifluoreto de itérbio + fluorsilicato de bário e alumínio
19- TPH	Dentsply / Caulk, Rio de Janeiro	A 3,5	41535	09/99 Não consta	Boro silicato de alumínio e bário + sílica coloidal
20- Vitalescense	Ultradent, USA	A 35	478	Não consta 10/03	52 (volume)
21- Z-100	3M, São Paulo	A 3,5	6JY	04/98 Não consta	71 (volume) vidro de zircônia sinterizado à sílica coloidal
22- Z-250	3M, São Paulo	A 35	19990329	Não consta 12/01	60 (volume) vidro de zircônia sinterizado à sílica coloidal

Tabela 3. Resinas condensáveis, analisadas no presente trabalho, com algumas de suas características, como descrito no texto.

Nome do produto	Fabricante	Cor	lote	Data da fabricação Validade	Quantia (%) de carga Tipo da carga
23-Alert	Jeneric/Pentron, EUA	A 2	Não consta	Não consta 07/00	84 (peso) Sílica coloidal + vidro de boro silicato de bário
24- Ariston pHc	Vivadent, Liechtenstein	U	012928	Não consta 05/01	79,2 (peso) sílica coloidal + fluorsilicato de bário e alumínio + fluoreto de itérbio
25- Fill Magic Condensável	Vigodent, Rio de Janeiro	A 3	00799	Não consta 08/02	81 (peso) vidro de bário + vidro de flúor + sílica coloidal
26- P-60	3M, São Paulo	A 3	9AH	Não consta 05/02	62 (volume) vidro de zircônia sinterizado à sílica coloidal
27- Prodigy Condensável	Kerr, USA	A 3	905A14	Não consta 05/02	62 (volume) sílica coloidal + boro silicato de bário e alumínio
28-Solitaire	Kulzer, Alemanha	A 30	24	Não consta 12/00	65 (peso) sílica coloidal + vidro de flúor alumínio boro silicato de bário + vidro de flúor silicato de alumínio
29-Surefill	Dentsply, Rio de Janeiro	A	990527	Não consta 11/00	60 (volume) vidro de flúor alumínio + boro silicato de bário

Para cada uma das resinas selecionadas, foram avaliadas a dureza superficial, a contração de polimerização e a rugosidade. Cada experimento terá seu método descrito separadamente, assim proporcionando mais rápida compreensão.

4.1. Testes de dureza superficial.

Para a confecção dos corpos-de-prova (CP), foram utilizados suportes metálicos, confeccionados em latão, numerados de 01 a 87, contendo na sua parte superior uma cavidade com 2 mm de profundidade por 7 mm de diâmetro, onde foi inserida a resina composta. Essas bases metálicas tinham 14,2 mm de altura, divididos em uma parte superior cilíndrica, onde fica a cavidade, com 6,9 mm de altura e 9,3 mm de diâmetro externo, e outra inferior sextavada, com altura de 7,3 mm e largura de 12,6 mm, existindo portanto, um degrau, em ângulo reto entre as duas partes, que servirá de guia para o desgaste futuro da resina composta ali inserida. As três superfícies, a de fundo, a do degrau e a da borda superior são planas e paralelas entre si. Para cada material testado, 3 espécimes foram confeccionados, levando-se a resina à cavidade do suporte metálico, até seu

completo preenchimento, com instrumento metálico próprio, possuindo de um lado, uma ponta ativa achatada tipo espátula usada para conduzir o material e do outro, uma ponta ativa tipo condensador, usada para compactar a resina de encontro as paredes laterais e do fundo da cavidade. Propositadamente em ligeiro excesso, sobre a resina era colocada uma fita de poliéster e o material era pressionado com uma lâmina de vidro (utilizada em microscopia ótica), com espessura de 1 mm, para tornar sua superfície lisa e plana, e imediatamente fotopolimerizado parcialmente por 20 segundos, com aparelho XL 1.500 - fabricado por 3M Dental Products, São Paulo, Brasil, cuja ponta ativa era mantida em contato com a citada lâmina; esta era então removida e complementada a fotopolimerização com mais 60 segundos de exposição à luz, com a ponta agora encostada diretamente na fita matriz. Antes do início da confecção dos corpos-de-prova, a intensidade de luz do fotopolimerizador foi aferida, com radiômetro próprio (modelo 100, fabricado pela Demetron Research Corporation, Donbury - CT EUA), sendo verificada como de 450 mW/cm^2 ; a cada 3 corpos-de-prova confeccionados, era feita nova aferição e sempre foi observado esse mesmo valor.

Figura 1.4 – Vista superior de dois suportes para corpo-de-prova, um vazio, à esquerda do leitor, e outro já preenchido com resina composta, à direita.

Aguardou-se 5 minutos, contados a partir do final da polimerização, removeu-se a fita matriz e em cada corpo-de-prova era medida sua dureza superficial Rockwell 30T, que utiliza um penetrador esférico de aço, cujo diâmetro é de $1,588 \text{ mm} \pm 0,003 \text{ mm}$, polido e isento de irregularidades na superfície, com carga de 30 kgf. Foi utilizado aparelho para teste de dureza (Testor HT 1a, fabricado pela Sussen Wolpert, São Paulo, Brasil) previamente aferido, e os resultados lidos no mostrador foram registrados. Tecnicamente a denominação do teste é HR30T, onde o HR significa *Hardness Rockwell*, 30 o valor da carga e T o tipo de penetrador utilizado.

Em cada corpo-de-prova 3 medições foram realizadas, respeitando-se a distância mínima de 1 mm entre uma marca e outra e evitando-se as áreas periféricas da amostra. A pré-carga de 3 kg era aplicada, segundo orientação do fabricante da máquina, para padronizar as condições do ensaio, eliminando o efeito aleatório de possíveis irregularidades. Era então liberada a alavanca própria, a qual permitia a aplicação da carga escolhida sobre a superfície em questão, pelo tempo necessário para que, girando em sentido anti-horário, o ponteiro do relógio parasse, ocasião em que se prendia a já citada alavanca; o ponteiro passava a se movimentar no sentido horário até novamente parar, significando que neste ponto, teria ocorrido a máxima penetração, cujo resultado determina a dureza da resina composta, sendo este valor anotado.

Depois de 3 medições realizadas, os corpos-de-prova eram armazenados em água deionizada, contida em um recipiente plástico com tampa, que era mantido numa estufa comum, regulada para 37°C, durante 168 horas.

Decorrido o período acima, os corpos-de-prova eram removidos da água deionizada, secos com gaze e uma nova leitura da dureza superficial HR30T era realizada, seguindo o mesmo método da primeira medição. Todos os valores obtidos foram anotados em planilha própria e analisados estatisticamente para a comparação dos níveis de dureza observados em ambas as medições, para todas as resinas compostas estudadas.

4.2. Testes de contração de polimerização.

Os corpos-de-prova (CP) foram confeccionados a partir de uma matriz metálica de aço inoxidável polido, que consistia em uma placa de superfície plana contendo na sua parte superior uma cavidade em forma de “meia cana” (cavidade cilíndrica cortada imaginariamente no sentido de seu longo eixo, pouco aquém da sua porção central), com as

paredes das extremidades planas paralelas entre si, tendo 26,655 mm de comprimento, 5 mm de largura e 2 mm de profundidade máxima.

Para cada material testado, 5 espécimes foram confeccionados, inicialmente aplicando-se uma fina camada de um isolante (cera alemã da Hoechst dissolvida em benzina a 10%) sobre a superfície da matriz, para facilitar a remoção do corpo-de-prova, como foi constatado num experimento prévio (descrito no capítulo Anexos) e depois levando-se a resina em porções à cavidade do suporte metálico, até seu completo preenchimento, com instrumento metálico próprio, possuindo de um lado, uma ponta ativa achatada tipo espátula usada para conduzir o material e do outro, uma ponta ativa tipo condensador, usada para compactar a resina de encontro às paredes da cavidade. Propositadamente em ligeiro excesso, sobre a resina era colocada uma fita matriz de poliéster e o material era pressionado com uma lâmina de vidro (utilizada em microscopia ótica), com espessura de 1 mm, para tornar sua superfície lisa e plana; removia-se então a placa de vidro e imediatamente fotopolimerizava-se a resina por 40 segundos, com a ponta do aparelho (fotopolimerizador XL 1.500 - fabricado por 3M Dental Products, São Paulo, Brasil) encostada diretamente na fita matriz. Devido ao fato da matriz possuir comprimento de 26,655 mm e a ponta do fotopolimerizador apenas 8 mm de diâmetro, foram efetuadas 4 marcas na matriz, aos 3, 9, 17 e 23 mm de seu comprimento a partir de uma de suas superfícies planas, e estas, deveriam sempre coincidir com uma marca efetuada na ponta do fotopolimerizador, permitindo então, que toda a extensão do corpo-de-prova ficasse em contato direto com a luz pelos 40 segundos determinados, havendo uma completa e homogênea polimerização.

Antes do início da confecção dos corpos-de-prova, a intensidade de luz do fotopolimerizador foi aferida, sendo verificada como de 450 mW/cm^2 , com radiômetro próprio (modelo 100, fabricado pela Demetron Research Corporation, Donbury - CT EUA); a cada 5 corpos-de-prova confeccionados, era feita nova aferição e sempre foi observado esse mesmo valor.

Aguardou-se 10 minutos, contados a partir do final da polimerização, quando retirou-se a fita matriz e, com uma lâmina de bisturi nº15 apoiada em uma de suas laterais, dela removeu-se a amostra; a mesma lâmina era usada para eliminar excessos (rebarbas) que permaneciam na amostra, após sua remoção da matriz.

FIGURA 4.2 – Vista superior da matriz com formato tipo “meia cana” utilizada na confecção dos corpos-de-prova. Pode-se observar as marcas de referência usadas para posicionamento do fotopolimerizador.

Os corpos-de-prova eram então medidos através de um micrômetro (paquímetro) Digimatic, digital, modelo da série 293, fabricado por Mitutoyo, do Japão, com acuidade de 0,001 mm, que, apoiado em um suporte confeccionado em resina acrílica, ficava na posição vertical, assim facilitando as leituras. Este paquímetro possui uma de suas garras fixa e a outra pode ser movimentada quando se giram dois cursores cilíndricos, um maior (para movimentos rápidos e grosseiros) e outro menor (para movimentos mais lentos, porém bastante delicados). Após cada amostra ser nele adequadamente posicionada, encostada na garra fixa, girava-se o cursor maior até que a outra quase encostasse também na amostra; então, passava-se a girar o cursor menor até que o número observado no mostrador digital do aparelho permanecesse o mesmo, o qual era considerado o comprimento em questão.

Cada corpo-de-prova inicialmente sofria 3 medições, de modo consecutivo, após o que era armazenado em um recipiente plástico, com sua tampa bem fechada, o qual era mantido numa estufa comum (regulada a 37 °C), durante 168 horas.

Decorrido o período acima, os corpos-de-prova eram removidos do recipiente e uma nova leitura do seu comprimento era realizada, seguindo o mesmo método da primeira

medição. Os valores observados eram anotados em planilha própria, e era calculada a média de cada corpo-de-prova; a partir desta, era verificada a diferença em relação à matriz e, assim, a porcentagem de contração linear (**cl**) era calculada pela seguinte fórmula:

$$cl = \frac{ccm - ca}{ccm} \cdot 100$$

Nesta, **ccm** é o comprimento da cavidade na matriz e **ca** o comprimento da amostra. A porcentagem de contração linear obtida era basicamente multiplicada por três para se obter a porcentagem de contração volumétrica e os valores observados foram analisados estatisticamente, para a comparação dos níveis de contração de polimerização inicial (imediate) e final (após 168 horas), para todas as resinas compostas estudadas.

4.3. Testes de rugosidade superficial.

Os experimentos para averiguação da rugosidade superficial das resinas compostas foram efetuados sobre os mesmos corpos-de-prova utilizados na determinação da dureza superficial. Após a segunda leitura da dureza, as amostras eram desgastadas, primeiramente, para eliminar as marcas deixadas pelos testes de dureza e também simular o desgaste feito clinicamente para remoção dos excessos da restauração, e depois por uma sequência de abrasivos de tamanhos cada vez menores assemelhando-se aos procedimentos executados durante o polimento clínico das restaurações.

As bases metálicas contendo a resina, conforme especificado anteriormente na descrição dos testes de dureza, tinham um degrau, em ângulo reto entre a parte cilíndrica e a sextavada, que serviu de guia para o desgaste da resina composta ali inserida. As três superfícies, a de fundo, a do degrau e a da borda superior são planas e paralelas entre si. Para que a superfície do corpo-de-prova se mantivesse plana e paralela à de fundo do suporte metálico, permitindo uma adequada leitura da sua rugosidade, foi usado um dispositivo de apoio, que consistia de uma peça metálica retangular com 6,7 mm de espessura, ou seja, 0,2 mm a menos que a altura da parte superior cilíndrica do suporte, a qual possuía uma abertura central que servia de corredor durante a movimentação do suporte, para o desgaste da resina. Este, era realizado até que o degrau orientador de desgaste, ou seja, a parte sextavada, entrasse totalmente em contato com o dispositivo metálico.

Os procedimentos de desgaste foram executados sobre um equipamento apropriado para fixação das lixas com abrasivos e com sistema de irrigação abundante de água; inicialmente foi efetuado com uma lixa de papel 120, em dois diferentes sentidos, em forma de cruz, orientados pelo número do corpo-de-prova marcado em um dos lados sextavados da base metálica, com 10 movimentos completos de vai-e-vem pela extensão da abertura central do dispositivo de apoio, e desta mesma maneira, sequencialmente com as lixas com abrasivos de granulação cada vez menores, 320, 600 e finalmente 1.500; entre cada um dos desgastes com lixas de granulação diferente e também após o último deles, os corpos-de-prova eram lavados em água corrente e secos com gaze; cada lixa abrasiva era usada para atritar contra apenas um corpo-de-prova e descartada.

FIGURA 4.3 – Dispositivo utilizado como guia para o desgaste do corpo-de-prova, com este posicionado.

Os corpos-de-prova já polidos eram experimentados (3 leituras em cada um dos 3 corpos-de-prova para cada resina testada) para determinação da sua rugosidade superficial, através de um rugosímetro apropriado (modelo Surtronic 3+, código 112-1590, fabricado pela Taylor-Hobson Ltda, Inglaterra), acoplado a um microcomputador e impressora, que analisam e emitem os relatórios observados pelo rugosímetro.

A média de rugosidade (R_a) de cada leitura pelo rugosímetro, é definida como o valor médio do perfil percorrido pela ponta diamantada do aparelho, sobre a superfície da amostra. A ponta percorre a superfície e seus movimentos verticais são convertidos em um sinal elétrico, emitido então ao microcomputador. Diferentes geometrias de superfície podem produzir valores de rugosidade média idênticos, prejudicando uma análise mais apurada dos resultados. Para diminuir esta possibilidade, deve-se utilizar um filtro (“cut-off”) que elimine a detecção de irregularidades acima de seu limiar; neste estudo o rugosímetro foi ajustado para atuar com um “cut-off” de 0,25 mm, indicado para a medição de superfícies polidas e ou levemente abrasionadas. A ponta do rugosímetro percorreu 1,2 mm em cada leitura efetuada, no mesmo sentido para as três leituras em todos os corpos-de-prova avaliados, sendo este, determinado por uma linha imaginária perpendicular a partir do plano do lado sextavado da base do suporte metálico. Todos os valores obtidos, agora expressos apenas em nanômetros (nm), foram anotados em planilha própria e analisados estatisticamente para a comparação dos níveis de rugosidade observados.

5. Resultados.

5. Resultados.

Neste capítulo, encontram-se os resultados obtidos com os métodos descritos. Os dados originais que encontram-se agrupados nos Anexos, permitiram a elaboração das análises estatísticas, das tabelas e dos gráficos aqui expostos. Para facilitar a análise dos resultados, estes foram divididos por tipo de experimento efetuado (dureza superficial, contração de polimerização e rugosidade) e, ao final destas análises individuais, procedeu-se um exame global dos dados, agrupando-se os resultados dos três tipos de teste, com o objetivo de se tentar prever o comportamento clínico de cada um dos materiais testados.

5.1- Dureza superficial.

Inicialmente, para os 3 valores originais de cada uma das resinas, em ambas as idades, foi constatada uma distribuição normal. A tabela 5.1.1 contém os valores de dureza nas duas idades observadas; a sigla que aparece entre parênteses, logo após o nome de cada resina, foi usada para facilitar a confecção das tabelas comparativas entre os materiais.

Tabela 5.1.1 – Valores de dureza Rockwell 30T (médias e respectivos desvios-padrão -dp), para as 29 resinas compostas estudadas, nas 2 idades avaliadas, chamadas a imediata de dureza inicial e de após 168 horas de dureza final.

Resinas e siglas	Dureza inicial		Dureza final	
	Média	dp	Média	dp
01- Amelogen Microfill (AMELM)	37,50	1,76	75,36	0,76
02- Durafill VS (DURAF)	41,96	2,19	76,26	1,09
03- Helio Fill AP (HELFI)	52,06	0,55	75,70	0,40
04- Helioprogress (HELPR)	30,20	2,62	67,70	0,87
05- Silux Plus (SILUX)	59,53	0,50	70,86	1,07
06- Amelogen Universal (AMELU)	46,16	0,97	84,63	0,37
07- Charisma (CHARI)	47,70	1,91	83,36	0,85
08- Definite (DEFIN)	64,36	2,12	84,56	0,15
9- Degufill Mineral (DEGUM)	46,40	0,20	82,76	1,06
10- Fill Magic (FILLM)	53,50	0,52	82,10	0,60
11- Glacier (GLACI)	46,66	0,28	77,10	0,60
12- Heliomolar (HELMO)	41,96	0,66	73,60	0,26
13- Herculite XRV (HERCU)	56,80	1,85	84,30	0,43
14- Prodigy (PRODI)	52,30	1,30	81,96	1,07
15- Renamel Hybrid (RENAH)	52,40	0,10	82,96	0,90
16- Sculp-it (SCULP)	53,30	1,15	79,96	0,80
17- Suprafill (SUPRA)	47,66	0,40	80,23	0,85
18- Tetric Ceram (TETRC)	48,86	1,35	83,00	1,85
19- TPH (TPH)	61,56	1,35	83,80	0,20
20- Vitalescence (VITAL)	49,33	1,65	82,20	0,87
21- Z-100 (Z100)	79,60	1,38	90,23	1,35
22- Z-250 (Z250)	65,16	1,01	85,90	0,62
23- Alert (ALERT)	68,70	1,13	83,26	1,15
24- Ariston pHc (ARIST)	39,10	0,17	75,10	1,05
25- Fill Magic Condensável (FILMC)	63,00	1,31	83,03	0,25
26- P-60 (P60)	71,63	0,30	89,40	0,30
27- Prodigy Condensável (PRODC)	63,00	1,31	85,30	1,40
28- Solitaire (SOLIT)	54,83	1,50	73,66	1,53
29- Surefil (SUREF)	67,16	2,40	87,70	1,17

Aos dados originais, cujas médias estão na tabela 5.1.1, foi aplicada uma análise de variância, cujos resultados indicaram haver diferença significativa entre as resinas analisadas, com um valor de $p < 0.05$.

Para comparar os valores de dureza inicial das resinas, aos respectivos dados da tabela 5.1.1, aplicou-se um teste de contraste (também chamado teste de comparação), tendo sido escolhido o de Tukey, ao nível de 5% de significância, cujos resultados constam da tabela 5.1.2.

Na interpretação tabela 5.1.2, para se confrontar dois materiais entre si, deve-se localizar a linha de uma das resinas e procurar-se a casela de sua intersecção (na coluna) com a outra. É um princípio estatístico que, nesta situação, se os dois números da célula de cruzamento passarem pelo valor zero, indicando um encontro de resultados, não existirá diferença significativa entre as tais resinas (ou seja, quando ambos os números tiverem sinais diferentes, um deles positivo e outro negativo); quando os dois sinais forem iguais (sendo ambos negativos ou positivos), haverá diferença significativa, pois não ocorreu o ponto de igualdade entre os resultados (valor zero).

Como o número de resinas estudadas era muito grande, elas foram inicialmente classificadas em ordem decrescente de valores de dureza. Foi feita então uma distribuição por grupos (apresentada na tabela 5.1.3), nos quais as resinas de cada um deles apresentassem semelhança estatística com a primeira do grupo em questão; a resina subsequente, por diferir estatisticamente daquela primeira, passava a ser a inicial do grupo seguinte.

Tabela 5.1.3 – Grupos de resina classificados em ordem decrescente de dureza inicial, conforme descrito no texto.

Grupo 01 – Z100

Grupo 02 – P60 / ALERT / SUREF

Grupo 03 - Z250 / DEFIN / PRODC / FILMC / TPH

Grupo 04 – SILUX / HERCU

Grupo 05 – SOLIT / FILLM / SCULP

Grupo 06 – RENAH / PRODI / HELFI / VITAL

Grupo 07 – TETRC / CHARI / SUPRA / GLACI / DEGUM / AMELU

Grupo 08 – HELMO / DURAF

Grupo 09 – ARIST / AMELM

Grupo 10 - HELPR

Como foi constatado haver diferença significativa, entre as resinas analisadas, também na idade de 168 horas, para comparar os valores de dureza final, aos respectivos dados da tabela 5.1.1, aplicou-se o mesmo teste de contraste (teste de Tukey, ao nível de 5% de significância), cujos resultados constam da tabela 5.1.4.

Na interpretação da tabela 5.1.4, foram utilizados os mesmos critérios anteriormente citados na análise da tabela 5.1.2, confrontando-se as resinas da linha com as da coluna, quando da intersecção entre elas, e comparando-se os números presentes nesta casela, observou-se se ocorreu o encontro de resultados (números passando pelo valor zero).

Da mesma forma ocorrida anteriormente, na comparação entre os valores de dureza inicial, as resinas também foram distribuídas por grupos (tabela 5.1.5), a partir da de maior dureza final, agrupadas segundo aqueles mesmos critérios.

Tabela 5.1.5 – Grupos de resina classificados em ordem decrescente de dureza final, conforme descrito no texto.

Grupo 1 – Z100 / P60 / SUREF

Grupo 2 – Z250 / PRODC / AMELU / DEFIN / HERCU / TPH / CHARI / ALERT / FILMC / TETRC / RENAH

Grupo 3 - DEGUM / VITAL / FILLM / PRODI / SUPRA / SCULP

Grupo 4 – GLACI / DURAF / HELFI / AMELM / ARIST

Grupo 5 – SOLIT / HELMO / SILUX

Grupo 6 – HELPR

Para comparar, para cada resina estudada, os valores de dureza inicial e final entre si, aos respectivos dados da tabela 5.1.1, aplicou-se um teste de contraste, tendo sido escolhido o teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, cujos resultados constam da tabela 5.1.6.

Tabela 5.1.6 – Resultados dos testes de Tukey, aplicados aos dados da tabela 5.1.1, comparando-se os valores de dureza inicial e final, individualmente para cada uma das resinas estudadas.

Resinas	Dif. Méd.	d-p	T obs.	Nível P	Resinas	Dif. Méd.	d-p	T obs.	Nível P
AMELM	37,87	2,05	31,95	0,0010	SCULP	26,66	1,02	45,22	0,0005
DURAF	34,30	1,90	31,27	0,0010	SUPRA	32,56	1,05	53,70	0,0003
HELFI	23,63	0,81	50,26	0,0004	TETRC	34,13	1,18	49,91	0,0004
HELPR	37,5	2,97	21,86	0,0021	TPH	22,23	1,38	27,91	0,0013
SILUX	11,33	1,20	16,34	0,0037	VITAL	32,87	2,48	22,97	0,0019
AMELU	38,46	1,25	53,29	0,0004	Z100	10,63	2,64	6,97	0,020
CHARI	35,67	2,20	28,07	0,0013	Z250	20,73	0,416	86,26	0,0001
DEFIN	20,20	1,97	17,76	0,0032	ALERT	14,56	0,92	27,31	0,0013
DEGUM	36,36	1,07	58,4	0,0003	ARIST	36,00	1,08	57,65	0,0003
FILLM	28,60	0,62	79,32	0,0002	FILMC	20,03	1,06	32,45	0,0009
GLACI	30,43	0,66	79,17	0,0002	P60	17,76	0,60	51,05	0,0004
HELMO	31,63	0,51	106,77	0,0001	PRODC	22,30	1,05	36,50	0,0007
HERCU	27,50	2,08	22,92	0,0019	SOLIT	18,83	0,05	565,00	0,0000
PRODI	29,67	2,37	21,71	0,0021	SUREF	20,53	2,50	14,22	0,0049
RENAH	30,56	0,87	60,60	0,0003					

Nas comparações individuais da tabela 5.1.6, pode-se observar que:

1- Todas as resinas compostas estudadas apresentaram aumento de sua dureza com o aumento da idade, ou seja, da medição imediata (dureza inicial) para a de 168 horas (dureza final).

5.2- Contração de polimerização.

Inicialmente, para os 3 valores originais medidos, de cada uma das 5 réplicas de cada uma das resinas, em ambas as idades, foi constatada uma distribuição normal. A tabela 5.2.1 contém os valores de contração de polimerização nas duas idades observadas; a sigla que aparece entre parênteses, logo após o nome de cada resina, foi usada para facilitar a confecção das tabelas comparativas entre os materiais.

Tabela 5.2.1 – Valores de contração de polimerização (médias e respectivos desvios-padrão - dp), para cada uma das 29 resinas compostas estudadas, nas 2 idades avaliadas, chamadas a imediata de contração inicial e a de após 168 horas de contração final.

Resinas e siglas	Contração Inicial		Contração Final	
	Média	dp	Média	dp
1- Amelogen Microfill (AMELM)	1,13	0,02	1,69	0,03
2- Durafill VS (DURAF)	1,13	0,01	1,70	0,008
3- Helió Fill AP (HELFI)	1,10	0,01	1,47	0,02
4- Helioprogress (HELPR)	1,03	0,03	1,66	0,02
5- Silux Plus (SILUX)	1,02	0,02	1,64	0,02
6- Amelogen Universal (AMELU)	1,02	0,02	1,61	0,04
7- Charisma (CHARI)	1,23	0,01	1,90	0,04
8- Definite (DEFIN)	1,26	0,01	1,54	0,05
9- Degufill Mineral (DEGUM)	1,06	0,01	1,63	0,06
10- Fill Magic (FILLM)	0,91	0,02	1,32	0,008
11- Glacier (GLACI)	0,93	0,03	1,43	0,03
12- Heliomolar (HELMO)	0,83	0,01	1,45	0,03
13- Herculite XRV (HERCU)	0,92	0,03	1,40	0,03
14- Prodigy (PRODI)	0,96	0,03	1,37	0,08
15- Renamel Hybrid (RENAH)	1,01	0,02	1,72	0,06
16- Sculp-it (SCULP)	1,36	0,04	1,55	0,04
17- Suprafill (SUPRA)	0,83	0,02	1,32	0,03
18- Tetric Ceram (TETRC)	0,72	0,03	1,08	0,08
19- TPH (TPH)	0,83	0,03	1,26	0,03
20- Vitalecense (VITAL)	1,39	0,02	1,58	0,01
21- Z-100 (Z100)	0,66	0,04	1,09	0,09
22- Z-250 (Z250)	0,78	0,01	1,27	0,03
23- Alert (ALERT)	0,78	0,02	1,00	0,05
24- Ariston pHc (ARIST)	1,01	0,05	1,54	0,05
25- Fill Magic Condensável (FILMC)	0,79	0,03	1,24	0,007
26- P-60 (P60)	0,64	0,03	0,98	0,07
27- Prodigy Condensável (PRODC)	0,83	0,07	1,05	0,11
28- Solitaire (SOLIT)	1,93	0,05	2,89	0,04
29- Surefil (SUREF)	1,01	0,04	1,25	0,02

Aos dados da tabela 5.2.1, foi aplicada uma análise de variância, cujos resultados indicaram haver diferença significativa entre as resinas analisadas, com um valor de $p < 0.05$.

Para comparar os valores de contração inicial das resinas, aos respectivos dados originais, cujas médias estão na tabela 5.2.1, aplicou-se um teste de contraste (também chamado teste de comparação), tendo sido escolhido o de Tukey, ao nível de 5% de significância, cujos resultados constam da tabela 5.2.2.

Na interpretação tabela 5.2.2, para se confrontar dois materiais entre si, deve-se localizar a linha de uma das resinas e procurar-se a casela de sua intersecção (na coluna) com a outra. É um princípio estatístico que, nesta situação, se os dois números da célula de cruzamento passarem pelo valor zero, indicando um encontro de resultados, não existirá diferença significativa entre as tais resinas (ou seja, quando ambos os números tiverem sinais diferentes, um deles positivo e outro negativo); quando os dois sinais forem iguais (sendo ambos negativos ou positivos), haverá diferença significativa, pois não ocorreu o ponto de igualdade entre os resultados (valor zero).

Como o número de resinas estudadas era muito grande, elas foram inicialmente classificadas em ordem crescente de valores de contração inicial. Foi feita então uma distribuição por grupos (apresentada na tabela 5.2.3), nos quais as resinas de cada um deles apresentassem semelhança estatística com a primeira do grupo em questão; a resina subsequente, por diferir estatisticamente daquela primeira, passava a ser a inicial do grupo seguinte.

Tabela 5.2.3 – Grupos de resina classificados em ordem crescente de contração inicial, conforme descrito no texto.

- Grupo 01 – P60 / Z100
- Grupo 02 – TETRC
- Grupo 03 - ALERT / Z250 / FILMC
- Grupo 04 – TPH / HELMO / SUPRA / PRODC
- Grupo 05 – FILLM / HERCU / GLACI / PRODI
- Grupo 06 – ARIST / RENAH / SUREF / SILUX / AMELU / HELPRO / DEGUM / HELFI
- Grupo 07 – AMELM / DURAF
- Grupo 08 – CHARI / DEFIN
- Grupo 09 – SCULP / VITAL
- Grupo 10 - SOLIT

Como foi constatado haver diferença significativa, entre as resinas analisadas, também na idade de 168 horas, para comparar os valores de contração final, aos respectivos dados da tabela 5.2.1, aplicou-se o mesmo teste de contraste (teste de Tukey, ao nível de 5% de significância), cujos resultados constam da tabela 5.2.4.

Tabela 5.2.4.- Resultados do teste de Tukey aplicados aos valores de contração final, da tabela 5.2.1.

Resinas	01 AMELI	02 DURAF	03 HELFI	04 HELPI	05 SILUX	06 AMELU	07 CHARI	08 DEFIN	09 DEGUM	10 FILLM	11 GLACI	12 HELMO	13 HERCU	14 PRODI	15 RENAH	16 SCULP	17 BUPRA	18 TETRC	19 TPH	20 VITAL	21 Z100	22 Z250	23 ALERT	24 ARIST	25 FILARC	26 P60	27 PROOC	28 SOLIT
02 DURAF	-0.142 0.110																											
03 HELFI	0.080 0.342	0.105 0.359																										
04 HELPI	-0.060 0.150	-0.065 0.172	-0.312 -0.059																									
05 SILUX	-0.070 0.114	-0.062 0.145	-0.264 -0.041	-0.150 0.144																								
06 AMELU	-0.040 0.208	-0.003 0.222	-0.282 -0.059	-0.070 0.176	-0.084 0.156																							
07 CHARI	-0.344 -0.061	-0.326 -0.075	-0.560 -0.307	-0.374 -0.121	-0.352 -0.136	-0.424 -0.171																						
08 DEFIN	0.023 0.278	0.035 0.292	-0.192 0.090	-0.005 0.246	-0.024 0.228	-0.050 0.196	0.247 0.404																					
09 DEGUM	-0.060 0.180	-0.065 0.205	-0.263 -0.029	-0.060 0.190	-0.114 0.136	-0.140 0.108	0.157 0.404	-0.216 0.026																				
10 FILLM	-0.404 -0.241	-0.510 -0.287	-0.278 -0.029	-0.094 -0.211	-0.445 -0.193	-0.414 -0.161	0.712 0.468	-0.344 -0.181	-0.034 -0.181																			
11 GLACI	-0.378 -0.125	-0.304 -0.141	-0.192 0.090	-0.348 -0.095	-0.268 -0.077	-0.268 -0.045	-0.669 -0.343	-0.228 0.024	-0.318 -0.065	-0.342 0.010																		
12 HELMO	-0.360 -0.107	-0.375 -0.123	-0.144 0.106	-0.330 -0.077	-0.372 -0.060	-0.372 -0.057	-0.578 -0.267	-0.210 -0.324	-0.300 -0.042	-0.300 -0.007	-0.144 0.108																	
13 HERCU	-0.414 -0.161	-0.435 -0.177	-0.198 0.054	-0.384 -0.131	-0.365 -0.113	-0.354 -0.081	-0.652 -0.379	-0.264 -0.011	-0.354 -0.101	-0.264 -0.000	-0.272 0.180	-0.072 0.180	-0.264 0.180	-0.191 0.152														
14 PRODI	-0.440 -0.187	-0.469 -0.203	-0.224 0.028	-0.410 -0.157	-0.392 -0.107	-0.380 -0.085	-0.665 -0.405	-0.260 -0.037	-0.380 -0.127	-0.260 -0.037	-0.191 0.180	-0.064 0.180	-0.260 0.180	-0.191 0.152	-0.305 -0.045													
15 RENAH	-0.062 0.160	-0.108 -0.144	0.129 0.378	0.180 0.410	-0.062 0.180	-0.062 0.180	-0.315 -0.061	0.357 0.100	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225	-0.062 0.225
16 SCULP	-0.264 -0.011	-0.262 -0.027	-0.048 0.204	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.462 -0.226	-0.114 0.136	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016	-0.234 0.016
17 BUPRA	-0.480 -0.235	-0.504 -0.251	-0.272 -0.019	-0.458 -0.205	-0.440 -0.187	-0.428 -0.175	-0.705 -0.453	-0.338 -0.085	-0.428 -0.175	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085	-0.338 -0.085
18 TETRC	-0.732 -0.479	-0.745 -0.495	-0.516 -0.263	-0.702 -0.440	-0.684 -0.431	-0.665 -0.410	-0.952 -0.697	-0.362 -0.109	-0.665 -0.410	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109	-0.362 -0.109
19 TPH	-0.548 -0.295	-0.564 -0.311	-0.333 -0.079	-0.518 -0.265	-0.500 -0.247	-0.483 -0.230	-0.769 -0.515	-0.368 -0.115	-0.500 -0.247	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115	-0.368 -0.115
20 VITAL	-0.024 0.228	-0.244 0.006	-0.072 0.240	-0.196 0.064	-0.180 0.072	-0.165 0.104	-0.448 -0.193	-0.078 0.174	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072	-0.165 0.072
21 Z100	0.475 0.728	-0.742 -0.489	-0.510 -0.443	-0.800 -0.733	-0.878 -0.811	-0.945 -0.878	-0.648 -0.581	-0.978 -0.911	-0.800 -0.733	-0.878 -0.811	-0.945 -0.878	-0.978 -0.911	-0.800 -0.733	-0.878 -0.811	-0.945 -0.878	-0.978 -0.911	-0.800 -0.733	-0.878 -0.811	-0.945 -0.878	-0.978 -0.911	-0.800 -0.733	-0.878 -0.811	-0.945 -0.878	-0.978 -0.911	-0.800 -0.733	-0.878 -0.811	-0.945 -0.878	-0.978 -0.911
22 Z250	0.301 0.544	-0.565 -0.307	-0.338 -0.079	-0.514 -0.251	-0.496 -0.243	-0.478 -0.225	-0.762 -0.509	-0.364 -0.111	-0.496 -0.243	-0.478 -0.225	-0.454 -0.201	-0.736 -0.483	-0.364 -0.111	-0.496 -0.243	-0.478 -0.225	-0.454 -0.201	-0.736 -0.483	-0.364 -0.111	-0.496 -0.243	-0.478 -0.225	-0.454 -0.201	-0.736 -0.483	-0.364 -0.111	-0.496 -0.243	-0.478 -0.225	-0.454 -0.201	-0.736 -0.483	-0.364 -0.111
23 ALERT	0.557 0.810	-0.625 -0.372	-0.584 -0.331	-0.750 -0.497	-0.732 -0.479	-0.715 -0.462	-1.023 -0.770	-0.602 -0.349	-0.732 -0.479	-0.715 -0.462	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.602 -0.349	-0.732 -0.479	-0.715 -0.462	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.602 -0.349	-0.732 -0.479	-0.715 -0.462	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.602 -0.349	-0.732 -0.479	-0.715 -0.462	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.602 -0.349
24 ARIST	0.017 0.270	-0.268 -0.033	-0.564 -0.160	-0.742 -0.338	-0.728 -0.324	-0.713 -0.309	-0.983 -0.730	-0.683 -0.430	-0.728 -0.324	-0.713 -0.309	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.683 -0.430	-0.728 -0.324	-0.713 -0.309	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.683 -0.430	-0.728 -0.324	-0.713 -0.309	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.683 -0.430	-0.728 -0.324	-0.713 -0.309	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.683 -0.430
25 FILARC	0.318 0.572	-0.568 -0.315	-0.542 -0.290	-0.718 -0.465	-0.704 -0.451	-0.689 -0.436	-0.962 -0.709	-0.662 -0.409	-0.718 -0.465	-0.704 -0.451	-0.689 -0.436	-0.962 -0.709	-0.662 -0.409	-0.718 -0.465	-0.704 -0.451	-0.689 -0.436	-0.962 -0.709	-0.662 -0.409	-0.718 -0.465	-0.704 -0.451	-0.689 -0.436	-0.962 -0.709	-0.662 -0.409	-0.718 -0.465	-0.704 -0.451	-0.689 -0.436	-0.962 -0.709	-0.662 -0.409
26 P60	0.576 0.828	-0.844 -0.591	-0.612 -0.359	-0.798 -0.545	-0.784 -0.531	-0.769 -0.516	-1.048 -0.795	-0.708 -0.455	-0.798 -0.545	-0.784 -0.531	-0.769 -0.516	-1.048 -0.795	-0.708 -0.455	-0.798 -0.545	-0.784 -0.531	-0.769 -0.516	-1.048 -0.795	-0.708 -0.455	-0.798 -0.545	-0.784 -0.531	-0.769 -0.516	-1.048 -0.795	-0.708 -0.455	-0.798 -0.545	-0.784 -0.531	-0.769 -0.516	-1.048 -0.795	-0.708 -0.455
27 PROOC	0.511 0.764	-0.785 -0.527	-0.548 -0.295	-0.734 -0.481	-0.720 -0.467	-0.705 -0.452	-0.981 -0.728	-0.681 -0.428	-0.720 -0.467	-0.705 -0.452	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.681 -0.428	-0.720 -0.467	-0.705 -0.452	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.681 -0.428	-0.720 -0.467	-0.705 -0.452	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.681 -0.428	-0.720 -0.467	-0.705 -0.452	-0.690 -0.437	-0.960 -0.707	-0.681 -0.428
28 SOLIT	-1.328 -1.078	1.050 1.312	1.291 1.544	1.105 1.358	1.123 1.376	1.155 1.408	1.657 1.910	1.256 1.509	1.105 1.358	1.123 1.376	1.155 1.408	1.657 1.910	1.256 1.509	1.105 1.358	1.123 1.376	1.155 1.408	1.657 1.910	1.256 1.509	1.105 1.358	1.123 1.376	1.155 1.408	1.657 1.910	1.256 1.509	1.105 1.358	1.123 1.376	1.155 1.408	1.657 1.910	1.256 1.509
28 SUKREF	0.311 0.564	-0.503 -0.257	-0.348 -0.095	-0.524 -0.271	-0.510 -0.257	-0.495 -0.242	-0.762 -0.509	-0.462 -0.209	-0.510 -0.257	-0.495 -0.242	-0.480 -0.225	-0.736 -0.483	-0.462 -0.209	-0.510 -0.257	-0.495 -0.242	-0.480 -0.225	-0.736 -0.483	-0.462 -0.209	-0.510 -0.257	-0.495 -0.242	-0.480 -0.225	-0.736 -0.483	-0.462 -0.209	-0.510 -0.257	-0.495 -0.242	-0.480 -0.225	-0.736 -0.483	-0.462 -0.209

Na interpretação da tabela 5.2.4, foram utilizados os mesmos critérios anteriormente citados na análise da tabela 5.2.2, confrontando-se as resinas da linha com as da coluna, quando da intersecção entre elas, e comparando-se os números presentes nesta casela, observou-se se ocorreu o encontro de resultados (números passando pelo valor zero).

Da mesma forma ocorrida anteriormente, na comparação entre os valores de contração inicial, as resinas também foram distribuídas por grupos (tabela 5.2.5), a partir da de menor contração final, agrupadas segundo aqueles mesmos critérios.

Tabela 5.2.5 – Grupos de resina classificados em ordem crescente de dureza final, conforme descrito no texto.

Grupo 1 – P60 / ALERT / PRODC / TETRC / Z100

Grupo 2 – FILMC / SUREF / TPH / Z250

Grupo 4 – HELMO / HELFI / DEFIN / ARIST / SCULP / VITAL

Grupo 5 – AMELU / DEGUM / SILUX / HELPR / AMELM / DURAF /RENAH

Grupo 6 – CHARI

Grupo 7 - SOLIT

Para comparar, para cada resina estudada, os valores de contração inicial e final entre si, aos respectivos dados da tabela 5.2.1, aplicou-se um teste de contraste, tendo sido escolhido o teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, cujos resultados constam da tabela 5.2.6.

Tabela 5.2.6 – Resultados dos testes de Tukey, aplicados aos dados da tabela 5.2.1, comparando-se os valores de contração inicial e final, individualmente para cada uma das resinas estudadas.

Resinas	Dif.Méd	d-p	T obs.	Nível P	Resinas	Dif.Méd	d-p	T obs.	Nível P
AMELM	0,560	0,23	53,39	0,0000	SCULP	0,188	0,02	17,61	0,0001
DURAF	0,568	0,01	85,63	0,0000	SUPRA	0,492	0,02	44,18	0,0000
HELFI	0,372	0,03	23,81	0,0000	TETRC	0,360	0,05	14,12	0,0001
HELPR	0,628	0,05	26,93	0,0000	TPH	0,0360	0,05	14,12	0,0001
SILUX	0,620	0,01	87,68	0,0000	VITAL	0,194	0,03	12,63	0,0000
AMELU	0,586	0,06	21,75	0,0000	Z100	0,428	0,05	18,18	0,0000
CHARI	0,672	0,04	32,64	0,0000	Z250	0,484	0,02	52,19	0,0000
DEFIN	0,276	0,05	12,03	0,0003	ALERT	0,224	0,04	10,06	0,0005
DEGUM	0,566	0,06	19,23	0,0000	ARIST	0,530	0,02	55,87	0,0000
FILLM	0,410	0,02	45,84	0,0000	FILMC	0,452	0,02	34,27	0,0000
GLACI	0,502	0,05	19,78	0,0000	P60	0,34	0,10	7,23	0,0019
HELMO	0,622	0,04	34,03	0,0000	PRODC	0,214	0,04	11,04	0,0004
HERCU	0,480	0,03	27,26	0,0000	SOLIT	0,954	0,03	59,62	0,0000
PRODI	0,414	0,04	19,60	0,0000	SUREF	0,232	0,04	11,40	0,0003
RENAH	0,708	0,04	33,60	0,0000					

Nas comparações individuais da tabela 5.2.6, pode-se observar que:

1- Todas as resinas compostas estudadas apresentaram aumento de sua contração de polimerização com o aumento da idade, ou seja, da medição imediata (contração inicial) para a de 168 horas (contração final).

5.3 – Rugosidade.

Inicialmente, para os 3 valores originais de cada uma das resinas, foi constatada uma distribuição normal. A tabela 5.3.1 contém os valores de rugosidade observados; a sigla que aparece entre parênteses, logo após o nome de cada resina, foi usada para facilitar a confecção das tabelas comparativas entre os materiais.

Tabela 5.3.1 – Valores de rugosidade, expressos em nanometros, (médias e respectivos desvios-padrão -dp), para as 29 resinas compostas estudadas.

Resinas e siglas	Rugosidade	
	Média	dp
1- Amelogen Microfill (AMELM)	87,70	2,04
2- Durafill VS (DURAF)	73,67	2,90
3- Helio Fill AP (HELFI)	135,80	16,0
4- Helioprogress (HELPR)	71,50	10,59
5- Silux Plus (SILUX)	97,03	9,72
6- Amelogen Universal (AMELU)	129,83	6,75
7- Charisma (CHARI)	104,37	40,92
8- Definite (DEFIN)	125,33	15,37
9- Degufill Mineral (DEGUM)	104,33	18,09
10- Fill Magic (FILLM)	100,00	18,36
11- Glacier (GLACI)	131,60	17,68
12- Heliomolar (HELMO)	77,30	7,85
13- Herculite XRV (HERCU)	136,53	6,31
14- Prodigy (PRODI)	86,90	7,20
15- Renamel Hybrid (RENAH)	119,47	5,12
16- Sculp-it (SCULP)	98,60	8,24
17- Suprafill (SUPRA)	140,03	27,58
18- Tetric Ceram (TETRC)	128,53	10,03
19- TPH (TPH)	124,60	4,01
20- Vitalecense (VITAL)	84,83	5,14
21- Z-100 (Z100)	108,90	10,65
22- Z-250 (Z250)	99,20	20,54
23- Alert (ALERT)	263,23	15,05
24- Ariston pHc (ARIST)	96,70	9,49
25- Fill Magic Condensável (FILMC)	207,33	10,45
26- P-60 (P60)	109,50	8,41
27- Prodigy Condensável (PRODC)	157,90	33,85
28- Solitaire (SOLIT)	108,43	3,09
29- Surefil (SUREF)	170,60	7,47

Aos dados originais, cujas médias estão na tabela 5.3.1, foi aplicada uma análise de variância, cujos resultados indicaram haver diferença significativa entre as resinas analisadas, com um valor de $p < 0.05$.

Para comparar os valores de rugosidade das resinas, aos respectivos dados da tabela 5.3.1, aplicou-se um teste de contraste (também chamado teste de comparação), tendo sido escolhido o de Tukey, ao nível de 5% de significância, cujos resultados constam da tabela 5.3.2.

Na interpretação tabela 5.3.2, para se confrontar dois materiais entre si, deve-se localizar a linha de uma das resinas e procurar-se a casela de sua intersecção (na coluna) com a outra. É um princípio estatístico que, nesta situação, se os dois números da célula de cruzamento passarem pelo valor zero, indicando um encontro de resultados, não existirá diferença significativa entre as tais resinas (ou seja, quando ambos os números tiverem sinais diferentes, um deles positivo e outro negativo); quando os dois sinais forem iguais (sendo ambos negativos ou positivos), haverá diferença significativa, pois não ocorreu o ponto de igualdade entre os resultados (valor zero).

Como o número de resinas estudadas era muito grande, elas foram inicialmente classificadas em ordem crescente de valores de rugosidade. Foi feita então uma distribuição por grupos (apresentada na tabela 5.3.3), nos quais as resinas de cada um deles apresentassem semelhança estatística com a primeira do grupo em questão; a resina subsequente, por diferir estatisticamente daquela primeira, passava a ser a inicial do grupo seguinte.

Tabela 5.1.3 – Grupos de resina classificados em ordem crescente de rugosidade, conforme descrito no texto.

Grupo 1 – HELPR / DURAF / HELMO

Grupo 2 – VITAL / PRODI / AMELM

Grupo 3 – ARIST / SILUX / SCULP / Z250 / FILLM / DEGUM / CHARI

Grupo 4 – SOLIT / Z100 / P60 / RENAH

Grupo 5 – TPH / DEFIN / TETRC / AMELU / GLACI / HELFI / HERCU

Grupo 6 – SUPRA

Grupo 7 – PRODC / SUREF

Grupo 8 – FILMC

Grupo 9 – ALERT

5.4 – Análise conjunta.

Inicialmente, agrupou-se em uma única tabela (5.4.1), os valores médios observados de dureza inicial, dureza final, contração de polimerização inicial, contração de polimerização final e rugosidade, para cada uma das resinas compostas estudadas, compondo um quadro, que possibilita uma visão geral com todos os materiais e experimentos deste trabalho, simultaneamente; estão destacados, por tipo de ensaio, os que apresentaram os melhores resultados (grafados maiores na cor verde) e os de piores resultados (grafados menores na cor vermelho), tendo sido considerados melhores, os que apresentaram os 7 valores mais positivos (25% do total) e os piores, os que tiveram os 7 mais negativos valores (25% do total).

Tabela 5.4.1 – Valores médios observados de dureza inicial (D.I.), dureza final (D.F.), contração de polimerização inicial (C.I.), contração de polimerização final (C.F.) e rugosidade (R.), para cada uma das resinas compostas estudadas (com as respectivas siglas), com destaque para as que apresentaram os melhores e os piores resultados, conforme descrito no texto.

Resinas	D.I.	D.F.	C.I.	C.F.	R.
01- Amelogen Microfill (AMELM)	37,50	75,36	1,13	1,69	87,70
02- Durafill VS (DURAF)	41,96	76,26	1,13	1,70	73,67
03- Helio Fill AP (HELFI)	52,06	75,70	1,10	1,47	135,80
04- Helioprogress (HELPR)	30,20	67,70	1,03	1,66	71,50
05- Silux Plus (SILUX)	59,53	70,86	1,02	1,64	97,03
06- Amelogen Universal (AMELU)	46,16	84,63	1,02	1,61	129,83
07- Charisma (CHARI)	47,70	83,36	1,23	1,90	104,37
08- Definite (DEFIN)	64,36	84,56	1,26	1,54	125,33
09- Degufill Mineral (DEGUM)	46,40	82,76	1,06	1,63	104,33
10- Fill Magic (FILLM)	53,50	82,10	0,91	1,32	100,00
11- Glacier (GLACI)	46,66	77,10	0,93	1,43	131,60
12- Heliomolar (HELMO)	41,96	73,60	0,83	1,45	77,30
13- Herculite XRV (HERCU)	56,80	84,30	0,92	1,40	136,53
14- Prodigy (PRODI)	52,30	81,96	0,96	1,37	86,90
15- Renamel Hybrid (RENAH)	52,40	82,96	1,01	1,72	119,47
16- Sculpt-it (SCULP)	53,30	79,96	1,36	1,55	98,60
17- Suprafill (SUPRA)	47,66	80,23	0,83	1,32	140,03
18- Tetric Ceram (TETRC)	48,86	83,00	0,72	1,08	128,53
19- TPH (TPH)	61,56	83,80	0,83	1,26	124,60
20- Vitalescence (VITAL)	49,33	82,20	1,39	1,58	84,83
21- Z-100 (Z100)	79,60	90,23	0,66	1,09	108,90
22- Z-250 (Z250)	65,16	85,90	0,78	1,27	99,20
23- Alert (ALERT)	68,70	83,26	0,78	1,00	263,23
24- Ariston pHc (ARIST)	39,10	75,10	1,01	1,54	96,70
25- Fill Magic Condens. (FILMC)	63,00	83,03	0,79	1,24	207,33
26- P-60 (P60)	71,63	89,40	0,64	0,98	109,50
27- Prodigy Condensável (PRODC)	63,00	85,30	0,83	1,05	157,90
28- Solitaire (SOLIT)	54,83	73,66	1,93	2,89	108,43
29- Surefil (SUREF)	67,16	87,70	1,01	1,25	170,60

Os resultados presentes na tabela 5.4.1, mostram que nenhum dos 29 materiais estudados, apresentou os melhores resultados nos 5 ítems avaliados neste estudo. As resinas

P-60 e Z-100 tiveram 4 dos itens pesquisados entre os melhores e outro resultado intermediário. A resina Prodigy Condensável também apresentou 4 itens entre os melhores, entretanto, o quinto avaliado está entre os de piores resultados. As resinas Alert, Fill Magic Condensável e Surefil apresentaram 3 resultados entre os melhores e 1 entre os de piores desempenhos. Os materiais Amelogen Microfill e Durafill VS tiveram 4 resultados entre os piores e 1 entre os melhores e a resina Solitaire teve 3 resultados entre os piores e 2 intermediários.

Aos dados da tabela 5.4.1, foi aplicada um análise estatística onde todos os valores observados sofreram uma amalgamação, possibilitando uma análise global daqueles resultados, através do cálculo de suas médias.

Tabela 5.4.2- Resultados do teste de amalgamação, aplicados aos valores das médias de dureza superficial, contração de polimerização e rugosidade, da tabela 5.4.1.

Amalgamação					
Interação entre resinas	Nível de similaridade	Nível de distanciamento	Interação entre resinas	Nível de similaridade	Nível de distanciamento
01 x 28	99,25	1,46	15 x 14	94,62	10,55
02 x 27	98,67	2,60	16 x 13	94,32	11,14
03 x 26	98,45	3,03	17 x 12	94,16	11,46
04 x 25	98,23	3,46	18 x 11	93,95	11,86
05 x 24	98,14	3,65	19 x 10	93,92	11,92
06 x 23	97,69	4,52	20 x 09	93,73	12,29
07 x 22	96,44	6,98	21 x 08	93,55	12,65
08 x 21	96,42	7,01	22 x 07	93,35	13,05
09 x 20	96,23	7,40	23 x 06	93,08	13,58
10 x 19	96,12	7,61	24 x 05	92,67	14,38
11 x 18	95,91	8,03	25 x 04	92,50	14,70
12 x 17	95,34	9,14	26 x 03	88,65	22,27
13 x 16	95,03	9,75	27 x 02	81,01	37,26
14 x 15	94,98	9,84	28 x 01	71,36	56,19

Aos dados da tabela 5.4.2, foi aplicado um teste estatístico para determinar os fatores de agrupamento entre as resinas estudadas, considerando concomitantemente as 3 propriedades avaliadas. O primeiro deles, que engloba 59,4% da dispersão total, separa as marcas com maiores valores de contração de polimerização e menores valores de dureza e rugosidade, das de menores valores de contração e maiores valores de dureza e rugosidade. Com 20,6%, o segundo fator separa aquelas marcas com rugosidade maior daquelas com rugosidade menor; finalmente, com 13,0%, o terceiro fator separa, com base na dureza, as resinas com maiores valores desta, das de menores valores.

Os dados obtidos, com esta análise conjunta, dos valores de dureza inicial e final, contração de polimerização inicial e final e rugosidade, e seus fatores de agrupamento, possibilitaram a confecção de um dendrograma (que é um gráfico onde as resinas são agrupadas considerando estes 3 resultados ao mesmo tempo), tabela 5.4.3, mostrando globalmente o comportamento dos materiais.

Tabela 5.4.4 – Dendrograma, onde estão agrupadas, de acordo com os valores de dureza superficial, contração de polimerização e rugosidade, as 29 resinas compostas utilizadas neste estudo, conforme descrito no texto.

Rugosidade

ALERT	
FILMC	
SUPRA	
TETRC SUREPC	
HEROU	
TPH	
Z250	
P60	
Z100	
SOLIT	
HELPR	
ARISTILUX	
AMELM	
HELMO	
AMELU	
RENAH	
DURAF	
CHARIT	
VITAL	
PRQDI	
DEELIN	
SEGUM	
HELGLACI	

Contração

Dureza

Observa-se no dendrograma, que o primeiro fator de agrupamento, separa marcas com maiores valores de contração e menores valores de dureza e rugosidade (tendem para o lado esquerdo do gráfico), daquelas com menores valores de contração e maiores valores de dureza e rugosidade (tendem para o lado direito no mesmo gráfico). O segundo fator separa as marcas com rugosidade maior (tendem para a parte de cima do gráfico) das com rugosidade menor (tendem para a parte de baixo do gráfico). O terceiro fator, separa as resinas com maiores valores de dureza (tendem para a direita do gráfico), das com menores valores de dureza (tendem para a parte esquerda do gráfico). Estudando o dendrograma, observa-se que as resinas com melhor desempenho conjunto nos testes efetuados, estão agrupadas no gráfico mais próximas da margem direita (maior dureza) e mais distantes das margens esquerda (menor contração de polimerização) e superior (menor rugosidade), ou seja, no quadrante inferior direito e quanto mais próximas do ângulo formado pelas margens inferior e direita melhor o desempenho global do material. Os materiais com melhor desempenho, portanto, foram o Z100, seguido pelo P-60 e na sequência ficaram Z-250, TPH, Fill Magic, Definite, Prodigy e Herculite, nesta ordem, sendo estes os que integram o citado quadrante. As resinas com pior desempenho (Solitaire, Alert, Helioprogress e Fill Magic Condensável), foram as posicionadas no dendrograma, portanto, mais distantes deste quadrante.

Os dados da tabela 5.4.2, também permitiram uma comparação de similaridade (tabela 5.4.4), que analisa a semelhança de comportamento entre as 29 resinas estudadas, considerando, ao mesmo tempo, todas as propriedades avaliadas neste trabalho.

Tabela 5.4.4 – Gráfico de similaridade onde estão agrupadas, de acordo com suas características de dureza superficial, contração de polimerização e rugosidade, as 29 resinas compostas utilizadas neste estudo, conforme descrito no texto.

Similaridade

Resinas

O grau de similaridade entre as 29 resinas compostas estudadas foi de 71,36%, ou seja, o comportamento destas é semelhante em 71,36% das situações. A resina Alert foi a que mais se distanciou do comportamento padrão entre todos os materiais, seguida da Fill Magic Condensável. Todas as outras resinas tiveram um grau de similaridade maior que 90%; as resinas Charisma e Degufill Mineral foram as que apresentaram o maior grau de similaridade entre si, próximo dos 100%, tendo comportamento praticamente idênticos.

6- Discussão.

6- Discussão.

Neste capítulo, procura-se abordar o presente trabalho, discutindo, apoiado também na literatura existente, as razões da escolha dos materiais e dos métodos empregados, assim como os resultados obtidos, comparando-se com os de outros autores.

Didaticamente, este foi dividido em quatro partes, uma para cada ensaio realizado com as resinas compostas (dureza superficial, contração de polimerização e rugosidade) e outra, discutindo conjuntamente os resultados dos experimentos, facilitando o acompanhamento e análise do trabalho.

As resinas utilizadas nesta pesquisa foram selecionadas, sem obedecer a um critério específico, pois procurou-se experimentar todas as encontradas no comércio na época, por este motivo, um número tão grande de materiais foi empregado. Analisadas nas mesmas condições, as comparações entre os materiais teriam uma maior confiabilidade, pois assim diminuem-se bastante as possibilidades de variações do operador e eliminam-se as diferenças de método, na execução dos testes.

Procurou-se utilizar todas as marcas comerciais da mesma cor. A maioria dos materiais utiliza como referência a escala de cores Vita, e, baseados nela, optou-se pela cor A 3,5, por esta ser bastante comum. Entretanto, existem alguns materiais com limitação no seu número de cores, como por exemplo a resina Ariston pHc, encontrada no comércio em uma única tonalidade, e outras que não se baseiam na escala Vita, utilizando escala própria, o que dificulta a comparação. Para os compostos que não se utilizam desta escala, selecionou-se uma cor que tivesse maior proximidade com a A 3,5, apesar de CRUZ; MAI; SHELLARD²³, quando testaram a dureza e o grau de polimerização das mesmas resinas compostas em diferentes cores, terem afirmado que a cor do material não teve influência nos resultados.

6.1 – Dureza superficial.

6.1.1 – Dos materiais e métodos.

A análise das propriedades mecânicas das resinas compostas é um importante fator para a indicação destes materiais nos diversos tipos de restaurações a serem empregados, principalmente quanto ao seu uso em dentes posteriores. Entre estas propriedades, a que mais influi clinicamente na durabilidade das restaurações, é o desgaste ou resistência à

abrasão, mas também devem ser consideradas a resistência à fratura, a resistência flexional, a resistência à compressão, entre outras. Entretanto, as pesquisas clínicas são muito demoradas e de difícil avaliação, dificultando sua execução, ao mesmo tempo em que, os testes “in vitro”, não conseguem reproduzir adequadamente as condições clínicas, por serem estas bastante complexas conforme apontaram HARRISON; DRAUGHN⁴⁷ e TANTBIROJN *et al.*⁹⁹.

Em 2000, NEMA; VILCHES; LAFUENTE⁶⁹ afirmaram que apresentar uma alta dureza superficial é uma importante característica das resinas compostas. Vários autores relacionaram outras propriedades mecânicas das resinas compostas com a sua dureza superficial, como FRAUNHOFER³⁸, em 1971, que a relacionou com a resistência à abrasão e desgaste, fator também relatado por GREENER; GREENER; MOSER⁴⁵, em 1984. Apesar de alguns autores como HARRISON; DRAUGHN⁴⁷ afirmarem que essa relação direta entre dureza e resistência à compressão e desgaste não necessariamente exista, há um número muito maior de trabalhos que confirmam existir essa correlação, como WILLENS *et al.*¹¹⁰ que apesar de considerarem o teste de dureza como de relativa importância, comprovaram sua relação direta com as outras propriedades mecânicas das resinas compostas, SATOU *et al.*⁹⁴ que observaram uma correlação negativa entre taxa de desgaste e valores de dureza, ou seja, quanto maior a quantia de desgaste maior será o valor de dureza do material, como também SUZUKI *et al.*⁹⁸, RUDEL *et al.*⁹² e MOMOI *et al.*⁶⁶ que observaram haver correlação da dureza com a abrasão apresentada pelas resinas compostas. REIS *et al.*⁸⁸ afirmou haver correlação positiva entre dureza e resistência flexional enquanto que TANTBIROJN *et al.*⁹⁹ encontraram alto coeficiente de determinação entre dureza e resistência à fratura.

Baseados nesses dados, optou-se por utilizar o teste de dureza superficial como parâmetro para as propriedades mecânicas das resinas estudadas, acreditando que os resultados serviriam como prerrogativas para todas as outras propriedades destes materiais. Segundo TANTBIROJN *et al.*⁹⁹ os testes de dureza tem metodologia mais simples, facilitando a reprodutibilidade deste trabalho e diminuindo a possibilidade de interferências nos resultados.

Existem vários testes de dureza utilizados para avaliação de resinas compostas, sendo mais comuns os testes de dureza Knoop e Vickers, que se utilizam de penetradores pontiagudos de diamante, ambos piramidais. Entretanto, WASSEL; McCABE; WALLS¹⁰⁸ compararam testes de dureza Vickers e Barcol, que utiliza penetrador cônico de extremidade plana, mostrando que os resultados obtidos pelo segundo, são mais confiáveis, principalmente quando as medições são feitas em resinas que tem grande número de partículas, pois a carga do penetrador se concentraria em uma área e não em um ponto. Em outra pesquisa, BARAN *et al.*⁶, comparou a ponta piramidal Vickers com penetradores esféricos de aço (tipo Rockwell) e concluiu que estes teriam resultados mais confiáveis, principalmente quando mais de uma medição fosse realizada, no mesmo corpo-de-prova, em idades diferentes, pois produzem um número muito menor de fendas e rachaduras nas amostras.

Apesar de pouco difundida em Odontologia até há alguns anos, ultimamente tem sido mais usada, a dureza Rockwell foi utilizada neste estudo, fundamentada nos trabalhos acima e também em pesquisas de outros autores como KILIAN⁵⁸ em 1979, TJAN; CHAN¹⁰³ em 1989, ELDIWANY; POWERS; GEORGE³⁴ em 1993; CARVALHO JUNIOR¹⁷ em 1997 (que observou o pequeno desvio-padrão presente nos resultados), TOLEDANO *et al.*¹⁰⁴ em 1999, CORDOVA *et al.*²¹ em 2000 e CRUZ; MAI; SHELLARD²³ em 2000. GREENER; GREENER; MOSER⁴⁵ a utilizaram e inclusive concluíram haver uma correlação de resultados com a dureza Knoop; também POWERS *et al.*⁷⁸ realizaram essa mesma comparação e concluíram que, embora em porcentagens diferentes, as resinas por eles estudadas aumentaram de dureza, Knoop e Rockwell, nas condições analisadas.

Os corpos-de-prova foram confeccionados em um suporte metálico que atende as Normas da A.B.N.T.³ e utilizando o método e o modelo de suporte metálico para inserção da resina composta descrito por CARVALHO JUNIOR¹⁷ e CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸, mantendo a superfície plana e lisa, área suficiente para que fossem realizadas as impressões e com a espessura do espécime de 2 mm, concordando também com MENEZES⁶⁴ e FRUITS *et al.*⁴¹ que em seus estudos observaram que amostras com espessura menor do que 1,58 mm apresentaram um maior número de defeitos e fendas

durante os testes. As leituras eram efetuadas mantendo-se a distância mínima de 1 mm entre elas, segundo Normas da A.B.N.T.³, próximas ao centro da amostra e portanto distantes de seu perímetro, porque segundo FRUITS *et al.*⁴¹ impressões próximas do perímetro da amostra produzem fendas e defeitos em maior quantidade e estas podem alterar o resultado das leituras seguintes.

Para determinarmos a escala de dureza a ser utilizada, experimentos prévios foram realizados, nas mesmas condições em que seria desenvolvida a pesquisa (constam do capítulo Anexos). Os valores médios obtidos nestes testes indicaram que tanto a carga de 30 kg quanto a de 45 kg poderiam ser utilizadas, entretanto optou-se pela carga de 30 kg suportados pelos trabalhos de CARVALHO JUNIOR¹⁷ e CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸ que a utilizaram, com boa margem de segurança e discordava dos trabalhos de GREENER; GREENER; MOSER⁴⁵ que utilizaram a carga de 15 kg, porém, os valores não compreendiam a faixa de resultados exigida pelo teste, estando assim incorretos.

As resinas foram inseridas no suporte metálico e polimerizadas por 20 segundos através da lâmina de vidro e mais 60 segundos após a remoção desta, totalizando 80 segundos, tempo suficiente para que houvesse a sua completa polimerização, conforme trabalhos de WATTS; McNAUGHTON; GRANT¹⁰⁹ e KILIAN⁵⁸ que mostraram que com 60 segundos as resinas atingem dureza máxima, e MENEZES⁶⁴, que concluiu que a dureza aumenta com maiores tempos de exposição entre 10 e 80 segundos, quando atinge seu valor máximo, sem diferença para 90 segundos, resultados semelhantes aos de BAHARAV *et al.*⁵ que observaram valores máximos de dureza com 80 segundos de exposição, não havendo aumento desta quando a resina era fotopolimerizada por 180 segundos e finalmente KANCA III⁵³ mostrando que as resinas polimerizadas por tempo inferior ao determinado apresentaram menor dureza e que uma maior eficiência de polimerização é obtida com a fonte de luz encostada no material.

O aparelho fotopolimerizador foi aferido e manteve-se constante durante todo o experimento com intensidade de 450 mW/cm², proporcionando a completa polimerização da resina conforme PIRES *et al.*⁷⁶ que mostraram a necessidade de uma adequada exposição à luz, MENEZES⁶⁴ que observou que intensidades de luz acima de 300 mW/cm² proporcionaram maiores valores de dureza e TANTBIROJN *et al.*⁹⁹ concluindo que os

maiores valores de dureza foram obtidos quando se utilizou uma intensidade de luz de 300 mW/cm² por 40 segundos e também 700 mW/cm² por 60 segundos quando comparadas à intensidades e tempos de exposição menores. Apesar de não concordar-se com os resultados que indicam que a intensidade de luz não teria grande influência na dureza das resinas compostas, também consideramos os resultados de FOWLER; SWARTZ; MOORE³⁷ que mostraram que a dureza superficial não se altera com intensidades de luz superiores a 150 mW/cm² e de UNTERBRINK; MUESSNER¹⁰⁶ que utilizando fotopolimerizadores com intensidades de luz de 450 mW/cm² e 250 mW/cm² não encontraram diferenças nos valores de dureza, para então determinar-se o uso de um aparelho com intensidade de 450 mW/cm² e confiar-se que a resina estaria adequadamente polimerizada.

As leituras de dureza inicial foram efetuadas 5 minutos após o término da polimerização para padronizar os resultados, através de 3 impressões em cada amostra conforme trabalhos de CARVALHO JUNIOR¹⁷, CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸ e TJAN; CHAN¹⁰³ que também utilizaram a dureza Rockwell em seus trabalhos e observaram ser esta quantidade satisfatória, devido ao pequeno desvio-padrão apresentado pelo ensaio. Neste momento os corpos-de-prova foram armazenados em água deionizada a 37°C, temperatura igual à da boca, por uma semana, para que o processo de polimerização fosse complementado e a resina atingisse seus maiores valores de dureza, sendo esta determinada como sua dureza final, segundo experimento prévio (constam do capítulo Anexos) e também trabalhos de FRAUNHOFER³⁸, KILIAN⁵⁸, WATTS; McNAUGHTON; GRANT¹⁰⁹, CARVALHO JUNIOR¹⁷ e CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸ que observaram aumento nos valores de dureza com o aumento da idade dos corpos-de-prova e discordando dos trabalhos de TOLEDANO *et al.*¹⁰⁴ e SOLER *et al.*⁹⁷ que avaliando a dureza das resinas compostas em diferentes tempos de armazenagem não observaram alterações nos seus valores de dureza.

6.1.2 – Dos resultados.

De forma geral, os resultados obtidos neste trabalho, concordam com a literatura previamente citada, mostrando um aumento nos valores de dureza da idade imediata para a de 168 horas, para todas as resinas estudadas, conforme relatado por FRAUNHOFER³⁸ que

observou este fato em seus estudos, por MENEZES⁶⁴ que verificou aumento nos valores de dureza da idade de 5 minutos até 30 dias, WATTS; McNAUGHTON; GRANT¹⁰⁹ que concluíram que a dureza aumenta constantemente entre 15 minutos e 24 horas e também CARVALHO JUNIOR¹⁷ e CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸ que mostraram que as resinas aumentam de dureza da idade de 24 horas para a de 30 dias.

Apesar de alguns autores terem encontrado resultados diferentes em seus trabalhos, não observando este aumento de dureza, como TOLEDANO *et al.*¹⁰⁴ e SOLER *et al.*⁹⁷ que afirmaram não ter o tempo de armazenagem influência nos valores de dureza, preferiu-se concordar com os autores anteriormente citados e também TANTBIROJN *et al.*⁹⁹ que relataram aumento de dureza entre 15 minutos e 24 horas. Este fato ocorre porque as resinas sofrem um processo complementar de polimerização, após o término da exposição à luz, atingindo um maior grau de conversão até a idade de 1 semana e consequentemente melhorando suas propriedades mecânicas, entre elas a dureza, conforme mostrado por KILIAN⁵⁸ em seus estudos.

Entre os materiais estudados, também observou-se os resultados concordantes com a literatura, embora não tenha-se encontrado outro trabalho que tivesse estudado ao mesmo tempo estas resinas aqui avaliadas.

Vários autores associaram as propriedades mecânicas das resinas compostas ao seu conteúdo de carga, considerando que quanto maior a quantidade de carga melhores seriam suas propriedades. Em 1984, GREENER; GREENER; MOSER⁴⁵ afirmaram que as resinas com maior quantidade de carga apresentaram maiores valores de dureza e menor variação desta, fato também observado por TJAN; CHAN¹⁰³ e WILLENS *et al.*¹¹⁰ quando estudaram 89 diferentes marcas de resinas e concluíram que as características das partículas de carga interferem diretamente nas propriedades destes materiais. Acredita-se ser este aspecto bastante relevante, o mais importante fator, porém não definitivo; outras características dos materiais, como a rugosidade, devem ser analisadas e poderão influir no estudo destas propriedades.

Neste trabalho, as resinas foram divididas em 3 grupos, de acordo com o tipo de carga e indicação do fabricante, podendo ser de micropartículas, híbridas ou condensáveis, indicadas apenas para dentes posteriores. As de micropartículas, geralmente contém menor

quantidade de carga, e portanto, deveriam apresentar menores valores de dureza que as híbridas e as condensáveis. Os valores obtidos confirmaram esta hipótese, pois na sua grande maioria as resinas com maior quantidade de carga apresentaram dureza superior às aquelas com menor quantidade destas. As resinas com os maiores valores de dureza, Z100, P-60, Alert, Surefil, Z-250 e Prodigy Condensável contém grande quantidade de carga, contrastando com as que apresentaram, neste estudo, os menores valores de dureza, Helioprogress, Amelogen Microfill, Durafill e Silux, que contém menor quantidade de carga. Os materiais Ariston pHc e Solitaire foram exceções a esta lógica, pois são constituídos de alta quantidade de carga e apresentaram valores baixos de dureza.

A comparação dos valores obtidos neste estudo com os de outros autores, em sua maioria corroboram os dados observados, apesar de não termos encontrado na literatura outra pesquisa que analisasse todos estes mesmos materiais. Em testes de dureza Barcol, KANCA III⁵³ observou que a resina Herculite apresenta maior dureza que a Heliomolar; testando a dureza Vickers, WILLENS *et al.*¹¹⁰ encontraram a seguinte relação entre os materiais testados, Z-100 > Charisma > Herculite > Silux > Helioprogress > Durafill, RUDDER *et al.*⁹² observaram que Alert > Surefil > Herculite > Solitaire, CARVALHO *et al.*¹⁶ notaram que Alert = Z-100 > P-60 = Z-250 > Solitaire, este último com valores bastante inferiores aos demais materiais testados; analisando a dureza Knoop, FREITAS *et al.*⁴⁰ avaliaram que Z100 > Herculite > Charisma, SILVA *et al.*⁹⁵ concluíram que P-60 > Z-250 > Definite > Surefil; experimentando a dureza Rockwell, TJAN; CHAN¹⁰³ obtiveram a seguinte relação, Herculite > Silux > Heliomolar, CARVALHO JUNIOR¹⁷ e CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸ observaram que Z100 > Tetric > TPH > Charisma > Durafill, CRUZ; MAI; SHELLARD²³ concluíram que Z-250 > TPH > Herculite > Vitalecense > Tetric Ceram > Prodigy.

Os valores obtidos nesta pesquisa, entre parênteses, quando comparados com outros encontrados na literatura aqui citada, podem ser melhor visualizados com os resultados numéricos contrastados, como mostrados a seguir, com os dados de CARDOSO ; MALLMANN¹⁴ que testaram a dureza Knoop e encontraram os seguintes valores, Alert = 130,9 (83,26), Surefil = 129,6 (87,7), P-60 = 113,6 (89,4), Prodigy Condensável = 68,6 (85,3) e Solitaire = 50,8 (73,66); CARDOSO; POSKUS¹⁵ avaliando a dureza Vickers e

encontrando os seguintes dados, Z-100 = 136,6 (79,6), Alert = 131,6 (68,7), Surefil = 113,5 (67,16), Solitaire = 82,0 (54,83) e Silux = 81,8 (59,53); PRAZERES *et al.*⁸⁰ estudaram a dureza Knoop e encontraram os valores: Z-100 = 136,9 (90,23), Alert = 130,9 (83,26), Surefil = 129,6 (87,7), P-60 = 113,6 (89,4), Definite = 99,2 (84,56), Z-250 = 90,9 (85,9), Sculp-it = 78,6 (79,96), Prodigy Condensável = 68,57 (85,3) e Solitaire = 50,8 (73,66) e finalmente com os trabalhos de SOLER *et al.*⁹⁷ que analisaram a dureza Vickers e observaram os valores: Z-100 = 138 (90,23), Surefil = 103 (87,7), Definite = 89 (84,56), Ariston pHc = 52 (75,1) e Solitaire = 49 (73,66). Analisando os resultados expostos acima, pode-se observar que os valores são compatíveis, obviamente considerando todas as variáveis que envolvem esta análise, como as marcas das resinas, o tipo de dureza utilizada, a idade em que os corpos-de-prova foram experimentados e também alguns dados que em muitas pesquisas sequer citados são, como a carga utilizada para a determinação da dureza da amostra, o tempo em que esta carga atua na mesma e até a temperatura do ambiente no momento dos ensaios.

A comparação dos resultados dos testes de dureza com os de autores que estudaram outras propriedades de alguns destes materiais utilizados em nossos experimentos, também confirmaram a correlação positiva entre as diferentes propriedades mecânicas das resinas compostas. Em 2000, MEYER; CATTANI-LORENTE; GODIN⁶⁵ estudaram a resistência flexional e a resistência à tensão diametral de 6 resinas também utilizadas neste trabalho e concluíram que existiu a seguinte relação entre os materiais: Z-100 > Surefil > Tetric Ceram > Definite > Ariston > Solitaire, relação esta semelhante à encontrada para os valores de dureza deste trabalho. Analisando o desgaste das resinas compostas, MOMOI *et al.*⁶⁶ estudou os materiais Z-100 e Herculite, concluindo que o Z-100 apresentou menor taxa de desgaste, relação semelhante aos dados desta pesquisa; também WINKLER; XU; BURGESS¹¹³ observaram as seguintes quantias desgastadas, em micrometros, para as resinas estudadas: Z-100 = 67, Surefil = 77, Alert = 78, Herculite XRV = 115, TPH = 116 e Solitaire = 162 que podem ser diretamente relacionados com os valores de dureza obtidos neste estudo.

Os testes de dureza Rockwell mostraram relação com outros trabalhos, realizados com diferentes testes de dureza, com outras propriedades mecânicas e também com

trabalhos clínicos, podendo ser traçado um paralelo entre seus resultados e as demais propriedades, sendo portanto seguro e confiável quanto aos seus resultados, desde que todas as especificações sejam seguidas.

6.2 – Contração de polimerização.

6.2.1 – Dos materiais e métodos.

A contração de polimerização de uma resina composta é um importante fator na determinação de sua eficiência como material restaurador, pois está diretamente ligada à capacidade de um material vedar as margens entre dente e restauração, evitando a infiltração marginal e consequentemente a recidiva de lesões cariosas. Em 1967, BOWEN¹⁰ estudou a adesão de materiais restauradores às paredes dentais e salientou que a contração de polimerização influi nesta união, devendo ser a menor possível. Resultados semelhantes foram observados, entre outros, por BAUSCH *et al.*⁷ em 1982, DAVIDSON; DE GEE²⁴ em 1984 e também AW; NICHOLS⁴, todos estes considerando que a contração de polimerização pode causar desadaptação marginal e microinfiltração.

O método utilizado priorizou a simplificação da técnica de confecção e medição dos corpos-de-prova, evitando o uso de equipamentos complexos e de difícil acesso, possibilitando que a reprodução deste trabalho tivesse maior alcance. A matriz usada na confecção das amostras pode ser reproduzida com fidelidade e facilidade, pois trata-se de uma placa metálica de aço inoxidável onde foi confeccionada a cavidade para inserção da resina e o paquímetro utilizado na medição das amostras é um dispositivo comumente encontrado e de baixo custo. Não encontrou-se na literatura nenhum outro trabalho que utilizasse método semelhante, apesar deste ser bastante simples e de resultados precisos. Basicamente, dois métodos são empregadas pelas pesquisas aqui citadas, a utilização de um dilatômetro por capilaridade de mercúrio usado nos trabalhos de DENNISON; CRAIG²⁶, BAUSCH *et al.*⁷, GOLDMAN⁴⁴, FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁵ e RODRIGUES; ABATE; MACHI⁹⁰ e o uso de um dispositivo chamado linômetro com o qual foram efetuadas as pesquisas de DE GEE; FEILZER; DAVIDSON²⁵, e também as de GOES; GARCIA-GODOY; CADENAS⁴³ e DENNISON *et al.*²⁸. Encontramos uma pesquisa, a de AW; NICHOLLS⁴, em que a contração foi determinada através da medição do material antes e após a sua polimerização em microscópio ótico. Muitos autores, como

HALLER; SCHUSTER⁴⁶, POSKUS; MEIRA; CARDOSO⁷⁷, BAUER *et al.*⁸, GALLO; BATES; BURGESS⁴² e PRIOTTO *et al.*⁸², utilizaram testes de infiltração marginal para determinar o grau de contração de polimerização das resinas compostas, entretanto, estes ensaios estão susceptíveis a uma grande variedade de interações, que podem alterar os resultados e dificultar comparações, pois dependem da estrutura dental usada no teste, do sistema adesivo, da profundidade de polimerização e da espessura das camadas de resina utilizadas, entre outros fatores.

A matriz metálica usada para a confecção das amostras possuía 26,655 mm de comprimento, extensão grande para um corpo-de-prova, entretanto, esta medida facilita a sua manipulação durante a medição e a verificação das alterações lineares fica mais evidente, sem alterar o resultado, pois este é calculado em porcentagem. A profundidade da canaleta, onde foi inserida a resina na matriz, era de 2 mm, permitindo que a resina fosse levada à cavidade de uma só vez e sofresse a adequada polimerização. As marcas efetuadas na matriz, para posicionar a ponta do fotopolimerizador, possibilitaram que o tempo de exposição à luz fosse igual em toda a extensão do corpo-de-prova, sendo este de 40 segundos com a ponta do aparelho encostada na fita de poliéster sobre a resina, concordando com os trabalhos de GOLDMAN⁴⁴ e AW; NICHOLLS⁴ e seguindo as recomendações dos fabricantes das resinas usadas nos experimentos, que recomendam este tempo de polimerização, ou em alguns casos, tempos até menores, estando portanto o material sempre polimerizado. Em algumas pesquisas, como as de FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁵ e DE GEE; FEILZER; DAVIDSON²⁵, foi utilizado um tempo de exposição superior, de 60 segundos, o que poderia causar uma contração inicial superior àquela esperada pelas características do material.

O aparelho fotopolimerizador foi aferido e manteve-se constante durante todo o experimento com intensidade de 450 mW/cm², proporcionando a completa polimerização da resina conforme PIRES *et al.*⁷⁶ que mostraram a necessidade de uma adequada exposição à luz e MENEZES⁶⁴ que observou que intensidades de luz acima de 300 mW/cm² proporcionam a correta polimerização do material.

Os corpos-de-prova foram dimensionados 10 minutos após o término da polimerização, simulando o que ocorre clinicamente, sendo esta considerada a contração

inicial do material, conforme também descrito por GOES; GARCIA-GODOY; CARDENAS⁴³ e NORLING *et al.*⁷⁰ que mediram a contração após 15 e 12 minutos da sua confecção, respectivamente. O trabalho de RODRIGUES; ABATE; MACHI⁹⁰ apresenta os valores de contração imediatamente após a polimerização, entretanto esta medição não expressa o que acontece clinicamente, pois sempre há um tempo usado nos ajustes da restauração. FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁵ em seus estudos, notaram que as resinas, aumentaram sua contração da idade de 30 segundos até a de 10 minutos constantemente, mantendo-se praticamente inalteradas desta para as de 30 minutos e 1 hora, só apresentando novamente significativo aumento para as idades de 12 e 24 horas. Várias pesquisas determinaram a contração de polimerização final das resinas compostas com diferentes idades dos corpos-de-prova, como GOLDMAN⁴⁴ que para as resinas fotopolimerizáveis utilizou o tempo de 30-35 minutos, DAVIDSON; DE GEE²⁴ que a determinaram após 45 minutos, DENNISON; CRAIG²⁶ medindo esta contração após 1 hora e BAUSCH *et al.*⁷ na idade de 10 horas. Em seus experimentos, FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁵ observaram um aumento gradual nos valores de contração dos materiais estudados da medição realizada na idade de 30 segundos para a de 24 horas. A determinação da idade em que os corpos-de-prova já teriam sofrido a máxima contração de polimerização, chamada de contração final, foi através de testes em que se mediu o tamanho destes, até que não mais se verificassem alterações nas suas dimensões, conforme descrito no capítulo Anexos. Foi determinada a contração nas idades de 10 minutos, 48 horas, 168 horas e 336 horas, e pode-se observar uma progressão nos valores, grande, da primeira para a de 48 horas, menor, porém visível, desta para a de 168 horas e uma estagnação para a de 336 horas. A partir destes experimentos estabeleceu-se que a contração final da resina composta já havia ocorrido após 168 horas e portanto, nos experimentos específicos para a pesquisa, as amostras foram dimensionadas após 168 horas.

Sabidamente, esta contração não deverá apresentar tal magnitude nas condições clínicas, quando o material for corretamente manipulado, pois entrará em contato com a umidade da boca, após a remoção do isolamento absoluto, e absorverá líquido, sofrendo um aumento de volume, a chamada expansão higroscópica. O objetivo desta pesquisa,

entretanto, foi determinar a máxima contração que um material poderia sofrer, independentemente das condições clínicas, por este motivo a medição foi efetuada após 168 horas e as amostras armazenadas em ambiente seco a 37°C.

O tamanho da amostra, observado nas medições com o paquímetro, era utilizado no cálculo da contração linear, através de uma regra de três. Com a finalidade de facilitar a comparação destes resultados com os de outros autores, que na sua maioria se utilizam de valores de contração volumétrica; após efetuar-se alguns cálculos, observou-se que os resultados eram muito próximos aos de uma simples multiplicação dos valores de contração linear por três, havendo diferença apenas a partir da segunda casa após a vírgula; assim optou-se por utilizar este método para o cálculo da contração de polimerização volumétrica.

6.2.2 – Dos resultados.

De forma geral, os resultados obtidos neste trabalho concordam com a literatura previamente citada, mostrando um aumento nos valores de contração da idade imediata para a de 168 horas, para todas as resinas estudadas, conforme relatado por DENNISON; CRAIG²⁶ e FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁵ em suas pesquisas, embora ambos tenham usado diferentes idades na determinação da contração final. Esta característica do material deve-se ao fato destes sofrerem um processo complementar de polimerização, após o término da exposição à luz, atingindo um maior grau de conversão até a idade de uma semana, e durante esta conversão, a aproximação das moléculas fazerem com que as resinas se contraíam, conforme mostrado por EICK *et al.*³² em seus estudos.

Analizando os resultados apresentados pelos materiais aqui estudados, também observou-se dados concordantes com a literatura, embora não tenha-se encontrado outro trabalho que tivesse avaliado ao mesmo tempo estas mesmas resinas, aqui usadas.

Os autores citados, associam a intensidade da contração de polimerização das resinas ao seu conteúdo de carga, considerando que quanto maior sua quantidade menor o valor de contração apresentado pelo material. Desde 1967, quando BOWEN¹⁰, estudando resinas acrílicas e compostas, concluiu que os materiais com partículas de carga e os com maior quantidade destas, apresentavam menor contração de polimerização, vários outros estudiosos confirmaram esta hipótese, como DENNISON; CRAIG²⁶ que mostraram existir

uma relação inversamente proporcional entre contração e quantia de carga, GOLDMAN⁴⁴ que verificou que as resinas contendo maior proporção de carga tem reduzida sua contração, FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁵ que afirmaram que a contração depende da quantidade, do tamanho e do tipo de partículas que compõe o material, observação semelhante a de EICK *et al.*³². Este fato, é explicado, pela não participação das partículas de carga na reação química de polimerização das resinas compostas, sendo então, quanto maior a sua proporção, menor a quantidade de matriz orgânica em um determinado volume, e consequentemente menos material a sofrer o processo de reação de polimerização. Acreditamos ser este, o principal aspecto a determinar o valor da contração de polimerização de uma resina composta, mas também devemos considerar o índice de contração da matriz individualmente, sem as partículas de carga, que podem apresentar valores diferentes entre as resinas existentes. Entretanto, mesmo entre resinas que contenham na sua composição matrizes com contrações distintas, para que este fator interfira marcadamente na característica do material, a diferença precisaria ser bastante grande ou a resina conter uma quantidade de carga pequena. Em 1993, DE GEE; FEILZER; DAVIDSON²⁵ mostraram que a contração de uma matriz de BIS-GMA era de 5,30%, caso as atuais composições de matriz orgânica apresentem 50% menos contração durante a polimerização (informação constante em várias propagandas de produtos), esta representaria uma redução muito discreta na contração total do material.

Neste trabalho, as resinas foram divididas em 3 grupos, de acordo com o tipo de carga e indicação do fabricante, podendo ser de micropartículas, híbridas ou condensáveis, indicadas apenas para dentes posteriores. As de micropartículas geralmente contém menor quantidade de carga e portanto deveriam apresentar maiores valores de contração que as híbridas e as condensáveis. Os valores obtidos confirmam esta hipótese, pois na sua grande maioria as resinas com menor quantia de carga apresentaram contração superior àquelas com maior quantidade de partículas. As resinas com os menores valores de contração, P-60, Alert, Prodigy Condensável, Tetric Ceram e Z-100 contém grande quantidade de carga, contrastando com as que apresentaram, neste estudo, os maiores valores de contração, Helioprogress, Amelogen Microfill, Durafill e Silux e que contém menor quantidade de carga. Os materiais Renamel Hybrid, Charisma e Solitaire foram exceções a esta lógica,

pois são constituídos de grande quantia de carga e apresentaram altos valores de contração de polimerização.

A comparação dos valores obtidos neste estudo com os de outros autores, em sua maioria corroboram os dados observados, apesar de não termos encontrado na literatura outra pesquisa que analisasse todos estes mesmos materiais. Em 1972, DENNISON; CRAIG²⁶ observaram valores de contração volumétrica entre 1,2 a 2,1% dependendo da quantidade de carga dos materiais, enquanto que GOLDMAN⁴⁴, em 1983, relatou valores variando entre 1,67 a 5,68% em volume, ambos trabalhando com materiais não mais encontrados no comércio. Em experimentos utilizando materiais empregados também nesta pesquisa, FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁵ avaliando a contração volumétrica 10 minutos após a confecção dos corpos-de-prova, observaram os seguintes valores para as resinas Heliomolar (2,0%), Silux (2,3%) e Herculite XRV (2,9%); DE GEE; FEILZER; DAVIDSON²⁵ na idade de 30 minutos obtiveram 2,06% para a Silux, 2,38% para a Heliomolar e 2,61% para a Herculite XRV; NORLING *et al.*⁷⁰ relataram os valores de contração volumétrica de diversos materiais, na idade de 12 minutos, e os resultados foram de 1,4% para o Heliomolar, 1,6% para o Durafill, 1,7% para o Herculite, 1,8% para o Z 100, 1,9% para o Surefil, 2,2% para o Tetric Ceram, 2,3% para o Alert e 2,9% para o Solitaire.

Os resultados obtidos nesta pesquisa para estes mesmos materiais, na idade de 10 minutos, foram: DurafillVS (1,13%), Silux Plus (1,02%), Heliomolar (0,83%), Herculite XRV (0,92%), Tetric Ceram (0,72%), TPH (0,83%), Z-100 (0,66%), Alert (0,78%), Solitaire (1,93%) e Surefil (1,01%), mostrando algumas diferenças entre os valores quando comparados aos das outras pesquisas; estes valores estão em discordância com os apresentados por GOES; GARCIA-GODOY; CARDENAS⁴³ quando estudaram a contração de polimerização de algumas resinas, na idade de 15 minutos, e encontraram elevados índices desta para os materiais Silux (4,25%), TPH (4,41%) e Z-100 (5,45%).

A contração de polimerização final, após 168 horas da confecção das amostras, pode ser comparada com os dados da publicação THE DENTAL ADVISOR¹⁰², que apresentou valores de contração linear das resinas Alert (0,8%), Surefil (0,8%), Z-100 (1,0%), Solitaire (1,2%) e Tetric Ceram (1,4%) e também, com os resultados de contração

linear mostrados por AW; NICHOLLS⁴ que foram de 0,43% para a Alert, 0,49% para a Surefil e de 0,54% para a Solitaire. Os valores de contração linear, para estas mesmas resinas, deste trabalho foram: Tetric Ceram (0,36%), Z-100 (0,36%), Alert (0,33%), Solitaire (0,96%) e Surefil (0,42%) estando semelhantes aos da pesquisa de AW; NICHOLLS⁴ e diferindo dos da publicação THE DENTAL ADVISOR¹⁰², esta não apresenta dados de como os valores foram obtidos. HERRERO; YAMAN; DENNISON⁴⁹ mostraram em suas pesquisas, valores de contração de polimerização volumétrica de resinas condensáveis, Alert (0,18%), Surefil (1,37%), Solitaire (3,30%), P-60 (1,20%) e Prodigy Condensável (1,97%) próximos aos obtidos neste trabalho, que na mesma sequência dos materiais acima citados foram de 1,0%, 1,25%, 2,89%, 0,98% e 1,05%, havendo uma grande diferença, apenas nos valores observados para a resina Alert, que apresentou valores muito baixos nas pesquisas de HERRERO; YAMAN; DENNISON⁴⁹.

A contração de polimerização, está diretamente associada à infiltração marginal apresentada pelos materiais restauradores, conforme mostrado por BOWEN¹⁰, BAUSCH *et al.*⁷, DAVIDSON; DE GEE²⁴ e EICK *et al.*³², entre outros, e por este motivo, também comparou-se os resultados deste trabalho com os de outros autores que estudaram esta característica nas resinas compostas.

Vários autores estudaram a adaptação marginal e a infiltração de resinas compostas, fazendo comparação entre diferentes marcas e técnicas de inserção do material à cavidade. KANCA III⁵⁴ comparou 3 resinas condensáveis, Surefil, Alert e Solitaire, inseridas à cavidade em camadas ou de uma só vez, concluindo que a técnica “incremental” apresentou menor infiltração, e que a resina Surefil teve melhor desempenho, seguida da Alert e finalmente da Solitaire, que inserida em bloco único, apresentou infiltração em 78 das 80 cavidades analisadas. Outros trabalhos, identicamente mostraram, que a inserção da resina em camadas proporciona restaurações com menor infiltração marginal, como mostrado por POSKUS; MEIRA; CARDOSO⁷⁷ que testaram as resinas Alert e Z100 e concluíram ser esta última a que apresentava menor infiltração, CARDOSO; POSKUS¹⁵ que experimentaram 5 resinas, comparando as duas técnicas de inserção, e observaram a seguinte relação entre os materiais, a partir do de menor infiltração: Z100 > Alert > Surefil = Solitaire = Silux. Os resultados destas pesquisas se contradizem com os de GALLO;

BATES; BURGESS⁴² que concluíram em seus estudos, que a técnica de inserção “incremental” ou de uma só vez, não influiria na intensidade da infiltração marginal, com a qual não concordou-se, pois a inserção em camadas, permite compensar a contração da imediatamente anterior, até o preenchimento completo da cavidade, proporcionando uma contração do volume total da restauração menor. Este aspecto, tem fundamental importância no resultado final do trabalho, inclusive a espessura das camadas deve ser a menor possível, conforme mostrado por PRIOTTO *et al.*⁸², que mostrou uma menor infiltração, para todas as resinas usadas em seus estudos, quando polimerizadas em espessuras de 1 mm quando comparadas a espessuras de 5 mm, e concluiu que a Z-100 teve melhor desempenho que as outras resinas avaliadas, Solitaire, Alert e Prodigy Condensável.

As comparações entre diferentes materiais foram alvo dos estudos de BAUER *et al.*⁸ que mostraram ser a resina P-60 superior as outras estudadas, Alert, Surefil e TPH, estas com resultados semelhantes entre si, BURMANN *et al.*¹² que concluíram, entre as resinas que estudaram, que a resina Z-100 tem melhor adaptação marginal, seguida pela Alert e depois Definite e Surefil com números iguais e PRAKKI; CILLI; ARAUJO⁷⁹ mostrando o material Z-100 ter menor infiltração que o Alert e este menor que o Solitaire.

Os resultados destas pesquisas, comprovam a relação entre os valores de contração de polimerização e infiltração marginal, pois as resinas com menores valores de contração desta pesquisa apresentaram melhor adaptação marginal nos testes de infiltração aqui citados. Apresentaram dados contrastantes com estes os trabalhos de KAZEMI; MEIERS; MEIER⁵⁶ em que, apesar de a resina Z-100 apresentar os melhores resultados, a Solitaire teve resultado semelhante ao da Alert em segundo lugar e o pior resultado foi apresentado pela Surefil, e também, os trabalhos de HALLER; SCHUSTER⁴⁶, em que a resina Solitaire mostrou o melhor desempenho quando comparada às resinas Herculite e Charisma, o que não seria o esperado se analisados os seus valores de contração de polimerização.

Os testes e os resultados de contração de polimerização mostraram relação com outros trabalhos, realizados com diferentes métodos, e com trabalhos laboratoriais e clínicos sobre infiltração marginal, sendo portanto seguro e confiável quanto aos seus resultados, desde que todas as especificações sejam seguidas.

6.3 – Rugosidade.

6.3.1 – Dos materiais e métodos.

Uma alta lisura de superfície; seria este um dos principais aspectos, que as resinas compostas deveriam apresentar, para que as restaurações tivessem longevidade clínica. Superfícies ásperas facilitam o acúmulo de placa bacteriana, segundo relataram MELLO *et al.*⁶³ e KAPLAN *et al.*⁵⁵ em suas pesquisas, que liberando ácidos, amolecem a matriz orgânica da resina aumentando seu desgaste e tornando a restauração ainda mais áspera. Em 1998, FREITAS *et al.*⁴⁰, estudaram a ação de ácidos orgânicos sobre a rugosidade de resinas compostas, e não observaram diferença nas amostras após estas serem armazenadas nos ácidos, o que provavelmente ocorreu, porque não foi efetuado nenhum tipo de atrito contra as superfícies das resinas, então, mesmo estas estando menos resistentes ao desgaste, o que causaria a maior rugosidade, este fator não foi notado.

As resinas compostas absorvem água do meio e de acordo com OYSAED; RUYTER⁷³, na presença de água, as partículas de carga reagem com esta, quebrando a ligação siloxânica entre matriz e partículas. Este fator, chamado de degradação hidrolítica, foi mostrado por WATTS; McNAUGHTON; GRANT¹⁰⁹ que verificaram que resinas armazenadas em água, comparadas com as mesmas resinas armazenadas em ambiente seco, apresentavam piores propriedades mecânicas, resultados semelhantes aos de CRUZ *et al.*²² e MONTES; DRAUGHN⁶⁷.

A presença de fendas e irregularidades superficiais nas resinas compostas, demonstrado em pesquisas clínicas, como as de O'BRIEN; YEE⁷¹, que em M.E.V., analisaram superfícies de restaurações removidas de pacientes após longo tempo de uso, e também, fundamentada em trabalhos laboratoriais, como os de VINHA; SANTOS; PANZERI¹⁰⁷, que mostraram haver penetração de corantes na superfície das resinas, comprova que estas irregularidades facilitam e permitem uma maior penetração da água, o que segundo SODERHOLM *et al.*⁹⁶, em avaliação ao M.E.V., é determinante nas falhas apresentadas na união carga/matriz destes materiais.

Patente está, que as resinas com maior lisura de superfície apresentam superior estética, menor manchamento superficial, menor degradação hidrolítica e consequentemente melhores propriedades mecânicas. Em pesquisa de avaliação clínica,

RATAPRINADAKUL; LEINFELDER; THOMAS^{84 e 85} concluíram que, os processos de acabamento e polimento das resinas compostas, aumentaram a taxa de desgaste destes materiais, salientando que, apesar de não factível como procedimento clínico rotineiro, deveriam ser limitados ao mínimo necessário. Vários trabalhos, mostram que a maior lisura superficial das resinas é obtida, quando esta é polimerizada em contato direto com a fita de poliéster, e não sofre nenhum processo complementar de polimento com quaisquer tipos de abrasivos, como mostrado, entre outros, por DENNISON; FAN; POWERS²⁷, CHUNG¹⁹, HOELSCHER *et al.*⁵⁰ e NAVARRO; NUNES; BARBOSA⁶⁸. Esta influência foi confirmada também, pelos trabalhos de BERAESTEGUI *et al.*⁹, que concluíram que todos os tipos de acabamento criam irregularidades nas resinas compostas, de FERRACANE; CONDON; MITCHEM³⁶, mostrando que os procedimentos de acabamento contribuem para a formação de microrrachaduras, podendo influir na degradação, e finalmente, nos de DICKINSON *et al.*³⁰ e DICKINSON; MAZER; LEINFELDER³¹ que mostraram, em avaliações clínicas com 6 meses e 1 ano respectivamente, que a eliminação das irregularidades, produzidas durante o acabamento, através da aplicação de um selante de superfície, diminuiu a taxa de desgaste e aumentou a longevidade das restaurações.

Considerando que é praticamente impossível, a não utilização de procedimentos de acabamento e polimento na prática clínica, optou-se por utilizar nestes experimentos, uma série de abrasivos, que possibilitasse imprimir aos materiais testados a maior lisura possível, simulando condições clínicas ideais e igualdade de condições durante a análise. As pesquisas aqui citadas, mostram em sua grande maioria, que os discos, mais especificamente os Sof-Lex, quando utilizados na sequência recomendada pelo fabricante, apresentam os melhores resultados comparados aos outros sistemas e materiais empregados para tal finalidade. Esta afirmação é confirmada pelos trabalhos de DENNISON; FAN; POWERS²⁷, EIDE; TVEIT³³, TJAN; CHAN¹⁰³, BERAESTEGUI *et al.*⁹, CHUNG¹⁹, TATE; POWERS¹⁰⁰, JACQUES *et al.*⁵¹ e NAVARRO; NUNES; BARBOSA⁶⁸; em apenas uma pesquisa, onde o sistema Sof-Lex foi usado, este não apresentou o melhor desempenho, na de HOELSCHER *et al.*⁵⁰, em que o sistema Enhance foi superior. Provavelmente, além de possuírem abrasivos de tamanho bastantes pequenos, o fato de

serem planos e flexíveis, facilitam o seu contato com uma maior área do corpo-de-prova, providenciando um melhor polimento.

Procurou-se utilizar estas positivas características dos discos em nosso experimento, e eliminar a movimentação decorrente da manipulação manual do contra-ângulo, ao qual está acoplado, usando tiras de lixa de papel em diferentes granulações, fixadas em um suporte apropriado para este fim, com irrigação, evitando aquecimento e removendo fragmentos provenientes do atrito. Inicialmente, foi usada uma lixa de granulação 120, simulando um desgaste grosseiro para ajuste das restaurações e sequencialmente lixas com abrasivos cada vez menores, 320, 600 e finalmente 1.500, que produz uma superfície extremamente lisa e pode ser comparada ao disco Sof-Lex de menor granulação, que é de 1.200, até com certa vantagem. A superfície da resina, deve estar plana e paralela à haste que prende a ponta diamantada, no momento da leitura pelo rugosímetro, por este motivo, os desgastes foram realizados com o auxílio de um dispositivo que mantinha os corpos-de-prova com estas características, após o seu polimento.

O rugosímetro utilizado era acoplado a um computador e impressora, emitindo a cada leitura um relatório para análise. A leitura foi executada sempre no mesmo sentido, para todos os corpos-de-prova, orientada pela marca existente na base deste. Foram efetuadas 3 leituras em cada uma das amostras, conforme preconizado por DENNISON; CRAIG²⁶, TJAN; CHAN¹⁰³; WILLENS¹¹¹, FREITAS *et al.*⁴⁰ e NAVARRO; NUNES; BARBOSA⁶⁸. A média de rugosidade (Ra) de cada leitura pelo rugosímetro, é definida como o valor médio do perfil percorrido pela ponta diamantada do aparelho, sobre a superfície da amostra. A ponta percorre a superfície e seus movimentos verticais são convertidos em um sinal elétrico, emitido então ao microcomputador. Diferentes geometrias de superfície podem produzir valores de rugosidade média idênticos, prejudicando uma análise mais apurada dos resultados. Para diminuir esta possibilidade, utilizou-se um filtro (“cut-off”) que elimina a detecção de irregularidades acima de seu limiar; neste estudo o rugosímetro foi ajustado para atuar com um “cut-off” de 0,25 mm, indicado para a medição de superfícies polidas e ou levemente abrasionadas, semelhante ao utilizado por EIDE; TVEIT³³, TATE; POWERS¹⁰⁰ como também por WILLIENS *et al.*¹¹¹

que afirmaram que a média de alguns materiais pode ser igual, entretanto, se tiverem picos e vales diferentes, seu comportamento clínico será distinto, o uso de um “cut-off” minimizaria esta possibilidade. A ponta do rugosímetro percorreu 1,2 mm em cada leitura efetuada, distância semelhante à utilizada por FREITAS *et al.*⁴⁰, que em seus experimentos usou 1,25 mm, porém menor que as usadas por WILLENS *et al.*¹¹¹ e TATE; POWERS¹⁰⁰ que foram respectivamente de 1,75 mm e 2 mm.

Os valores obtidos estão expressos em nanômetros, porque as planilhas emitidas pelo computador ora estavam em micrometros, ora em nanômetros; o que nos levou a adotá-los, apesar da maioria dos trabalhos ser expressa em micrometros, foi uma maior visibilidade numérica das diferenças entre as rugosidades dos materiais.

6.3.2 – Dos resultados.

De forma geral, os resultados obtidos neste trabalho, concordam com a literatura previamente citada. As resinas compostas com partículas de maior tamanho, e geralmente, com maior volume destas na sua composição apresentaram valores de rugosidade superiores, enquanto que, as resinas contendo apenas micropartículas, tiveram maior lisura de superfície. Em 1981, DENNISON; FAN; POWERS²⁷ compararam uma resina de micropartículas com uma de macropartículas e observaram que as primeiras apresentaram menor rugosidade, resultado semelhante ao mostrado na pesquisa de EIDE; TVEIT³³ que concluíram que uma resina de micropartículas teve maior lisura que uma híbrida e também no trabalho de RICE *et al.*⁸⁹ que estudaram diferentes tipos de resinas compostas, e finalizaram afirmando que, as contendo apenas micropartículas, apresentam maior lisura de superfície. Estudando a interferência do tipo e quantidade de carga na rugosidade de resinas compostas, LIM *et al.*⁶¹, testaram diferentes formulações com variação na quantidade e no formato, esferoidal ou irregular, das partículas, e mostraram que as com maior quantidade de carga, apresentaram maior rugosidade, entretanto, não observaram diferenças na rugosidade entre as resinas contendo partículas esferoidais e irregulares, conclusão esta equivocada, pois na única fórmula que apresenta a mesma quantidade de carga esferoidal e irregular, a com 20%, a resina de partículas irregulares apresentou $R_a = 0,40 \mu\text{m}$, enquanto a com partículas esferoidais apresentou $R_a = 0,30 \mu\text{m}$, sendo esta uma considerável diferença. Segundo TJAN; CHAN¹⁰³ a rugosidade de uma resina composta

depende do tamanho de suas partículas e em uma análise mais complexa e abrangente, WILLENS *et al.*¹¹¹ afirmaram que a rugosidade está diretamente relacionada com o tamanho, o formato, a quantidade e a dureza das partículas que compõe o material.

Entre os materiais estudados, também observou-se resultados concordantes com a literatura, embora não tenha-se encontrado outro trabalho que tivesse estudado ao mesmo tempo estas mesmas resinas aqui avaliadas.

Neste trabalho, as resinas foram divididas em 3 grupos, de acordo com o tipo de carga e indicação do fabricante, podendo ser de micropartículas, híbridas ou condensáveis, indicadas apenas para dentes posteriores. As de micropartículas geralmente contém menor quantidade de carga, sendo esta de formato esférico, e portanto deveriam apresentar menores valores de rugosidade que as híbridas e as condensáveis. Os valores obtidos confirmam esta hipótese, pois na sua grande maioria as resinas com maior quantidade de carga apresentaram rugosidade superior às aquelas com menor quantidade de partículas. As resinas com os maiores valores de rugosidade, Alert, Fill Magic Condensável, Surefil e Prodigy Condensável contém grande quantidade de carga e de grande tamanho, contrastando com as que apresentaram, neste estudo, os menores valores de rugosidade, Helioprogress e Durafill que contém menor quantidade de carga. O material Heliomolar foi exceção a esta lógica, pois é uma resina híbrida, constituída de uma quantidade intermediária de carga e apresentou valores baixos de rugosidade.

A comparação dos valores obtidos neste estudo com os de outros autores, em sua maioria confirmaram os dados observados, apesar de não ter-se encontrado na literatura, outra pesquisa que analisasse todos estes mesmos materiais. Em nossos experimentos, observou-se a seguinte sequência, a partir da de menor rugosidade, em nanômetros: Helioprogress (71,50), Durafill VS (73,67), Heliomolar (77,30), Vitalecense (84,83), Prodigy (86,90), Amelogen Microfill (87,70), Ariston pHc (96,70), Silux Plus (97,03), Sculp-it (98,60), Z-250 (99,20), Fill Magic (100,00), Degufill Mineral (104,33), Charisma (104,37), Solitaire (108,43), Z-100 (108,90), P-60 (109,50), Renamel Hybrid (119,47), TPH (124,60), Definite (125,33), Tetric Ceram (128,53), Amelogen Universal (129,83), Glacier (131,60), Helio Fill Ap (135,80), Herculite XRV (136,53), Suprafill (140,03), Prodigy Condensável (157,90), Surefil (170,60), Fill Magic Condensável (207,33) e Alert

(263,23). Para transformar estes valores em micrometros, deve-se conduzir a vírgula três casas para a esquerda; uma resina que apresentou 263,23 nm teria 0,26323 μm e uma com 96,70 nm teria 0,0967 μm .

Inicialmente, comparou-se estes resultados, com os obtidos por outros autores, quando utilizaram tiras de lixa de granulação semelhante àsquelas aqui empregadas, o que ocorreu nos trabalhos de WILLENS *et al.*¹¹¹ e WILLENS *et al.*¹¹⁰ que poliram a amostra com tira de granulação 600, entretanto antes de medirem a rugosidade, abrasionaram esta superfície com escova de dentes, tornando-a mais irregular, e obtendo os seguintes valores para as resinas estudadas: Durafill VS (0,11 μm), Helioprogress (0,12 μm), Herculite XRV (0,12 μm), Heliomolar (0,13 μm), Silux Plus (0,13 μm) e Z100 (0,27 μm), todos valores superiores aos observados neste trabalho, provavelmente devido ao desgaste efetuado com a escova.

Um grande número de pesquisas, utilizou o sistema Sof-Lex para polir as amostras e determinar a rugosidade dos materiais testados. Este sistema de polimento, é notadamente, o que apresenta melhores resultados, como descrito acima, entretanto, considerando que sua aplicação é através de um contra-ângulo manuseado manualmente, podem ocorrer distorções, dependendo da força, da velocidade e do ângulo de contato com a superfície a ser polida, o que poderia alterar os resultados. Em experimentos executados com o sistema Sof-Lex, TJAN; CHAN¹⁰³ observaram os seguintes resultados para as resinas Silux Plus (0,12 μm), Heliomolar (0,14 μm) e Herculite (0,11 μm), contrastando com BERASTEGUI *et al.*⁹ que encontraram valores mais altos para duas destas resinas, a Silux Plus (0,18 μm) e a Herculite (0,29 μm). Também utilizaram o mesmo sistema de polimento em suas pesquisas CHUNG¹⁹, que estudou as resinas Heliomolar (0,14 μm) e Herculite (0,18 μm), TATE; POWERS¹⁰⁰ que usaram somente a resina Charisma (0,08 μm), ROEDER; TATE; POWERS⁹¹ que trabalharam com os materiais Alert (0,39 μm), Surefill (0,24 μm), Solitaire (0,20 μm) e Z-100 (0,16 μm), JACQUES *et al.*⁵¹ que testaram as resinas Durafill (0,10 μm), Herculite (0,06 μm), Z-250 (0,09 μm) e Fill Magic Condensável (0,10 μm) e finalmente TATE; ROEDER; POWERS¹⁰¹ que utilizaram as resinas P-60 (0,15 μm), Z-250 (0,15 μm) e Prodigy Condensável (0,14 μm). Os valores observados nestes trabalhos foram superiores aos obtidos nesta pesquisa, entretanto

mantém entre si uma forte correlação, o que pode ser explicado, por ter-se aqui utilizado uma tira de lixa de granulação inferior ao disco Sof-Lex, 1.500 contra 1.200 do disco, e executado-se o polimento através de um dispositivo que mantinha a amostra sempre com a mesma relação de atrito com a tira de lixa e controlava a magnitude dos movimentos e a pressão aplicada. Entre os resultados mostrados acima, o único valor não correlato aos aqui observados, são os da resina Fill Magic Condensável (0,10 μm), testada por JACQUES *et al.*⁵¹ que apresentaram rugosidade muito menor que a aqui observada (0,207 μm).

Em artigo de revisão de literatura, em que não identificam o método empregado na obtenção dos dados expostos, CARDOSO; MALLMANN¹⁴ apresentaram a seguinte relação de valores de rugosidade, Alert (0,58 μm), Surefill (0,41 μm), Solitaire (0,12 μm) e P-60 (0,10 μm), relação esta semelhante aos desta pesquisa. Utilizando outros sistemas de polimento, como as pastas aplicadas com escovas de Robinson, por CARDOSO *et al.*¹³ que obtiveram os seguintes resultados, Alert (0,70 μm), Surefill (0,41 μm), Z-100 (0,18 μm), Z-250 (0,15 μm), Definite (0,14 μm), Solitaire (0,12 μm), P-60 (0,10 μm) e Sculp-it (0,07 μm), e RAMOS *et al.*⁸³, que utilizaram o sistema Enhance, finalizando com a pasta Prisma Gloss e observaram os seguintes valores das resinas ensaiadas, Solitaire (0,32 μm), TPH (0,38 μm), Prodigy Condensável (0,38 μm), Surefill (0,40 μm), Herculite (0,40 μm) e P-60 (0,40 μm), notou-se valores de rugosidade superiores, provocados pelo uso de abrasivos de granulação maior e seu método de aplicação, como no experimento de RAMOS *et al.*⁸³, em que foi utilizada uma borracha com o abrasivo deixando a superfície mais áspera.

Os testes e os resultados de rugosidade desta pesquisa mostraram coerência com os de outros trabalhos, mesmo considerando terem sido realizados com diferentes métodos, inclusive porque permitem um maior controle das variáveis existentes durante os experimentos, parecendo seguro e confiável quanto aos seus resultados, desde que todas as especificações sejam seguidas.

6.4 – Análise conjunta.

As resinas compostas deveriam apresentar propriedades mecânicas satisfatórias, como a dureza, para que pudessem ser indicadas como material restaurador nas mais diversas situações clínicas, tanto para dentes anteriores quanto para os posteriores. A inserção deste material à cavidade, devido à sua contração de polimerização, torna este

passo clínico bastante crítico, portanto, quanto menor esta contração, mais simples sua aplicação clínica e restaurações mais bem adaptadas seriam obtidas. As resinas deveriam, após o polimento, apresentar uma alta lisura superficial, estando menos sujeitas ao processo de degradação hidrolítica e conseqüentemente, teriam maior durabilidade, resistência e estabilidade de cor.

Analizando estes três fatores conjuntamente (dureza superficial, contração de polimerização e rugosidade), pode-se indicar as resinas que apresentaram ao mesmo tempo boas propriedades mecânicas, facilidade de utilização e estabilidade de cor e da ligação carga/matriz, obtendo-se mais facilmente restaurações mais duráveis.

Em 1986, a *AMERICAN DENTAL ASSOCIATION*¹ estabeleceu que para a aprovação permanente em dentes posteriores, uma resina composta não poderia sofrer desgaste superior a 250 µm durante um período de 5 anos. A própria *AMERICAN DENTAL ASSOCIATION*², em 1989, reviu este simplista conceito, divulgando, então, 5 recomendações que as resinas compostas deveriam apresentar para sua indicação em dentes posteriores, sendo estas, boa resistência ao desgaste, permitir precisa adaptação às margens cavitárias, ter resistência à degradação hidrolítica e de outros solventes, radiopacidade e técnica de aplicação simples. Esta procura por materiais que atendessem, da melhor maneira possível, estas recomendações, foi preocupação dos estudos de WILLENS *et al.*¹¹⁰, quando analisaram várias propriedades de 89 marcas de resinas compostas e concluíram que as resinas, idealmente, deveriam apresentar um conjunto de características positivas, como lisura superficial, alta dureza e resistência à compressão, baixo índice de desgaste e pequena contração de polimerização. EICK *et al.*³² mostraram preocupação com a contração apresentada pelas resinas durante o processo de polimerização, afirmando que esta característica do material precisa ser aperfeiçoada e que estão sendo desenvolvidas matrizes orgânicas contendo espirocarbonetos que sofreriam expansão durante a polimerização, melhorando a integridade marginal. Em artigos de revisão de literatura, CARDOSO; MALLMANN¹⁴ e também FREEDMAN³⁹ dissertaram sobre novos compostos, que segundo seus fabricantes, apresentam características que facilitam seu manuseio clínico, como a alta densidade durante a inserção do material à cavidade, sendo estes bastante promissores pelas vantagens imediatas que apresentam.

Os resultados dos testes de dureza inicial, dureza final, contração inicial, contração final e rugosidade, para cada uma das resinas compostas estudadas, mostram que nenhum dos materiais apresentou os melhores resultados nestes 5 ítems avaliados. As resinas P-60 e Z-100 tiveram 4 ítems pesquisados entre os melhores e outro intermediário, mostrando superior desempenho entre todos as testadas. A resina Prodigy Condensável também apresentou 4 ítems entre os melhores, entretanto o quinto deles, a rugosidade, devido ao grande tamanho de suas partículas, está entre os de piores resultados. As resinas Alert, Fill Magic Condensável e Surefil apresentaram 3 resultados entre os melhores e 1 entre os de pior desempenho, também a rugosidade, devido ao tamanho de suas partículas. Os materiais Amelogen Microfill e Durafill VS tiveram 4 resultados entre os piores, dureza e contração, e 1 entre os melhores, a rugosidade, justamente por serem resinas de micropartículas, e a resina Solitaire teve 3 resultados entre os piores e 2 intermediários, sendo globalmente o material com o pior desempenho entre todos os 29 testados.

A análise conjunta dos valores obtidos nos testes de dureza superficial, contração de polimerização e rugosidade foi efetuada através de um dendrograma, que é um gráfico onde as resinas são agrupadas considerando estes 3 resultados ao mesmo tempo, para todas as 29 resinas estudadas. A linha esquerda deste gráfico corresponde à contração de polimerização dos materiais, a linha da direita corresponde à dureza inicial e final e a linha superior do gráfico corresponde à rugosidade. Para uma melhor compreensão deste dendrograma, imagina-se que cada uma destas linhas funcione como um ímã, atraindo as resinas compostas, conforme elas apresentem estas características de maneira mais ou menos intensa; quanto maior a contração do material mais próximo estará da linha esquerda, os de maior dureza se aproximarão da linha direita e os de maior rugosidade tendem a por-se mais próximos da linha superior.

Observando os fatores de agrupamento entre as resinas, vê-se que 59,4% das marcas apresentam ao mesmo tempo maiores valores de contração e menores valores de dureza e rugosidade (esquerda no gráfico), enquanto 40,6% delas tem menores valores de contração e maiores valores de dureza e rugosidade (direita no gráfico). As resinas com altos valores de rugosidade compreendem 20,6% das marcas (parte de cima do gráfico) contra 79,4% daquelas com rugosidade menor (parte de baixo do gráfico). Baseado na

dureza, 13% das resinas com maiores valores (à direita do gráfico) são separadas das que apresentam valores intermediários, que são a maioria (ao centro do gráfico) e daquelas com menores valores de dureza (à esquerda do gráfico).

Analisando o dendrograma, observa-se que as resinas com melhor desempenho conjunto nos testes efetuados estão agrupadas no gráfico mais distantes da margem esquerda (menor contração de polimerização), mais próximas da margem direita (maior dureza) e também mais distantes da margem superior (menor rugosidade), ou seja, no quadrante inferior direito e quanto mais próximas do ângulo formado pelas margens inferior e direita melhor foi o desempenho do material. Os materiais com melhor desempenho, portanto, foram o Z-100, seguido pelo P-60 e na sequência estão Z-250, TPH, Fill Magic, Definite, Prodigy e Herculite, sendo estes os que integram o citado quadrante.

Os materiais com o pior desempenho, a partir desta análise, estariam mais próximos do quadrante superior esquerdo (maior contração, maior rugosidade e menor dureza) e seriam o Solitaire seguido pelo Helioprogess. Também compreendem este quadrante, apesar de próximos da região central, as resinas Amelogen Microfil, Ariston pHc, Helio Fill AP, Glacier, Silux e Heliomolar. Caso uma característica negativa se sobressaia em demasia, ela pode anular efeitos positivos de outras boas propriedades do material, tornando-o um material com desempenho clínico insatisfatório, este seria o caso das resinas Alert e Fill Magic Condensável, que apresentam altos valores de dureza, baixa contração de polimerização, mas uma rugosidade bastante elevada, o que torna a resina muito susceptível à degradação hidrolítica e todas as suas implicações clínicas.

O gráfico de similaridade entre as marcas, que apresenta a equivalência de comportamento entre cada um dos 29 materiais utilizados neste estudo, mostrou que o comportamento destas é semelhante em 71,36% das situações. A resina Alert foi a que mais se distanciou do comportamento padrão entre todos os materiais, seguida da Fill Magic Condensável. Todas as outras resinas tiveram um grau de similaridade maior que 90%; as resinas Charisma e Degufill Mineral foram as que apresentaram o maior grau de similaridade entre si, próximo dos 100%, tendo comportamento praticamente idênticos. Esta análise mostra que a escolha das resinas, apesar de fundamental para um bom desempenho clínico das restaurações com elas executadas, é um fator limitado, sendo tão

ou até mais importante manusear adequadamente este material, a fim de que ele atinja a sua melhor performance.

Estes resultados, demonstram a interação existente entre as propriedades e características das resinas compostas, atestado igualmente, por vários autores. Desde os primeiros trabalhos de BOWEN¹⁰ estudando as resinas, ficou comprovada a importância das partículas de carga nas propriedades destes compostos, e também que quanto maior esta quantidade, melhores propriedades teriam os materiais. Ao estudarem os fatores que levam uma restauração de resina composta a sofrer desgaste, O'BRIEN; YEE⁷¹ observaram que porosidades e fendas facilitam o acúmulo de placa bacteriana, devido à aspereza superficial, propiciando perda da matriz e deslocamento das partículas. A inter-relação entre as propriedades das resinas foi descrita por RICE *et al.*⁸⁹, quando associaram dureza, lisura e taxa de desgaste, concluindo que a homogeneidade do material é fator determinante para que tenham todas estas propriedades adequadas, aspecto salientado nos trabalhos de TJAN; CHAN¹⁰³, que observaram uma alta correlação entre dureza e rugosidade e também nos de MELLO *et al.*⁶³, que mostraram que a presença de fendas acelera a degradação hidrolítica, sendo estas, menores em resinas de micropartículas, o que foi comprovado pelas pesquisas clínicas de RATANAPRIDAKUL; LEINFELDER; THOMAS⁸⁴ que concluíram que a rugosidade produzida pelos instrumentos de acabamento nas restaurações aumenta a taxa de desgaste destas e por fim em uma análise da evolução das resinas compostas, em 1993, LEINFELDER⁶⁰ relatou que os baixos índices de desgaste, apresentados na época, deviam-se às modificações nas partículas de carga, com a diminuição do seu tamanho de 100 para 5 µm, a utilização de partículas com menor dureza e o arredondamento destas.

As partículas de carga influem diretamente na contração de polimerização segundo mostraram DENNISON; CRAIG²⁶ quando concluíram existir relação inversamente proporcional entre contração e quantidade de carga, resultados esperados, segundo os autores, considerando as partículas não participarem da reação química de polimerização, resultados corroborados por FEILZER; DE GEE; DAVIDSON³⁵, mostrando que a contração dependia de uma série de fatores, entre os quais a quantidade, o tamanho e o tipo de carga que possuía a resina e outrossim por GOLDMAN⁴⁴ que expôs que a presença de

partículas de carga diminui a contração, e estas podem constituir-se do mesmo material pré-polimerizado; inclusive esta técnica é bastante utilizada pelos fabricantes para aumentar a quantidade de carga e diminuir os efeitos da contração de polimerização nas resinas de micropartículas.

Em linhas gerais, os resultados desta pesquisa concordam com a literatura pertinente, ou seja, as resinas com maiores porcentagens de partículas de carga, apresentaram maiores valores de dureza e menor contração de polimerização, enquanto as resinas que contém pouca quantidade de carga e esta com formato esferoidal, como é a sílica coloidal, apresentaram menor rugosidade. As resinas com o melhor desempenho, Z-100 e P-60 são materiais com alta porcentagem de carga mas as suas partículas tem formato arredondado, conferindo-lhes uma satisfatória lisura. Entre os materiais com pior desempenho nos quesitos dureza e contração, estão as de micropartículas, entretanto estas apresentam alta lisura de superfície. Os materiais com alta rugosidade, Alert, Fill Magic Condensável, Surefill e Prodigy Condensável são resinas condensáveis que possuem muita quantidade de carga e de grande tamanho. A maioria das resinas testadas, híbridas de porcentagem intermediária de carga, sendo estas partículas irregulares, apresentaram desempenho satisfatório, sem portanto destacar-se em quaisquer das propriedades estudadas. Merece realce a performance da resina Solitaire, condensável com quantidade intermediária de carga, mas que apresentou valores de contração extremamente elevados, dureza também abaixo da esperada e rugosidade intermediária, características não esperadas quando inicialmente analisa-se sua composição.

Comparou-se as resinas apenas entre as do seu grupo (micropartículas, híbridas ou condensáveis) e observou-se as que preenchem melhor as propriedades necessárias para o bom desempenho clínico destes materiais, respeitando a sua indicação. As de micropartículas, indicadas para restaurações onde não haja carga, devem primar pela lisura de superfície, sua principal característica, o que foi observado mais nitidamente nas resinas Helioprogress e DurafillVS, com as resinas Amelogen Microfill e Silux Plus também atendendo a este quesito, e apenas a resina Helio Fill AP tendo lisura superficial abaixo da esperada. Entre as resinas híbridas, o maior grupo, indicadas para uso em dentes anteriores e posteriores e que precisariam ter todas as três propriedades analisadas satisfatórias,

apresentaram o melhor desempenho a Z100, seguida por Z250, TPH, Herculite, Definite e Fill Magic e as de piores resultados foram a Glacier e a Heliomolar. O terceiro grupo analisado, o das resinas condensáveis, indicadas apenas para restauração de dentes posteriores e por este motivo devem, como as híbridas, apresentar as três propriedades satisfatórias, o que é mais nítido na resina P-60, seguida por Surefill e Prodigy Condensável. Os outros materiais deste grupo não atendem a esses requisitos; apresentam rugosidade muito alta, o que facilita a degradação hidrolítica, os materiais Alert e Fill Magic Condensável, possui a mais alta contração de polimerização entre todos os materiais testados, dificultando a inserção e podendo causar sensibilidade pós-operatória e infiltração marginal num tempo curto, a resina Solitaire e finalmente, tem baixos valores de dureza, não proporcionando a resistência necessária, a resina Ariston pHc.

Estes resultados foram atestados pelos trabalhos de WILLENS *et al.*¹¹⁰, quando estudaram 89 diferentes resinas e observaram que as de micropartículas possuem maior lisura, as densas associam boas propriedades mecânicas à lisura de superfície e as reforçadas por fibras apresentam alta rugosidade, concluem que, idealmente, as resinas deveriam conter alta quantidade de carga e estas serem de tamanho reduzido, daí então teriam um conjunto de características positivas.

Muitos artigos, alguns de revisão de literatura, tem sugerido um grande número de vantagens na aplicação clínica das resinas condensáveis, como no de CARDOSO; MALLMANN¹⁴ que apresentaram estes materiais, como capazes de suprir as dificuldades que os clínicos encontram para executar restaurações em dentes posteriores com as resinas híbridas, salientaram as suas boas propriedades e concluíram que esta geração de resinas parece ser promissora, baseada em estudos clínicos e laboratoriais. A publicação THE DENTAL ADVISOR¹⁰² relatou as resinas condensáveis como alternativas ao amálgama, com técnica de inserção semelhante a este, pois possuiriam alta profundidade de polimerização e baixa contração, sendo inseridas em um único incremento à cavidade, comentário semelhante ao de FREEDMAN³⁹, que também compara a técnica de inserção destes materiais com a do amálgama, salientando que as camadas inseridas poderiam ter até 5 mm de espessura, sem prejudicar a restauração, sendo uma excelente alternativa ao amálgama. Preferiu-se discordar destes autores, em linhas gerais, pois as resinas

condensáveis apresentaram neste estudo resultados insatisfatórios, exceção feita à P-60 e com razoável desempenho a Surefil e a Prodigy Condensável. Corroborou-se o pensamento de COBB *et al.*²⁰, quando afirma que o uso de partículas grandes pode ser considerado um retrocesso e que as resinas compactáveis podem possuir certas vantagens ao serem manuseadas, mas suas propriedades não são superiores, aliás, são inferiores. Com relação à técnica de inserção simplificada, destacamos os trabalhos de POSKUS; MEIRA; CARDOSO⁷⁷ mostrando que a resina Alert não apresenta o alto grau de polimerização atestado pelo seu fabricante, dado confirmado por HERRERO; YAMAN; DENNISON⁴⁹ que observaram que a espessura da porção de resina de 1 mm comparada à de 5 mm, melhora as suas propriedades mecânicas e PRIOTTO *et al.*⁸² que testaram a adaptação marginal de resinas condensáveis e observaram que numa espessura de 1 mm contra uma 5 mm, os resultados foram superiores quando do uso da menor camada.

Baseados nos resultados desta pesquisa e nas comparações com outros autores citados, observamos uma tendência a apresentarem melhores resultados, as resinas híbridas, pois possuem partículas de tamanho intermediário associadas às de micropartículas, o que pode conferir a estes materiais um conjunto de boas propriedades mecânicas, baixa contração de polimerização e lisura de superfície, ressaltando, entretanto, a importância de se manusear adequadamente qualquer produto, inserindo-o à cavidade em pequenas porções, acomodando satisfatoriamente cada uma delas, polimerizando com a intensidade de luz necessária e finalmente executando o acabamento e polimento da melhor maneira possível.

7 – Conclusões.

7 – Conclusões.

Com base em tudo o que foi exposto até o presente momento, pode-se concluir que, nas condições aqui estabelecidas,:

- 1) todas as resinas estudadas aumentaram de dureza, após 168 horas, em relação ao valor da medição inicial.
- 2) as resinas compostas Z-100, P-60, Alert, Surefil, Z-250, Definite, Fill Magic Condensável e Prodigy Condensável, nesta ordem decrescente, apresentaram os maiores valores de dureza inicial.
- 3) as resinas compostas Z-100, P-60, Surefil, Z-250, Prodigy Condensável, Amelogen Universal e Definite, nesta ordem decrescente, apresentaram os maiores valores de dureza final.
- 4) todas as resinas estudadas aumentaram os valores de sua contração, após 168 horas, quando comparadas à medição inicial.
- 5) as resinas compostas P-60, Z-100, Tetric Ceram, Alert, Z-250, Fill Magic Condensável, Heliomolar, Suprafill, TPH e Prodigy Condensável, nesta ordem crescente, apresentaram os menores valores de contração inicial.
- 6) as resinas compostas P-60, Alert, Prodigy Condensável, Tetric Ceram, Z-100, Fill Magic Condensável e Surefil, nesta ordem crescente, apresentaram os menores valores de contração final.
- 7) as resinas compostas Helioprogess, Durafill VS, Heliomolar, Vitalecense, Prodigy, Amelogen Microfill e Ariston pHc, nesta ordem crescente apresentaram os menores valores de rugosidade.
- 8) as resinas compostas com o melhor desempenho global foram Z-100, P-60, Z-250, TPH, Fill Magic, Definite, Prodigy e Herculite, nesta ordem, a partir da melhor.
- 9) as resinas compostas com o pior desempenho global foram Solitaire, Helioprogess, Amelogen Microfill, Ariston pHc, Helio Fill AP, Glacier, Silux e Heliomolar, nesta ordem, a partir da pior.

Referências bibliográficas.

Referências bibliográficas.

- 01 - American Dental Association. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. Posterior composite resins. **J. Amer. dent. Ass.**, v. 112, n. 5, p. 707 - 9, May 1986.
- 02 - American Dental Association. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. Obstacles to the development of a standard for posterior composite resins. **J. Amer. dent. Ass.**, v. 118, n. 5, p. 649 - 51, May 1989.
- 03 - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Determinação da dureza Rockwell de materiais metálicos. Método e ensaio. **ABNT - MB - 358/79**, 13 p., 1979.
- 04 - AW, T. C.; NICHOLLS, J. I. Polymerization shrinkage of condensable composite resins. Abstract n. 2118. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 370, 1999. Special issue.
- 05 - BAHARAV, H.; ABRAHAM, E.; CARDASH, H. S.; HELFT, M. Effect of exposure time on the depth of polymerization of a visible light-cured composite resin. **J. oral Rehabil.**, v. 15, n. 2, p. 167 - 172, Mar. 1988.
- 06 - BARAN, G.; SHIN, W.; ABBAS, A.; WUNDER, S. Indentation cracking of composite matrix materials. **J. dent. Res.**, v. 73, n. 8, p. 1450 - 6, Aug. 1994.
- 07 - BAUSCH, J. R.; LANGE, K.; DAVIDSON, C. L.; PETERS, A.; DE GEE, A. J. Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. **J. Prosth. Dent.**, v. 48, n. 1, p. 59 - 67, Jan. 1982.
- 08 - BAUER, J. R.; LOGUERCIO, A. D.; GRANDE, R. M.; BALLESTER, R.; BUSATO, A. L. S. Infiltração marginal de resinas compactáveis: uso de diferentes técnicas. Resumo B044. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 14, Suplemento (Anais da 17ª Reunião Anual da SBPqO), p. 113, 2000.
- 09 - BERAESTEGUI, E.; CANALDA, C.; BRAU, E.; MIQUEL, C. Surface roughness of finished composite resins. **J. Prosth. Dent.**, v. 68, n. 5, p. 742 - 9, Nov. 1992.
- 10 - BOWEN, R. L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. VI. Forces developing in direct-filling materials during hardening. **J. Amer. dent. Ass.**, v. 74, n. 2, p. 439 - 45, Feb. 1967.

- 11 – BRAGA, S. R. M.; VALENTE, E. G.; RUSSO, E. M. A.; CARVALHO, R. C. R.; PAGLIARI, A. F.; CARDOSO, M. V. Comparação de duas técnicas de acabamento para resinas condensáveis. Resumo 16. **R. P. G. – Fac. Odontol. USP**, v. 7, Suplemento (Resumos da VIII Reunião de Pesquisa e V Seminário de Iniciação Científica), p. 13, Nov. 2000.
- 12 – BURMANN, P.; CARDOSO, P. E. C.; SILVEIRA, B.; CASAGRANDE, L.; ANZILIERO, L. The influence of composite resin polymerization techniques on microleakage. Abstract n. 315. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 183, 2000. Special issue.
- 13 – CARDOSO, P. E. C.; BURMANN, P.; MALLMANN, A.; SOARES, F.; ALBERS, A. Surface roughness of condensable and hybrid composite resins. Abstract n. 1079. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 278, 2000. Special issue.
- 14 – CARDOSO, P. E. C.; MALLMANN, A. Resinas compostas condensáveis: uma nova opção restauradora. **Guia Dental Gaúcho**. v. 6, n. 2, p. 26 - 30, 1999.
- 15 – CARDOSO, P. E. C.; POSKUS, L. T. Evaluation of microleakage and Vickers microhardness of condensable composite resins. Abstract n. 362. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 189, 2000. Special issue.
- 16 – CARVALHO, C. M. L. S.; DE GOES, M. F.; PERES, P. E. C.; SINHORETI, M. A. C. Cure degree and hardness Knoop of composite resins. Abstract n. 2408. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 444, 2000. Special issue.
- 17 – CARVALHO JUNIOR, O. B. **Avaliação “in vitro” de um selante de superfície na dureza Rockwell de resinas compostas**. Bauru, 1997. 123 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo.
- 18 – CARVALHO JUNIOR, O. B.; FREITAS, C. A. Avaliação *in vitro* de um selante de superfície na dureza Rockwell 30T de resinas compostas. **Rev. FOB**. v. 6, n. 3, p. 59 - 64, jul. / set. 1998.
- 19 – CHUNG, K. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. **Dent. Mater.**, v. 10, n. 5, p. 325 - 30, Sept. 1994.
- 20 – COBB, D. S.; MACGREGOR, K. M.; VARGAS, M. A.; DENEHY, G. E. The physical properties of packable and conventional posterior resin-based composites: a comparison. **J. Amer. dent. Ass.**, v. 131, n. 11, p. 1610 - 5, Nov. 2000.

- 21 – CORDOVA, A. C.; BRAVO, P. C.; MUSTAKIS, T. A.; BAEZA, W. R.; BADER, M. M. Analisis comparativo *in vitro* entre una resina compuesta condensable, una convencional y una aleacion para amalgama. **Rev. Fac. Odont. Univ. de Chile**, v. 18, n. 1, p. 30 - 40, Jan. 2000.
- 22 - CRUZ, C. A. S.; RETTONDINI, W. C.; SILVA FILHO, F. P. M.; ADABO, G. L.; SÁ, D. N. Conteúdo de carga, sorção de água e dureza Vickers de resinas compostas para dentes posteriores. **Rev. Odontol. UNESP**, v. 21, n. 1, p. 283 - 92, 1992.
- 23 – CRUZ, J.; MAI, H.; SHELLARD, E. Rockwell hardness of hybrid composites with the Optilux 501. Abstract n. 2420. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 446, 2000. Special issue.
- 24 – DAVIDSON, C. L.; DE GEE, A. J. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. **J. dent. Res.**, v. 63, n. 2, p. 146 - 8, Feb. 2000.
- 25 - DE GEE, A. J.; FEILZER, A. J.; DAVIDSON, C. L. True linear polymerization shrinkage of unfilled resins and composites determined with a linometer. **Dent. Mat.**, v. 9, n. 1, p. 11 - 4, Jan. 1993.
- 26 - DENNISON, J. B.; CRAIG, R. G. Physical properties and finished surface texture of composite restorative resins. **J. Amer. Dent. Ass.**, v. 85, n. 7, p. 101 - 8, Jul. 1972.
- 27 – DENNISON, J. B.; FAN, P. L.; POWERS, I M. Surface roughness of microfilled composites. **J.Amer. dent. Ass.**, v. 102, n. 6, p. 859 - 62, Jun. 1981.
- 28 - DENNISON, J. B.; YAMAN, P.; SEIER, R.; HAMILTON, J. C. Effect of variable light intensity on composite shrinkage. **J. prosth. Dent.**, v. 84, n. 5, p. 499 – 505, Nov. 2000.
- 29 - DICKINSON, G. L.; LEINFELDER, K. F.; RUSSEL, C. M. Evaluation of wear by application of a surface sealant. Abstract n. 1999. **J. dent. Res.**, v. 67, p. 362, Jan. / June 1988. Special issue.
- 30 - DICKINSON, G. L.; LEINFELDER, K. L.; MAZER, R. B.; RUSSEL, C. M. Effect of surface penetrating sealant on wear rate of posterior composite resins. **J. Amer. dent. Ass.**, v. 121, n. 8, p. 251 - 5, Aug. 1990.

- 31 - DICKINSON, G. L.; MAZER, R. B.; LEINFELDER, K. F. Two year clinical study on effect of surface sealant. Abstract n. 1954. **J. dent. Res.**, v. 9, p. 308, Jul. / Dec. 1990. Special issue.
- 32 - EICK, J. D.; ROBINSON, S. J.; BYERLEY, T. J.; CHAPPELOW, C. C. Adhesives and nonshrinking dental resins of the future. **Quintessence Int.**, v. 24, n. 9, p. 632 - 40, Sep. 1993.
- 33 - EIDE, R.; TVEIT, A. B. Finishing and polishing of composites. **Acta Odontol. Scand.**, v. 46, p. 307 - 12, 1988.
- 34 - ELDIWANY, M.; POWERS, J. M.; GEORGE, L. A. Mechanical properties of direct and post-cured composites. **Amer. J. Dent.**, v. 6, n. 5, p. 222 - 4, Oct. 1993.
- 35 - FEILZER, A. J.; DE GEE, A. J.; DAVIDSON, C. L. Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. **J. Prost. Dent.**, v. 59, n. 3, p. 297 - 0, Mar. 1988.
- 36 - FERRACANE, J. L.; CONDON, J. R.; MITCHEM, J. C. Evaluation of subsurface defects created during the finishing of composites. **J. dent. Res.**, v. 71, n. 9, p. 1628 - 32, Sept. 1992.
- 37 - FOWLER, C. S.; SWARTZ, M. L.; MOORE, B. K. Efficacy testing of visible-light-curing units. **Oper. Dent.**, v. 19, n. 1, p. 47 - 52, Jan. / Feb. 1994.
- 38 - FRAUNHOFER, J. A. V. The surface hardness of polymeric restorative materials. **Brit. Dent. J.**, v. 130, n. 16, p. 243 - 5, Mar. 1971.
- 39 - FREEDMAN, G. Resinas “condensáveis”: o novo paradigma dos alternativos do amálgama. **BDN**, Out. / Dez. 1999.
- 40 - FREITAS, F. J. G.; CONSANI, S.; GOES, M. F. D.; NASCIMENTO, E. A.; MORAIS, S. L. Estudo “in vitro” da ação de ácidos orgânicos sobre a dureza e rugosidade de compósitos. **R.G.O.**, v. 46, n. 4, p. 201 - 4, Out. / Nov. / Dez. 1998.
- 41 - FRUITS, T. J.; CULLENS, R. D.; DUNCANSON JR, M. G.; KHAJOTIA, S. S. Macro-indentation load damage of selected resin composites. Abstract n. 1778. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 366, 2000. Special issue.
- 42 - GALLO, J. R.; BATES, J. O.; BURGESS, J. O. Microleakage of class II composite restorations using three condensable composites. Abstract n. 304. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 181, 2000. Special issue.

- 43 – GOES, M. F.; GARCIA-GODOY, F.; CARDENAS, L. Linear and volumetric polymerization shrinkage of the restorative materials. Abstract n. 3025. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 484, 1999. Special issue.
- 44 – GOLDMAN, M. Polymerization shrinkage of resin-based restorative materials. **Aust. Dent. J.**, v. 28, n. 3, p. 156 - 61, Jun 1983.
- 45 – GREENER, E. H.; GREENER, C. S.; MOSER, J. B. The hardness of composites as a function of temperature. **J. oral Rehab.**, v. 11, n. 3, p. 335 - 40, May 1984.
- 46 – HALLER, B.; SCHUSTER, P. Marginal adaptation to dentin of a condensable polyglass-based composite. Abstract n. 301. **J. dent. Res.**, v. 77, p. 11244, 1998. Special issue.
- 47 – HARRISON, A.; DRAUGHN, R. A. Abrasive wear, tensile strength, and hardness of dental composite resins- Is there a relationship? **J. prosth. Dent.**, v. 36, n. 4, p. 395 - 8, Oct. 1976.
- 48 – HASHIMOTO, M. C. E.; ADACHI, E. M.; ANAUATE NETO, C.; CARNEVALE, F. W.; ADACHI, L. K. Rugosidade de cinco resinas para posteriores condensadas contra matrizes de aço. Resumo I055. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 14, Suplemento (Anais da 17ª Reunião Anual da SBPqO), p. 18, 2000.
- 49 – HERRERO, A. A.; YAMAN, P.; DENNISON, J. B. Polymerization shrinkage and depth of cure of packable composites. Abstract n. 2444. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 449, 2000. Special issue.
- 50 – HOELSCHER, C.; NEME, A. M. L.; PINK, F. E.; HUGHES, P. J. The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. **Oper. Dent.**, v. 23, n. 1, p. 36 - 42, Jan. / Feb. 1998.
- 51 – JACQUES, L.; CARDOSO, P. E. C.; MALLMANN, A.; BURMANN, P. A. Análise da rugosidade de novas resinas compostas com 2 sistemas de polimento. Resumo A088. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 14, Suplemento (Anais da 17ª Reunião Anual da SBPqO), p. 71, 2000.
- 52 – JOÃO, M.; MONNERAT, A. F.; MELO, A. T. Evaluation of surface roughness of three composite polishers. Abstract n. B012. **J. dent. Res.**, v. 78, n. 5, p. 995, May 1999. Divisional Abstracts.

- 53 – KANCA III, J. Visible light-activated composite resins for posterior use – a comparison of surface hardness and uniformity of cure. Update. **Quintessence Int.**, v. 16, n. 10, p. 687 - 90, Oct. 1985.
- 54 – KANCA III, J. Class I marginal damage consequent to following manufacturers instructions. Abstract n. 67. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 114, 1999. Special issue.
- 55 – KAPLAN, B. A.; GOLDSTEIN, G. R.; VIJAYARAGHAVAN, T. V.; NELSON, I. K. The effect of three polishing systems on the surface roughness of four hybrid composites: A profilometric and scanning electron study. **J. Prosthet.Dent.**, v. 76, n. 1, p. 34 - 8, Jul. 1996.
- 56 – KAZEMI, R. B.; MEIERS, J. C.; MEIER, C. D. In-vitro microleakage of three packable posterior resin composites. Abstract n. 40. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 148, 2000. Special issue.
- 57 – KERBY, R.; LEE, J.; KNOBLOCH, L.; SEGHI, R. Hardness and degree of conversion of posterior condensable composite resins. Abstract n. 414. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 157, 1999. Special issue.
- 58 – KILIAN, R. J. Visible light cured composite: dependence of cure on light intensity. Abstract n. 603. **J. dent. Res.**, v. 58, p. 243, 1979. Special issue.
- 59 – KNOBLOCH, L.; KERBY, R.; SEGHI, R. Wear resistance of posterior condensable composite resins. Abstract n. 2735. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 447, 1999. Special issue.
- 60 – LEINFELDER, K. F. Posterior composite: state-of-the-art clinical application. **Dent. Clin. N. Amer.**, v. 37, n. 3, p. 411 - 8, Jul. 1993.
- 61 – LIM, H. N.; PARK, J. S.; LEE, K. S.; CHOI, B. B. Surface roughness of experimental composites containing spherical silica filler. Abstract n. 1021. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 233, 1999. Special issue.
- 62 – MANHART, J.; CHEN, H. I.; DRAEGERT, U.; KUNZELMANN, K. H.; HICKEL, R. Vickers hardness and depth of cure of light-cured packable composite resins. Abstract n. 1807. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 369, 2000. Special issue.

- 63 - MELLO, J. B.; ARAÚJO, R. M.; PASIN, D.; CARVALHO, J. C.; SILVA, R. C. S. P.; HUHTALA, M. F. R. L. Resinas compostas para dentes posteriores-sorção e manchamento. **Rev. Ass. paul. cirurg. Dent.**, v. 44, n. 4, p. 193 – 7, Jul. / Ag. 1990.
- 64 - MENEZES, M. A . **Número relativo de radicais livres e dureza Knoop de resinas compostas.** São Paulo, 1997. 133 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia - Universidade de São Paulo.
- 65 – MEYER, J. M.; CATTANI-LORENTE, M.; GODIN, C. Mechanical properties of an ormocer compared to various restorative materials. Abstract n. 2403. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 444, 2000. Special issue.
- 66 – MOMOI, Y.; YAMAMOTO, S.; MURAKAMI, T.; IKEJIMA, I.; KOHNO, A. Abrasion and color stability of tooth-colored restoratives. Abstract n. 1089. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 280, 2000. Special issue.
- 67 - MONTES, G. M.; DRAUGHN, R. A. *In vitro* surface degradation of composites by water and thermal cycling. **Dent. Mat.**, v. 2, n. 3, p. 193 - 7, May 1986.
- 68 – NAVARRO, M. F. L.; NUNES, O. B. C.; BARBOSA, S. H. **Avaliação do efeito de diferentes técnicas de polimento na lisura superficial de resinas compostas.** Em publicação.
- 69 – NEMA, N.; VILCHEZ, B.; LAFUENTE, J. D. Effect of polishing method on surface microhardness of composite. Abstract n. 1771. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 365, 2000. Special issue.
- 70 – NORLING, B. K.; WILSON, B. L.; WELLINGHOFF, S. J.; CARDENAS, H. L.; RAWIS, H. R. Cure shrinkage of composite resins and na experimental LC monomer. Abstract n. 1020. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 233, 1999. Special issue.
- 71 - O'BRIEN, W. J.; YEE, J. Microstructure of posterior restorations of composite resin after clinical wear. **Oper. Dent.**, v. 5, n. 3, p. 90 - 4 May / June 1980.
- 72 – OLIVEIRA, T. R. C. F.; NAVARRO, R. S.; ODA, M. Avaliação da rugosidade superficial de três resinas compostas indicadas para dentes posteriores, submetidas a diferentes tipos de acabamento e polimento. Resumo 13. **R. P. G. – Fac. Odontol. USP**, v. 7, Suplemento (Resumos da VIII Reunião de Pesquisa e V Seminário de Iniciação Científica), p. 13, Nov. 2000.

- 73 - OYSAED, H; RUYTER, I. E. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. **J. dent. Res.**, v. 65, n. 11, p. 1315 - 8, Nov. 1986.
- 74 - PAGNANO, P. R.; JOHNSTON, W.M. The effect of unfilled resin dilution on composite resin hardness and abrasion resistance. **J. Prosth. Dent.**, v. 70, n. 3, p. 214 - 8, Sept. 1993.
- 75 - PEARSON, G. J.; LONGMAN, C. M. Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. **J. oral. Rehab.**, v. 16, n. 2, p. 57 - 61, Feb. 1989.
- 76 - PIRES, J. A. F.; CVITKO, E.; DENEHY, G. E.; SWIFT JR, E. J. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. **Quintessence Int.**, v. 24, n. 7, p. 517 - 21, Jul. 1993.
- 77 - POSKUS, L. T.; MEIRA, J. B.; CARDOSO, P. E. C. Evaluation of microleakage and surface hardness using a new condensable composite. Abstract n. B-028. **J. dent. Res.**, v. 78, n. 5, p. 995, May 1999. Divisional Abstracts.
- 78 - POWERS, J. M.; SMITH, L. T.; ELDIWANY, M.; LADD, G. D. Effect of post-curing on mechanical properties of a composite. **Amer. J. Dent.**, v. 6, n. 5, p. 232 - 4, Oct. 1993.
- 79 - PRAKKI, A.; CILLI, R.; ARAUJO, M. A. J. Posterior condensable composite resins: microleakage studies. Abstract n. 2439. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 448, 2000. Special issue.
- 80 - PRAZERES, P. S. L.; BURMANN, P.; CARDOSO, P. E. C.; SOARES, F.; MALLMANN, A. Microhardness and flexural strength of condensable composite resins. Abstract n. 2397. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 443, 2000. Special issue.
- 81 - PRAZERES, P. S. L.; CARDOSO, P. E. C.; POLONIATO, M.; MEIRA, J. B. C. Evaluation of flexural resistance of different aesthetic restorative materials. Abstract n. B-027. **J. dent. Res.**, v. 78, n. 5, p. 995, May 1999. Divisional Abstracts.
- 82 - PRIOTTO, E. G.; LUTRI, M. S.; LUTEREAU, S. Z.; SOUZA COSTA, C. A.; URIBE ECHEVARRIA, J. Adaptacion a dentina de composites condensables aplicados en distintos espesores de capa. Resumen 8. **Anais da XXXII Reunion Anual, Sociedad Argentina de Investigacion Odontológica**, Mar del Plata, Nov. 1999.

- 83 – RAMOS, J. C.; VINAGRE, A.; NICOLAU, P.; PAULO, J. Surface roughness evaluation of posterior composite resins. Abstract n. 1076. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 278, 2000. Special issue.
- 84 - RATANAPRIDAKUL, K.; LEINFELDER, K. F.; THOMAS, J. P. Effect of finishing on the wear rate of posterior composite resins. Abstract n. 606. **J. dent. Res.**, v. 66, p. 182, Jan. / June 1987. Special issue.
- 85 - RATANAPRIDAKUL, K.; LEINFELDER, K. F.; THOMAS, J. P. Effect of finishing on the in vivo wear rate of a posterior composite resin. **J. Amer. dent. Ass.**, v. 118, n. 3, p. 333 - 5, Mar. 1989.
- 86 – REIS, A. F.; GIANNINI, M.; LOVADINO, J. R.; DIAS, C. T. R. Surface roughness of condensable resin after finishing and polishing. Abstract n. 1071. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 277, 2000. Special issue.
- 87 – REIS, A. C.; PANZERI, H.; AGNELLI, J. A. M. Caracterização microestrutural de uma resina condensável condensada manual e mecanicamente. Resumo B119. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 14, Suplemento (Anais da 17º Reunião Anual da SBPqO), p. 122, 2000.
- 88 – REIS, A.; POSKUS, L. T.; BAUER, J. R. O.; LOGUERCIO, A. D.; BALLESTER, R. Y. Avaliação da dureza Vickers e da resistência flexural de resinas compostas compactáveis. Resumo B118. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 14, Suplemento (Anais da 17º Reunião Anual da SBPqO), p. 122, 2000.
- 89 - RICE, S. L.; BAYLEI, W. F.; WAYNE, S. F.; BURNS, J. A. Comparative *in vitro* sliding-wear study of conventional, microfilled, and light-cured composite restoratives. **J. dent. Res.**, v. 63, n. 9, p. 1173-5, Sep. 1984.
- 90 - RODRIGUES, V. I.; ABATE, P. F.; MACHIR, R. L. Contraccion de resinas restauradoras fotopolimerizables. Resumo 4. **Anais da XXXII Reunion Anual, Sociedad Argentina de Investigacion Odontológica**, Mar del Plata, Nov. 1999.
- 91 – ROEDER, L. B.; TATE, W. H.; POWERS, J. M. Surface roughness of polished condensable composites. Abstract n. 3024. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 483, 1999. Special issue.

- 92 – RUDEL, D. E.; THOMPSON, J. Y.; STAMATIADIS, P. J.; WARD, J. C.; BAYNE, S. C.; SHELLARD, E. R. Mechanical properties and wear behavior of condensable composites. Abstract n. 407. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 156, 1999. Special issue.
- 93 - SARRET, D. C.; SODERHOLM, K. J.; BATICH, C. D. Water and abrasive effects on three-body wear of dental composites. Abstract n. 1995. **J. dent. Res.**, v. 67, p. 362, Jan. / June 1988. Special issue.
- 94 - SATOU, N.; KHAN, A. M.; SATOU, J.; SATOU, H.; SHINTANI, H.; WAKASA, K.; YAMAKI, M. *In-vitro* and *in-vivo* wear profile of composite resins. **J. oral. Rehab.**, v. 19, n. 1, p. 31 - 7, Jan. 1992.
- 95 – SILVA, E. M.; VASCONCELOS, A. B.; ALTO, R. V. M.; SANTOS, G. B. Avaliação, através do NDV, de três métodos complementares de polimerização para compósitos diretos. Resumo 14. **R. P. G. – Fac. Odontol. USP**, v. 7, Suplemento (Resumos da VIII Reunião de Pesquisa e V Seminário de Iniciação Científica), p. 13, Nov. 2000.
- 96 - SODERHOLM, K. J.; ZIGAN, M.; RAGAN, M.; FISCHLSCHWEIGER, W.; BERGAMAN, M. Hydrolytic degradation of dental composites. **J. dent. Res.**, v. 63, n. 10, p. 1248 - 54, Oct. 1984.
- 97 – SOLER, I.; ELLACURIA, J.; MINGUEZ, N.; PRADO, J. M.; TRIANA, R.; CEARRA, P. Effects of aging time on microhardness of several composites. Abstract n. 2395. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 443, 2000. Special issue.
- 98 - SUZUKI, S.; LEINFELDER, K. F.; KAWAI, K.; TSUCHITANI, Y. Effect of particle variation on wear rates of posterior composites. **Amer. J. Dent.**, v. 8, n. 4, p. 173 - 8, Aug. 1995.
- 99 – TANTBIROJN, D.; CHENG, Y. S.; VERSLUIS, A.; DOUGLAS, W. H. Microhardness and fracture toughness of a composite, are they related? Abstract n. 2398. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 443, 2000. Special issue.
- 100 – TATE, W. H., POWERS, J. M. Surface roughness of composites and hybrid ionomers. **Oper. Dent.**, v. 21, n. 2, p. 53 - 8, 1996.
- 101–TATE, W. H.; ROEDER, L. B.; POWERS, J. M. Surface roughness of packable resin composites. Abstract n. 1768. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 364, 2000. Special issue.

- 102 - **THE DENTAL ADVISOR.**, v. 5, n. 8, p. 1 - 4, Set. 1998.
- 103 - TJAN, A. H. L.; CHAN, C. A. The polishability of posterior composites. **J. Prosthet. Dent.**, v. 61, n. 2, p. 138 - 46, Feb. 1989.
- 104 - TOLEDANO, M.; OSORIO, R.; GOIRIENA, J.; TORRE, F.; ROSALES, F.; GARCIA-GODOY, F. Hardness evaluation of selected restorative materials. Abstract n. 2307. **J. dent. Res.**, v. 78, p. 394, 1999. Special issue.
- 105 - TURBINO, M. L.; VINHA, D.; CENTOLA, A. L. B.; MAIA CAMPOS, G. Photopolymerized resins: surface hardness variation in relation to time of polymerization and setting. **Braz. dent. J.**, v. 3, n. 2, p. 87 - 94, 1992.
- 106 - UNTERBRINK, G. L.; MUESSNER, R. Influence of light intensity on two restorative systems. **J. Dent.**, v. 23, n. 3, p. 183 - 9, June 1995.
- 107 - VINHA, D.; SANTOS, A; PANZERI, H. Resinas compostas - acabamento superficial x penetração de corantes. **Rev. Gaúcha Odontol.**, v. 35, n. 4, p. 323 - 5, Jul. / Ago. 1987.
- 108 - WASSELL, R. W.; McCABE, J. F.; WALLS. A. W. G. Subsurface deformation associated with hardness measurements of composites **Dent. Mat.**, v. 8, n. 6, p. 218 - 23, July 1992.
- 109 - WATTS, D. C.; McNAUGHTON, V.; GRANT, A. A. The development of surface hardness in visible light-cured posterior composites. **J. Dent.**, v. 14, n. 4, p. 169 - 74, Aug. 1986.
- 110 - WILLEMS, G.; LAMBRECHTS, P.; BRAEM, M.; CELIS, J. P.; VANHERLE, G. A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. **Dent. Mat.**, v. 8, n. 9, p. 310 - 9, Sep. 1992.
- 111 - WILLEMS, G.; LAMBRECHTS, P.; BRAEM, M.; VUYLSTEKE-WAUTERS, M.; VANHERLE, G. The surface roughness of enamel-to-enamel contact areas compared with the intrinsic roughness of dental resin composites. **J. Dent. Res.**, v. 70, n. 9, p. 1299 - 305, Sep. 1991.
- 112 - WILLEMS, G.; LAMBRECHTS, P.; BRAEM, M.; VANHERLE, G. Composite resins in the 21st century. **Quintessence Int.**, v. 24, n. 9, p. 641 - 58, Sep. 1993.

- 113 – WINKLER, M. M.; XU, X.; BURGESS, J. O. In vitro contact wear of 8 posterior resin composites. Abstract n. 1082. **J. dent. Res.**, v. 79, p. 279, 2000. Special issue.
- 114 - WISNIEWSKI, J. F.; LEINFELDER, K. F., BRADLEY, E. L. Effect of finishing techniques on the wear rate of posterior composite. Abstract n. 420. **J. dent. Res.**, v. 69, p. 161, Jan. / June 1990.

Abstract

Abstract

In vitro surface hardness, polymerization shrinkage and roughness of 29 composite resins were established.

For each material, it were made 3 specimens, photocured by 80 seconds; 5 minutes later, Rockwell 30T surface hardness was determined; the specimens were then immersed in deionized water, at 37°C by 168 hours, when a new evaluation of hardness was effected.

In evaluating polymerization shrinkage, 5 specimens were made for each material; each resin was inserted in a metallic matrix, in which there was a cavity with the shape of a hemi-cylinder, whose flat surfaces were parallel between itself, com photopolymerization for 40 seconds; 10 minutes later, the length was measured to determine the initial shrinkage; specimens were then stored in a stove, at 37°C for 168 hours, when a new length measuring was effected to determine the final shrinkage.

The same specimens used for hardness were abraded with sand paper (till 1,500 mesh) and evaluated for roughness with a rugosimeter.

All resins showed an increase in hardness and in polymerization shrinkage, since the initial evaluation to that effected 168 hours later. In a global way, by a simultaneous analysis of the 3 characteristics, the best results were presented by Z-100 and P-60; Solitaire and Helioprogress had the worst performance.

Anexos.

Anexos.

Este capítulo contém os dados dos experimentos prévios efetuados para viabilizar as pesquisas e as tabelas com os dados originais de cada um dos corpos-de-prova utilizados neste estudo, separados didaticamente por propriedade analisada, como especificado abaixo:

- 1- Testes preliminares de dureza superficial.
- 2- Tabelas com os dados originais dos testes de dureza superficial.
- 3- Influência da aplicação do isolante na matriz utilizada para o teste de contração de polimerização.
- 4- Testes preliminares de contração de polimerização.
- 5- Tabelas com os dados originais dos testes de contração de polimerização.
- 6- Tabelas com os dados originais dos testes de rugosidade.
- 7- Gráficos com os dados originais dos testes de rugosidade.

1- Testes preliminares de dureza superficial.

Os corpos-de-prova foram confeccionados atendendo às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT³ e utilizando o método e o modelo de suporte metálico, para inserção da resina composta, descrito por CARVALHO JUNIOR¹⁷ e CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸.

A máquina de dureza foi inicialmente aferida, com o penetrador esférico, seguindo as orientações do fabricante, através da placa para teste que acompanha o equipamento, tendo sido observados os seguintes valores: 69.4, 67.5, 69.7, 69.2 e 67.4; estes valores estão de acordo com a especificação, indicando estar a máquina calibrada para a execução dos testes de dureza.

A adequacidade da escala de dureza a ser utilizada, foi determinada através dos dados constantes nos trabalhos de CARVALHO JUNIOR¹⁷ e CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸ e por experimentos complementares com 2 marcas de resinas compostas, uma, da qual esperavam-se baixos valores de dureza (Helioprogress) e outra, da qual esperavam-se altos valores (Alert), escolhidas baseados em resultados constantes da literatura aqui utilizada. Foram confeccionadas 3 amostras (CP) com cada uma das resinas, tendo sido cada uma delas testada com as cargas de 15 kg, 30 kg e 45 kg, imediatamente após a confecção, seguindo o método descrito no capítulo 4; os valores médios observados constam da tabela a seguir.

	15 kg			30 kg			45 kg		
	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
Helioprogress	36,4	35,3	34,8	28,5	31,0	30,7	20,3	18,9	21,2
Alert	85,3	85,7	88,2	66,3	67,5	68,1	51,4	50,8	47,3

Esses resultados indicaram que tanto a carga de 30 kg quanto a de 45 kg compreendiam as faixas adequadas, o que não ocorreu com o uso da carga de 15 kg; para a execução dos experimentos específicos da pesquisa, optou-se pela utilização da carga de 30 kg, suportada pelas pesquisas de CARVALHO JUNIOR¹⁷ e CARVALHO JUNIOR; FREITAS¹⁸ em que esta foi usada.

2- Tabelas com os dados originais dos testes de dureza superficial.

Para cada resina, em cada um dos corpos-de-prova (CP), são apresentados os 3 valores de dureza Rockwell (m1 a m3), obtidos nas avaliações imediatas e após 168 horas da confecção dos corpos-de-prova, com sua média e respectivo desvio-padrão.

Tabelas de 1 a 29- Valores dos testes de dureza Rockwell (HR30T), imediatamente após a confecção dos corpos-de-prova, para as condições específicas descritas no texto.

Resinas de micropartículas.

1- Amelogen Microfill

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	34.7	35.0	37.2	35.6	1.36
2	40.2	38.6	38.5	39.1	0.95
3	37.5	36.8	39.2	37.8	1.23

2- Durafill VS

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	40.1	39.7	38.7	39.5	0.72
2	42.5	42.0	43.7	42.7	0.87
3	43.4	44.0	43.8	43.7	0.30

3- Heliio Fill AP

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	50.8	51.2	52.5	51.5	0.88
2	51.3	52.4	52.6	52.1	0.70
3	53.5	51.6	52.9	52.6	0.97

4- Helioprogress

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	32.5	29.3	34.5	32.1	2.62
2	30.7	32.2	31.0	31.3	0.79
3	27.9	27.5	26.2	27.2	0.88

5- Silux Plus

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	58.6	59.1	59.3	59.0	0.36
2	59.2	61.0	58.7	59.6	1.20
3	59.4	60.0	60.6	60.0	0.60

Resinas híbridas tradicionais.

6- Amelogen Universal

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	41.4	48.0	46.0	45.1	3.38
2	46.5	48.0	46.5	47.0	0.86
3	46.5	47.2	45.7	46.4	0.75

7- Charisma

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	45.0	43.1	48.5	45.5	2.73
2	48.6	48.4	50.2	49.0	0.98
3	50.1	50.7	45.0	48.6	3.13

8- Definite

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	61.7	62.0	62.5	62.0	0.40
2	65.6	66.7	66.0	66.1	0.55
3	64.2	65.2	65.7	65.0	0.76

9- Degufill Mineral

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	46.1	45.7	48.0	46.6	1.22
2	45.5	45.1	48.1	46.2	1.62
3	46.3	46.5	46.5	46.4	0.11

10- Fill Magic

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	52.6	55.0	54.3	53.9	1.23
2	51.3	54.2	55.6	53.7	2.19
3	54.5	50.1	54.1	52.9	2.43

11- Glacier

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	46.0	47.2	46.5	46.5	0.60
2	44.3	48.7	48.5	46.5	2.20
3	45.8	47.2	48.0	47.0	1.11

12- Heliomolar

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	41.6	42.8	42.5	42.3	0.62
2	41.8	42.9	42.7	42.4	0.58
3	40.9	40.5	42.4	41.2	1.00

13- Herculite XRV

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	58.3	59.4	59.1	58.9	0.56
2	55.6	56.4	56.5	56.1	0.49
3	57.3	53.2	55.8	55.4	2.07

14- Prodigy

CP	m1	m2	m3	média	Dp
1	49.2	51.2	52.0	50.8	1.44
2	51.2	53.5	55.0	53.2	1.91
3	52.0	53.3	53.5	52.9	0.81

15- Renamel

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	53.1	51.2	53.2	52.5	1.12
2	53.4	52.6	51.2	52.4	1.11
3	53.3	51.6	52.0	52.3	0.88

16- Sculpt-it

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	53.0	49.3	54.1	52.1	2.51
2	53.4	54.6	55.2	54.4	0.91
3	53.1	51.2	56.0	53.4	2.41

17- Suprafill

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	47.0	48.3	49.1	48.1	1.05
2	48.4	46.5	48.0	47.6	1.00
3	49.0	47.0	46.0	47.3	1.52

18- Tetric Ceram

CP	M1	m2	m3	média	dp
1	48.7	44.5	49.5	47.5	2.68
2	48.8	50.0	52.0	50.2	1.61
3	48.3	48.0	50.4	48.9	1.30

19- TPH

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	62.5	62.0	62.8	62.4	0.40
2	59.8	60.3	60.0	60.0	0.25
3	62.3	63.2	61.6	62.3	0.80

20- Vitalecense

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	47.5	47.6	48.0	47.7	0.26
2	49.2	51.4	52.5	51.0	1.68
3	48.8	51.2	48.1	49.3	1.62

21- Z-100

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	78.8	81.2	81.0	80.3	1.33
2	76.0	78.5	79.7	78.0	1.88
3	78.8	81.2	81.6	80.5	1.51

22- Z-250

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	62.6	63.5	66.0	64.0	1.76
2	65.5	66.1	65.8	65.8	0.30
3	63.0	65.9	68.2	65.7	2.60

3 - Resinas condensáveis.

23- Alert

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	67.3	70.0	70.4	69.2	1.68
2	69.5	69.8	69.2	69.5	0.30
3	64.7	68.5	69.0	67.4	2.35

24- Ariston pHc

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	39.3	37.5	40.2	39.0	1.37
2	40.5	39.1	38.5	39.3	1.02
3	38.5	38.5	40.2	39.0	0.98

25- Fill Magic Condensável

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	62.9	65.0	64.8	64.2	1.15
2	63.8	62.6	63.4	63.2	0.61
3	59.7	60.6	64.7	61.6	2.66

26- P-60

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	68.1	72.8	73.2	71.3	2.83
2	68.9	73.1	73.7	71.9	2.61
3	70.2	71.7	73.2	71.7	1.50

27- Prodigy Condensável

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	62.9	65.0	64.8	64.2	1.15
2	63.8	62.6	63.4	63.2	0.61
3	59.7	60.6	64.7	61.6	2.66

28- Solitaire

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	53.0	52.5	54.0	53.1	0.76
2	55.3	56.1	55.9	55.7	0.41
3	58.0	54.7	54.5	55.7	1.96

29- Surefil

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	62.3	65.1	66.0	64.4	1.92
2	68.3	68.5	69.4	68.7	0.58
3	68.6	69.5	67.2	68.4	1.15

Tabelas de 30 a 58 - Valores dos testes de dureza Rockwell (HR30T), 168 horas após a confecção dos corpos-de-prova, para as condições específicas descritas no texto.

Resinas de micropartículas.

30- Amelogen Microfill

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	74.8	75.6	75.3	75.2	0.40
2	75.7	76.2	76.9	76.2	0.60
3	73.6	75.1	75.4	74.7	0.96

31- Durafill VS

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	75.2	76.2	76.3	75.9	0.60
2	77.3	77.5	77.9	77.5	0.30
3	75.2	75.8	75.4	75.4	0.30

32- Helio Fill AP

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	76.1	75.4	75.8	75.7	0.35
2	74.7	76.0	75.4	75.3	0.65
3	76.3	76.4	75.7	76.1	0.37

33- Helioprogress

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	68.1	67.9	69.0	68.3	0.58
2	68.0	68.6	67.7	68.1	0.45
3	66.2	67.5	66.4	66.7	0.70

34- Silux Plus

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	70.2	70.7	70.5	70.4	0.25
2	70.4	69.8	70.1	70.1	0.30
3	72.5	71.5	72.3	72.1	0.52

Resinas híbridas tradicionais.

35- Amelogen Universal

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	84.8	85.2	84.6	84.8	0.30
2	85.1	86.2	83.6	84.9	1.30
3	84.1	83.9	84.7	84.2	0.41

36- Charisma

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	83.1	84.0	83.2	83.4	0.49
2	83.3	84.5	85.0	84.2	0.87
3	82.6	83.2	81.7	82.5	0.75

37- Definite

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	84.3	85.0	84.0	84.4	0.51
2	85.6	84.0	84.2	84.6	0.87
3	86.1	83.5	84.7	84.7	1.30

38- Degufill Mineral

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	84.0	82.6	80.2	82.2	1.92
2	83.5	84.8	83.7	84.0	0.70
3	82.1	80.9	83.5	82.1	1.30

39- Fill Magic

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	83.2	82.4	80.0	81.8	1.66
2	82.5	81.8	80.9	81.7	0.80
3	82.2	83.7	82.6	82.8	0.77

40- Glacier

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	75.1	77.0	77.5	76.5	1.26
2	75.6	77.8	78.0	77.1	1.33
3	78.2	77.1	78.0	77.7	0.58

41- Heliomolar

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	73.5	73.4	73.8	73.5	0.20
2	72.4	74.7	73.2	73.4	1.16
3	73.3	74.1	74.3	73.9	0.52

42- Herculite XRV

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	84.9	84.1	83.2	84.0	0.85
2	83.1	85.3	83.9	84.1	1.11
3	84.2	85.2	85.1	84.8	0.55

43- Prodigy

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	80.5	85.0	84.3	83.2	2.42
2	81.3	80.9	81.4	81.2	0.26
3	80.5	82.2	82.0	81.5	0.92

44- Renamel Hybrid

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	83.1	84.2	84.1	83.8	0.60
2	82.7	84.1	82.6	83.1	0.83
3	81.8	82.5	81.9	82.0	0.37

45- Sculpt-it

CP	M1	m2	m3	média	dp
1	80.5	78.2	79.0	79.2	1.16
2	79.8	80.3	82.5	80.8	1.43
3	79.2	80.0	80.6	79.9	0.70

46- Suprafill

CP	M1	m2	m3	média	dp
1	80.0	79.1	79.8	79.6	0.47
2	79.3	80.4	80.1	79.9	0.56
3	79.7	81.5	82.5	81.2	1.41

47- Tetric Ceram

CP	M1	m2	m3	média	dp
1	81.2	80.0	81.5	80.9	0.79
2	85.6	83.5	84.1	84.4	1.08
3	83.0	84.0	84.3	83.7	0.68

48- TPH

CP	M1	m2	m3	média	dp
1	82.5	84.2	84.3	83.6	1.01
2	82.3	84.8	85.1	84.0	1.53
3	83.6	83.3	84.7	83.8	0.73

49- Vitalescense

CP	M1	m2	m3	média	dp
1	82.0	83.1	83.5	82.8	0.77
2	81.5	83.5	83.0	82.6	1.04
3	80.7	81.5	81.6	81.2	0.49

50- Z-100

CP	M1	m2	m3	média	dp
1	89.1	90.9	91.2	90.4	1.13
2	87.0	90.0	89.5	88.8	1.60
3	91.2	91.4	92.0	91.5	0.41

51- Z-250

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	85.6	84.2	86.0	85.2	0.94
2	86.3	86.1	86.0	86.1	0.15
3	86.4	86.5	86.4	86.4	0.05

3 - Resinas condensáveis.

52- Alert

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	81.4	83.2	83.5	82.7	1.13
2	79.8	84.0	83.8	82.5	2.36
3	85.2	84.5	84.2	84.6	0.51

53- Ariston pHc

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	76.5	77.0	75.3	76.2	0.92
2	73.6	74.2	74.5	74.1	0.45
3	75.2	74.8	75.0	75.0	0.20

54- Fill Magic Condensável

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	83.2	83.6	83.3	83.3	0.20
2	82.0	82.7	83.7	82.8	0.85
3	83.4	82.1	83.6	83.0	0.81

55- P-60

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	90.1	89.6	89.5	89.7	0.32
2	89.0	89.2	90.0	89.4	0.52
3	89.0	89.1	89.4	89.1	0.20

56- Prodigy Condensável

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	87.0	85.8	88.0	86.9	1.10
2	85.6	84.9	83.7	84.7	0.96
3	84.6	84.1	84.9	84.3	0.35

57- Solitaire

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	72.8	71.1	72.0	71.9	0.85
2	74.4	73.6	76.0	74.6	1.22
3	75.1	75.5	73.0	74.5	1.34

58- Surefil

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	86.0	88.5	87.9	87.4	1.30
2	89.1	89.3	88.6	89.0	0.36
3	85.8	88.3	86.1	86.7	1.36

3- Influência da aplicação do isolante na matriz utilizada para o teste de contração de polimerização.

Foi observado durante os experimentos preliminares dos testes de contração de polimerização, que após a inserção e polimerização da resina composta na matriz metálica, seguindo o método descrito no capítulo 4, havia uma certa dificuldade para a remoção do corpo-de-prova, e alguns deles chegavam a fraturar-se durante este ato, devido à pequena contração sofrida pelo material. Sugerida por um pesquisador*, uma fina camada de um isolante (cera alemã Hoechst dissolvida em benzina a 10%) foi aplicada com pincel, sem excessos, à matriz antes da inserção da resina composta para confecção de cada um dos corpos-de-prova; este procedimento facilitou a remoção e evitou a ocorrência de fraturas nas amostras.

Foram efetuados testes para averiguar se esta camada de isolante teria influência no tamanho da amostra, interferindo nos resultados obtidos. Confeccionaram-se, com 2 resinas compostas (Durafill VS e TPH), 6 amostras (CP) para cada uma, 3 delas tendo sido aplicada a camada do isolante na matriz e outras 3 sem esta aplicação prévia à inserção do material. Todos os procedimentos de inserção, polimerização, remoção e medição das amostras foram efetuados conforme descrição no capítulo 4, e os resultados destas medições imediatas, seguidas das respectivas médias, constam das tabelas abaixo.

Tabela 1- Valores observados para a resina Durafill VS (3 leituras para cada corpo-de-prova) e as respectivas médias, expressos em μm , conforme descrito no texto.

	Durafill VS							
	Com isolante				Sem isolante			
CP 1	26.554	26.555	26.556	X=26.555	26.551	26.553	26.553	X=26.552
CP 2	26.550	26.552	26.551	X=26.551	26.555	26.552	26.551	X=26.553
CP 3	26.556	26.554	26.552	X=26.554	26.554	26.555	26.554	X=26.554

Tabela 2- Valores observados para a resina TPH (3 leituras para cada corpo-de-prova) e as respectivas médias, expressos em μm , conforme descrito no texto.

	TPH							
	Com isolante				Sem isolante			
CP 1	26.581	26.579	26.582	X=26.581	26.578	26.582	26.581	X=26.580
CP 2	26.584	26.582	26.581	X=26.582	26.583	26.580	26.582	X=26.582
CP 3	26.579	26.583	26.583	X=26.582	26.584	26.585	26.580	X=26.583

* Prof. Dr. Paulo Amarante de Araújo.

Os dados não foram analisados estatisticamente; entretanto, pode-se observar uma semelhança de resultados, mostrando que o isolante não influenciou no tamanho das amostras, possibilitando seu uso nos experimentos específicos para a pesquisa.

2- Testes preliminares de contração de polimerização.

Os experimentos preliminares serviram para o desenvolvimento do método empregado na confecção das amostras, conforme descrito no capítulo 4, e também para determinar a idade adequada das amostras para a tomada dos valores de contração de polimerização final.

O método utilizada priorizou a simplificação da técnica de confecção e medição dos corpos-de-prova, evitando o uso de equipamentos complexos e de difícil acesso, possibilitando que a reprodução deste trabalho tivesse maior alcance. A matriz usada na confecção das amostras pode ser reproduzida com fidelidade e facilidade, pois trata-se de uma placa metálica, de aço inoxidável, onde foi confeccionada a cavidade para inserção da resina, e o paquímetro, utilizado na medição das amostras, é um dispositivo comumente encontrado e de baixo custo.

A determinação da idade em que os corpos-de-prova já teriam sofrido a máxima contração de polimerização, foi através de testes em que se mediu o tamanho destes, até que não mais se verificassem alterações nas suas dimensões. Utilizou-se uma resina composta (TPH), com a qual confeccionaram-se 5 corpos-de-prova, seguindo-se o método descrito no capítulo 4, e mediu-se o seu comprimento imediatamente (10 minutos após a confecção das amostras), e também passadas 48 horas, 168 horas e 336 horas da sua confecção. Os resultados (valores médios) obtidos estão na tabela abaixo.

Tabela 1- Valores médios observados do comprimento das amostras, em μm , nas diferentes idades, conforme descrito no texto.

	10 MINUTOS	48 HORAS	168 HORAS	336 HORAS
CP 1	26.580	26.553	26.541	26.540
CP2	26.583	26.555	26.543	26.543
CP3	26.584	26.553	26.542	26.544
CP4	26.580	26.551	26.540	26.539
CP5	26.583	26.553	26.544	26.544

Os dados não foram analisados estatisticamente, entretanto, pode-se observar que existiu uma progressão dos valores de contração, grande, das medições imediatas para as após 48 horas, menor, porém visível, destas para as após 168 horas e uma estagnação, mostrada pelos valores semelhantes, quando comparadas as medições após 168 horas e 336 horas. A partir desta análise, estabeleceu-se que a contração final da resina composta já havia ocorrido após 168 horas e portanto nos experimentos específicos para a pesquisa, as amostras seriam dimensionadas imediatamente (determinação da contração inicial) e após 168 horas (determinação da contração final).

5- Tabelas com os dados originais dos testes de contração de polimerização.

Para cada resina, em cada um dos 5 corpos-de-prova, são apresentados os 3 valores do comprimento (m1 a m3), obtidos nas avaliações imediatas e após 168 horas da confecção das amostras, com sua média e respectivo desvios-padrão; segue-se o valor da diferença entre a media e a cavidade original, e os respectivos valores de contração linear e volumétrica.

Tabelas de 1 a 29 - Valores dos testes de contração de polimerização, em μm , imediatamente após a confecção dos corpos-de-prova, para as condições específicas descritas no texto.

Resinas de micropartículas.

1- Amelogen Microfill

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.555	26.556	26.551	26.554	2.64	101	0,38%	1,14%
2	26.557	26.558	26.559	26.558	1.00	97	0,36%	1,09%
3	26.552	26.557	26.554	26.554	2.51	101	0,38%	1,14%
4	26.557	26.553	26.556	26.555	2.08	100	0,38%	1,13%
5	26.558	26.554	26.554	26.555	2.30	100	0,38%	1,13%

2- Durafill VS

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.558	26.555	26.554	26.556	2.08	99	0,37%	1,11%
2	26.553	26.558	26.552	26.554	3.21	101	0,38%	1,14%
3	26.556	26.552	26.555	26.554	2.08	101	0,38%	1,14%
4	26.560	26.551	26.554	26.555	4.58	100	0,38%	1,13%
5	26.549	26.557	26.552	26.553	4.04	102	0,38%	1,15%

3- Helio Fill AP

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.558	26.557	26.558	26.558	0.57	97	0,36%	1,09%
2	26.554	26.555	26.557	26.555	1.52	100	0,38%	1,12%
3	26.555	26.559	26.558	26.557	2.08	98	0,37%	1,10%
4	26.560	26.556	26.556	26.557	2.30	98	0,37%	1,10%
5	26.561	26.557	26.560	26.559	2.08	96	0,36%	1,08%

4- Helioprogress

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.558	26.557	26.561	26.559	2.08	96	0,36%	1,08%
2	26.566	26.568	26.565	26.566	1.52	89	0,33%	1,0%
3	26.567	26.563	26.566	26.565	2.08	90	0,34%	1,01%
4	26.564	26.566	26.565	26.565	1.00	90	0,34%	1,01%
5	26.561	26.566	26.561	26.563	2.51	92	0,35%	1,04%

5- Silux Plus

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.563	26.566	26.567	26.565	2.08	90	0,34%	1,01%
2	26.567	26.566	26.568	26.567	1.00	88	0,33%	0,99%
3	26.566	26.560	26.557	26.561	4.58	94	0,35%	1,05%
4	26.563	26.567	26.561	26.564	3.05	91	0,34%	1,02%
5	26.566	26.565	26.562	26.564	2.08	91	0,34%	1,02%

Resinas híbridas tradi cionais.

6- Amelogen Universal

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.565	26.561	26.560	26.562	2.64	92	0,35%	1,05%
2	26.560	26.564	26.566	26.563	3.05	91	0,35%	1,04%
3	26.564	26.565	26.562	26.564	1.52	90	0,34%	1,01%
4	26.568	26.566	26.564	26.566	2.00	88	0,33%	0,99%
5	26.563	26.566	26.564	26.564	1.52	90	0,34%	1,01%

7- Charisma

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.545	26.545	26.544	26.545	0.57	110	0,41%	1,24%
2	26.545	26.548	26.547	26.547	1.52	108	0,41%	1,22%
3	26.547	26.547	26.543	26.546	2.30	109	0,41%	1,23%
4	26.546	26.542	26.545	26.544	2.08	111	0,42%	1,25%
5	26.548	26.547	26.546	26.547	1.00	108	0,41%	1,22%

8- Definite

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.546	26.540	26.545	26.544	3.21	111	0,42%	1,25%
2	26.545	26.539	26.542	26.542	3.00	113	0,42%	1,27%
3	26.544	26.539	26.546	26.543	3.60	112	0,42%	1,26%
4	26.542	26.538	26.541	26.541	2.08	114	0,43%	1,28%
5	26.547	26.542	26.545	26.545	2.51	110	0,41%	1,24%

9- Degufill Mineral

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.563	26.562	26.560	26.562	1.52	93	0,35%	1,05%
2	26.561	26.563	26.558	26.561	2.51	94	0,35%	1,06%
3	26.559	26.562	26.562	26.561	1.52	94	0,35%	1,06%
4	26.563	26.562	26.561	26.562	1.00	93	0,35%	1,05%
5	26.559	26.557	26.561	26.559	2.00	96	0,36%	1,08%

10- Fill Magic

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.575	26.572	26.573	26.573	1.52	82	0,31%	0,92%
2	26.579	26.576	26.578	26.578	1.52	77	0,29%	0,87%
3	26.573	26.576	26.571	26.573	2.51	82	0,31%	0,92%
4	26.575	26.575	26.574	26.575	0.57	80	0,30%	0,90%
5	26.571	26.574	26.570	26.572	2.08	83	0,31%	0,93%

11- Glacier

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.576	26.574	26.577	26.576	1.52	79	0,30%	0,89%
2	26.573	26.576	26.568	26.572	4.04	83	0,31%	0,93%
3	26.571	26.574	26.569	26.571	2.51	84	0,32%	0,95%
4	26.574	26.567	26.565	26.569	4.72	86	0,32%	0,97%
5	26.578	26.571	26.570	26.573	4.35	82	0,31%	0,92%

12- Heliomolar

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.580	26.579	26.582	26.580	1.52	75	0,28%	0,84%
2	26.582	26.583	26.578	26.581	2.64	74	0,28%	0,83%
3	26.582	26.584	26.580	26.582	2.00	73	0,27%	0,82%
4	26.580	26.582	26.579	26.580	1.52	75	0,28%	0,84%
5	26.581	26.581	26.583	26.582	1.15	73	0,27%	0,82%

13- Herculite XRV

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.573	26.578	26.582	26.578	4.05	77	0,29%	0,87%
2	26.568	26.575	26.573	26.572	3.60	83	0,31%	0,93%
3	26.580	26.572	26.569	26.574	5.68	81	0,30%	0,91%
4	26.573	26.566	26.571	26.570	3.60	85	0,32%	0,96%
5	26.575	26.573	26.572	26.573	1.52	82	0,31%	0,92%

14- Prodigy

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.567	26.564	26.563	26.565	2.08	90	0,34%	1,01%
2	26.568	26.571	26.570	26.570	1.52	85	0,32%	0,96%
3	26.573	26.571	26.574	26.573	1.52	82	0,31%	0,92%
4	26.568	26.571	26.567	26.569	2.08	86	0,32%	0,97%
5	26.570	26.574	26.572	26.572	2.00	83	0,31%	0,93%

15- Renamel Hybrid

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.566	26.565	26.562	26.564	2.08	91	0,34%	1,02%
2	26.560	26.560	26.562	26.561	1.15	94	0,35%	1,05%
3	26.563	26.561	26.567	26.564	3.05	91	0,34%	1,02%
4	26.568	26.571	26.566	26.568	2.08	87	0,33%	0,98%
5	26.570	26.566	26.564	26.567	3.05	88	0,33%	0,99%

16- Sculpt-it

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.526	26.529	26.534	26.530	4.04	125	0,47%	1,41%
2	26.538	26.532	26.526	26.532	6.00	123	0,46%	1,38%
3	26.539	26.542	26.541	26.541	1.52	114	0,43%	1,28%
4	26.532	26.536	26.531	26.533	2.64	122	0,46%	1,37%
5	26.534	26.537	26.530	26.534	3.51	121	0,45%	1,36%

17- Suprafill

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.583	26.575	26.577	26.578	4.16	77	0,29%	0,87%
2	26.581	26.582	26.583	26.581	1.00	73	0,27%	0,82%
3	26.582	26.586	26.581	26.583	2.64	72	0,27%	0,81%
4	26.578	26.580	26.583	26.580	2.51	75	0,28%	0,84%
5	26.584	26.583	26.579	26.582	2.64	73	0,27%	0,82%

18- Tetric Ceram

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.583	26.592	26.586	26.587	4.58	68	0,26%	0,77%
2	26.591	26.592	26.589	26.591	1.52	64	0,24%	0,72%
3	26.596	26.591	26.597	26.595	3.21	60	0,23%	0,68%
4	26.590	26.593	26.591	26.591	1.52	64	0,24%	0,72%
5	26.589	26.594	26.592	26.592	2.51	63	0,24%	0,71%

19- TPH

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.582	26.579	26.576	26.579	3.00	76	0,29%	0,86%
2	26.583	26.588	26.583	26.585	2.88	70	0,26%	0,79%
3	26.576	26.581	26.579	26.579	2.51	76	0,29%	0,86%
4	26.585	26.584	26.578	26.582	3.78	73	0,27%	0,82%
5	26.586	26.580	26.582	26.583	3.05	72	0,27%	0,81%

20- Vitalescense

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.535	26.528	26.527	26.530	4.35	125	0,46%	1,40%
2	26.529	26.531	26.533	26.531	2.00	124	0,46%	1,40%
3	26.534	26.536	26.534	26.535	1.15	120	0,45%	1,35%
4	26.530	26.534	26.531	26.532	2.08	123	0,46%	1,38%
5	26.527	26.526	26.533	26.529	3.78	126	0,47%	1,42%

21- Z-100

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.598	26.598	26.597	26.598	0.57	57	0,21%	0,64%
2	26.594	26.598	26.598	26.597	2.30	58	0,21%	0,65%
3	26.598	26.602	26.606	26.602	4.00	53	0,20%	0,60%
4	26.590	26.594	26.590	26.591	2.30	64	0,24%	0,72%
5	26.597	26.596	26.593	26.595	2.08	60	0,23%	0,68%

22- Z-250

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.582	26.587	26.586	26.585	2.64	70	0,26%	0,78%
2	26.583	26.581	26.584	26.583	1.52	72	0,27%	0,81%
3	26.587	26.586	26.587	26.587	0.57	68	0,26%	0,77%
4	26.584	26.586	26.587	26.586	1.52	69	0,26%	0,78%
5	26.587	26.586	26.584	26.586	1.52	69	0,26%	0,78%

3 - Resinas condensáveis.

23- Alert

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.587	26.586	26.591	26.588	2.64	67	0,26%	0,76%
2	26.586	26.583	26.581	26.583	2.51	72	0,27%	0,81%
3	26.583	26.589	26.587	26.586	3.05	69	0,26%	0,78%
4	26.585	26.587	26.592	26.588	3.60	67	0,26%	0,76%
5	26.584	26.589	26.585	26.586	2.64	69	0,26%	0,78%

24- Ariston pHc

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.571	26.575	26.569	26.572	3.05	83	0,31%	0,93%
2	26.560	26.562	26.565	26.562	2.51	93	0,35%	1,05%
3	26.562	26.561	26.561	26.561	0.57	94	0,35%	1,06%
4	26.565	26.567	26.562	26.565	2.51	90	0,34%	1,01%
5	26.564	26.567	26.565	26.565	1.52	90	0,34%	1,01%

25- Fill Magic Condensável

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.590	26.587	26.591	26.589	2.08	66	0,25%	0,74%
2	26.585	26.583	26.583	26.584	1.15	71	0,27%	0,80%
3	26.584	26.581	26.581	26.582	1.73	73	0,27%	0,82%
4	26.585	26.587	26.586	26.586	1.00	69	0,26%	0,78%
5	26.584	26.587	26.581	26.584	3.00	71	0,27%	0,80%

26- P-60

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.594	26.594	26.596	26.595	1.15	60	0,23%	0,68%
2	26.600	26.598	26.597	26.598	1.52	57	0,21%	0,64%
3	26.605	26.601	26.604	26.603	2.08	52	0,20%	0,59%
4	26.598	26.597	26.601	26.599	2.08	56	0,21%	0,63%
5	26.598	26.597	26.600	26.598	1.52	57	0,21%	0,64%

27- Prodigy Condensável

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.591	26.596	26.591	26.593	2.88	62	0,23%	0,70%
2	26.578	26.575	26.576	26.576	1.52	79	0,30%	0,89%
3	26.575	26.574	26.580	26.576	3.21	79	0,30%	0,89%
4	26.578	26.577	26.581	26.579	2.08	76	0,29%	0,86%
5	26.582	26.581	26.580	26.581	1.00	74	0,28%	0,83%

28- Solitaire

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.477	26.478	26.483	26.479	3.21	176	0,66%	1,98%
2	26.498	26.485	26.487	26.490	7.00	165	0,62%	1,86%
3	26.478	26.480	26.476	26.478	2.00	175	0,66%	1,97%
4	26.492	26.486	26.487	26.488	3.21	167	0,63%	1,88%
5	26.479	26.481	26.476	26.479	2.51	176	0,66%	1,98%

29- Surefil

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.560	26.563	26.561	26.561	1.52	94	0,35%	1,06%
2	26.564	26.561	26.562	26.562	1.52	93	0,35%	1,05%
3	26.568	26.564	26.561	26.564	3.51	91	0,34%	1,02%
4	26.570	26.571	26.569	26.570	1.00	85	0,32%	0,96%
5	26.568	26.568	26.564	26.567	2.30	88	0,33%	0,99%

Tabelas de 30 a 58 - Valores dos testes de contração de polimerização, em μm , após 168 horas da confecção dos corpos-de-prova, para as condições específicas descritas no texto.

Resinas de micropartículas.

30- Amelogen Microfill

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.503	26.501	26.497	26.500	3.05	155	0,58%	1,74%
2	26.509	26.506	26.507	26.507	1.52	148	0,56%	1,67%
3	26.508	26.511	26.509	26.509	1.52	146	0,55%	1,64%
4	26.502	26.508	26.504	26.505	3.05	150	0,56%	1,69%
5	26.505	26.507	26.504	26.505	1.52	150	0,56%	1,69%

31- Durafill VS

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.505	26.506	26.502	26.504	2.08	151	0,57%	1,70%
2	26.503	26.505	26.506	26.505	1.52	150	0,56%	1,69%
3	26.507	26.501	26.501	26.503	3.46	152	0,57%	1,71%
4	26.504	26.501	26.507	26.504	3.00	151	0,57%	1,70%
5	26.503	26.502	26.504	26.503	1.00	152	0,57%	1,71%

32- Helio Fill AP

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.520	26.522	26.524	26.522	2.00	133	0,50%	1,50%
2	26.522	26.528	26.526	26.525	3.05	130	0,49%	1,46%
3	26.522	26.525	26.523	26.523	1.52	132	0,50%	1,49%
4	26.528	26.527	26.528	26.528	0.57	127	0,47%	1,43%
5	26.525	26.526	26.521	26.524	2.64	131	0,49%	1,47%

33- Helioprogress

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.510	26.512	26.508	26.510	2.00	145	0,54%	1,63%
2	26.508	26.509	26.508	26.508	0.57	147	0,55%	1,65%
3	26.503	26.504	26.504	26.504	0.57	151	0,57%	1,70%
4	26.508	26.507	26.508	26.508	0.57	147	0,55%	1,65%
5	26.507	26.509	26.507	26.508	1.15	147	0,55%	1,65%

34- Silux Plus

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.510	26.508	26.512	26.510	2.00	145	0,54%	1,63%
2	26.510	26.512	26.512	26.511	1.15	144	0,54%	1,62%
3	26.509	26.508	26.504	26.507	2.64	148	0,56%	1,66%
4	26.511	26.509	26.512	26.511	1.52	144	0,54%	1,62%
5	26.509	26.507	26.505	26.507	2.00	148	0,56%	1,66%

Resinas híbridas tradicionais.

35- Amelogen Universal

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.515	26.518	26.520	26.518	2.51	137	0,51%	1,54%
2	26.508	26.512	26.509	26.510	2.08	145	0,54%	1,63%
3	26.514	26.515	26.512	26.514	1.52	141	0,53%	1,59%
4	26.508	26.509	26.509	26.509	0.57	146	0,55%	1,64%
5	26.513	26.510	26.507	26.510	3.00	145	0,54%	1,63%

36- Charisma

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.480	26.479	26.481	26.480	1.00	175	0,66%	1,97%
2	26.491	26.490	26.485	26.489	3.21	166	0,62%	1,87%
3	26.485	26.488	26.486	26.486	1.52	169	0,63%	1,90%
4	26.493	26.487	26.489	26.490	3.05	165	0,62%	1,86%
5	26.482	26.484	26.485	26.484	1.52	171	0,64%	1,92%

37- Definite

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.526	26.528	26.525	26.526	1.52	129	0,48%	1,45%
2	26.520	26.518	26.517	26.518	1.52	137	0,51%	1,54%
3	26.514	26.519	26.516	26.516	2.51	139	0,52%	1,56%
4	26.515	26.520	26.516	26.517	2.64	138	0,52%	1,55%
5	26.517	26.512	26.515	26.515	2.51	140	0,53%	1,58%

38- Degufill Mineral

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.515	26.520	26.512	26.516	4.04	139	0,52%	1,56%
2	26.515	26.511	26.518	26.515	3.51	140	0,53%	1,58%
3	26.506	26.502	26.502	26.503	2.30	154	0,58%	1,73%
4	26.510	26.510	26.507	26.509	1.73	146	0,55%	1,64%
5	26.509	26.510	26.515	26.511	3.21	144	0,54%	1,62%

39- Fill Magic

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.538	26.542	26.538	26.539	2.30	116	0,44%	1,31%
2	26.540	26.541	26.536	26.539	2.64	116	0,44%	1,31%
3	26.540	26.538	26.537	26.538	1.52	117	0,44%	1,32%
4	26.535	26.538	26.540	26.538	2.51	117	0,44%	1,32%
5	26.540	26.536	26.535	26.537	2.64	118	0,44%	1,33%

40- Glacier

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.524	26.523	26.522	26.523	1.00	132	0,50%	1,49%
2	26.526	26.535	26.529	26.530	4.58	125	0,47%	1,41%
3	26.529	26.532	26.528	26.530	2.08	125	0,47%	1,41%
4	26.528	26.524	26.530	26.527	3.05	128	0,48%	1,44%
5	26.532	26.528	26.526	26.529	3.05	126	0,47%	1,42%

41- Heliomolar

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.532	26.529	26.531	26.531	1.52	124	0,47%	1,40%
2	26.521	26.520	26.525	26.522	2.64	133	0,50%	1,50%
3	26.523	26.525	26.526	26.525	1.52	130	0,49%	1,46%
4	26.524	26.520	26.527	26.524	3.51	131	0,49%	1,47%
5	26.528	26.526	26.530	26.528	2.00	127	0,48%	1,43%

42- Herculite XRV

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.533	26.528	26.530	26.530	2.51	125	0,47%	1,41%
2	26.532	26.528	26.531	26.530	2.08	125	0,47%	1,41%
3	26.530	26.532	26.539	26.534	4.72	121	0,45%	1,36%
4	26.529	26.521	26.528	26.526	4.35	129	0,48%	1,45%
5	26.537	26.535	26.530	26.534	3.60	121	0,45%	1,36%

43- Prodigy

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.521	26.523	26.521	26.522	1.15	133	0,50%	1,50%
2	26.533	26.533	26.530	26.532	1.73	123	0,46%	1,38%
3	26.541	26.537	26.541	26.540	2.30	115	0,43%	1,29%
4	26.535	26.531	26.530	26.532	2.64	123	0,46%	1,38%
5	26.539	26.540	26.538	26.539	1.00	116	0,44%	1,31%

44- Renamel Hybrid

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.503	26.501	26.505	26.503	1.52	152	0,57%	1,71%
2	26.494	26.490	26.495	26.493	2.64	162	0,61%	1,82%
3	26.501	26.507	26.501	26.503	3.46	152	0,57%	1,71%
4	26.505	26.501	26.500	26.502	2.64	153	0,57%	1,72%
5	26.509	26.510	26.508	26.509	1.00	146	0,55%	1,64%

45- Sculpt-it

CP	m1	m2	m3	média	Dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.509	26.516	26.512	26.512	3.51	143	0,54%	1,61%
2	26.518	26.512	26.516	26.515	3.05	140	0,53%	1,58%
3	26.518	26.526	26.525	26.523	4.35	132	0,50%	1,49%
4	26.512	26.519	26.520	26.517	4.35	138	0,52%	1,55%
5	26.521	26.524	26.518	26.521	3.00	134	0,50%	1,51%

46- Suprafill

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.528	26.533	26.534	26.532	3.21	123	0,46%	1,38%
2	26.537	26.542	26.539	26.539	2.51	116	0,44%	1,31%
3	26.540	26.536	26.537	26.538	2.08	117	0,44%	1,32%
4	26.538	26.540	26.541	26.540	1.52	115	0,43%	1,29%
5	26.536	26.542	26.537	26.538	3.21	117	0,44%	1,32%

47- Tetric Ceram

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.549	26.549	26.547	26.548	1.15	107	0,40%	1,20%
2	26.564	26.567	26.559	26.563	4.04	92	0,35%	1,04%
3	26.570	26.569	26.564	26.568	3.21	87	0,33%	0,98%
4	26.554	26.556	26.555	26.555	1.00	100	0,38%	1,13%
5	26.561	26.563	26.563	26.562	1.15	93	0,35%	1,05%

48- TPH

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.539	26.538	26.539	26.539	0.57	116	0,44%	1,31%
2	26.550	26.548	26.543	26.547	3.60	108	0,41%	1,22%
3	26.542	26.546	26.543	26.544	2.08	111	0,42%	1,25%
4	26.539	26.546	26.541	26.542	3.60	113	0,42%	1,27%
5	26.544	26.543	26.539	26.542	2.64	113	0,42%	1,27%

49- Vitalescence

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.513	26.515	26.516	26.515	1.52	140	0,53%	1,58%
2	26.513	26.519	26.516	26.516	3.00	139	0,52%	1,56%
3	26.511	26.514	26.513	26.513	1.24	142	0,53%	1,60%
4	26.515	26.518	26.511	26.515	3.51	140	0,53%	1,58%
5	26.517	26.512	26.511	26.513	3.21	142	0,53%	1,60%

50- Z-100

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.558	26.563	26.570	26.564	6.02	91	0,34%	1,02%
2	26.563	26.560	26.555	26.559	4.04	96	0,36%	1,08%
3	26.567	26.569	26.571	26.569	2.00	86	0,32%	0,97%
4	26.545	26.548	26.551	26.548	3.00	107	0,40%	1,20%
5	26.553	26.552	26.551	26.552	1.00	103	0,39%	1,16%

51- Z-250

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.540	26.542	26.541	26.541	1.00	114	0,43%	1,28%
2	26.537	26.538	26.539	26.538	1.00	117	0,44%	1,32%
3	26.544	26.545	26.545	26.545	0.57	110	0,41%	1,23%
4	26.545	26.547	26.541	26.544	3.05	111	0,42%	1,25%
5	26.546	26.541	26.542	26.543	2.64	112	0,42%	1,26%

3 - Resinas compostas indicadas somente para dentes posteriores

52- Alert

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.571	26.575	26.569	26.572	3.05	83	0,31%	0,93%
2	26.566	26.564	26.562	26.564	2.00	91	0,34%	1,02%
3	26.571	26.559	26.558	26.563	7.23	92	0,35%	1,04%
4	26.560	26.568	26.562	26.562	4.16	93	0,35%	1,05%
5	26.565	26.572	26.569	26.569	3.51	86	0,32%	0,97%

53- Ariston pHc

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.525	26.523	26.526	26.525	1.52	130	0,49%	1,46%
2	26.520	26.515	26.517	26.517	2.51	138	0,52%	1,55%
3	26.515	26.512	26.509	26.512	3.00	143	0,54%	1,61%
4	26.518	26.518	26.512	26.516	3.46	139	0,52%	1,56%
5	26.521	26.517	26.518	26.519	2.08	136	0,51%	1,53%

54- Fill Magic Condensável

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.544	26.547	26.545	26.545	1.52	110	0,41%	1,24%
2	26.542	26.548	26.547	26.546	3.21	109	0,41%	1,23%
3	26.545	26.542	26.544	26.544	1.52	111	0,42%	1,25%
4	26.548	26.546	26.542	26.545	3.05	110	0,41%	1,24%
5	26.541	26.547	26.546	26.545	3.21	110	0,41%	1,24%

55- P-60

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.579	26.578	26.580	26.579	1.00	76	0,29%	0,85%
2	26.565	26.568	26.567	26.567	1.52	88	0,33%	0,99%
3	26.560	26.562	26.561	26.561	1.00	94	0,35%	1,05%
4	26.568	26.566	26.562	26.565	3.05	90	0,34%	1,01%
5	26.563	26.566	26.564	26.564	1.52	91	0,34%	1,02%

56- Prodigy Condensável

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.579	26.581	26.580	26.580	1.00	75	0,28%	0,84%
2	26.552	26.556	26.555	26.554	2.08	101	0,38%	1,13%
3	26.556	26.558	26.555	26.556	1.52	99	0,37%	1,11%
4	26.560	26.561	26.557	26.559	2.08	96	0,36%	1,08%
5	26.561	26.561	26.556	26.559	2.88	96	0,36%	1,08%

57- Solitaire

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.396	26.395	26.394	26.395	1.00	260	0,98%	2,93%
2	26.409	26.400	26.402	26.404	4.72	251	0,94%	2,82%
3	26.396	26.393	26.395	26.395	1.52	260	0,98%	2,93%
4	26.401	26.398	26.397	26.399	2.08	256	0,96%	2,88%
5	26.399	26.398	26.400	26.399	1.00	256	0,96%	2,88%

58- Surefil

CP	m1	m2	m3	média	dp	difer.	C. lin.	C. vol.
1	26.542	26.545	26.546	26.544	2.08	111	0,42%	1,24%
2	26.542	26.548	26.542	26.544	3.46	111	0,42%	1,24%
3	26.541	26.540	26.541	26.540	0.57	115	0,43%	1,29%
4	26.543	26.546	26.547	26.545	2.08	110	0,41%	1,24%
5	26.547	26.545	26.545	26.546	1.15	109	0,41%	1,23%

6- Tabelas com os dados originais dos testes de rugosidade.

Para cada resina, em cada um dos corpos-de-prova, são apresentados os 3 valores de rugosidade superficial, (m1 a m3), expressos em nanômetros, obtidos nas avaliações imediatas após o polimento, com suas médias e respectivos desvios-padrão.

Tabelas de 1 a 29- Valores dos testes de rugosidade superficial, imediatamente após a confecção dos corpos-de-prova, para as condições específicas descritas no texto.

Resinas micropartículas.

1- Amelogen Microfill

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	85,4	88,1	87,7	87,0	1,57
2	90,4	86,5	93,1	90,0	3,31
3	88,3	84,8	85,2	86,1	1,91

2- Durafill VS

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	70,3	84,0	74,3	76,2	7,04
2	69,9	76,8	64,8	70,5	6,02
3	72,1	74,7	76,1	74,3	2,02

3- Heliom Fill AP

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	118,0	124,4	117,6	120,0	3,81
2	154,0	158,8	143,2	152,0	7,98
3	133,7	140,7	131,8	135,4	4,68

4- Helioprogress

CP	M1	m2	m3	média	dp
1	77,5	77,0	73,5	76,0	2,17
2	80,6	78,1	78,6	79,1	1,32
3	57,0	57,2	64,0	59,4	3,98

5- Silux Plus

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	113,2	108,1	96,7	106,0	8,44
2	106,0	95,8	93,4	98,4	6,69
3	83,7	87,5	88,9	86,7	2,69

Resinas híbridas tradicionais

6- Amelogen Universal

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	127,3	134,0	128,7	130,0	3,53
2	134,8	138,0	136,7	136,5	1,60
3	121,5	121,0	126,5	123,0	3,04

7- Charisma

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	152,0	158,3	144,5	151,6	6,90
2	82,6	79,2	77,0	79,6	2,82
3	85,2	80,2	80,3	81,9	2,85

8- Definite

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	113,0	110,9	121,1	115,0	5,38
2	142,0	142,4	144,6	143,0	1,40
3	116,6	119,0	118,4	118,0	1,24

9- Degufill Mineral

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	87,8	88,1	89,3	88,4	0,79
2	101,0	102,4	98,4	100,6	2,02
3	119,8	126,2	126,0	124,0	3,63

10- Fill Magic

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	123,0	119,3	120,7	121,0	1,86
2	90,2	84,3	86,5	87,0	2,98
3	89,6	94,5	91,9	92,0	2,45

11- Glacier

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	126,1	122,0	114,3	120,8	5,99
2	152,0	148,7	155,3	152,0	3,30
3	122,0	127,1	116,9	122,0	5,10

12- Heliomolar

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	68,1	70,3	74,6	71,0	3,30
2	86,8	84,8	86,7	86,1	1,12
3	69,6	76,7	78,1	74,8	4,55

13- Herculite XRV

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	134,6	137,4	139,0	137,0	2,22
2	143,1	143,5	141,2	142,6	1,22
3	131,8	130,0	128,2	130,0	1,80

14- Prodigy

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	80,4	81,7	82,7	81,6	1,15
2	83,8	83,4	84,8	84,0	0,72
3	95,9	94,5	94,9	95,1	0,72

15- Renamel

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	126,2	118,0	112,8	119,0	6,75
2	119,8	108,0	116,0	114,6	6,02
3	124,2	123,0	127,2	124,8	2,16

16- Sculpt-it

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	93,4	94,0	92,8	93,4	0,60
2	107,0	106,8	110,5	108,1	2,08
3	86,5	101,3	95,1	94,3	7,43

17- Suprafill

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	168,2	171,0	172,6	170,6	2,22
2	119,6	118,0	113,4	117,0	3,21
3	133,0	130,7	133,8	132,5	1,60

18- Tetric Ceram

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	131,4	136,0	132,8	133,4	2,35
2	117,0	113,6	120,4	117,0	3,40
3	139,2	132,4	134,0	135,2	3,55

19- TPH

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	126,2	130,0	129,0	128,4	1,96
2	118,1	123,1	120,0	120,4	2,52
3	120,7	125,0	129,3	125,0	4,30

20- Vitalescense

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	87,7	92,3	82,8	87,6	4,75
2	72,4	86,1	78,2	78,9	6,87
3	85,6	88,0	90,4	88,0	2,40

21- Z-100

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	106,6	103,0	108,4	106,0	2,74
2	122,0	117,0	123,1	120,7	3,25
3	100,0	107,1	92,9	100,0	7,10

22- Z-250

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	89,6	91,1	96,2	92,3	3,45
2	86,8	82,8	79,4	83,0	3,70
3	122,0	118,3	126,6	122,3	4015

3 - Resinas condensáveis.

23- Alert

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	266,3	268,0	284,7	273,0	10,16
2	240,0	261,1	236,6	245,9	13,27
3	269,8	272,0	270,6	270,8	1,11

24- Ariston pHc

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	89,7	82,6	85,7	86,0	3,55
2	107,8	100,0	92,2	100,0	7,80
3	107,4	101,9	103,0	104,1	2,91

25- Fill Magic Condensável

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	189,1	203,0	212,7	201,6	11,86
2	218,0	208,6	231,6	219,4	11,56
3	199,0	197,8	206,2	201,0	4,54

26- P-60

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	100,6	105,5	102,0	102,7	2,52
2	117,5	119,2	120,0	118,9	1,27
3	108,9	105,0	106,8	106,9	1,95

27- Prodigy Condensável

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	144,0	140,6	150,4	145,0	4,97
2	138,5	130,0	128,7	132,4	5,32
3	197,0	200,2	191,7	196,3	4,29

28- Solitaire

CP	ml	m2	m3	média	dp
1	109,2	104,3	106,0	106,5	2,48
2	110,1	106,0	104,3	106,8	2,98
3	118,3	112,0	105,7	112,0	6,30

29- Surefil

CP	m1	m2	m3	média	dp
1	162,0	167,8	161,6	163,8	3,46
2	172,4	171,0	164,8	169,4	4,04
3	182,7	174,1	179,0	178,6	4,31

7- Gráficos com dados originais dos testes de rugosidade.

Para cada resina, são apresentados 2 gráficos, da maneira como foram emitidos pelo microcomputador, representativos do comportamento do material, quanto à sua rugosidade. Os gráficos informam além da média de rugosidade (R_a), os picos (R_p) que são as áreas de maior elevação (leitura do rugosímetro acima do plano superficial) e os vales (R_v) que compreendem as áreas de maior depressão (leitura do rugosímetro abaixo do plano superficial); resinas compostas com igual valor de R_a não necessariamente apresentam as mesmas características de rugosidade superficial, pois podem apresentar valores de picos e vales muito desiguais entre si, tendo comportamentos clínicos distintos. A quantificação destes dados seria bastante complexa e de difícil precisão, ficando esta análise restrita à visualização dos gráficos.

Gráficos 1 a 29- Valores dos testes de rugosidade, contendo suas médias e demais dados obtidos na leitura, expressos em μm ou nm, para cada uma das resinas estudadas, conforme descrito no texto.

1- Amelogen Microfill

2- Durafill VS

3- Helio Fill AP

4- Helioprogress

5- Silux Plus

6- Amelogen Universal

7- Charisma

8- Definite

9- Degufill Mineral

10- Fill Magic

11- Glacier

12- Heliomolar

13- Herculite XRV

14- Prodigy

15- Renamel Hybrid

16- Sculp-it

17- Suprafill

18- Tetric Ceram

19- TPH

20- Vitalescence

21- Z-100

22- Z-250

23- Alert

24- Ariston pHc

25- Fill Magic Condensável

26- P-60

27- Prodigy Condensável

28- Solitaire

29- Surefil