**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA À
ABRASÃO DE RESINAS COMPOSTAS "CONDENSÁVEIS",
SUBMETIDAS À ESCOVAÇÃO SIMULADA,
ATRAVÉS DA ALTERAÇÃO DE MASSA
E DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL**

LINDA WANG

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de Dentística.

(Edição revisada)

**BAURU
2001**

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA À
ABRASÃO DE RESINAS COMPOSTAS "CONDENSÁVEIS",
SUBMETIDAS À ESCOVAÇÃO SIMULADA,
ATRAVÉS DA ALTERAÇÃO DE MASSA
E DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL**

LINDA WANG

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de Dentística.

(Edição revisada)

Orientador: Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli

BAURU

2001

Wang, Linda

W184a Avaliação comparativa da resistência à abrasão de resinas compostas "condensáveis", submetidas à escovação simulada, através da alteração de massa e da rugosidade superficial./ Linda Wang-Bauru, 2001. 133p; il.; 30cm.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru. USP

Orientador: Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli

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

Assinatura do autor: _____

Data: ____/____/____

*" Vivemos sempre mergulhados em desafios;
Alguns a própria vida nos oferece,
Outros nós mesmos estabelecemos.*

*Porém, são estes mesmos desafios que nos fazem
exercitar com coragem e determinação a vontade de
vencer, transpor obstáculos, derrubar barreiras,
superar as próprias limitações...*

*Enfim, cada um deles nos proporciona um
aprendizado, com sabor diferente."*

Anuska Vieira Nunes

DEDICATÓRIA

Aos meus pais...

*Que com todo o seu amor escolheram sonhar os meus
sonhos e trilhar o meu caminho.
Por me apoiarem nas minhas decisões
e por me ensinarem
os verdadeiros valores da vida, especialmente por me
educarem em um berço apoiado no amor de Deus.*

A Ellen...

*À minha irmã querida, que sempre me incentivou pelo seu
exemplo de força de vontade, de determinação
e de amor à vida.
Por me ensinar o que é ter um ideal e
saber lutar para alcançá-lo.*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Deus,

*Porque quando enfraquecí, o Senhor me mostrou que
"Tudo posso naquele que me fortalece" (Filipenses 4:13)*

*Porque quando me preocupei, o Senhor disse:
"Confiai-me todas as suas preocupações" (I Pedro 5:7)*

*Porque quando me senti desorientada, o Senhor disse:
"Eu guiarei teus passos" (Provérbios 3:5-6)*

*Porque simplesmente, ama a mim e cada um de nós
"Eu te amo" (João 3:16 & João 13:34)*

*Senhor, a Tua graça nos acalanta, nos anima e nos faz sentir
amados. Obrigada pela Tua presença na minha vida,
pelo privilégio de me sentir sua filha.*

Ao meu orientador **Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli**, pelo incentivo com que me ajudou a crescer nestes anos de convivência.

Por acreditar no meu trabalho e, principalmente, pelo amigo que se mostrou nos momentos mais difíceis.

Ao **Prof. Dr. Eduardo Batista Franco**, pelas oportunidades acadêmicas oferecidas desde a graduação e, acima de tudo, pelo apoio que nunca faltou. Obrigada pelo "pai" que se mostrou nestes anos de convivência e por mostrar que a vida é um conjunto de grandes valores humanos que devemos aprender a buscar com persistência.

Ao **Prof. Dr. João Batista de Souza**, pela arte de saber dividir seus conhecimentos com tanta simplicidade e pela amizade cultivada nestes últimos anos.

Ao **Prof. Dr. Ricardo Marins de Carvalho** e ao **Prof. Dr. Paulo Amarante de Araújo**, pela amizade e pelo exemplo de profissionalismo. Cada momento de atenção dispensado foi de grande importância.

Obrigada pelos ensinamentos e valores compartilhados.

A **Prof.^a Dr.^a Denise de Oliveira Tostes** e a **Prof.^a Dr.^a Lucimar Falavinha Vieira**, pelo carinho com que me acompanham e pela grande amizade que nos une.

Ao **Prof. Dr. José Mondelli**. Seu exemplo de amor à profissão e dedicação são inestimáveis. Sua amizade e humildade são tesouros que nos fazem acreditar na existência dos espíritos de luta, de amizade e de esperança.

Ao **Prof. Dr. Mário Honorato da Silva e Souza Junior** e à **Prof.^a Dr.^a Maria Teresa Atta Alves Bastos**, que sempre se mostraram mais que mestres, demonstrando a possibilidade de serem amigos e companheiros nos nossos caminhos profissionais, tornando fácil e suave o nosso dia-a-dia.

Aos meus grandes amigos,
Deborinha, Dani, Sandra, Claudinha, Luciana, Vagner e Adriano,
que nestes anos todos sempre me incentivaram, torceram e me ajudaram.
Por serem minha família nestes anos em que permanecemos em Bauru atrás de nossos
sonhos. Aprendemos e lutamos unidos cada passo a ser caminhado.
Sinto-me privilegiada por compartilhar esta amizade.
Vocês estarão sempre no meu coração.

A Rê, Cris, Torrinha, Cinthia, Marsel, Marcela, Madeira, Vivian,
Fernanda, Bia, Marco Antônio, Marcelo Faverão e Lobo.
A distância provou nossa verdadeira amizade, crescendo ao longo destes anos em que nos
conhecemos. A arte de mantermos este laço nos prova que somos verdadeiramente amigos.
Amo vocês.

A Erika, Luciana, Adriana e Elaine. Companheiras, desde a infância.
Todos estes anos são frutos de uma sólida amizade que construímos,
certamente especial para mim.

A Fernanda, que se tornou uma irmã de coração. Nestes anos de caminhada você soube
me ensinar a importância da humildade, da compreensão e da amizade. Obrigada por
compartilhar estes valores, por acreditar na minha capacidade e por me incentivar nos
momentos de fraqueza. Sua amizade é um verdadeiro presente de Deus.

Aos amigos **Bárbara e Flávio.** É difícil tentar escrever o que vocês representam para mim.
Em um momento de "desespero" vocês abriram seus corações e me receberam e desde
então, nossa amizade cresceu a cada dia. A falta que vocês fazem tem a dimensão do
imenso carinho que tenho por vocês.

Ao Lawrence, um grande amigo. Sua paciência e sua atenção me fizeram amenizar os
momentos de desânimo. Aprendi a respeitar as diferenças e saber valorizar as pessoas
como elas são e descobrir que elas são especiais cada qual a sua maneira.
Obrigada pelo companheirismo e pela amizade.

A **Rosa** que, como seu nome releva, é uma flor que exala a beleza da vida, a amizade sincera e desprendida, a simplicidade. Você se tornou uma amiga indispensável. Seu carinho e seu companheirismo foram essenciais em cada instante. Você é única.

Aos companheiros da Turma de Mestrado, **Júlio César, Paulo D'Alpino, Dani, Fábio, Amanda e Celiane** que, juntamente aos colegas de Mestrado de Materiais Dentários, **Renatinha, Pedro, Paulo e William**, construíram uma amizade calcada na busca comum de nossos objetivos, de forma calorosa e amiga. Obrigada por me ensinarem a trabalhar em grupo e a enriquecer minha vida com o que aprendemos unidos nestes anos.

A **Milena, Jean, Paty, Monica, Denise, Silvia, Analigia, Marita, Helena, Yukimi, Mitsue e Fer**, porque nestes anos de convívio diário, compartilhamos sob o mesmo teto nossos dias, dividimos nossas angústias e celebramos nossas vitórias. Obrigada.

As queridas amigas **Maytinha, Ana Paula, Anuska e Paty**, pela receptividade, companheirismo e amizade. Agradeço a oportunidade de conhecê-las.

Vocês são especiais.

A **Ana Eliza, Heitor, Ana Luiza, Marcelo, Pedro e Caio** por todo o apoio e carinho.

A **Stefânia, Kiyoshi, Livia e Daniela Garibi**, pessoas fundamentais no incentivo à minha vida acadêmica, que partilharam seus preciosos conhecimentos e experiências.

Obrigada pelo carinho e atenção.

A **Prof.^a Dr.^a Salete Moura Bonifácio da Silva e Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado**

pela orientação e pelo carinho constantes.

Aos **amigos da turma de Doutorado e turmas anteriores de Pós Graduação** que sempre dividiram suas experiências com seriedade e carinho.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Bauru, na pessoa de seu Diretor,
Prof. Dr. Aymar Pavarini e ao **Prof. Dr. Luiz Fernando Pegoraro**, presidente da
Comissão de Pós-Graduação,

Aos Professores da área de Dentística **Prof.^a Dr.^a Maria Fidela de Lima Navarro**,
Prof. Dr. José Carlos Pereira, **Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone**,
Prof. Dr. Aquira Ishikiriama, **Prof. Dr. Rubens Carneiro Valera**,
porque com sua dedicação e amor ao trabalho nos estimulam na busca de nossos objetivos.
Obrigada pelo que fizeram e fazem por nossa Faculdade. Vocês são grandes modelos,
responsáveis pela continuidade de nosso interesse pela Dentística.

Aos Professores da área de Materiais Dentários, **Prof. Dr. Paulo Afonso da Silveira**
Francisconi e **Prof. Dr. César Antunes de Freitas**, e aos amigos **Lô**, **Sandrinha** e
Alcides, que me receberam e me ajudaram de forma especial, proporcionando momentos
de trabalho repletos de presteza e atenção.

Ao **Prof. José Roberto Pereira Lauris**, pela disponibilidade e atenção dispensadas à
execução da análise estatística deste trabalho.

Ao **Programa Especial de Treinamento- PET/CAPES**, por todo o apoio acadêmico
oferecido durante o curso de graduação, possibilitando o crescimento científico e cultural.

Aos indispensáveis funcionários da Dentística, **Rosinha**, **Karen**, **Eloísa**, **Ângela**, **Zuleica**,
Ziley, **Nelson**, **Dito** e **Junior**. Sem vocês não conseguiria realizar meu trabalho e alcançar
minhas metas. A paciência, atenção e carinho que vocês demonstram
são fundamentais na nossa vivência.

A **Elisabeth dos Santos Carini**, pela atenção e presteza na leitura deste trabalho.

Ao **Gilberto Tenório** pela prontidão e atenção na formatação deste trabalho.

Ao **Edimauro, Telma, Ovídio, Odemir e Zé** pela disponibilidade na realização dos serviços técnicos, sempre de maneira carinhosa e cortês.

Aos funcionários da Pós- Graduação, **Aurélío, Aninha, Cleusa, Soninha, Débora** e em especial a **Giane**. Pela atenção e cuidados dispensados.

Aos funcionários da biblioteca da FOB, especialmente à **Cybelle, Rita, Valéria, Ademir, César, Vera e Marcelo**, sempre prontos a ajudar.

Ao **Salvador, Joyce e Marquinhos**, pelo carinho em nos atender prontamente, a cada momento.

Ao **Prof. Elliot Kitajima e Breno Leite**, do Núcleo de Apoio a Pesquisa- Microscopia Eletrônica Aplicada a Pesquisa Agropecuária- NAP/MEPA, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP pelo profissionalismo e atenção, além da assistência no uso de microscópio eletrônico.

A **FAPESP**, pelo fomento, possibilitando a concretização deste trabalho.

A todos que sempre me apoiaram com carinho e respeito. Muito obrigada!!!!

LINDA WANG

Dados curriculares

03 de fevereiro de 1974
Presidente Prudente-SP

Nascimento

Filiação

Guan Yih Wang
Wang Wu Tzu Jung

1993-1996

Curso de Graduação em
Odontologia - Faculdade de
Odontologia de Bauru -USP.

1994-1996

PET- Programa Especial de
Treinamento.

1999-2000

Curso de Pós - Graduação em
Dentística, nível mestrado-
Faculdade de Odontologia de
Bauru - USP.

Associações

APCD - Associação Paulista de
Cirurgiões - Dentistas.
GBPD - Grupo Brasileiro de
Professores de Dentística.
SBPqO - Sociedade Brasileira
de Pesquisas Odontológicas.
IADR - International Association
for Dental Research.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e símbolos	xii
Lista de figuras	xiv
Lista de tabelas	xvii
Resumo	xviii
1 Introdução.....	01
2 Revisão de literatura.....	07
3 Proposição.....	55
4 Material e métodos	57
4.1 Material.....	58
4.2 Métodos.....	61
4.2.1 Obtenção do molde	61
4.2.2 Confeção das amostras	62
4.2.3 Determinação da massa inicial	63
4.2.4 Determinação da rugosidade superficial inicial.....	64
4.2.5 Procedimentos de abrasão.....	66
4.2.6 Limpeza dos amostras.....	68
4.2.7 Determinação dos valores finais de massa e de rugosidade superficial	69
4.2.8 Microscopia eletrônica de varredura.....	69
4.2.9- Forma de análise estatística.....	70
5 Resultados.....	71
5.1 Desgaste- perda de massa.....	72
5.2 Rugosidade superficial	74
5.2.1 Análise quantitativa.....	74
5.2.2 Ilustração qualitativa	77
6 Discussão	82
6.1 Da metodologia.....	83
6.2 Desgaste	91
6.3 Rugosidade superficial	99
7 Conclusões.....	109
Anexos.....	111
Referências bibliográficas.....	116
Abstract	131

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Bis-GA: Bisfenol A-glicidil-acrilato

Bis-GMA: Bisfenol-glicidil-metacrilato

Bis-EMA: Bisfenol A-polietileno glicol dieter dimetacrilato

TEGDMA: Trietilenoglicol de dimetacrilato

TMPT: Trimetilol propano trimetilmecacrilato

UEDMA: Uretano dimetacrilato

BPA: Bisfenol-A

g: Grama

kg: Quilograma

mm: Milímetro

mm²: Milímetro ao quadrado

ml: Mililitro

pH: Potencial hidrogeniônico

X: Indica número de vezes. Ex.: 500X (de aumento)

%: Porcentagem

MEV: Microscopia eletrônica de varredura

N: Notação de unidade química = Normal

°C: Graus Celsius

MPa: Mega Pascal

μm: Micrometro

Ra: Rugosidade aritmética

Rmax: Rugosidade máxima

Rz: Média das alturas de picos e vales da extensão de cinco amostras consecutivas dentro da extensão de medição, utilizada para descrever o grau de rugosidade da superfície da amostra

Rpm: Principal valor das profundidades de nivelamento de extensão de cinco amostras consecutivas

P³²: Isótopo de fósforo

r.p.m: Rotações por minuto

SiO₂: Sílica

CaCO₃: Carbonato de cálcio

CaHPO₄.2H₂O: Fosfato de cálcio dihidratado

CaHPO₄: Fosfato de cálcio

NaPO₃: Metafosfato de sódio insolúvel

PMMA: Polimetilmetacrilato

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1- Produtos utilizados, respectivos fabricantes, números de lote, cores, prazos de validade e abreviaturas	58
FIGURA 4.2- Composição das resinas compostas utilizadas.....	59
FIGURA 4.3- Apresentação comercial das resinas utilizadas	60
FIGURA 4.4- Composição básica do dentifrício Colgate MFP	60
FIGURA 4.5- Escova Colgate Classic e pasta Colgate MFP	61
FIGURA 4.6 - Molde de silicona (A) com orifício central de 5mmx3mm para obtenção dos corpos-de-prova (B)	61
FIGURA 4.7- Rugosímetro Hommel Tester T1000	65
FIGURA 4.8- Dispositivo de leitura (A) acoplado à base metálica (B) para correta leitura pela agulha (C)	65
FIGURA 4.9- Máquina de escovação utilizada nos testes de escovação simulada e seus componentes: A- base sólida de metal; B- recipiente metálico; C- sistema de correias; D- extremidade do braço; E- conta-giros	66
FIGURA 4.10- Posicionamento dos corpos-de-prova, observando-se saliência em relação à base de resina acrílica e paralelismo entre os corpos-de-prova e as fileiras de cerdas.....	67
FIGURA 5.1- Gráfico representativo da variação de massa (%) das resinas compostas testadas após o experimento. As colunas demarcadas pela mesma linha representam valores sem diferenças estatisticamente significantes	73
FIGURA 5.2- Gráfico das diferenças entre os valores das rugosidades superficiais (μm) antes e após o teste de simulação de escovação	75
FIGURA 5.3- Gráfico de variação da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas testadas após a escovação.....	75

FIGURA 5.4- Gráfico representativo dos valores de rugosidade final (μm) das resinas compostas, após a realização da escovação simulada	76
FIGURA 5.5- Fotomicrografia da resina composta Surefil polida com discos Sof-lex, antes da escovação ($\text{Ra } 0,342\mu\text{m}$).....	78
FIGURA 5.6- Fotomicrografia da resina composta Surefil polida com discos Sof-lex, após a escovação ($\text{Ra } 0,812\mu\text{m}$).....	78
FIGURA 5.7- Fotomicrografia da resina composta Alert polida com discos Sof-lex, antes da escovação ($\text{Ra } 0,419\mu\text{m}$).....	78
FIGURA 5.8- Fotomicrografia da resina composta Alert polida com discos Sof-lex, após a escovação ($\text{Ra } 0,492\mu\text{m}$).....	78
FIGURA 5.9- Fotomicrografia da resina composta Z100 polida com discos Sof-lex, antes da escovação ($\text{Ra } 0,366\mu\text{m}$).....	79
FIGURA 5.10- Fotomicrografia da resina composta Z100 polida com discos Sof-lex, após a escovação ($\text{Ra } 0,301\mu\text{m}$).....	79
FIGURA 5.11- Fotomicrografia da resina composta Filtek P-60 polida com discos Sof-lex, antes da escovação ($\text{Ra } 0,189\mu\text{m}$).....	79
FIGURA 5.12- Fotomicrografia da resina composta Filtek P-60 polida com discos Sof-lex, após a escovação ($\text{Ra } 0,284\mu\text{m}$).....	79
FIGURA 5.13- Fotomicrografia da resina composta Solitaire polida com discos Sof-lex, antes da escovação ($\text{Ra } 0,323\mu\text{m}$).....	80
FIGURA 5.14- Fotomicrografia da resina composta Solitaire polida com discos Sof-lex, após a escovação ($\text{Ra } 0,276\mu\text{m}$).....	80
FIGURA 5.15- Fotomicrografia da resina composta Prodigy Condensable polida com discos Sof-lex, antes da escovação ($\text{Ra } 0,206\mu\text{m}$)	80
FIGURA 5.16- Fotomicrografia da resina composta Prodigy condensable polida com discos Sof-lex, após a escovação ($\text{Ra } 0,194\mu\text{m}$)	80
FIGURA 5.17- Fotomicrografia da resina composta Silux Plus polida com discos Sof-lex, antes da escovação ($\text{Ra } 0,234\mu\text{m}$).....	81
FIGURA 5.18- Fotomicrografia da resina composta Silux Plus polida com discos Sof-lex, após a escovação ($\text{Ra } 0,391\mu\text{m}$).....	81

FIGURA 6.1- Fotomicrografia da resina Silux Plus obtida a partir da tira de matriz, antes da escovação	108
FIGURA 6.2- Fotomicrografia da resina Silux Plus obtida a partir da tira de matriz, após a escovação	108
FIGURA 6.3- Fotomicrografia da resina Prodigy Condensable obtida a partir da tira de matriz, antes da escovação	108
FIGURA 6.4- Fotomicrografia da resina Prodigy Condensable obtida a partir da tira de matriz, após a escovação	108

LISTA DE TABELAS

TABELA 5.1- Valores das médias das massas (g) antes e após a escovação	72
TABELA 5.2- Variação percentual de perda de massa e análise estatística	73
TABELA 5.3- Diferenças entre os valores das médias iniciais e finais das rugosidades (μm) antes e após a escovação	74

Resumo

RESUMO

Resinas compostas "condensáveis" correspondem a uma nova categoria de material restaurador posterior especialmente desenvolvida como alternativa estética ao amálgama. O objetivo deste trabalho foi comparar algumas marcas comerciais Solitaire (So), SureFil (Su), Alert (A), Prodigy Condensable (PC) e Filtek P-60 (P-60) a dois grupos controles, Silux Plus (SP), de micropartículas, e Z100 (Z), microhíbrida, por meio de um teste *in vitro* de escovação simulada. Doze corpos-de-prova de cada material foram confeccionados com dimensões de 5mm de diâmetro por 3mm de espessura. Foram realizados 100.000 ciclos de escovação em uma máquina de escovação simulada, utilizando escovas dentais de cerdas macias e solução de dentífrico e água deionizada. A alteração de massa foi verificada pela diferença entre as médias de massa inicial (antes da escovação) e final (depois da escovação) em balança analítica Sartorius. A análise da rugosidade superficial em Ra foi determinada pela diferença entre as médias de cinco leituras, iniciais e finais, com um rugosímetro Hommel Tester T1000 e por meio de microscopia eletrônica de varredura. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de ANOVA e Tukey, apresentando diferenças significantes para perda de massa e alteração de rugosidade. As resinas SureFil e Alert apresentaram menor alteração de massa (0,38% e 0,52%), enquanto Solitaire, Prodigy Condensable e Silux Plus as maiores (1,51%, 1,55%, 1,70%). Z100 e P-60 apresentaram alteração de massa intermediária às outras resinas. Diferentemente dos outros grupos, Prodigy Condensable, Solitaire e Z100 apresentaram, após a escovação, superfícies mais lisas (-0,012 μ m, -0,047 μ m e -0,065 μ m respectivamente), enquanto a rugosidade superficial aumentou nos demais grupos (A= 0,073 μ m, P-60= 0,095 μ m, Si= 0,158 μ m e Su= 0,470 μ m). SureFil apresentou a menor perda de massa e a maior variação de rugosidade superficial comparada às demais resinas testadas. Não houve correlação entre perda de massa e rugosidade superficial. As análises realizadas em microscopia eletrônica de varredura apresentaram-se coerentes com os resultados quantitativos obtidos. De maneira geral, as resinas compostas "condensáveis" apresentaram comportamento semelhante entre si e em relação à resina microhíbrida Z100.

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Com o cimento de silicato, as restaurações estéticas diretas eram apenas direcionadas às restaurações de dentes anteriores. A partir da introdução da resina composta de BOWEN¹² à base de bisfenol A-glicidil-metacrilato (Bis-GMA), este material tornou-se a "coqueluche" da Odontologia. Além do fator estético proporcionado, a associação das resinas compostas ao condicionamento ácido e ao sistema adesivo¹⁷ resultou em restaurações com adequada retenção e selamento marginal⁹⁰. A maior incorporação de carga, distribuição das partículas e introdução de iniciadores fotopolimerizáveis levou ao aumento na indicação e qualidade das restaurações de compósitos por promover melhores propriedades do material.

Nos últimos anos, o desenvolvimento dos componentes orgânicos e inorgânicos dos compósitos possibilitaram o surgimento de grande variedade de resinas compostas, com indicações mais específicas^{29,60,75,77}.

Em virtude da evolução e desenvolvimento das resinas compostas, estas puderam ser utilizadas na região posterior, onde os esforços sobre as restaurações são maiores⁹⁰. A ADA³, em 1998, reconheceu o avanço dos materiais estéticos à base de compósitos, especialmente para os dentes posteriores, devendo, no entanto, satisfazer a necessidade de resistência de forma adequada para alcançar êxito clínico.

Apesar das atribuições clinicamente favoráveis estabelecidas pelas restaurações a amálgama, este material vem perdendo espaço para os materiais estéticos^{77,90}. O apelo pela estética por parte dos pacientes fez com que muitos profissionais extrapolassem a indicação de resinas compostas em dentes posteriores, utilizando-as em situações limites^{75,77,129}.

Diante destas indicações e propriedades apresentadas pelo material, o principal problema enfrentado, apesar do aumento da resistência dos compósitos nos últimos anos, é o desgaste que se faz presente de forma rotineira^{74,76,99}.

Nesta concepção, as resinas compostas "condensáveis" foram introduzidas no mercado, apresentando-se como materiais alternativos ao amálgama em restaurações posteriores diretas^{41,60,77}.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

O marco na Odontologia quanto à investigação e preocupação em relação ao desgaste dentário é atribuído a **MILLER**⁸⁸, em 1907, o qual considerou os diversos fatores capazes de produzir este desgaste, como a erosão, abrasão, atrição levando à exposição dentária, muitas vezes ocasionando defeitos em forma de cunha na região cervical dos dentes. Em suas observações clínicas e laboratoriais, enfatizou a avaliação de ocorrências de desgastes por abrasão nos elementos dentários submetidos à escovação, com grandes variações de escovas dentárias e substâncias abrasivas aplicadas. Verificou-se menor desgaste em esmalte, quando comparado à dentina. Ao avaliar o desgaste em tecido dentário e averiguar a magnitude dos resultados, a curiosidade em relação aos materiais odontológicos restauradores o fez investigar o comportamento de restaurações de ouro fundido, muito utilizado na época, também constatando o seu desgaste. Este trabalho iniciou uma série de levantamentos e estudos referentes ao desgaste por escovação, considerando diferentes metodologias e substratos a serem pesquisados.

Neste contexto, as resinas acrílicas, largamente utilizadas na época, foram tomadas como substrato nos estudos de **SEXSON; PHILLIPS**¹¹³, em 1951, investigando-se as conseqüências após a limpeza de próteses totais, onde se inclui a escovação com dentífrícios. Uma máquina Pepsodent foi empregada, aplicando-se escovas de cerdas macias de nylon a um período de 20.000 ciclos, considerado como um tempo clínico correspondente a dois anos. Para a análise, diferentes formas de avaliação foram aplicadas: perda de massa, alteração de brilho superficial, rugosidade superficial e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Duas situações foram criadas: com os corpos-de-prova mantidos estáticos durante a escovação ou em movimento rotatório. Os resultados do teste piloto indicaram ação de desgaste associado apenas ao uso de abrasivos e não pela ação mecânica das escovas. Quanto a perda de massa, nas duas situações, os dentífrícios em pó foram os que proporcionaram maior alteração de massa, sendo que as pastas originaram desgastes moderados. Pela microscopia eletrônica, evidenciou-se a presença de

estrias e sulcos provocados pela ação abrasiva nas superfícies de resina acrílica. A perda de brilho foi correlacionada à perda de massa nos casos em que as unidades eram rotacionadas. Na avaliação de superfície, apenas as unidades que não se mantiveram estáticas foram consideradas, verificando correlação às metodologias anteriormente citadas. Os autores afirmaram que o ideal de se conciliar a ação desejada de limpeza sem modificações no substrato é de difícil controle, como demonstrado pela série de análises realizadas.

Uma crescente preocupação com o decorrer dos anos foi notada em relação à abrasividade dos dentífrícios presentes no mercado e os danos que poderiam ocorrer nas superfícies dentárias. Neste sentido, **GRABENSTETTER et al.**⁴⁵, em 1958, propuseram-se a avaliar a influência de diferentes abrasivos nas superfícies dentárias, quando submetidos a uma máquina de escovação. Os espécimes a serem avaliados foram irradiados com isótopos P^{32} , utilizados para marcação e posterior quantificação por meio leituras para a medição do desgaste ocorrido após um ensaio de escovação laboratorial. Os abrasivos testados foram: $CaCO_3$, carbonato de cálcio N° 1 (2,0 μ m), $CaCO_3$ N°2- (1,8 μ m), $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, fosfato de cálcio dihidratado (8,5 μ m), $CaHPO_4$, fosfato de cálcio (11,4 μ m), e $NaPO_3$, metafosfato de sódio insolúvel (7,4 μ m), sendo o primeiro utilizado como referência. Foram utilizadas escovas de cerdas de nylon de média dureza a 200 ciclos por minuto, completando-se 2.000 ciclos, sendo a primeira metade escovada com o abrasivo padrão, e a outra escovada com um dos diferentes abrasivos propostos. Foi verificada a abrasão tanto em dentina como em esmalte. Em esmalte, a abrasão foi significativamente menor, correspondendo a cerca de 1 a 5 % do verificado em dentina. Os valores encontrados neste estudo foram comparados aos encontrados na literatura com o uso de medições de profundidade de rugosidade superficial, verificando-se mesma ordem entre os abrasivos avaliados. Os autores acreditam que este teste é realizado mais facilmente, necessitando de menor tempo disponível, além de oferecer segurança. Em ordem crescente de abrasividade em dentina foi observada $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, $CaCO_3$ N°2, $CaCO_3$ N° 1, $NaPO_3$, $CaHPO_4$.

Em 1960, **VIEIRA**¹²⁶ analisou a dureza e a resistência abrasiva frente à escovação em superfícies de resina acrílica. A influência da condição da polimerização e a existência de relação entre dureza e resistência à abrasão foram avaliadas. A abrasão foi promovida laboratorialmente por escovação simulada, testando duas marcas diferentes de resina acrílica, utilizando escovas de cerdas rígidas e flexíveis, água destilada, dentífrico em pasta e em pó, além do carbonato de cálcio em solução aquosa. Foi estabelecido que quanto maior a temperatura de polimerização, maior a dureza e a resistência à abrasão. Pela escovação, foi constatada perda de material por perda de massa. Quanto à resistência à abrasão da resina acrílica, foi observado que: 1- a perda de massa e de reflexão é inversamente proporcional à temperatura de polimerização; 2- cerdas de consistência mais rígida provocaram maior desgaste; 3- a ordem crescente de abrasividade avaliada foi água destilada, pasta, carbonato de cálcio e dentífrico em pó; 4- a ação isolada da escova promoveu o polimento da superfície e 5- houve diferença de comportamento quando da associação de dentífrico em pó e em pasta em relação ao desgaste.

BULL et al.¹³, em 1968, investigaram as propriedades de abrasão e a capacidade de limpeza de alguns dentífricos sobre as superfícies dentárias. Para a primeira avaliação, foram escovados cortes de esmalte e dentina previamente irradiados por isótopos, por seis tipos de pastas com diferentes abrasivos: 1- carbonato de cálcio de granulação grossa, 2- carbonato de cálcio médio, 3- carbonato de cálcio referência, 4- mistura de carbonato de cálcio com fosfato dicálcio hidratado de granulação grossa, 5- mistura de carbonato de cálcio com fosfato dicálcio hidratado de granulação fina e 6- dicálcio hidratado de granulação fina. Foi empregada máquina do tipo Pepsodent modificada, utilizando uma proporção de 70g de água para 20g de pasta. Para a dentina foram efetuadas cinco seqüências de 400 ciclos e para o esmalte cinco escovações de 4.000 ciclos. A cada nova seqüência, era acrescentado 15ml de água com a finalidade de diluir a mistura, simulando a condição bucal. Na avaliação clínica, após a seleção de pacientes colaboradores, foi realizado um preparo prévio, com profilaxia, estabelecendo uma condição inicial. Tomadas fotográficas padronizadas foram feitas dos dentes

anteriores. A cada semana uma nova avaliação foi realizada, totalizando quatro semanas. Nestes intervalos, os pacientes utilizaram os dentífrícios em teste indicados, escovando da forma usual. Ao final de duas semanas, novas fotografias padronizadas foram registradas. Por comparação das fotografias iniciais e finais, foi estabelecida uma avaliação através de manchas que apareceram ou não durante as avaliações. Este procedimento foi realizado por dois examinadores numa avaliação do tipo cego. Os resultados da escovação por quantificação dos isótopos liberados em cada solução demonstraram a menor abrasividade do fosfato dicálcio hidratado comparado ao carbonato de cálcio. Quando se diminuiu o tamanho da partícula de carbonato de cálcio, também foi verificada menor abrasividade. Numa comparação das superfícies de dentina e esmalte, houve maior desgaste da superfície de dentina, de forma geral. Na avaliação clínica, as quatro pastas em comum com a avaliação laboratorial apresentaram a mesma ordem de resultados, porém sem correlação linear. Os resultados demonstraram uma ordem de capacidade de limpeza porém sem determinação de seus valores absolutos. Foi estabelecida uma correlação satisfatória entre os estudos laboratorial e clínico.

Superfícies de esmalte e de dentina também foram utilizadas como substrato na avaliação de 43 marcas comerciais de dentífrícios para determinar o grau de abrasividade dos mesmos. Este estudo foi conduzido por **STOOKEY; MUHLER**¹¹⁶, em 1968, utilizando-se da técnica de radiação das amostras. Dentes recentemente extraídos foram selecionados. Escovas de dente de cerdas de nylon de média dureza foram utilizadas a uma carga de 150g. A perda de massa também foi calculada após 3.000 ciclos. O cálcio pirofosfato calcinado foi utilizado como abrasivo de referência. As pastas utilizadas foram preparadas na proporção de 1:2 em peso para dentífrício e solução aquosa de carboximetilcelulose a 1%, respectivamente. Um medidor de reflexão foi aplicado para avaliar o brilho das superfícies abrasionadas. Pelos resultados obtidos, uma grande variação de abrasividade foi determinada entre os diferentes produtos. Houve correlação entre os resultados obtidos em dentes humanos e dentes bovinos, que foram utilizados com finalidade comparativa, bem como entre os resultados obtidos pelo método de radiação e de perda de massa. Também foram verificados diferentes graus

abrasivos para o mesmo dentífrico de lotes distintos, assim como entre diferentes dentífricos com o mesmo tipo de abrasivo. A capacidade de limpeza do esmalte também foi altamente variável entre os dentífricos testados. Foi observada maior grau de desgaste em ordem crescente para as fórmulas do tipo líquido ou gel, seguida pela pasta e posteriormente pelo pó.

Superfícies de facetas de resina acrílica foram clinicamente avaliadas quanto à resistência a abrasão quando submetidas a 3 diferentes dentífricos, Gleem, Ultra Brite e Colgate. Este estudo foi conduzido por **FACQ; VOLPE³⁴**, em 1970, tendo a participação de seis pacientes dos sexos masculino e feminino de boa higiene oral. Uma identificação em forma de cruz foi realizada em cada superfície com cerca de 4 a 15µm de profundidade e de 3 a 4mm em cada um dos lados da marcação. Uma análise em MEV foi efetuada antes e depois do tempo de avaliação. As superfícies selecionadas para o exame foram as regiões planas mais expostas ao processo da escovação. O estudo foi procedido com duração entre três e sete semanas. A perda de substância por espécime foi calculada dividindo o total de perda da resina acrílica pelo número de braços efetivamente medidos. Pelos resultados, foi concluído não haver diferenças entre os três dentífricos utilizados no estudo; os quais produziram pequeno efeito de desgaste nas superfícies de resina acrílica, sem significância clínica, além do método *in vitro* de réplica utilizado associado à MEV ter sido útil na determinação da real abrasividade de dentífricos.

Sugerindo o uso da análise da superfície no grau de desgaste provocado por ação abrasiva de dentífricos, **ASHMORE; VAN ABBE; WILSON⁴** em 1972, simularam uma situação laboratorial de escovação. As amostras de dentina, próximas da junção amelocementária, foram escovadas sob carga de 75g a uma velocidade de 100 ciclos por minuto, completando-se 1.000 ciclos. Os resultados foram obtidos pelo índice entre a taxa de abrasividade do abrasivo considerado em relação ao abrasivo padrão (carbonato de cálcio). Variadas formas de carbonato de cálcio foram utilizadas. Foram investigadas a reprodutibilidade do teste, a influência do tipo de carbonato de cálcio e o tipo de diluente utilizado, e destas avaliações, o tipo de partícula foi diretamente relacionado aos resultados. O mesmo não se

verificou em relação ao diluente da solução. Consideraram pela metodologia aplicada, que este tipo de análise retrata a condição considerada de forma fácil e satisfatória, sendo uma análise direta e confiável.

Propondo uma metodologia simplificada, **JONES; JONES; WILSON**⁶⁴, em 1972, graduaram o desgaste sofrido por diferentes compósitos pela medição da resistência à abrasão por perda de massa. Padronizando esferas da ordem de 0,4g por material, dois grupos diferenciados por tempo foram testados: imediato e após armazenagem por sete dias em água destilada a 37°C. O abrasivo foi composto por 0,4g de sílica, provocando abrasão por vibração em um período de três minutos. Para o primeiro grupo os intervalos de abrasão foram produzidos após duas horas do preparo, 30 minutos depois, 21, 22, 23 e 24 horas posteriores. Seis espécimes de cada material foram utilizados. Pelos resultados obtidos por alguns dos compósitos, os autores concluíram que a maior resistência a abrasão após sete dias pode estar relacionada ao maior grau de polimerização e à estabilização quanto à sorção de água. Foi demonstrada por MEV que as superfícies de alguns dos materiais antes e após os testes, apresentaram superioridade na qualidade dos compósitos em comparação ao cimento de silicato utilizado como controle. Foi ressaltada a importância da resistência à abrasão quando associada às demais propriedades dos materiais.

LUGASSY; GREENER⁸², em 1972, submeteram a um teste de desgaste por abrasão seis marcas comerciais de resinas compostas com carga e três desprovidas de carga utilizando partículas de carbide de silicone vitrificada de 86µm. Após 24 horas imersos em água destilada a 37°C, os corpos-de-prova foram divididos em dois grupos, secos ou úmidos, atingindo peso constante em ambos os casos. Os resultados demonstraram diferença quanto ao tipo de resina e ao tratamento recebido. As mensurações antes e depois do teste foram feitas pela perda de massa e convertidas em volume. As resinas com carga apresentaram maior perda de material. Os corpos-de-prova, independente do material, tratados pela técnica úmida demonstraram superioridade na resistência à abrasão, sugerindo que quando as

resinas são submetidas ao dessecador, ocorre modificações nas propriedades deste tipo de material.

Quando do efeito dos dentifrícios em materiais dentários restauradores quanto ao desgaste e qualidade de superfície, **HEATH; WILSON**⁵¹, em 1974, abordaram uma série de preocupações a serem consideradas, desde a constituição e a ação de cada componente, como o material a ser estudado. As diferentes metodologias de aplicação de teste e suas variáveis e o tipo de análise a ser efetuado após os procedimentos experimentais complementaram a série de colocações onde os autores demonstraram a necessidade de se criar situações que sejam clinicamente coerentes e relevantes. As diferenças isoladas e em associação destes fatores, torna difícil a comparação de trabalhos e a aplicação direta dos mesmos.

Na busca de se analisar os efeitos da abrasividade dos dentifrícios nas diferentes superfícies dentárias, **HARTE; MANLY**⁴⁹, em 1975, preocuparam-se em avaliar os diferentes fatores envolvidos neste processo. Com esta finalidade, espécimes de substrato de dentina de dentes humanos de 4mm de diâmetro e 1 ou 2 mm de espessura foram escovados utilizando duas diferentes marcas comerciais de escova de dente, cada qual com duas durezas de cerdas, média e dura. Quatro abrasivos de distintos dentifrícios foram avaliados, sendo os abrasivos fosfato dicálcio dihidratado, sílica, óxido de alumínio e fosfato dicálcio anidro preparados em glicerina e solução aquosa de 2% de carboximetilcelulose. Foram realizados preparos de 20 e 40% de cada abrasivo na proporção de 1:1 em peso. O cálcio pirofosfato foi selecionado como abrasivo padrão. Uma carga de 10g foi aplicada no teste em um tempo de 30 segundos com 0,1ml da mistura testada. As escovas de dente foram preparadas de forma a apresentarem apenas um tufo. A quantificação dos resultados foi realizada pelo método de radiação. Os resultados demonstraram forte influência das escovas, dos abrasivos e das interações entre escovas e abrasivos além da relação de concentração dos abrasivos. Os grupos com 40% de concentração dos abrasivos apresentaram o dicálcio fosfato anidro com maior potencial abrasivo, seguido da sílica, óxido de alumínio e dicálcio fosfato dihidratado.

A sílica e o óxido de alumínio inverteram a ordem de potencial abrasivo quando do uso da concentração mais baixa. Foi observada a existência da influência de cada fator avaliado e que o abrasivo exerce fator primordial na ação sobre o substrato testado.

Interessados em correlacionar a qualidade de textura de superfícies com a intensidade de acúmulo de placa, restaurações de resina composta em cavidades de classe V de segundos pré-molares de 11 pacientes foi verificada por **WEITMAN; EAMES**¹²⁸ em 1975. Os autores utilizaram quatro diferentes técnicas de polimento e compararam a superfície de esmalte, porcelana glazeada ou restauração metálica polida em dentes adjacentes aos elementos avaliados. A placa bacteriana do quadrante a ser avaliado foi removida anteriormente ao teste com o auxílio de solução evidenciadora. Fotografias padronizadas foram feitas anteriormente às restaurações, após o polimento e nas sessões de retorno. Após as restaurações (Adaptic anterior e posterior), acabamento e polimento foram realizados com brocas carbide e pedras brancas. Os pacientes foram orientados a se absterem da escovação dentária por três dias. Foram feitas observações e fotografias após 24, 48 e 72 horas. No retorno, pontas e taças marrom e verde (Shofu) foram utilizadas em todas as restaurações de resina composta. Pasta de óxido de alumínio, de silicato de zircônia, pedra-pomes e pedras brancas de Arkansas foram utilizadas como agentes de polimento. Traçados do contorno das áreas com placa nos exames clínicos foram realizados, sendo calculada uma média para avaliar a quantidade de placa. Após 24 horas, houve diferença de acúmulo de placa entre os diferentes grupos considerados e os elementos controle, mas após 72 horas, já foram percebidas diferenças menos significativas. Nos resultados obtidos, foi verificada em ordem crescente de rugosidade de acordo com a técnica aplicada: tira de matriz, pasta de óxido de alumínio, pedra branca de Arkansas, pasta de silicato de zircônia e pedra-pomes. O tamanho das partículas e dureza das mesmas parecem influenciar a rugosidade superficial. O óxido de alumínio em pasta demonstrou melhor resultado, também em concordância com as fotografias obtidas ao microscópio eletrônico de varredura. Como existe invariavelmente um acúmulo de placa com o tempo independente da técnica de polimento aplicada, os autores

consideraram o fato de se desenvolver materiais que sejam fisicamente capazes de manter por maior tempo uma superfície lisa e polida para melhor manutenção da restauração.

Prosseguindo com suas investigações, **HARTE; MANLY⁵⁰**, em 1976 estudaram a influência de fatores relacionados aos estudos de determinação da abrasividade dos dentífricos. Nesta etapa, verificaram por dois estudos distintos a interferência de diferentes marcas comerciais de escovas dentárias, dureza da escova, concentração de abrasivo, temperatura do teste e tipo de diluente na abrasão da dentina. No primeiro estudo, avaliaram dois abrasivos, isolados ou em dentífricos, duas marcas de escovas, duas durezas e duas temperaturas, totalizando 64 testes. Os abrasivos testados foram pirofosfato de cálcio e sílica, diluídos em peso, na concentração de 20 e 40% quando isolados e a 50 ou 100% na forma de pasta. As consistências das escovas foram duras ou macias, com apenas um tufo de cerdas, sendo eliminados os demais. Os testes foram realizados à temperatura ambiente ou a 37°C. Os espécimes obtidos foram previamente irradiados. O segundo estudo envolveu duas consistências (dura e macia), dois abrasivos (os mesmos), três diluentes (glicerina, carboximetilcelulose aquoso a 2% e saliva) e quatro concentrações, totalizando 96 testes. As concentrações foram de 10, 20, 30 e 40%. Pelo primeiro estudo, foi observado um desgaste 3,6 vezes maior quando do uso de escovas de cerdas duras. Também houve a influência da marca comercial das escovas, sendo que a Tek dura apresentou um desgaste de 14% maior em relação à macia, assim como a Pepsodent dura apresentou desgaste 49% superior que a macia. A temperatura a 37°C provocou 28% menos desgaste que a temperatura ambiente. Os abrasivos isolados não apresentaram grandes diferenças de comportamento nas diversas concentrações. Já em dentífrico, a concentração foi determinante, apresentando maior abrasão quando diluído a 50%. Isto provavelmente se deve a algum componente ativo nesta concentração que interferiu com o abrasivo. Pelos resultados do segundo estudo, a glicerina apresentou redução de 88% de desgaste, o que não foi verificado para os demais diluentes. A consistência dura da escova apresentou diferenças nas variadas concentrações de

abrasivo, ao contrário das escovas de cerdas macias. Os autores concluíram que a consistência da escova foi mais importante que o abrasivo utilizado.

A abrasão sofrida por alguns materiais dentários restauradores foi investigada por **HEATH; WILSON**⁵², em 1976 por mensuração quantitativa da rugosidade superficial. A abrasão foi realizada por um desgaste por escovação simulada em laboratório, onde foram testadas liga de ouro, amálgama dental, cimento de silicato, compósitos e resina sem carga. Os espécimes obtidos foram armazenados a 37°C em água por um mínimo de sete dias. Após um levantamento prévio, os autores elegeram o uso de escovas dentais e um dentifrício representativo da população (escovas Winsdom de cerdas duras de nylon e pasta a base de carbonato de cálcio), aplicando-se uma carga de 5N. As escovas foram previamente saturadas por um período de uma semana. Inicialmente, cada dentifrício foi aplicado a 22% na escovação de todos os espécimes com a finalidade de remover a camada mais superficial, o que variou de material para material. No teste propriamente dito, três séries de 20.000 ciclos foram efetuados para cada material. O dentifrício foi periodicamente diluído simulando a situação clínica. A análise de superfície foi realizada com um perfilômetro Talysurf 4. Uma estimativa qualitativa foi realizada através da MEV. Os autores ainda discutiram as variáveis que influenciaram estes resultados como a carga utilizada, o tratamento prévio das escovas dentais a serem utilizadas, temperatura e comprimento do movimento. Após os procedimentos, a resina sem carga apresentou o maior índice de desgaste. O ouro apresentou-se mais resistente, seguido do amálgama. Estes dois materiais após a escovação apresentaram superfícies mais lisas ao final da escovação. O cimento de silicato e os compósitos de um modo geral, apresentaram um desgaste maior, cerca de duas a quatro vezes mais rápido que o verificado pelo esmalte dentário.

Um método laboratorial de determinação da abrasividade de dentifrícios foi o objeto de estudo de **HEFFERREN**⁵⁴, em 1976. A dentina seria o principal substrato a ser utilizado para a comparação das abrasividades e cuidados deveriam ser tomados na sua obtenção, limpeza e preparação para o teste. Uma série de formas de análise foram propostas para verificar as superfícies abrasionadas, como a perda

de massa, a irradiação, o perfilômetro e a MEV. Foi sugerido o uso de radiação para mensurar a quantidade abrasionada. A máquina de simulação de escovação foi apresentada com detalhes que permitiram seu uso e o melhor aproveitamento. Uma técnica de escovação em esquema de 8 x 8 foi utilizada, isto é, oito séries de escovações consecutivas de oito espécimes de dentina radicular irradiados. O preparo da solução (abrasivo, glicose e carboximetilcelulose), as escovas selecionadas (macias e de nylon), o abrasivo utilizado (pirofosfato de cálcio), a irradiação e manipulação das amostras a serem quantificadas foram bem descritas. Uma correta seqüência destes cuidados levaria a resultados comparativos de forma rápida e simples em laboratório que os demais métodos de quantificação citados.

Ainda em 1976, **HEATH; WILSON**⁵³ analisaram a rugosidade superficial das mesmas categorias de materiais restauradores, ouro, amálgama, compósitos e resina sem carga à escovação e considerando a influência do tempo de colocação e remoção da matriz de poliéster utilizada para a aquisição de superfícies mais lisas, além do uso de placas de vidro e de latão. Uma variada combinação de diferentes técnicas e materiais de acabamento e polimento foi aplicada às diferentes superfícies. Após os testes, as superfícies foram analisadas pelo perfilômetro Talysurf 4 e concluíram que: 1- as superfícies mais lisas obtidas pelos materiais à base de resina e de cimento de silicato foram aquelas onde a matriz de poliéster foi aplicada; 2- o tempo de aplicação desta matriz foi altamente influente na qualidade da superfície, e o ideal foi a sua colocação bem anteriormente ao final do tempo de polimerização do material; 3- para evitar rupturas na superfície, a matriz deve ser removida posteriormente à polimerização do material; 4- o uso das três diferentes marcas de matriz de poliéster utilizadas foram igualmente eficientes, devendo apenas os materiais metálicos receberem um acabamento adicional; 5- com exceção da resina sem carga e dos materiais metálicos, os demais materiais testados apresentaram-se mais rugosas após a simulação de escovação; 6- quando o compósito for submetido ao acabamento e polimento, deve-se utilizar discos ou rodas de borracha; 7- o uso de agente glaze resultou em superfícies mais lisas, demonstrando eficiência quando submetidas ao teste de escovação.

SAXTON¹¹¹ em 1976 observou por MEV os efeitos dos dentifrícios na aparência das superfícies dentárias. Foram utilizadas pastas com abrasivos (fosfato dicálcio dihidratado e trihidrato de alumínio) em comparação a composições sem a presença de abrasivos. Por monitoramento clínico periódico, indivíduos foram distribuídos em duas avaliações em função do tipo de dentifrício empregado. Réplicas positivas foram obtidas a partir dos dentes avaliados para a observação em MEV. Foram visualizadas estrias em superfície de esmalte. O estudo demonstrou a recomendação na utilização do abrasivo para se remover placa e manchamentos pela superioridade verificada no estudo conduzido.

Buscando os aspectos das superfícies de resina composta decorrentes de diferentes técnicas de acabamento e polimento, **HORTON et al.**⁵⁸ em 1977 selecionaram seis técnicas a serem avaliadas em superfície da resina composta Concise, seis amostras para cada grupo, a saber: 1- controle, apenas com a utilização da matriz Mylar, 2- discos de acabamento e polimento com discos 3M por 1 minuto em baixa rotação, 3- procedimento anterior, pasta de polimento 3M e taça de borracha por 1 minuto, 4- procedimento 2 seguido da pasta de polimento Precise, 5- uso do sistema Justie seguido de um creme de polimento. Uma restauração para cada grupo de técnica foi realizada nas dimensões de 3mm x 5mm em dentes humanos extraídos para a MEV. A análise da superfície por meio do perfilômetro verificou superfície mais lisa pelo grupo controle e rugosidade 13 vezes maior quando do uso de discos de polimento. Em qualquer procedimento em que uma pasta de polimento foi aplicada, houve um aumento significativo da rugosidade encontrada, sem diferenças entre si. O fenômeno pode estar relacionado ao tamanho das partículas dos abrasivos constituintes das pastas utilizadas. De acordo com os resultados, deve-se dar preferência somente ao uso de discos quando houver a necessidade de acabamento e polimento.

O desgaste das faces oclusais de restaurações de compósitos apresentava resultados desanimadores por várias observações realizadas. A abrasão oclusal de um compósito restaurador de micropartícula de SiO₂ (sílica) foi determinada por **JORGENSEN; ASMUSSEN**⁶⁷, em 1978. Amálgama, resinas compostas de carga

convencional, resina sem carga e misturas destes compósitos resultando em resina experimental foram avaliados. Restaurações foram feitas em preparos cavitários de pré-molares e molares de porcelana e avaliados clinicamente. Após 21 a 25 meses, com intervalos de seis meses, o desgaste foi medido pela média da altura das paredes expostas, pela presença ou ausência de estrias decorrentes do polimento e observações em MEV. Não houve exposição de margem nas restaurações com a resina composta experimental. Ao contrário dos demais materiais testados, a resina experimental foi a única a preservar as estrias produzidas pelo polimento. Os resultados indicaram a influência da carga no comportamento frente ao desgaste, além de uma melhor preservação de uma superfície polida.

Em 1978, **PANZERI et al⁹⁵**. realizaram uma avaliação de diferentes propriedades de 23 dentifrícios encontrados no mercado. Foram investigadas a consistência, a densidade, o pH, a "vida útil " e a perda de água dos mesmos. Os dentifrícios são constituídos por diferentes componentes e portanto são influenciados por cada um deles isoladamente e pela interação dos mesmos, levando às características particulares. O ensaio de consistência foi realizado quantitativamente pelo método de escoamento sob carga determinada. Para a análise da densidade, foi utilizada uma balança sensível a 0,1mg. Empregou-se 5ml de cada dentifrício. O pH foi determinado com o uso de um pHmetro com eletrodo de vidro, misturando-se 1 parte de dentifrício (5ml) a 3 partes de água destilada (15ml). Para verificar a "vida útil" dos dentifrícios, um tubo de cada pasta foi submetido a um envelhecimento drástico, levado à estufa a 45°C por 72 horas. Em seguida, à temperatura ambiente, cada tipo de análise foi novamente efetuada para verificação de cada uma das propriedades. Para verificar a perda de peso, 0,5ml dos dentifrícios foram pesados e submetidos a um aquecimento de 105°C até atingir peso constante. Quanto à consistência, foi verificada uma diversidade entre os dentifrícios analisados. A maioria das pastas foram classificadas como menos fluidas e fluidas, sendo as pastas Dentyl e Croki consideradas excessivamente fluidas. A consistência é um fator importante na quantidade de abrasão provocada pelos diferentes dentifrícios. Na densidade, foram observadas algumas diferenças, sendo que novamente as pastas Dentyl e Croki apresentaram menores valores, possivelmente

por não apresentarem substâncias abrasivas em sua composição. No tocante ao pH, quatro dentifrícios apresentaram pH ácido, um neutro e dezoito mostraram-se alcalinos, devendo cada dentifrício apresentar um detergente de ação correspondente ao seu pH de atuação. Em relação ao envelhecimento provocado, o pH não se alterou de forma acentuada, com exceção da pasta Colgate (diferença de 1,9). Novamente as pastas Dentyl e Croki foram as que apresentaram maior perda de peso, 90,33 e 86,13%, respectivamente. Os demais dentifrícios apresentaram valores de perda entre 35 e 55%. Os testes confirmaram as peculiaridades de cada marca comercial dos dentifrícios.

Dando continuidade ao estudo das características dos mesmos dentifrícios, além do dentifrício Nicodente, comercializado em pó, **PANZERI et al.**⁹⁶ em 1978 avaliaram mais especificamente os agentes abrasivos contidos nestas pastas, quanto à forma e distribuição. Foram realizadas fotomicrografias em MEV em diferentes aumentos, utilizando pequenas porções de uma mistura de 5ml de água destilada e 1ml de dentifrício após secagem. Não foram verificadas substâncias abrasivas nas pastas Dentyl e Croki. A pasta Colgate apresenta partículas arredondadas e a maioria em forma irregular e diferentes tamanhos, com distribuição heterogênea. As pastas Kolynos e Kolynos gel também mostraram abrasivos irregulares de tamanhos e distribuição heterogêneos. O dentifrício Phillips mostrou-se mais homogêneo quanto à distribuição e o tamanho, mantendo uma forma arredondada. Neste estudo, foi comprovada a variedade de formas de abrasivos e suas associações, além da sua homogeneidade ou não quanto à distribuição destes agentes.

Por fim, a ação dos dentifrícios e sua capacidade de desgaste pelos seus abrasivos foram determinadas por **PANZERI et al.**⁹⁷ em 1978. Foram utilizadas placas de plex-glass de 88 x 27mm. Para a realização dos testes, os mesmos dentifrícios anteriormente estudados foram aplicados, utilizando-se uma mistura de 1:1 em água destilada em quantidade suficiente para cobrir a placa durante a escovação. Escovas dentais macias Pro-multicerda foram encaixadas na máquina de ensaio do tipo Pepsodent. Um grupo controle foi escovado apenas com água e

escova. Cada grupo escovado por 60 minutos. Cada material apresentou um comportamento distinto. A menor abrasão foi registrada pelo grupo controle, seguida pelos dentifrícios desprovidos de abrasivos, Dentyl e Croki. Considerando as pastas e os do tipo "gel", com exceção da Kolynos gel, os demais dentifrícios "gel" (Close-up verde e vermelho) apresentaram semelhanças com os dentifrícios tradicionais tipo pastas. A pasta em pó Nicodent apresentou comportamento intermediário. Em todos os grupos abrasionados, foi observada a formação de sulcos. Ficou evidente a importância da presença de substâncias abrasivas na provocação de desgaste por abrasão, sendo suas características dependentes da sua natureza e do tamanho de suas partículas. Foi sugerido intercalar o uso de dentifrícios com e sem abrasivos na busca pelo equilíbrio entre adequada higiene oral e mínimo de abrasão.

Com a aplicação de feixes de laser de hélio-neônio, a abrasividade de dentifrícios em placas de polimetilmetacrilato (PMMA) foi investigada, em 1979, por **RELDMALM; RYDÉN**¹⁰⁵. Seis dentifrícios contendo diferentes abrasivos foram testados: polimetilmetacrilato, dióxido de sílica, bicarbonato de sódio, silicato de alumínio, carbonato de cálcio. Os espécimes foram submetidos ao laser anteriormente à abrasão. A escovação foi efetuada com movimentos recíprocos de 85mm, com 2.000 movimentos por minuto sob carga de 2,35KN. A solução de dentifrício foi repostada a cada 15 minutos. A cada hora as placas foram removidas para as mensurações. Após as escovações foi notado um decréscimo na intensidade de luz refletida. Para o PMMA, foi verificado leve aumento da intensidade de luz. O dióxido de silicone e o bicarbonato de cálcio diminuíram a intensidade, mas após algum tempo de escovação também se verificou um aumento nesta intensidade. As placas escovadas com os demais abrasivos apresentaram contínua redução da intensidade da luz. Pelos resultados, concluíram que os dentifrícios podem agir com agentes polidores como constatado pelo comportamento dos dentifrícios que apresentaram aumento da intensidade de luz.

Um teste de abrasão pela associação de um sistema do tipo dois corpos pelo contato da superfície do espécime com pérolas de vidro e por pasta abrasiva foi realizado por **EHRNFORD**³², em 1980. Neste experimento foram avaliados um

amálgama, uma resina composta e uma resina sem carga. Após a confecção dos corpos-de-prova, foram acondicionados a 37-40°C em água por uma semana. O material de desgaste era constituído por 500g de pérolas de vidro, 100g de óxido de alumínio como abrasivo e 120g de água. Diferentes misturas foram obtidas de acordo com as granulações do óxido de alumínio: 800, 400, 240, 120 e 80. O desgaste foi promovido de forma aleatória. À temperatura constante de $37 \pm 2^\circ\text{C}$, o motor foi rotacionado por 2 minutos e meio em cada direção, com pausas de 15 segundos. Com uma velocidade de 1,4m/s, o ciclo completava 1 hora. Após quatro repetições, uma média por desgaste de 1 hora foi calculada. A mensuração de desgaste foi verificada pela altura dos espécimes. A superfície foi analisada pela MEV. O amálgama apresentou maior desgaste com o uso da granulação 240. A resina composta apresentou valores de maior abrasão quando do uso das granulações 240, 120 e 80. Pela granulação de 120, foi estabelecida uma comparação na qual o desgaste em ordem crescente foi para amálgama, compósito e resina sem carga. Pela MEV, foi observada uma rugosidade superficial, resultante da exposição das partículas. Os autores acreditam que esta forma de avaliação é mais fiel e permite melhor comparação real do desgaste destes diferentes materiais, predizendo o comportamento clínico satisfatoriamente. O método se mostrou simples e rápido.

JORGENSEN⁶⁵, em 1980, analisou laboratorialmente diferentes propriedades de resinas restauradoras à resistência à abrasão clínica. Os elementos foram submetidos a testes de abrasão por escovação, resistência à compressão, fratura, fricção, porosidade, dureza de Wallace, e resistência ao cisalhamento e observações em MEV. Foi constatada a relação das propriedades com a abrasão clínica sob as condições aplicadas com os testes laboratoriais de abrasão, resistência à compressão, deformação por fratura e dureza. A abrasão foi maior quando do aumento da porosidade e da rugosidade da superfície. O padrão de desgaste verificado demonstrou a presença de estrias demarcadas nas superfícies das restaurações.

A influência do tempo de polimento nas superfícies de duas resinas compostas foi verificada por **SAVOCA; FELKNER**¹¹⁰, em 1980. As resinas Concise e Adaptic foram utilizadas, sendo confeccionados corpos-de-prova de dimensões de 5mm de diâmetro por 2mm de profundidade. Quatro séries de 10 unidades compuseram os grupos de acordo com os tempos de polimento testados: sem polimento (apenas a tira de matriz de Mylar), 5, 7, 10, 15, 20 e 30 minutos e 1, 24 e 48 horas contados a partir do momento de mistura das pastas base e catalisadora. O polimento foi executado com a utilização de pedras brancas de Arkansas, trocadas a cada nova amostra. A análise das superfícies foi feita pelo uso de MEV e por um perfilômetro. O grupo controle (tira de Mylar) apresentou invariavelmente superfície mais lisa e diferente dos demais grupos testados pelos métodos utilizados. Pela microscopia, o grupo do tempo de 20 minutos apresentou-se mais rugoso que os demais grupos. Com exceção deste grupo, houve correlação entre as duas metodologias aplicadas. Os autores concluíram pelo presente trabalho que quando possível, somente a matriz deve ser utilizada. No entanto, como na maioria das vezes há a necessidade de uma intervenção no acabamento e polimento da restauração, pelo presente trabalho, o tempo pareceu não influenciar na superfície final obtida.

Uma série de exames em MEV foram realizados em superfícies de compósitos que sofreram desgaste por **O'BRIEN; YEE JUNIOR**⁹², em 1980. Neste estudo, 10 restaurações com três a oito anos de vida clínica foram avaliadas, visando verificar o mecanismo de desgaste. As restaurações foram cuidadosamente removidas para serem corretamente tratadas e submetidas aos exames. Pelos resultados obtidos, foram identificadas quatro tipos principais de falhas: 1- perda de partículas, 2- desgaste da matriz orgânica, 3- fratura coesiva da matriz orgânica e 4- exposição de bolhas de ar inclusas. Estas observações são valiosas para o entendimento dos padrões de desgaste dos compósitos.

Considerando a resistência à abrasão como uma das mais importantes propriedades relacionadas aos compósitos na boca, a mesma foi analisada por **VAN GROENINGEN**¹²⁵, em 1981. Para a avaliação proposta, foram realizadas

restaurações classe I de três tipos diferentes de resina: de micropartículas (Isopast), sem carga (Sevitron) e de carga de quartzo (Concise), sendo que as três restaurações foram realizadas em todos os pacientes avaliados com oclusão normal. Foram realizadas avaliações após o procedimento de acabamento e polimento, após 1, 3, 5, 7 e 10 meses do acabamento. Procedeu-se a moldagem para obtenção de modelos de gesso em cada um dos períodos de avaliação. Na primeira sessão de moldagem, uma capa de polímero de 1mm foi confeccionada sobre a face oclusal do dente restaurado a ser estudado. Esta capa serviria como parâmetro de comparação às próximas capas confeccionadas em sessões posteriores. Uma mensuração por perda de peso também foi realizada pela pesagem do material de moldagem necessário para este procedimento. Os resultados revelaram após alguns meses a presença de desgaste. Um comportamento semelhante das resinas de carga convencional e sem carga foi comparável, enquanto a resina de micropartículas apresentou menor grau de desgaste.

O desgaste de diferentes materiais restauradores, amálgama, resina composta e resina sem carga, também foi investigado por **MCCABE; SMITH**⁸⁵, em 1981. A abrasão foi promovida por uma vibração com papel abrasivo à base de carbide de sílica. Os espécimes foram mantidos em água por sete dias e submetidos ao teste por 320 minutos, utilizando separadamente diferentes granulações, 180, 280, 500 e 800 a uma velocidade de 43Hz. A avaliação foi realizada por diferença de volume calculado a partir da massa e a densidade. Houve uma perda linear de material por volume. Quanto maior a granulação, maior grau de desgaste foi verificado. Nos demais testes as outras granulações demonstraram a mesma ordem de desgaste. Os testes com granulação 800 parecem ter alcançado maior proximidade com os achados clínicos. Os resultados obtidos foram atribuídos à associação da abrasividade e fadiga considerada nos testes laboratoriais.

Quanto à busca por superfícies mais lisas de resinas compostas, **DENNISON; FAN; POWERS**²⁴, em 1981, submeteram três resinas compostas de micropartículas (Silar, Isopast e Superfil) e uma convencional (Concise) a diferentes tratamentos de polimento: pedras brancas, borracha, discos de carbide de sílica e discos de óxido

de alumínio. As análises foram realizadas com perfilômetro e MEV. Não houve diferença significativa entre as três resinas compostas microparticuladas, sempre apresentando melhores características quando comparadas à resina convencional. As superfícies de todas as resinas obtidas a partir da matriz de poliéster demonstraram-se superiores para os dois tipos de resina composta. Para a resina convencional, as maiores rugosidades foram observadas com o uso da pedra branca e borracha de polimento. Para as resinas de micropartículas, as pedras brancas foram as responsáveis pelo pior resultado.

Visando analisar novas resinas compostas introduzidas na época, **AKER**¹, em 1982, submeteu as resinas Miradapt, Prisma-Fil, Visar-Fil, Silar, Finesse, todas com presença de micropartículas em comparação às resinas Concise (macropartículas) e Sevitron (resina acrílica sem carga) a um estudo de resistência à abrasão por escovação. O comportamento foi verificado em MEV e quantificação da perda de material. Para a análise, um equipamento contendo quatro cabeças de escovas Pycopay nº 3 foram utilizadas em associação a uma mistura de 1:1 de água deionizada e Colgate MFP. Cinco amostras de cada material foram confeccionadas de modo a apresentar as superfícies a serem abrasionadas de forma curva, com a finalidade de simular a superfície do dente. A abrasão foi determinada por perda de volume de material. As amostras foram estocadas em água a 37°C até estabilizarem o peso após a absorção de água que a resina composta sofre. A pesagem foi realizada a cada 24 horas. A 16.000 ciclos por hora, a solução e as escovas eram trocadas a cada 5 horas completando 15 horas de escovação. Ao final procedeu-se à nova série de pesagem e pela determinação da densidade, o volume foi calculado. Pela análise superficial, as resinas Miradapt e Visar-Fil apresentaram perda menor que 0,1µL semelhante ao Concise. Prisma-Fil, Finesse e Silar demonstraram perdas maiores e semelhantes. A maior perda de volume foi observada pela resina Sevitron. A microscopia revelou rugosidade similar entre as resinas Miradapt, Concise e Visar-Fil. Prisma-Fil apresentou-se mais lisa, porém com aspecto granular. Finesse, Silar e Sevitron alcançaram superfícies mais lisas. As estrias encontradas na maioria das superfícies analisadas se devem à direção da escovação. Os resultados sugerem que o tamanho das partículas reflete o comportamento das resinas compostas na

resistência à abrasão. A mistura entre partículas maiores e menores, apesar de prover uma superfície mais lisa inicialmente, apresenta-se rugosa ao final.

Com a finalidade de investigar o comportamento de materiais restauradores diretos frente ao processo de desgaste por abrasão, **HARRINGTON et al.**⁴⁷, em 1982, submeteram diferentes resinas compostas, cimentos de ionômero de vidro, cimento de silicato e amálgama ao teste de escovação *in vitro*. O equipamento permitiu uma velocidade de 120r.p.m por 25 segundos, com pausa de 5 segundos, invertendo a direção por 25 segundos e uma nova pausa após 5 segundos e assim sucessivamente. Seis corpos corpos-de-prova de 10mm de diâmetro por 1mm de espessura por material foram obtidos, utilizando-se de matriz de celulose e lâmina de vidro. Para o teste, estes foram fixados em bases de politetrafluoroetileno, tomando-se o cuidado de manter metade da espessura sobresselente à base. A mistura de pasta utilizada era composta pelo carbonato de cálcio como abrasivo, sempre numa quantidade de 100ml para todos os testes. A temperatura de 37°C foi mantida constante. Um total de 18 escovas Oral-B 60 escovaram de forma que cada espécime sofresse a abrasão por três escovas. Ao menor sinal visível de desgaste das escovas sucedia-se a sua troca. Anteriormente à escovação, as amostras foram armazenadas por uma semana a 37°C. A superfície foi avaliada pelo rugosímetro Talysurf 4, o peso determinado por uma balança e a espessura medida por um micrômetro. Pela fórmula (perda de peso/peso original) x espessura original, foi calculada a perda em espessura dos espécimes a fim de se quantificar o desgaste. Três séries de 20.000 ciclos foram efetuados e a cada intervalo os espécimes foram pesados. As resinas compostas convencionais apresentaram a menor perda de espessura, assim como o cimento de silicato e o amálgama. Cimentos de ionômero de vidro e resinas de micropartículas tiveram um comportamento intermediário. As resinas sem carga apresentaram maior magnitude de perda. Quanto à análise de superfície, as resinas sem carga apresentaram melhor lisura. As resinas compostas convencionais, cimento de ionômero de vidro e cimento de silicato apresentaram-se mais rugosas. O amálgama apresentou superfície melhorada ao final do processo, provavelmente devido ao caráter homogêneo deste material em comparação aos demais. Também foi constatado pelo estudo que o índice de desgaste foi maior na

etapa inicial do teste realizado, o que poderia ser atribuído à perda da superfície de resina rica em matriz orgânica.

JORGENSEN⁶⁶, em 1982, na tentativa de se especular um comportamento *in vivo*, observou diferentes formas de avaliação de desgaste laboratorial de vários materiais restauradores comparando ao compósito convencional (Adaptic). Cinco espécimes por teste foram confeccionados, protegidos por 24 horas com glicerol e armazenados a 37°C em água por um mínimo de sete dias. Os testes foram realizados em temperatura ambiente. Os experimentos laboratoriais incluíram o desgaste por abrasão sob refrigeração (roda de carbide de sílica), asperização sob refrigeração (papel de carbide de sílica), vibração (amalgamador e pó de carbide de sílica), deslizamento de pérolas de vidro, deslizamento de partículas de esmalte, esfera de carbide de sílica, escovação simulada manual e polimento metalográfico. Restaurações classe I em dentes foram confeccionadas sem a presença de dentes antagonistas, excluindo o contato do elemento dentário como responsável pelo desgaste. As avaliações em MEV revelaram uma discrepância de padrão de desgaste superficial, principalmente em comparação ao desgaste analisado clinicamente. Apenas a escovação, nas condições do teste, foi capaz de simular o desgaste clínico (desgaste preferencial da matriz resinosa com exposição de partículas de quartzo, resultando em maior rugosidade superficial). Neste caso, há de se considerar a condição do desgaste das restaurações que descarta o contato ao antagonista e o abrasivo aplicado para a escovação laboratorial.

KANTER; KOSKI; MARTIN⁶⁹ em 1982, propuseram-se a observar o efeito da escovação em cinco resinas compostas, Prestige, Isopast, Exact, Concise e Profile, utilizando uma máquina de escovação que simulava um processo de cinco anos. A perda de massa e a rugosidade superficial foram correlacionadas. Os corpos-de-prova foram obtidos com uma lamínula e anteriormente à polimerização, um pino central interno foi inserido. Após a polimerização, as cabeças dos pinos foram expostas livremente com uso de uma lixa 240. Sucedeu-se ao polimento com lixas 320, 400 e 600. Os corpos-de-prova foram acondicionados por 48 horas a seco e pesados (em gramas) e foram submetidos à avaliação da superfície por um

perfilômetro obtendo-se três leituras a 45 ° de rotação entre as mesmas. Após a escovação simulada de um período equivalente a um ano, as mesmas medições foram repetidas para a obtenção dos valores e novamente após uma simulação de cinco anos (21.600 ciclos). O comportamento também foi analisado em microscópio eletrônico de varredura. As resinas compostas Concise, Exact e Prestige apresentaram maior perda de massa e maior rugosidade ao final do teste. Profile e Isopast tiveram a menor porcentagem de perda de massa. Quanto à rugosidade superficial, Exact permaneceu na mesma condição inicial à simulação da escovação. Foi observada uma tendência de decréscimo de desgaste com o tempo no período considerado.

MITCHEM; GRONAS⁸⁹, em 1982, submeteram quatro diferentes sistemas de resina composta para uma comparação de comportamento de desgaste *in vivo* posicionadas em cavidades classe I duas a duas em um mesmo dente de níquel-cromo. As superfícies das resinas compostas terminavam em 0°. Foram avaliados dois sistemas de micropartículas, Isopast e Silar, Profile de partículas pequenas de vidro de estrôncio e resina composta convencional Adaptic. Anteriormente ao exame clínico, foi realizada uma avaliação de seis meses onde os mesmos eram submersos em diferentes soluções, não se verificando nenhuma perda de material após estas imersões. Nas avaliações clínicas após seis meses e um ano, a perda de material foi mensurada com o uso de um perfilômetro. As duas resinas de micropartículas investigadas apresentaram neste período menor desgaste que a resina convencional e a resina de partículas de vidro de estrôncio. Por este estudo, o desgaste deve ser associado apenas à influência do movimento dos alimentos e pelos procedimentos de higiene oral dos pacientes.

Para a determinação de características superficiais de resinas compostas, um exame de microestrutura foi realizado por **EHRNFORD³¹**, em 1983. Uma resina composta convencional e uma de micropartículas à base de Bis-GMA foram comparadas a uma resina experimental, obtendo-se cinco espécimes por material. Os mesmos foram estocados por um mínimo de sete dias em temperatura ambiente e posteriormente em água deionizada por 23 horas a 37°C. Na realização do

experimento, foram usadas escovas de cerdas de nylon e dentífrico Sensodyne, em proporção de 1:3 em água por peso na velocidade de 200 ciclos por minuto. A altura do espécime a partir do centro foi determinada. Ao final do teste, repetiu-se o procedimento e fotografias em microscopia óptica de luz e em MEV foram realizadas. A resina de micropartículas apresentou menor abrasão que a resina convencional e a resina experimental, nas diferentes análises propostas nesta pesquisa.

VAN DIJKEN; STADIGH; MEURMAN¹²⁴, em 1983, avaliaram em MEV a qualidade de superfícies de diferentes compósitos submetidos a diversos polimentos após um teste de abrasão de três corpos. As resinas testadas e os respectivos tratamentos realizados foram: 1- Adaptic/ Sof-lex; 2- Miradapt/ pedra de polimento; 3- Profile/ discos de polimento Profile; 4- Silar/Sof-lex; 5- Isopast/ pedras e discos de polimento. As resinas foram utilizadas em restaurações de cavidades classe V, realizando-se oito restaurações por material com superfície obtida pelo uso de matriz. Os espécimes foram armazenados em água em temperatura ambiente até o teste. Metade de cada grupo foi polido de acordo com as técnicas supracitadas, mantendo metade sem nenhum tratamento, servindo como grupos controles. As escovações foram procedidas sob uma carga de 400g por 17 minutos obtendo-se 1.100 ciclos. A mistura utilizada era composta por 6ml de água e 4g do dentífrico Pepsodent ou 2g de pedra-pomes. As observações microscópicas foram realizadas, classificando as superfícies em escores de 0 a 5 de acordo com a lisura da superfície. Para os grupos controles, independente do material, foram obtidas superfícies mais lisas. Algumas estrias foram observadas dada a ação mecânica da escovação quando escovadas com água. Com exceção da resina Silar, as demais apresentaram aumento na rugosidade. Já na avaliação dos espécimes polidos, a resina Silar obteve a melhor lisura e a resina Profile a superfície mais rugosa. As demais apresentaram valores intermediários. Após a escovação com dentífrico ou com pedra pomes superfícies muito mais rugosas, com exceção das resinas de micropartículas, foram verificadas. Conclui-se pelo trabalho que as resinas sem carga apresentam maior capacidade de manter a lisura superficial

independentemente do tratamento. As demais resinas compostas perdem os efeitos de seus polimentos após a escovação.

Por estudos laboratoriais e clínicos, a resistência à abrasão de laminados de resina foi observada por **CANNON et al.**¹⁴, em 1984. Foram selecionados pacientes que receberam o tratamento com o uso do sistema Mastique. Nas etapas clínicas, uma das avaliações se propôs a determinar o grau de abrasão em períodos trimestrais. A cada retorno eram reforçadas as instruções quanto à higiene oral. Seguiu-se ao processo de moldagem para a obtenção de modelos a serem submetidos a MEV. Um marco em forma de cruz foi confeccionado nos laminados como referência de desgaste. Outra etapa clínica consistiu em avaliar aspectos relacionados às falhas marginais, estrias presentes nas superfícies e diferenças entre laminados de resina e superfícies de resina composta. Laboratorialmente, 24 facetas foram fixadas em bases para serem escovadas. Também foram previamente demarcadas com uma cruz (20µm de profundidade) para referenciar o desgaste. Com uma carga de 250g, escovas de dente Oral-B 35 de cerdas macias foram associadas à pasta Colgate MFP, preparando uma mistura na proporção de 1:2 em água destilada por peso. O mesmo dentífrício foi usado no estudo clínico. Um ejeter aplicou saliva na mistura quando do processo de escovação. A cada 1.000 ciclos foi realizada uma nova moldagem, até atingir um total de 5.000 ciclos. Após as análises realizadas, demonstrada uma média de perda de 13,3µm (68%) do total da profundidade da cruz após os 5.000 ciclos. A abrasão não foi uniforme. Clinicamente, as cruces sofreram uma abrasão mais uniforme, mas geralmente se apresentaram obliteradas. Verificaram maior desgaste quando o estudo foi procedido *in vivo*, sendo atribuído à prática de higiene oral dos pacientes. As resinas compostas apresentaram rugosidade maior que as superfícies de facetas do sistema estudado. A resina acrílica apresentou-se mais lisa ao final.

HENGCHANG et al.⁵⁶, em 1984, investigaram o comportamento de resinas acrílicas (K + B 75, K + B Plus, Ivocron e Isosit) após a escovação em duas máquinas de ensaio. Os corpos-de-prova apresentavam dimensões de 21 x 15 x

4mm, sendo utilizadas resinas para incisal, corpo e cervical. Foram polidos de acordo com as instruções dos fabricantes e armazenados em água por cerca de 30 dias. Para a primeira máquina de ensaio, uma solução de 30g de dentífrício para 50ml de água destilada foi utilizada em associação a oito escovas Lactona de consistência macia, com pressão de 200g, totalizando 25.000 em seis horas. As rugosidades superficiais foram avaliadas pelo perfilômetro Talysurf. Metade das amostras foram levadas a MEV para obter mais informações das superfícies resultantes. Na segunda máquina, através de um dispositivo com tecido leve envolto a um disco de 150mm de diâmetro, uma pasta de calcita na proporção de 1:1 em água foi aplicada. A pressão utilizada foi de 1.500g, com velocidade de 74r.p.m. por duas horas, em cinco amostras de cada material. A avaliação foi feita pela perda de volume. Os espécimes foram secos e pesados antes e após o teste de desgaste. Também foi realizada uma observação ao microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram para o segundo teste não haver diferenças entre os materiais ao microscópio. Quanto à perda de volume, Isosit perdeu maior quantidade e foi estatisticamente significativa em comparação às demais resinas, que não demonstraram diferenças entre si. Na simulação da escovação, os resultados apresentaram aumento na rugosidade das superfícies. Isosit apresentou-se com menor alteração. Os demais materiais revelaram maior alteração e sem diferenças entre si. O incisal apresentou maior resistência em todos os casos. Isosit acusou o melhor comportamento.

Três resinas compostas foram avaliadas por **MACCHI; BEIGELIS; RIBAS**⁸⁴, em 1984, quanto ao desgaste abrasivo em três diferentes circunstâncias: 1- fricção a uma superfície padrão, na presença de uma mistura de pó de carborundum e parafina, 2- escovação simulada e 3- desgaste clínico. Os compósitos testados foram Silar de micropartículas; P-10 e Concise, com maior reforço de carga. No ensaio de escovação, as resinas foram inseridas em dentes de porcelana em cavidades méso-oclusais. As mesmas também foram moldadas antes e após o teste para observação em MEV. Clinicamente, as restaurações também foram realizadas em dentes de porcelana em cavidades méso-oclusais. Foram obtidos modelos para observações microscópicas. A resina Concise apresentou a menor resistência ao

desgaste, seguida das resinas P-10 e Silar, sem diferenças estatísticas entre si. O resultado foi atribuído ao fato de que maior quantidade de partículas presente na resina P-10 sejam capazes de proteger a matriz resinosa do desgaste. Os autores encontraram boa correlação entre os padrões de desgaste obtidos laboratorial e clinicamente.

Com o objetivo de avaliar a influência do tamanho das partículas de abrasivos nos dentifrícios e dureza de escovas de dentes, **DE BOER; DUINKERKE; ARENDS²²**, em 1985, investigaram a abrasão em dentina utilizando dois diferentes sistemas de abrasão, carbonato de cálcio ou óxido de alumínio. Para o primeiro, foram utilizadas partículas de 7 μ m e 15 μ m e para o segundo sistema, 8 μ m e 13 μ m. Com escovas da Prodent médias e macias, foram promovidas a abrasão em espécimes retangulares de dentina de 3,5x4mm², que foram determinadas após 1.000, 2.000, 5.000 e 10.000 ciclos. A abrasão foi estabelecida por um perfilômetro (Perthometer C5D). Foram observadas ranhuras, típicas após este tipo de procedimento. Em um grupo controle (sem uso de dentifrício) estabelecido com 10.000 ciclos de escovação não houve índice de abrasão. A abrasão foi proporcional ao número de ciclos. Escovas de cerdas médias proporcionaram maior desgaste comparado às de cerda macias. O tamanho das partículas do abrasivo determinou o índice de abrasão, não ocorrendo interferência do pH. A ordem decrescente de abrasão foi carbonato de cálcio 15 μ m, óxido de alumínio 13 μ m, óxido de alumínio 8 μ m, carbonato de cálcio 7 μ m.

A influência de fatores estruturais e físicos no desgaste por escovação em resinas compostas foi analisada, em 1985, por **DE GEE; HARKEL-HAGENAAR; DAVIDSON²³**. Amálgama, resina sem carga, resina de base de dentadura, esmalte e dentina humana foram testados para comparação. Superfícies foram obtidas por diferentes técnicas: 1- contra lâmina de vidro, 2- discos de óxido de alumínio a seco imediato e mediato (após quatro semanas de armazenamento seco a 37°C), 3- material polimerizado em bloco a diferentes temperaturas. A escovação foi realizada com pasta Prodent sob carga de 125g a 2.600 ciclos por hora, correspondendo a um

mês. A cada meia hora a solução foi renovada. Um perfilômetro foi empregado para a análise das superfícies em Ra. As resinas de micropartículas apresentaram desgaste 5 a 10 vezes mais rápido que as convencionais. As superfícies das resinas compostas obtidas em bloco apresentaram-se mais resistentes. O tratamento com aquecimento posterior até 225°C apresentou maior resistência. Foi verificada a deterioração quando do uso do polimento a seco em alta velocidade, com temperatura acima de 225°C. O polimento mediato demonstrou maior resistência em comparação ao imediato.

Considerando a importância da abrasividade dos dentífricos sobre os materiais dentários à base de resina, **JONES; FISHER; WILSON**⁶³, em 1985, investigaram o desgaste produzido por diferentes marcas comerciais de dentífricos em duas resinas compostas, uma convencional (Delphic) e outra de micropartículas (Orion). Uma verificação quanto à perda de massa foi realizada neste estudo que simulou a escovação dental em laboratório. Seis corpos-de-prova por material x dentífrico foram confeccionados nas dimensões de 10mm de diâmetro por 1mm de espessura e acondicionados por uma semana em água destilada a 37°C e em seguida pesados e registrados os valores de rugosidade superficial (Talysurf 4), bem como a espessura em micrômetros. Um grupo controle foi escovado apenas com água destilada e os demais grupos foram escovados com uma proporção de 10g de dentífrico por 70mL de 0,5% de celulose de carboximetil de sódio. Três escovações de 20.000 ciclos para cada relação pasta/resina foram efetuados. Ao final das 60.000 escovações, foram calculadas a perda de massa, de espessura e a diferença de rugosidade. Quanto à alteração da estrutura do material, nenhuma apresentou perda significativa de massa, além da espessura. Os resultados mostram uma abrasão quatro a cinco vezes maior das resinas de micropartículas comparada à resina convencional, quando do uso da pasta de maior abrasividade enquanto o comportamento relacionado à pasta de menor abrasividade mostrou uma abrasão duas vezes maior. Os dentífricos que produziram maior desgaste também ocasionaram maior rugosidade de superfície. Os autores acreditam na associação dos abrasivos dentários e nos hábitos de escovação no comportamento da superfície dos materiais.

O padrão de desgaste de restaurações de resina composta *in vivo* foi observado por MEV por **HENGCHANG; TONG; SHIQING**⁵⁵ em 1985. Restaurações de diferentes resinas foram avaliadas em comparação a uma resina experimental e ao amálgama, sendo confeccionadas em pacientes com uso de próteses que receberam as restaurações classe I em dentes de acrílico. O acabamento e polimento foram realizados imediatamente após as restaurações. As resinas avaliadas foram Adaptic, Concise, Composite, Opatow, Isopast, Silar e Finesse. As avaliações foram realizadas aos 3, 9 e 12 meses. Nas resinas convencionais, verificou-se a presença de carga inorgânica nas superfícies analisadas sem sinais de desgaste da mesma. Nas resinas de micropartículas, leve protuberância das partículas foi visualizada, sem delimitação clara com a matriz orgânica, apresentando maior lisura. A resina experimental apresentava partículas arredondadas e irregulares que não levaram a comportamentos diferentes entre si no período avaliado. O amálgama apresentou-se de forma mais homogênea com a presença de algumas estrias. De forma geral, não houve diferença nos padrões dos mesmos materiais entre os períodos de 9 e 12 meses de avaliação. Ao final das observações, uma superfície mais heterogênea que a obtida inicialmente foi verificada em todos os materiais. Foi observada um desgaste preferencial da matriz orgânica, seguido de uma soltura das cargas inorgânicas ao redor das áreas onde houve o desgaste da matriz orgânica, por falta de suporte. Os autores sugeriram que uma melhora na resistência abrasiva estaria em aumentar a resistência da matriz orgânica e não das partículas que constituem a carga inorgânica.

Duas diferentes técnicas de polimento foram realizadas em superfícies de diversas resinas compostas submetidas à escovação simulada por **VAN DIJKEN; RUYTER**¹²³ em 1987. Resinas de uso anterior e posterior, de cura química e fotopolimerizáveis foram testadas. Dezesseis espécimes de cada marca comercial foram obtidos, sendo metade para cada técnica aplicada: uso seqüencial de Sof lex a seco e pastas diamantadas de granulações decrescentes sob refrigeração (7µm, 2,5µm), seguida de pastas de polimento em taça de borracha (1µm e 0,1µm), sempre em baixa rotação. Para a escovação, cinco espécimes de cada material

foram submetidas a uma mistura de pasta e água destilada, preparada na proporção de 1:1 em peso, utilizando a pasta Colgate e escovas submetidas sob carga de 427g por 2 horas até o total de 8.000 ciclos. As superfícies foram avaliadas por um rugosímetro com leituras em Ra e por uma análise ao microscópio eletrônico de varredura de 2.000X de aumento. Anteriormente às técnicas de polimento, todos os espécimes foram polidos com abrasivo de carbide de sílica 4.000 e tomados como *baseline*. Logo após cada aplicação dos diferentes materiais de polimento, foram realizadas cinco leituras da superfície em diversas direções e a média calculada em cada etapa. Os resultados do *baseline* demonstraram baixos valores de Ra em todas as resinas compostas. A cada etapa de Sof-lex, a rugosidade superficial foi melhorada em todos os materiais. O uso das pastas diamantadas resultou em um aumento significativo de rugosidade em relação ao baseline em todos os compósitos testados. Em geral, houve uma melhora desta superfície após o tratamento com as pastas de polimento de menor abrasividade. Após o teste de escovação, verificou-se para o grupo tratado com Sof-lex, um aumento de rugosidade em todos os materiais com diferentes graus de variações. As superfícies verificadas demonstraram não haver diferenças entre as duas técnicas de polimento após a realização da escovação. As resinas de micropartículas apresentaram-se mais lisas. Algumas resinas híbridas e convencionais tiveram comportamento próximo às resinas microhíbridas, porém mais rugosas. Nas resinas híbridas e convencionais, o padrão de desgaste revelou uma preferência de desgaste da matriz orgânica com a protrusão das partículas constituintes. O tipo de carga, tamanho e dureza exerceram influência no comportamento destes materiais.

Em 1990 **YUASA**¹³⁶ submeteu diferentes compósitos a um teste de escovação simulada. Para tal, variou a matriz resinosa, o tamanho da partícula (0,04; 1,9; 3,8; 4,3; 7,5; 13,8; 14,1µm) e a quantidade da mesma (a 45% para testar diferentes tamanhos e de 35 a 75% para a avaliação da quantidade de carga a 4,3µm). A carga era composta por partículas de sílica. Os resultados obtidos indicaram influência dos parâmetros, sobretudo ditado pelo tamanho e quantidade das partículas. Não foram observadas diferenças com a variação da matriz resinosa.

Quando a partícula foi de até 5µm, a resistência a abrasão declinou marcadamente com o decréscimo do tamanho da carga. As resinas com partículas de 0,04 a 1,9µm foram menos resistentes que a resina sem carga. No entanto, as micropartículas também contribuíram na resistência à abrasão de composições mistas às macropartículas, apesar da resistência declinar com o aumento da concentração de micropartículas. O aumento da quantidade de carga demonstrou grande melhora da resistência nos casos de resinas de macropartículas. As análises em MEV concluíram estes resultados, demonstrando também a interferência da relação da distância entre as partículas e o tamanho do abrasivo.

GOLDSTEIN; LERNER⁴⁴, em 1991, avaliaram através de uma resina composta híbrida (Herculite) os efeitos da escovação utilizando diferentes dentifrícios. Após uma semana de estocagem a 37°C, um pré-teste de 10.000 ciclos com 24 amostras foi realizado apenas com as escovas (Sensodente gentle, Pycopay Natural soft, Pycopay Softex 4, Sensodyne Search) e água destilada, sem o envolvimento de nenhuma pasta. Posteriormente, uma mistura de 100g de água destilada com 100g de pasta a ser testada (Colgate, Crest, Viadent, Supersmile, Shane, Sensodyne, Rembrandt, Topol), foi preparada para as séries de escovação com escovas Pycopay macia completando 20.000 ciclos em 116 minutos a 172r.p.m., simulando dois anos de escovação. As superfícies foram avaliadas por um perfilômetro (Mitotoyo Surf-test-4), realizando seis leituras por corpo-de-prova. Os resultados do pré-teste indicaram não ocorrer uma diferença na textura da superfície da resina composta quando apenas as escovas foram utilizadas no processo. A pasta Colgate demonstrou ao final uma menor rugosidade em comparação às demais pastas avaliadas. Os dentifrícios Shane, Sensodyne, Rembrandt e Topol resultaram em uma magnitude maior de rugosidade superficial. Foi comprovado o efeito do dentifrício na superfície de resina composta, independente da marca comercial utilizada. A resina acrílica ao redor da resina composta também foi submetida à avaliação, verificando-se também uma influência dos dentifrícios nestas superfícies.

Em 1992, **WINKLER; MONASKY; KWOK**¹³¹ submeteram ao desgaste dentes de estoque de resina para posterior: duas convencionais (Bioform e Nuform) e três referenciadas como melhoradas (Biofrom IPN, Orthosit-PE e Vesilux). O comportamento foi avaliado pela perda de massa 339 horas após a escovação simulada com escovas de cerdas de nylon (Lactona corp.). Uma carga constante de aproximadamente 154g foi aplicada. Antes e após o teste, os dentes foram submetidos a um aparelho de ultrassom por 15 minutos com o propósito de evitar pequenos detritos e foram lavados com água destilada e colocadas em um dessecador por 24 horas para pesagem posterior em uma balança analítica eletrônica. A cada 113 horas, os elementos foram pesados. Aos dentes de resina é relacionada a desvantagem de um rápido desgaste, existindo a possibilidade de afetar a dimensão vertical e relações dentárias, ocasionando o estresse na mucosa oral e osso adjacente, influenciando também esteticamente. A maior resistência à abrasão por escovação foi registrada pelas resinas convencionais, seguidas das três resinas ditas como superiores. No entanto, a perda de massa de menos de 1% foi verificada em todas as amostras, pode ser considerada clinicamente insignificante pelos autores.

A abrasividade de sete diferentes pastas dentais comercialmente disponíveis em superfícies de resina composta de micropartículas e de dentina foi investigada por **SETTEMBRINI; PENUGONDA; FISCHER**¹¹², em 1993. Os dentifrícios utilizados foram Pearl Drops, UltraBrite Original Flavor, Colgate Tartar Control Gel, Close-up Tartar Control Gel, Plus White, Topol Spearmint Gel e Rambrandt Whitening. Após a fotopolimerização por 60 segundos em cada superfície contra uma lâmina de vidro, as amostras foram estocadas por 24 horas a 37°C. Para esta avaliação, seis leituras por amostra de cada grupo foram analisadas por um perfilômetro. Os discos analisados foram montados em uma máquina de ensaio e cada disco foi escovado atingindo 2.400 ciclos com o respectivo dentifrício, utilizando escovas Oral-B a 150g. Três amostras de cada grupo também foram submetidas à análise de MEV a 500X. Os discos de dentina foram obtidas pelo desgaste do esmalte com lixa 600 de molares humanos extraídos e os ensaios realizados da mesma maneira descrita anteriormente, totalizando 42 discos. À MEV, foi utilizado um aumento de 150 e

400X de magnitude. Pelos resultados obtidos, verificou-se a ação da abrasividade nas superfícies testadas. Na análise de rugosidade superficial revelou-se que o dentifrício Rembrandt Whitening apresentou menor rugosidade, diferente estatisticamente dos demais grupos, tanto no caso da resina como da dentina. As superfícies de dentina apresentaram pouca alteração em relação à morfologia original. Houve correlação entre os resultados obtidos pelo perfilômetro e pela microscopia. Na dentina, o dentifrício além da ação de abrasão também demonstrou obliteração dos túbulos dentinários quando da análise da microscopia.

Em 1993, **DOMENE²⁷** submeteu as resinas fotopolimerizadas Adaptic II A (microparticulada), Heliomolar, Herculite XR esmalte, P50 e Superlux esmalte, todas híbridas, a um teste de escovação simulada, utilizando 100.000 ciclos, com o objetivo de analisar comparativamente a perda de massa e a rugosidade superficial. Dez amostras de cada material foram obtidas a partir de uma matriz com dimensões de 7mm por 3mm e após a inserção, cobertas com uma lamínula. O dentifrício Colgate MFP e escovas Colgate Classic antômica de cerdas macias foram utilizados para o teste. A perda de massa avaliada por uma balança analítica Sartorius apresentou-se estatisticamente significativa para os diferentes grupos, em ordem decrescente: Herculite XR, Adaptic, Heliomolar, Superlux e P50, sem diferenças entre o Superlux e o P50. Com relação à análise das rugosidades iniciais e finais, com exceção da resina Adaptic que se apresentou mais rugosa em relação às demais resinas, nenhuma outra revelou-se estatisticamente significativa.

O efeito da distância da ponta fotopolimerizadora na intensidade de luz e na microdureza (Knoop) de resina composta microparticulada (Silux Plus) foi alvo de estudo de **PIRES et al¹⁰⁰**. Cavidades de 6mm de diâmetro por 2mm de profundidade em placas de plexiglas e base de dentina foram confeccionadas para posterior preenchimento e procedimentos de fotopolimerização. Tira de matriz foi utilizada na superfície voltada para a fonte de luz. As distâncias avaliadas foram de 0, 2, 6 e 12mm, sendo avaliadas 5 espécimes por distância. Na análise de dureza, três leituras foram obtidas da superfície voltada a luz e a oposta. A dureza aumentou com a maior intensidade de luz e a menor distância. Utilizaram 3 diferentes

radiômetros para a mensuração da intensidade. A dureza da superfície praticamente não é afetada pela distância da ponta fotopolimerizadora.

SAMUEL¹⁰⁸, em 1993, propôs avaliar *in vitro* a rugosidade superficial de alguns materiais restauradores submetidos a um ensaio de escovação. Neste trabalho, foram utilizados compósitos híbridos para dentes posteriores (Herculite XR, Prisma APH e P50), cimentos de ionômero de vidro (Vidrion R, Chelon Fil) e amálgama de alto teor de cobre de fase dispersa (Dispersalloy). O dentifrício selecionado Kolynos super branco apresenta o carbonato de cálcio como abrasivo. Escovas Prevent 30 foram utilizadas no ensaio. Para obter os corpos-de-prova, uma matriz em plex-glass de 20mm de altura por 10mm de largura e 2mm de espessura foi utilizado, totalizando oito corpos-de-prova por material. Metade de cada superfície foi tomada como controle. Foram escovados por duas horas com velocidade de 250 movimentos por minuto, completando 30.000 ciclos, com carga axial de 200g. A solução foi preparada na proporção de 1:1 em peso. Para a leitura da rugosidade, o rugosímetro PERTH-O-METER M2P registrou a média aritmética entre picos e vales (Ra), num trecho de 4,8mm. Foram realizadas três leituras em cada superfície controle e experimental, sendo sete espécimes escovados com a solução e uma unidade submetida a escovação apenas com água destilada. Os resultados foram submetidos à análise estatística. O ensaio de escovação provocou invariavelmente uma alteração da textura superficial na totalidade dos corpos-de-prova submetidos ao experimento. Houve um aumento na rugosidade superficial em todos os materiais, com exceção do amálgama, que diminuiu em relação à rugosidade inicial, sem diferença estatisticamente significativa ao comparado com os materiais menos rugosos ao final do teste de escovação (Prisma APH e P50). Os corpos-de-prova submetidos à escovação sem dentifrício mostraram que a escova por si só não alterou a superfície dos materiais testados de forma significativa.

Uma investigação *in vitro* foi realizada por **JAGGER; HARRISON**⁶¹, em 1995, quanto aos efeitos do desgaste de materiais restauradores selecionados quando em contato com o esmalte dentário. Além deste tipo de desgaste na cavidade bucal, outros fatores essenciais contribuem no processo de abrasão, como os hábitos de

higiene bucal e a abrasividade dos alimentos. Neste estudo, apenas o processo de mastigação foi simulado laboratorialmente. Os materiais testados foram a porcelana, o amálgama, compósitos (convencional e de micropartículas) e o ouro. Os espécimes obtidos permaneceram em água a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ por 28 dias até serem submetidos ao teste de ensaio. Os fragmentos de esmalte foram obtidos a partir da superfície de esmalte vestibular de incisivos, caninos e pré-molares. A análise de abrasão das superfícies foi realizada a partir de um perfilômetro, obtendo-se o valor máximo das cinco leituras por espécime a 90° da direção da abrasão. Para o teste, uma máquina simulava o processo mastigatório fornecendo uma carga de 395g. A abrasão foi feita com constante refrigeração, totalizando 62 horas. Após os ensaios, o esmalte não apresentou alterações quando em contato com o amálgama e mínima alteração em relação aos compósitos de micropartículas e ouro. A maior alteração ocorreu quando da abrasão da porcelana, glazeada ou não. Pelo teste e o método de abrasão, em ordem crescente de desgaste foi encontrado o ouro, o compósito de micropartículas, o compósito convencional, porcelana glazeada, porcelana não glazeada e o amálgama. Os autores consideraram a possibilidade da influência da qualidade de esmalte envolvida no processo.

A eficácia de dentifrícios quanto à remoção de manchas artificialmente produzidas foi verificada por **YANKELL et al.**¹³⁴, em 1995. Espécimes de dentes bovinos foram preparados, obtendo-se superfícies de esmalte vestibular de incisivos centrais de aproximadamente 10mm^2 . As superfícies foram polidas com lixas 100 e 600 sob refrigeração. Um tratamento prévio foi feito para acelerar o processo de manchamento. Foram tratadas com mistura de chá, café e mucina para a promoção de manchamento. Os espécimes foram deixados na mistura por 4 dias, realizando-se trocas constantes dos banhos e mantidos a 37°C . Após a indução de manchamento, os espécimes foram corretamente lavados, secos com ar e mantidos sob refrigeração até o momento de sua avaliação. Os dentifrícios Colgate Original Tartar control e Colgate Micro Cleasing Tartar Control foram utilizados neste experimento, na proporção de 1:1 de dentifrício e água. Os espécimes foram divididos em dois grupos de oito espécimes de acordo com o dentifrício. Escovas de cerdas de nylon macias escovaram até completar 300 ciclos a 150g de carga. Em seguida foram

polidas com pedra-pomes. A observação da ação dos dentífrícios foi realizada pela análise de reflexo com o uso da escala padrão e aparelho Minolta CR-321 para monitoração da cor e suas alterações. Um estudo clínico paralelo foi realizado, avaliando 86 pacientes por 16 semanas. Após a padronização da escovação (tempo, pasta de baixa abrasividade e frequência), os pacientes foram novamente chamados para a aplicação dos respectivos dentífrícios também testados em laboratório. As análises laboratorial e clínica foram correspondentes nos resultados, verificando a eficiência de ambos os dentífrícios na remoção de manchas, porém com melhor eficácia pelo Colgate Micro Cleansing Tartar control.

Frente a um dos maiores desafios por parte dos materiais dentários, o desgaste, **CONDON; FERRACANE¹⁹**, em 1996, introduziram uma nova maneira de se avaliar a resistência à abrasão e à atrição em um mesmo teste. Para tal, 11 diferentes resinas compostas e um amálgama foram submetidos a um aparelho especialmente desenvolvido utilizando o fragmento de esmalte de molar humano como antagonista e posterior comparações dos resultados obtidos com estudos de ordem clínica e laboratorial. A abrasão foi efetuada com a aplicação de uma carga de 20N e de pasta simulando o bolo alimentar. Uma carga de 70N foi aplicada quando da atrição. Tais cargas foram periodicamente aferidas. A seqüência foi repetida a 1.0 Hz por uma série de 50.000 ciclos. Cinco espécimes de cada resina composta foram obtidas em forma de barras com uso de tiras de matriz e fotopolimerizadas por 40 segundos em cada superfície, posteriormente armazenadas em água por 24 horas a 37 °C. O polimento foi realizado com lixa 600 e 1.000, pasta diamantada e limpos com aparelho ultrassônico por um minuto. O esmalte também recebeu tratamento superficial. A pasta era composta de água, PMMA e sementes de papoula. Um perfilômetro foi utilizado para a avaliação em direção perpendicular aos movimentos de atrição e abrasão provocados, mensurando a profundidade de desgaste. Neste exame, a área traçada a ser avaliada foi dividida em dez partes, sendo os traçados centrais (quatro a seis) utilizados na verificação de abrasão e os traçados oito e nove utilizados para a averiguação do comportamento frente ao atrito. Uma análise microscópica também foi procedida. Uma análise de regressão foi aplicada para correlacionar os

resultados de abrasão com diferentes avaliações clínicas. A menor abrasão foi evidenciada pelo amálgama sem diferenças com quatro resinas compostas avaliadas, de partículas menores. Como resposta ao processo de atrição, o desgaste apresentou maior magnitude para o amálgama e as resinas de micropartículas e híbridas de partículas pequenas quando comparado à abrasão. Quanto aos demais compósitos, não houve diferença entre os dois processos. As resinas de partículas maiores apresentaram maior resistência ao desgaste localizado. Houve correlação dos resultados dos dois procedimentos às avaliações clínicas selecionadas. O esmalte antagonista apresentou menores modificações quando opostas às resinas de partículas menores.

Para avaliar a textura da superfície de um compósito escovado com dentifrícios clareadores, **WHITEHEAD et al.**¹²⁹, em 1996, submeteram a resina de micropartículas Silux Plus a ação de três diferentes dentifrícios clareadores: Rembrandt, Pearl Drops e Cilinomyln, além da Colgate Regular. Vinte e cinco corpos-de-prova de 5,5mm x 3mm foram obtidos cobertos com matriz de poliéster e aleatoriamente divididos em cinco grupos. Para cada pasta, as amostras foram escovadas manualmente com a escova Reach da Johnson & Johnson por 60 segundos com intervalo de uma hora, oito vezes ao dia por cinco dias, totalizando 40 minutos de escovação com carga de aproximadamente 0,404kg. Após cada escovação, as unidades foram lavadas em água corrente e armazenadas em água a 37°C. O aparelho Perthometer S8-p realizou as leituras das superfícies antes e após o teste em três diferentes parâmetros: Ra (média aritmética dos valores absolutos obtidos a partir da linha central), Rz (média das alturas de picos e vales da extensão de cinco amostras consecutivas dentro da extensão de medição, utilizada para descrever o grau de rugosidade da superfície da amostra) e Rpm. (principal valor das profundidades de nivelamento de extensão de cinco amostras consecutivas). O índice Rpm.:Rz foi calculado sendo de interesse por retratar a forma do perfil das superfícies. Acima de 0,5 indica uma forma pontiaguda e inferior a este valor indica um perfil arredondado. Nas avaliações em Rz e R.p.m., os parâmetros das superfícies escovadas com Pearl Drops e Clinomyn apresentaram alterações de textura de superfície em relação às outras pastas e o controle ($p < 0,05$), sem

modificações significantes quanto ao índice R.p.m.:Rz em todos os grupos testados. Ao microscópio eletrônico de varredura, estrias longitudinais típicas na direção da escovação foram encontradas, independente do dentífrico utilizado. Os autores encontraram uma diferença de textura em todas as amostras submetidas a escovação, alertando quanto à propensão de propagação de fendas durante movimentos de carga vertical durante a mastigação ao se concentrarem nos defeitos internos da restauração. No entanto, isto deve-se mais ao fator rigidez do material que propriamente da superfície pós-escovação.

Partindo de diferentes tratamentos de superfície de resinas compostas, **ONO⁹⁴**, em 1997, avaliou o comportamento após escovação simulada *in vitro* das resinas fotopolimerizáveis Herculite XRV, Z100 e Tetric. Para cada material, foram confeccionados 56 corpos-de-prova de 8mm de diâmetro x 2mm de espessura, obtidas pela técnica incremental. As amostras foram armazenadas em estufa a 37°C e umidade relativa de 100% por 24 horas. A cada oito amostras de um compósito, um tratamento diferente foi dado. Um grupo foi tomado como controle, apenas com a tira de matriz, sem tratamentos posteriores. Os grupos A, B e C receberam o acabamento com brocas de 30 lâminas e os grupos D, E e F foram tratados com pontas diamantadas F, FF. Em seguida, deu-se o polimento das amostras: os grupos A e D foram polidos com Enhance + Prisma Gloss, os grupos B e E polidos com abrasivos de silicone Viking (cinza e verde) + Gel e os grupos C e F polidos com discos Sof-lex (fino e extrafino). Para o ensaio de escovação, metade de cada grupo foi submetido à escovação apenas com água destilada e foram consideradas controle. A outra metade foi escovada com a associação do dentífrico Kolynos Super Branco. Foram utilizadas máquina de escovação Elabor, escovas Oral-B 30, com a velocidade de 250 movimentos por minuto durante duas horas, totalizando 30.000 ciclos por amostra e carga axial de 200g. Para a avaliação dos resultados um perfilômetro Prazis-Rug-3 registrou os valores em Ra. Foi calculada uma média de quatro leituras em posições diferentes passando pelo centro geométrico da amostra, antes e após cada procedimento. Pela análise estatística dos resultados e fotomicrografias realizadas, concluiu-se que independente do compósito, as que foram obtidas a partir da tira de poliéster apresentaram-se mais lisa, mesmo após a

escovação com água e com água e dentífrico. A maior média de rugosidade superficial foi obtida quando utilizada as pontas diamantadas F, FF + abrasivos de silicone Viking e gel + dentífrico, em todas as resinas avaliadas. A escovação com dentífrico produziu resultados mais críticos em todos os casos em restaurações polidas mecanicamente.

AZEVEDO; CATRAMBY; FRANCO⁷, em 1997, investigaram a profundidade de polimerização de resinas compostas por diferentes aparelhos fotopolimerizadores em diferentes intensidades. Uma associação de testes de raspagem e dureza superficial foi utilizada nesta mensuração. Para tal, um disco de dureza Demetron correspondente a dureza de Barcol 75 sob pressão constante sobre o espécime foi aplicado como referência. Os autores concluíram pelos resultados obtidos que existe uma relação de profundidade de polimerização com intensidade de luz, sem no entanto haver diferenças estatisticamente significantes entre os aparelhos fotopolimerizadores avaliados, com intensidade oscilando entre 100 e 500mW/cm², apesar da sugestão de intensidade superior a 200mW/cm² por parte dos fabricantes.

Em 1998, **FERREIRA et al.³⁸** propuseram a avaliar as resinas híbridas Tetric, Prisma TPH, Z100 e Glacier para a análise de desgaste de acordo com a rugosidade superficial encontrada antes e após a escovação. Dez amostras de cada grupos foram submetidas a 100.000 ciclos. Todos os materiais testados apresentaram aumento na rugosidade final, sendo em ordem crescente, Prisma TPH, Glacier, TPH e Z100, com diferenças estatisticamente significantes entre as resinas Prisma TPH x Tetric, Prisma TPH e Z100 e Z100 e Glacier.

Em 1998, **DOMENE²⁸** determinou o comportamento de diferentes cimentos de ionômero de vidro (CIV) e compômero pelo método da escovação, pela quantificação da perda de massa. Com escovas de cerdas macias (Colgate macia) e dentífrico Colgate, simulou-se a escovação totalizando 100.000 ciclos. Foram considerados dois métodos de manipulação, manual e mecânica (pré-dosado em cápsula) para cada um dos materiais estudados: Vidrion R (CIV convencional), Vitremer (modificado por resina) e Variglass VLCC (resina composta modificada por

poliácidos ou compômero), utilizando uma lamínula a fim de obter melhor lisura. A pesagem foi realizada em uma balança analítica Sartorius. Ao final da simulação da escovação, todos os materiais apresentaram perda de massa, sendo esta sempre maior quando manipulado manualmente, independente do tipo de ionômero. Em ordem crescente de desgaste, encontramos: Variglass (manual), Variglass (mecânica), Vitremer (mecânica), Vitremer (manual), Vidrion R (mecânica) e Vidrion R (manual).

O efeito da composição do monômero na resistência à abrasão por escovação laboratorial foi investigada por **KAWAI; IWAMI; EBISU**⁷⁰, em 1998, pela análise por perda de massa. Sete diferentes compósitos experimentais, utilizando Bis-GMA, UEDMA (uretano dimetacrilato), TMPT (trimetilol propano trimetilmecacrilato) e TEGDMA (trietilenoglicol de dimetacrilato) foram misturados. A absorção de água foi controlada para que não interferisse na avaliação. Após duas semanas de armazenagem a seco, foram submetidos ao ensaio totalizando 100.000 movimentos. As composições a base de TMPT- TEGDMA apresentaram maior resistência. As resinas compostas por Bis-GMA e UEDMA melhoraram a resistência quando do acréscimo de TEGDMA. Foi constatada a relação da resistência à propriedade de dureza.

MOTTA et al.⁹¹, em 1998, analisaram o conteúdo abrasivo de 12 dentifrícios, procurando classificá-los em diferentes graus de abrasividade: baixa, média e alta. Cada dentifrício foi pesado e repetidamente processado de modo a eliminar o sabão, possivelmente o sulfato de lauril, através da água e filtragem à vácuo. Ao final, o tratamento utilizou-se de água e álcool etílico para a filtragem. Os resíduos obtidos foram secos em estufa a 45°C por duas horas e pesados. Pela fórmula $A = \frac{P2}{P1} \times 100$, onde A= abrasividade percentual, P1= peso inicial da amostra e P2 = peso final após a dessecação, foram calculadas o grau de abrasividade correspondente a cada dentifrício. Os dentifrícios Kolynos Fresh, Tandy Kolynos F2, Close-up refrescante, Colgate anti-tártaro, Sensodyne apresentaram baixa abrasividade (menor que 20%); Close-up white, Kolynos branco demonstraram abrasividade média (20,5 a 30%) e Phillips, Colgate MFP e Signal foram classificados como

dentifrícios de alta abrasividade (maior que 30%). Os autores apontaram para o fato de que a ação de um abrasivo pode ser alterado quando utilizado em conjunto com outro abrasivo ou incorporado dentifrício.

PRESTON¹⁰³, em 1998, elaborou uma revisão dos dentifrícios e sua evolução. Os dentifrícios mais remotos eram constituídos por vegetais, resíduos e parte de corpo de roedores. Em 1890, o real papel dos dentifrícios foi definido a partir da teoria de Miller (acidogênica). Dentifrícios de usos mais específicos também foram desenvolvidos como os de uso infantil, para fumantes, dessensibilização dentinária. O autor relembra o primeiro simpósio realizado pela American Dental Association em 1953 sobre a ação terapêutica do dentifrício, que definiram este produto como uma substância utilizada associada a uma escova dentária para promover a limpeza de superfícies acessíveis dos dentes. Ademais ao flúor, agente anticariogênico, alvo da maioria dos estudos sobre dentifrícios e marco de sua evolução, outros constituintes básicos devem ser citados: água, componentes ativos, abrasivos, detergentes, agentes de ligação, umectantes, aromas, conservantes e espessantes. Quanto aos abrasivos são mais comumente utilizados nas pastas dentais o carbonato de cálcio, a sílica e o fosfato dicálcio para remoção de manchas. As características ideais dos abrasivos incluem uma relativa ação inerte, relativa baixa dureza intrínseca e distribuição adequada e tamanho de partículas que promovessem baixa abrasividade ao dente. É necessário que um abrasivo limpe adequadamente, mas sem produzir desgaste inaceitável. Dependendo do abrasivo, o mesmo pode se apresentar incompatível com outro constituinte, por exemplo, o carbonato de cálcio na presença de fluoreto de sódio, por se tornar insolúvel, ou pode apresentar-se também como antiácido, com potencial anticariogênico. A cada fórmula, novas preocupações surgem a serem investigadas, para comprovar sua eficiência sem prejuízos, como os atuais dentifrícios contendo bicarbonato de sódio.

O acúmulo de *Streptococcus mutans* em resinas compostas fotopolimerizáveis e amálgama foi investigado por **ZALKIND et al.**¹³⁷, em 1998. Nove amostras por grupo foram realizadas, nas dimensões de 5mm de diâmetro por 3mm de altura. As resinas compostas foram obtidas a partir de uma superfície em

contato com uma tira de Mylar. Superfícies de esmalte humano também foram testadas. Os grupos constituídos de resina foram 6: A- Durafill (micropartícula) contra uma tira de Mylar, B- Durafill contra uma tira de Mylar, pontas diamantadas de acabamento e discos Sof-lex, C- Durafill contra uma tira de Mylar, brocas de tungstênio e discos Sof-lex. Os grupos D, E e F são semelhantes aos grupos A, B e C nesta ordem, diferindo apenas no material, Visio-Fill, de macropartículas. Os grupos de amálgama (Silmet) foram divididos em dois grupos: G- brunidos com instrumento manual e H- brunidos e polidos com Kit para amálgama. As superfícies de esmalte foram polidas com pedra-pomes. O crescimento de bactérias nas diferentes superfícies foi determinado por medição da turvação (densidade óptica). Os meios de cultura foram trocados diariamente por quatro dias. As análises foram feitas por espectrofotometria. A ordem decrescente de densidade óptica obtida foi: H, G, I, A, E,D,C e B. Foram constatadas diferenças estatísticas nos resultados. O grupo H foi estatisticamente diferente comparado aos grupos D, E e F. Entre os grupos H e C também houve diferença. Não houve diferença entre o esmalte e as resinas compostas. Também não houve diferença entre os dois tipos de resina composta.

Uma situação laboratorial foi desenvolvida por **FERRACANE; CHOI; CONDON**³⁷, em 1999, para testar a resistência à abrasão e à atrição de resinas compostas "condensáveis", comparadas a duas resinas compostas de multi-uso presentes no mercado (Heliomolar e Z100). Foram testadas as resinas Alert, SureFil, Solitaire, Pyramid esmalte e Pyramid dentina. Foram obtidos espécimes que após 24 horas de estocagem em água a 37 °C foram polidos com papel de carbide de sílica nº 600, seguido de óxido de alumínio e pasta diamantada. Para o teste, uma carga de 20N, finalizada com uma carga de 80N foi aplicada completando-se 50.000 ciclos, tendo-se opostamente ao espécime, um contato com a superfície de esmalte de dentes humanos extraídos e polidos com óxido de alumínio. Uma pasta abrasiva foi interposta nos testes para a realização da abrasão. Na avaliação dos resultados, foram realizadas leituras nas superfícies perpendiculares à direção da abrasão e atrição, calculando-se a média destas leituras. A abrasão verificada variou entre 7 e 31µm para as resinas compostas "condensáveis". A resina Pyramid dentina

apresentou o maior grau de abrasão. A atrição variou de 20 a 50µm e novamente a resina Pyramid dentina apresentou valores maiores frente ao processo de atrição. Com exceção da resina Z100, os demais materiais apresentaram valores de atrição mais altos que comparados aos seus valores correspondentes ao processo de abrasão. A resina Solitaire apresentou valores altos de desgaste denotando propriedade mecânicas mais pobres. O esmalte apresentou desgastes semelhantes quando trabalhados nas superfícies de Pyramid esmalte, Solitaire, SureFil e Heliomolar. Facetas mais evidentes foram encontradas quando do contato com as resinas Alert, Pyramid Dentina e Z100. Ao microscópio eletrônico de varredura, os padrões encontrados foram semelhantes, em geral apresentando maior rugosidade nas resinas Alert e Pyramid dentina. De forma geral, os valores de atrição foram maiores que os valores de abrasão. Pelo estudo, esta nova categoria de resinas não parece demonstrar comportamento diferente das resinas usualmente utilizadas em dentes posteriores, sendo de performance semelhante.

Uma comparação da resistência à abrasão entre diferentes amálgamas dentais, cimentos restauradores e uma resina composta híbrida foi realizada por **GIL et al.**⁴² em 1999. A abrasão e a corrosão foram abordadas como conseqüências indesejadas por parte do desgaste de materiais restauradores. O desgaste poderia ser decorrente de processo fisiológico, patológico, profilático ou por procedimentos de acabamento. O estudo foi realizado por um teste de dois corpos, correlacionando com a resistência à fratura também testada. No teste de abrasão, um equipamento simulou um desgaste por atrito com tecido de esmeril a uma velocidade de 40r.p.m. e carga de 1kg. Os espécimes foram submetidos à estocagem em saliva a 37°C e pH 6,7. A abrasão foi determinada pela rugosidade superficial em Ra e por perda de volume, através da medição do peso, tendo-se o conhecimento da densidade do material após 24 horas e um mês. Pelas propriedades estudadas, o amálgama se mostrou mais maleável que os demais materiais, minimizando a ocorrência de fraturas. Na análise em MEV realizada, observou-se a formação de rupturas nestas superfícies por não ocorrer a acomodação do material, ao contrário das observações do amálgama. Também se observou a ocorrência de corrosão nas superfícies de amálgama, o que não foi constatado em superfícies não metálicas avaliadas. A

menor rugosidade foi observada em superfícies de materiais metálicos. Foi verificada maior rugosidade de forma crescente na seguinte ordem: amálgama de partículas mistas (0,14 μ m), de partículas esferoidais (0,15 μ m), de partículas irregulares (0,19 μ m), cimento de poliacrílico de zinco (0,19 μ m), resina composta híbrida (0,22 μ m), cimento de ionômero de vidro (0,41 μ m). Houve uma correlação entre a perda de material em volume e a rugosidade superficial. Quanto maior a perda, maior a rugosidade.

Uma comparação de desgaste de algumas marcas de resinas compostas fluidas e "condensáveis" foi realizada utilizando a resina Z100 como controle em um estudo realizado por **DANG; SARRETT**²⁰, em 1999. Utilizando cascas de sementes de milho e arroz, uma mistura foi preparada para promover o desgaste de oito amostras de cada material submetidas a 250K revoluções. O desgaste foi medido em μ m. SureFil e Alert apresentaram as maiores resistências ao desgaste (34,7 e 33,9 μ m respectivamente) e semelhantes à resina controle (28,0 μ m) que se demonstrou superior a todas as resinas testadas. A resina composta "condensável" Solitaire apresentou valores intermediários. As resinas fluidas apresentaram menores resistências, não sendo indicadas em áreas expostas a desgastes localizados.

Algumas propriedades mecânicas das resinas compostas "condensáveis" foram avaliadas por **RUDELL et al.**¹⁰⁷ em 1999. As resinas avaliadas foram SureFil, Solitaire, Alert, Exp. Condensable em comparação à resina híbrida Herculite. Após uma semana de armazenamento em água a 37°C, dez amostras de cada material foram submetidas ao desgaste *in vitro*, dentre outros testes realizados: resistência à compressão, resistência a tração diametral, resistência à fratura, módulo flexural e dureza. Em ordem crescente de desgaste Herculite (5 μ m), SureFil (9 μ m), Alert (11 μ m), Exp. Condensable (17 μ m) e Solitaire (19 μ m). A resina híbrida apresentou a menor média de desgaste sem diferenças estatísticas com a resina SureFil. Pelos demais testes verificados, os resultados demonstraram similaridade de

comportamento das diferentes marcas de resinas compostas "condensáveis" com a resina híbrida testada.

Na intenção de se avaliar o comportamento frente ao desgaste de resinas compostas "condensáveis", **SUZUKI**¹¹⁹, em 1999, comparou as resinas SureFil, Alert modificada, Alert e Solitaire a uma resina híbrida controle, Prisma TPH. Foram realizadas sete restaurações classe I em molares humanos extraídos e planejados. Após as restaurações, foram polidas com lixa 600 e submetidas ao ensaio com um simulador de desgaste, sob uma carga de 75N, realizando-se 400.000 ciclos para o desgaste generalizado e 100.000 ciclos para o desgaste localizado e de esmalte. Foram confeccionadas sete amostras por grupo. O desgaste foi medido por um perfilômetro. As resinas SureFil e Alert modificada apresentaram o menor desgaste generalizado e localizado, opostamente à resina controle. A resina Solitaire apresentou menor abrasividade, embora tenha demonstrado valores consideráveis de desgaste. Pelos resultados, algumas resinas compostas "condensáveis" apresentaram melhor comportamento de desgaste em comparação à resina controle, apesar de um potencial de abrasividade semelhante.

A rugosidade de algumas resinas compostas foi avaliada por **CARDOSO et al.**¹⁵, em 2000. As resinas testadas foram Z100, Alert, Alert nova fórmula, Solitaire, Sculp- it, Definite, Pyramid enamel, Pyramid Dentin, Filtek P-60, P-250 e SureFil. Os três espécimes de cada resina foram armazenados em água destilada por 24 horas e posteriormente submetidos ao tratamento de polimento com um dispositivo mecânico, seguido do sistema Viking e de pastas de polimento Poli I e II e Foto gloss com escovas de Robinson. A análise foi procedida quantitativamente por um perfilômetro (Mitutoyo-Surf Test 301) em escala Ra (µm). As resinas compostas "condensáveis" acusaram variada diferença de rugosidade superficial.

LATTA et al.⁷³, em 2000, avaliaram o desgaste localizado e generalizado de algumas resinas compostas: Filtek P-60, Z250, Esthet-X e Prodigy, confeccionando-se dez amostras de cada material e submetendo a 400.000 ciclos. As análises realizadas foram quantitativas, pela mensuração por perda de volume e

profundidade máxima de desgaste observado. As resinas Filtek P-60 e Z250 não demonstraram nenhuma diferença entre si quanto a perda de volume, apresentando comportamento superior aos demais compósitos testados. A resina Prodigy apresentou maior profundidade, seguida das resinas Esthet-X, Z250 e Filtek P-60 em ordem decrescente de profundidade registrada. As resinas demonstraram após o teste, uma diferença no comportamento frente ao desgaste localizado.

RAMOS et al.¹⁰⁴, em 2000, avaliaram a rugosidade superficial de resinas compostas para dentes posteriores. Foram utilizados quatro espécimes (12 x 12 x 2mm) de cada uma das seis resinas compostas "condensáveis" (SureFil, 3M Filtek P-60, Synergy Compact, Prodigy Condensable, Solitaire e Pyramid), duas resinas compostas convencionais (Herculite XRV e Prisma TPH) e uma resina experimental (R30). Os espécimes foram fotopolimerizados por 60 segundos de cada lado. Uma amostra de cada material foi polimerizado contra uma tira de matriz de celulóide e não polida, as demais foram tratadas com o kit Enhance. Após o polimento, os espécimes foram acondicionados em água destilada a 37°C por 48 horas. Para a leitura da superfície foi utilizado um aparelho a laser sem a necessidade de contato, totalizando seis leituras por espécime. As leituras foram registradas em Ra, Rz e Rp. Para uma análise qualitativa, foram realizadas fotografias de MEV. Os resultados do estudo foram submetidos à análise estatística e constataram que a resina experimental demonstrou o menor valor de rugosidade superficial e a resina Filtek P-60, o maior valor. Com exceção das resinas Solitaire e Filtek P-60, não se verificou diferenças estatísticas entre as resinas "condensáveis" e as resinas tradicionais estudadas. As resinas obtidas a partir da matriz sem o polimento posterior apresentaram os melhores resultados. Em MEV foram verificadas diferenças relacionadas ao tamanho das partículas, forma e distribuição.

A influência da variação de resina (esmalte ou dentina) e a fonte fotopolimerizadora foi investigada por **TANOUE; MATSUMURA; ATSUTA**¹²¹, em 2000, utilizando a resina Artglass. Para cada grupo de espécimes a serem analisados foram obtidas cinco unidades. Na avaliação da influência da variação de resina, uma fonte de lâmpada estroboscópica de xenônio UniXS foi utilizada. Na

verificação do tipo de fonte, foram testadas com espécimes de resina de esmalte, três diferentes fontes: Hyper LII (), Labolight LV-II (fluorescente) e UniXS. Estes dois aspectos foram avaliados através da escovação simulada em laboratório, utilizando dentífrício Colgate Fluoriguard contendo abrasivo de hidróxido de alumínio, obtendo-se uma mistura com água de 1:1. Escovas dentais Oral-B 40 de cerdas macias promovendo uma carga de 350g foram usadas no experimento a 140 ciclos por minuto, totalizando 20.000 ciclos por grupo avaliado. Após o teste foram tomadas cinco medidas de rugosidade perpendiculares à direção da escovação e calculada a média. A análise por perda de material de forma vertical também foi quantificada. Na comparação entre as variações de resina, os valores obtidos para o tipo de resina para esmalte apresentou comportamento superior (32,08µm e 1,00µm de abrasão e rugosidade) comparado à resina para dentina (42,02µm e 1,23µm). Os resultados também mostraram diferenças em função da fonte fotopolimerizadora, sendo os melhores resultados obtidos pelo LII (23,89µm e 0,80µm) seguido de UniXS e LBL (36,43µm e 1,77µm). O tipo de resina para esmalte apresentou melhor comportamento que o para dentina frente à abrasão provavelmente em função da maior quantidade de sílica presente. Pelo estudo também foi concluído um melhor comportamento da resina quando do uso de uma fonte de alta intensidade de luz, resultando em uma dureza superior e mais resistente à abrasão.

Pela perda de massa e rugosímetro, foram determinados o desgaste e a textura superficial de cimentos ionoméricos utilizados como selante por **RIOS**¹⁰⁶, em 2000. A abrasividade de dois dentífrícios (Sorriso/pasta e Tandy/gel) foi simultaneamente averiguada. Os materiais empregados foram Fuji Plus (cimentante), Ketac Molar (restaurador convencional) e Vitremer (restaurador modificado por resina), sendo este último preparado na proporção pó:líquido segundo o fabricante (1:1) e experimentalmente diluído (1/4:1). Um selante resinoso (Delton) foi utilizado como controle. respectivamente, comparando-se os valores anterior e posteriormente ao teste de escovação simulada em laboratório, completando-se 100.000 ciclos para cada interação material x dentífrício. Os valores

obtidos foram submetidos a ANOVA a dois critérios, constatando-se diferenças que foram analisadas pelo teste de Tukey. A abrasividade do dentífrico Tandy foi semelhante a do Sorriso. Vitremer diluído e Fuji Plus apresentaram maior desgaste. Quanto à rugosidade, Vitremer diluído e Fuji Plus apresentaram maiores alterações quando do uso da pasta Sorriso em comparação ao gel Tandy. Nos demais grupos, a ação foi semelhante em relação ao dentífrico aplicado. Os resultados demonstraram uma leve interação nos dois comportamentos estudados.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

Este trabalho propôs-se a avaliar o desgaste por abrasão decorrente da escovação simulada de cinco diferentes marcas comerciais de resinas compostas "condensáveis" em comparação a uma resina composta de partículas micro-híbridas e uma de micropartículas, por análise da alteração de massa e da textura superficial. O estabelecimento de uma correlação direta entre os dois métodos de avaliação também foi proposto.

4 Material e métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

No presente trabalho foram avaliadas sete resinas compostas.

O quadro abaixo (Figura 4.1) apresenta os nomes comerciais, fabricantes, número de lote, cor selecionada, validade e abreviaturas adotadas dos compósitos utilizados.

Produto	Fabricante	Lote caixa	Lote cápsula/ Bisnaga	Cor	Validade	Abreviatura Adotada
Z100 Restorative	3M, Sumaré	8004	8004	A 2	2001-04	Z
Silux Plus	3M, Sumaré	5702	5702	U	2001-10	SP
SureFil	Dentsply Ind. e Com. Ltda, Petrópolis, RJ	980910	980910	A	2001-09	Su
Solitaire	Heraeus/Kulzer GmbH; Germany	30	30	A 20	2001-05	So
Alert	Jeneric Pentron Incorporated Wallingford, USA	N15	N15AB	A 2	2000-07	A
Prodigy Condensable	Sds Kerr, Orange CA	905558	905015	A 3	2001-03	PC
Filtek P-60	3M, Sumaré	25089	8100	A 3	2002-04	P-60

FIGURA 4.1- Produtos utilizados, respectivos fabricantes, números de lote, cores prazos de validade e abreviaturas

Pela análise do quadro seguinte (Figura 4.2), pode-se observar o nome comercial, tipo de carga inorgânica, matriz orgânica, porcentagem de carga e tamanho médio de partículas das cinco resinas compostas compactáveis, a resina híbrida e a de micro-partículas como controles.

Material	Carga inorgânica	Matriz orgânica	Porcentagem de carga	Tamanho médio de partícula
Z100 Restorative	Zircônia Sílica	Bis-GMA TEGDMA	84,5% em peso 71% em volume	máximo de 4,5µm)
Silux Plus	Sílica	Bis-GMA TEGDMA	52% em peso 40% em volume	0,04µm (0,01 a 0,09 µm)
SureFil	Vidro de flúor alumínio-boro- silicato de bário	Bis-GMA TEGDMA	84% em peso 60 % em volume	0,8µm
Solitaire	Vidro flúor alumínio boro- silicato de bário (26%), dióxido de silício (30%), vidro de flúor silicato de alumínio (5%)	Bis-GA Monômero Acrilatos multifuncionais	65% em peso 90% em volume	2-20µm
Alert	Vidro de boro- silicato de bário, sílica, dióxido de silício	Bis-GMA PCDMA Grupos de dimetacrilatos, fibras vítreas	84% em peso	0,7µm
Prodigy Condensable	Borosilicato de bário alumínio, sílica coloidal	Bis-GMA RCA (aditivo reológico)	80% em peso e 62% em volume	0,6µm
Filtek P-60	Zircônia Sílica	Bis-GMA Bis-EMA UDMA	83% em peso 61,7% em volume	0,01µm a 3,5µm, com tamanho médio de 0,6µm

FIGURA 4.2- Composição das resinas compostas utilizadas

Todas as resinas compostas utilizadas são fotopolimerizáveis e estão disponíveis no mercado nacional (Figura 4.3).

FIGURA 4.3- Apresentação comercial das resinas utilizadas

Para o teste de escovação, o dentífrico Colgate MFP (Colgate-Palmolive, Co., Osasco-SP) foi escolhido por ser consumido em larga escala no comércio nacional, apresentando em sua composição o carbonato de cálcio como agente abrasivo.

A composição do dentífrico é apresentada a seguir (Figura 4.4):

Monofluorofosfato de sódio (1500ppm)

Carbonato de cálcio

Lauril sulfato de sódio

Umectante, espessante, composição aromática e água

FIGURA 4.4- Composição básica do dentífrico Colgate MFP

Este dentífrico é classificado como de média abrasividade⁸. As escovas de dente Colgate Classic infantil (Colgate-Palmolive, Co., Osasco-SP) apresentam cerdas de nylon de pontas arredondadas, com oito tufo nas duas fileiras periféricas e nove tufo na fileira central, constituindo um total de três fileiras de tufo. O dentífrico e a escova utilizados são apresentados na Figura 4.5.

FIGURA 4.5- Escova Colgate Classic e pasta Colgate MFP

4.2 Métodos

4.2.1 Obtenção do molde

Um cilindro metálico de dimensões de 5mmx3mm foi obtido, realizando-se um orifício com broca esférica em uma das superfícies planas. Centralizando este cilindro em meio a um tubo plástico oco, a silicona industrial RTV 3110/Reforplás foi utilizada para que se realizasse a moldagem deste cilindro, obtendo-se um molde que viria a servir de matriz para a obtenção das amostras (Figura 4.6).

FIGURA 4.6 - Molde de silicona (A) com orifício central de 5mmx3mm para obtenção das amostras (B)

4.2.2 Confecção das amostras

Nesta fase, os procedimentos foram realizados em uma sala especial de acordo com a especificação 27 da ADA² para restaurações diretas com resina composta, mantendo uma temperatura de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$, a qual foi controlada por um termômetro e regulada por um condicionador de ar Admiral Royal springer Refrigerator AS., Brasil e com umidade relativa de ar $50\pm 10\%$, ajustada pelo desumidificador OAS,S, modelo OD-300 - 1 série.

As amostras de todas as resinas compostas a serem testadas foram obtidas a partir do molde de silicone industrial previamente obtido.

As resinas compostas utilizadas como controle, Z100 e Silux Plus bem como as resinas compostas Solitaire e Filtek P-60 foram inseridas no interior do molde, com o auxílio de uma seringa do tipo centrix, e acomodadas com espátulas de inserção apropriadas, (Hu-Friedy, mini 1 e 3, USA). A resina composta Prodigy Condensable foi inserida por pontas individualizadas, comercialmente apresentadas. A resina Alert foi acomodada com dispositivo semelhante a um porta amálgama e condensada com instrumento apropriado (Jeneric Pentron, Black 1/2, England), promovendo a compactação do material. Após a inserção das resinas compostas, as mesmas eram cobertas com uma tira de poliéster (TDV Dental Ltda, Santa Catarina) e sobre esta era aplicada uma lâmina de vidro (Corning mexicana, S.A., 25 x 75mm espessura de 0,8-1,1mm) exercendo-se leve pressão digital e procedendo-se a polimerização por 60 segundos, utilizando-se um aparelho fotopolimerizador (3M Curing Light XL 1500/ 3M Dental, modelo 5518AA, 100-240V~, 50/60Hz, Canada, série X 101856) por luz halógena (Lamp. 52W, 10V).

Especial atenção foi dada nesta etapa no sentido de se minimizar a contração e o estresse gerados durante o processo de polimerização das resinas compostas. A fonte de luz foi incidida a distância de 2cm da superfície das amostras nos primeiros 10 segundos e aproximando em seguida, entrando em contato com a superfície da lâmina de vidro, complementando-se os 50 segundos finais da fotopolimerização. Ao ser removido do interior do molde, sucedeu-se a polimerização da superfície oposta da amostra da mesma forma. A intensidade da luz era controlada por um

radiômetro^{43,87,133} (Curing Radiometer: Model 100 P/N - 10503/ Demetron Research Corp.), permanecendo na faixa entre 400 e 500mW/cm².

Após uma hora a partir da obtenção das amostras, eram realizados os procedimentos de acabamento e polimento das superfícies a serem avaliadas. Foram utilizados discos de lixa Sof-lex (3M do Brasil Ltda., Sumaré)^{58,123} de forma seqüencial, da maior para a menor granulação, dispondo-se das quatro granulações, grossa, média, fina e superfina de abrasivo à base de óxido de alumínio, perdurando aproximadamente 10-15 segundos por granulação. O polimento foi realizado em baixa rotação, com o uso de um contra-ângulo (KAVO), com pequena pressão manual e sem refrigeração^{18,26,123}. Entre uma granulação e outra, as amostras foram lavadas em água corrente com a finalidade de remover resíduos do material abrasivo anterior. Este sistema foi selecionado por possibilitar uma superfície mais próxima do ideal quando da necessidade de polimento^{18,33,130}.

No caso específico da resina Alert, foi realizado posteriormente ao acabamento o condicionamento com ácido fosfórico a 37% em gel por 20 segundos, e após lavagem e secagem, procedeu-se à aplicação do selante de superfície Protect-it com pontas aplicadoras descartáveis (Microbrushes) que acompanham o material e a polimerização, conforme instruções do fabricante.

4.2.3 Determinação da massa inicial

Após os procedimentos de acabamento e polimento dos corpos-de-prova, os mesmos foram pesados em uma balança analítica Sartorius (tipo 2002, fabricada pela Sartorius- Werke A.G., Alemanha, número de fabricação 147359, com capacidade máxima de 1000g e precisão de 0,0001g). A cada intervalo de 24 horas, uma nova pesagem foi realizada até que se verificasse uma estabilidade da massa do corpo-de-prova, aguardando-se um período para a ocorrência de sorção de água, propriedade verificada deste material^{1,47}. Quando eram obtidos valores estáveis após cinco pesagens consecutivas, era registrada a média como valor inicial da massa (MI).

Nesta etapa de pesagem, as amostras foram secas com papel absorvente de celulose descartável (Grand Hotel, Klabin Kimberly S.A., Mogi das Cruzes) e

manipuladas com pinça clínica universal, evitando-se contato com as mãos, o que poderia contaminar a amostra com oleosidade ou outras substâncias indesejáveis, capazes de interferir no resultado.

4.2.4 Determinação da rugosidade superficial inicial

As leituras da rugosidade superficial foram realizadas através do aparelho Hommel Tester T1000 (Hommelwerke, GmbH, Alte Tuttinger Strebe 20. D-7730 VS-Schwenningen), uma unidade portátil (Figura 4.7) acionada por corrente elétrica. O dispositivo de leitura LV15 era acoplado à uma base metálica (Figura 4.8) e, com esta adaptação, eram eliminados os riscos de vibrações indesejadas, conseguindo-se a padronização das leituras, sem a influência de possíveis variações de pressão manual exercida pelo operador. As leituras eram tomadas de forma a passar pelo centro da superfície de cada amostra, em sentido rotacional, de forma livre e aleatória^{94,124}, totalizando cinco leituras, das quais eram obtidas a média considerada como valor inicial¹²³. Regiões onde era nítido algum tipo de irregularidade foram desconsideradas, procurando-se áreas visivelmente de maior regularidade.

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

Os parâmetros escolhidos foram:

T mínima = $0,01\mu\text{m}$ L_t = $1,5\text{mm}$ L_m = $1,25\text{mm}$

T máxima = $08,00\mu\text{m}$ L_c = $0,25\text{mm}$ (cutt-off)

Sendo:

T = tolerância (valores extremos a serem considerados nas leituras)

L_t = limite de tracejamento (extensão real percorrida pela ponta apalpadora)

L_m = limite de medição (extensão considerada na leitura)

L_c = cut-off (filtragem, minimizando a interferência de ondulação da superfície)

A ponta ativa consiste de uma ponta de diamante de alta precisão (HOMMELWERKE, D-7730.VS., Schwenningen, W. Germany, Art. Nr.224160, 100 5 90} 1.6, série 502185, Fab. 56579, Daten noch DIN 4772).

FIGURA 4.7- Rugosímetro Hommel Tester T1000

FIGURA 4.8- Dispositivo de leitura (A) acoplado à base metálica (B) para correta leitura pela agulha (C)

Durante o período de determinação dos valores iniciais de massa e de rugosidade superficial, as amostras foram acondicionadas em água deionizada a 37°C por aproximadamente 15 dias.

4.2.5 Procedimentos de abrasão

Para a realização dos testes de abrasão, foi utilizada uma máquina de escovação (Figura 4.9) adaptada pelo Professor Dioracy Fonterrada Vieira¹²⁶, em 1960, um dos pioneiros no âmbito nacional a utilizar este método.

A máquina de escovação é constituída por uma base metálica sólida e pesada sobre a qual existem seis recipientes metálicos. Os corpos-de-prova eram encaixados com ajuda de cera utilidade em matriz de resina acrílica autopolimerizante (JET- Artigos odontológicos Clássico Ltda., São Paulo), permitindo boa adaptação ao recipiente metálico.

FIGURA 4.9- Máquina de escovação utilizada nos testes de escovação simulada e seus componentes: A- base sólida de metal; B- recipiente metálico; C- sistema de correias; D- extremidade do braço; E- conta-giros

No teste propriamente dito, ou seja, durante a simulação de escovação do material, observou-se a necessidade de posicionar os corpos-de-prova de forma a estarem salientes em relação à matriz de resina acrílica^{13,47,54,113}, permitindo melhor atuação das cerdas das escovas (Figura 4.10), eliminando qualquer interferência. Apesar das matrizes acrílicas terem apresentado desgaste suave no teste piloto, estas foram substituídas a cada ciclo de escovação por material testado.

FIGURA 4.10- Posicionamento dos corpos-de-prova, observando-se saliência em relação à base de resina acrílica e paralelismo entre os corpos-de-prova e as fileiras de cerdas

Sobre a base metálica existe um motor ligado por meio de uma chave conectora, recebendo corrente elétrica alternada de 110 volts, que através de um sistema de correia e duas polias proporciona o movimento de um virabrequim; quatro barras cilíndricas, duas em cada lado do virabrequim, que são unidas a este por um lado e pelo outro às barras as quais se fixam três suportes para três escovas do lado direito e três do lado esquerdo. Cada braço apresenta um dispositivo na sua extremidade que permite a fixação da ponta ativa de uma escova dental por dois parafusos enquanto que a outra extremidade mantém-se fixa ao eixo principal seguindo os mesmos movimentos. As duas barras movimentadas pelo virabrequim acionam as escovas em uma só direção e em dois sentidos, com amplitude de deslocamento de 3,8cm.

A extremidade que mantém fixa a escova dental fica alojada no interior de uma das cubas metálicas destinadas a receber o corpo-de-prova. O posicionamento das cerdas foi ajustada paralelamente à base do recipiente contendo o dentifrício. Ao movimentar-se, promove um deslizamento da escova sobre o corpo-de-prova.

Para o registro do número de movimentos, um conta-giros padrão foi acoplado sobre a base metálica da máquina, sendo ativado por uma haste ligada ao suporte da escova.

A velocidade de escovação correspondente foi de 374 ciclos por minuto. Foi considerado como um ciclo o movimento completo de vai-e-vem da escova dental.

Os corpos-de-prova foram submetidos a 100.000 ciclos, totalizando um tempo aproximado de 4 horas e 45 minutos de escovação.

A parte ativa das escovas de dente utilizadas era separada do cabo para que pudesse ser adaptada ao suporte do braço da máquina de escovação, promovendo uma carga de 200g.

O creme dental era pesado e diluído no interior de um becker com água deionizada, de acordo com a especificação da ISO⁵⁹, na proporção de 1:2, ou seja, para cada 50g do creme dental eram utilizados 100g de água deionizada, em balança Sauter K1200 (August Sauter GmbH, D-7470, Albstadt 1- Ebingen, Typ K 1200, Nr 322 237). O preparo da solução era realizado imediatamente antes da sua utilização, com a finalidade de se preservar suas características⁵⁴. Monitorou-se o pH da solução durante o tempo de teste por meio do pHmetro (modelo B 371, MicroNal S.A, São Paulo, Série 32/11), sendo registrado um valor de 8,5, sem variações significantes.

A mistura pasta/água foi constantemente reposta durante o teste uma vez que, com a movimentação das escovas, observou-se extravasamento considerável da mesma.

Na primeira bateria de testes eram colocados à esquerda metade dos corpos-de-prova de um grupo e, do lado direito, a outra metade. Ao atingir 50.000 ciclos, a máquina de escovação era desligada e as posições dos corpos-de-prova invertidas, ou seja, os que estavam à esquerda foram colocados à direita. Este procedimento permitiu que os corpos-de-prova sofressem a ação de outra escova de dente.

4.2.6 Limpeza das amostras

Após o término da escovação, as amostras eram cuidadosamente removidos do interior da matriz de resina acrílica dentro dos recipientes metálicos e imediatamente lavados em água corrente, seguros com uma pinça clínica. Em seguida, os mesmos eram colocados no interior de um aparelho de vibração ultrassônica (Tempo ultrasonic ind. Com. LTDA, Taboão da Serra- SP, mod. T-14) cujo compartimento central foi preenchido com água deionizada, permanecendo por 10

minutos para que as partículas abrasivas do creme dental fossem removidas das superfícies das amostras testadas.

4.2.7 Determinação dos valores finais de massa e de rugosidade superficial

Procedeu-se a secagem com papel absorvente para posterior determinação dos valores finais de peso e rugosidade, à mesma maneira que os valores iniciais.

Neste período de avaliação, permaneceram imersos em água deionizada no interior de vidros individualizados e identificados a temperatura de 37°C.

4.2.8 Microscopia eletrônica de varredura

Este procedimento foi realizado com finalidade ilustrativa. Para tal, os corpos-de-prova foram obtidos da mesma maneira e com as mesmas características àqueles submetidos ao teste de escovação simulada. Um elemento de cada resina composta, nas diferentes condições, isto é, antes e após a escovação, foi fixado às bases de latão com base de esmalte (Risqué, Niasi, Taboão da Serra, SP) e metalizado (Hammer VI-sputtering system- ANATECH LTD, Alexandria, E.U.A.) com partículas de pó de ouro, possibilitando observações ao microscópio eletrônico de varredura (JEOL JSM T220A, Japão). As fotomicrografias foram registradas com filmes NEOPAN SS 120, fine grain (FUJI PHOTO FILM CO., LTD, Tokyo, Japan) com 500x de aumento.

4.2.9 Forma de análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise estatística para a verificação de diferenças ou não entre os grupos, em relação à alteração de massa e rugosidade superficial, utilizando o programa Statistica versão 5.0. Quando submetidos à ANOVA (análise de variância) a um critério (material), foram verificadas diferenças entre os grupos quanto ao desgaste e variações de rugosidade superficial. O teste de Tukey ($p < 0,05$) foi aplicado para verificação das diferenças encontradas entre os materiais.

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Desgaste- perda de massa

Na Tabela abaixo (Tabela 5.1) são apresentados os valores das médias de massa antes e após o teste de escovação obtidos de cada material.

TABELA 5.1- Valores das médias das massa (g) antes e após a escovação

Material	MI (DP)	MF (DP)	D (DP)
Su	0,1282 (0,0058)	0,1277 (0,0062)	0,0005 (0,0007)
A	0,1510 (0,0122)	0,1502 (0,0122)	0,0008 (0,0003)
Z	0,1251 (0,0044)	0,1237 (0,0043)	0,0015 (0,0003)
P60	0,1353 (0,0050)	0,1335 (0,0050)	0,0018 (0,0023)
So	0,1031 (0,0051)	0,1015 (0,0053)	0,0015 (0,0004)
PC	0,1299 (0,0050)	0,1279 (0,0049)	0,0020 (0,0006)
SP	0,0912 (0,0034)	0,0897 (0,0035)	0,0015 (0,0006)

MI- média da massa inicial

MF- média da massa final

D- diferença

DP- desvio-padrão

A análise de variância sobre a variação de perda de massa em porcentagem mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre os materiais estudados ($F=5,478$; $p<0,01$).

FIGURA 5.1- Gráfico representativo da variação de massa (%) das resinas compostas testadas após o experimento. As colunas demarcadas pela mesma linha representam valores sem diferenças estatisticamente significantes.

TABELA 5.2- Variação percentual de perda de massa e análise estatística

Material	Variação(%)	DP	Tukey*
Su	0,382	(0,562)	A
A	0,519	(0,179)	A
Z	1,157	(0,267)	A B
P-60	1,313	(0,167)	A B
So	1,506	(0,448)	B
PC	1,550	(0,471)	B
SP	1,695	(0,662)	B

*Letras iguais indicam não haver diferenças estatisticamente significantes

SureFil e Alert apresentaram a menor porcentagem de variação na perda de massa, 0,383 e 0,52% respectivamente. As maiores variações foram verificadas pelas resinas Solitaire (1,51%), Prodigy Condensable (1,55%) e Silux Plus (1,70%).

As resinas Z100 e Filtek P-60 demonstraram valores intermediários, sendo constatados perdas de substância na ordem de 1,16% e 1,31% respectivamente.

5.2 Rugosidade superficial

5.2.1 Análise quantitativa

Segue-se os valores das médias das leituras registradas pelo rugosímetro Hommel Tester T1000 (Tabela 5.3).

Através da análise de variância sobre a alteração de rugosidade superficial após a escovação, foram constatadas diferenças estatisticamente significantes entre os materiais estudados ($F=10,278$; $p<0,01$).

TABELA 5.3- Diferenças entre os valores das médias iniciais e finais das rugosidades (μm) antes e após a escovação

Material	RI (DP)	RF (DP)	D (DP)	Tukey
PC	0,206 (0,056)	0,194 (0,080)	-0,012 (0,058)	A
So	0,323 (0,103)	0,276 (0,059)	-0,047 (0,103)	A
Z	0,366 (0,119)	0,301 (0,070)	-0,065 (0,142)	A
A	0,419 (0,151)	0,492 (0,294)	0,073 (0,327)	A
P-60	0,189 (0,047)	0,284 (0,077)	0,095 (0,090)	A
SP	0,234 (0,054)	0,391 (0,092)	0,158 (0,116)	A
Su	0,342 (0,111)	0,812 (0,318)	0,470 (0,336)	B

RI- média da rugosidade inicial

RF- média da rugosidade final

D- diferença

DP- desvio-padrão

FIGURA 5.2- Gráfico das diferenças entre os valores das rugosidades superficiais (μm) antes e após o teste de simulação de escovação

FIGURA 5.3- Gráfico de variação da rugosidade superficial (μm) das resinas compostas testadas após a escovação

As resinas compostas apresentaram variações quanto à rugosidade superficial após a escovação simulada (Figuras 5.2 e 5.3). A ordem crescente de variação em valor absoluto foi Prodigy, Solitaire, Z100, Alert, P60, Silux Plus e SureFil. Apenas a resina SureFil apresentou diferença estatisticamente significativa em relação às demais resinas compostas. Houve a verificação na diferença de comportamento das resinas compostas frente ao processo de abrasão realizado. As resinas Prodigy, Solitaire e Z100 apresentaram uma superfície mais lisa que a inicialmente encontrada. Já as demais resinas apresentaram um aumento de rugosidade ao final do teste.

FIGURA 5.4- Gráfico representativo dos valores de rugosidade final das resinas compostas, após a realização da escovação simulada

Pelos valores constatados e após a análise estatística, observa-se que a resina SureFil apresentou a maior rugosidade superficial. Sem diferenças estatísticas, as resinas Prodigy Condensable, Solitaire, Filtek P-60, Z100 e Silux Plus apresentaram a menor rugosidade sem diferenças estatísticas entre si. A resina Alert

foi a segunda mais rugosa, porém sem diferenças quando comparadas às resinas Solitaire, Filtek P-60, Z100 e Silux Plus.

Quando submetido ao teste de correlação de Pearson, não foi verificado a existência de correlação entre a massa e a rugosidade superficial ($p < 0,05$).

$r = -0,184$, $p = 0,094$

5.2.2 Ilustração qualitativa

Amostras representativas de cada material testado, previamente e após a escovação, apresentaram características particulares quando analisadas em microscópio eletrônico de varredura. Através da análise das figuras a seguir, pode-se observar as alterações superficiais sofridas após a escovação simulada de cada resina composta testada.

FIGURA 5.5- Fotomicrografia da resina composta SureFil polida com discos Sof-lex, antes da escovação (Ra 0,342µm)

FIGURA 5.6- Fotomicrografia da resina composta SureFil polida com discos Sof-lex, após a escovação (Ra 0,812µm)

FIGURA 5.7- Fotomicrografia da resina composta Alert polida com discos Sof-lex, antes da escovação (Ra 0,419µm)

FIGURA 5.8- Fotomicrografia da resina composta Alert polida com discos Sof-lex, após a escovação (Ra 0,492µm)

FIGURA 5.9- Fotomicrografia da resina composta Z100 polida com discos Sof-lex, antes da escovação (Ra 0,366µm)

FIGURA 5.10- Fotomicrografia da resina composta Z100 polida com discos Sof-lex, após a escovação (Ra 0,301µm)

FIGURA 5.11- Fotomicrografia da resina composta Filtek P-60 polida com discos Sof-lex, antes da escovação (Ra 0,189µm)

FIGURA 5.12- Fotomicrografia da resina composta Filtek P-60 polida com discos Sof-lex, após a escovação (Ra 0,284µm)

FIGURA 5.13- Fotomicrografia da resina composta Solitaire polida com discos Sof-lex, antes da escovação (Ra 0,323µm)

FIGURA 5.14- Fotomicrografia da resina composta Solitaire polida com discos Sof-lex, após a escovação (Ra 0,276µm)

FIGURA 5.15- Fotomicrografia da resina composta Prodigy Condensable polida com discos Sof-lex, antes da escovação (Ra 0,206µm)

FIGURA 5.16- Fotomicrografia da resina composta Prodigy Condensable polida com discos Sof-lex, após a escovação (Ra 0,194µm)

FIGURA 5.17- Fotomicrografia da resina composta Silux Plus polida com discos Sof-lex, antes da escovação (Ra 0,234 μ m)

FIGURA 5.18- Fotomicrografia da resina composta Silux Plus polida com discos Sof-lex, após a escovação (Ra 0,391 μ m)

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

6.1 Da metodologia

Um dos maiores desafios encontrados na Odontologia diz respeito à resistência ao desgaste tanto dos substratos dentários, isto é, esmalte e, por vezes dentina e cimento quando expostos, além dos materiais restauradores^{44,48,61,120;131}.

O aumento da expectativa de vida da população provocou uma mudança no perfil dos pacientes, esperando-se maior longevidade dos elementos dentários e das restaurações presentes^{11,60,70}. Desta forma, a tecnologia dos materiais odontológicos deve estar avançando no sentido de proporcionar melhores resistências na garantia de maior tempo de vida útil.

BISHOP et al.¹¹, 1997, consideram o desgaste como um dos maiores desafios atuais, associando-o também ao estilo de vida e aspectos culturais que podem criar hábitos que levem à maior incidência.

O desgaste é definido por MILLER⁸⁸ como perda de substância dentária ou do material restaurador, sem considerar o fator etiológico especificamente. Para JONES; JONES; WILSON⁶⁴, 1972, o desgaste, apesar de parecer familiar, é de difícil conceituação, estando associado à perda progressiva de substância da superfície de um corpo por ação mecânica.

Muitos são os tipos de desgaste que ocorrem na cavidade bucal: abrasão, atrição, erosão e abfração^{11,52,53}. A maior dificuldade de se representar e avaliar tais comportamentos, mesmo *in vitro*, é o fato de que, para cada um destes processos, vários outros fatores associados estão envolvidos. O desgaste é um processo complexo, dificultando um modelo laboratorial de investigação completo⁸³. Deste modo, as investigações são normalmente realizadas de forma fragmentada, procurando-se criar condições mais próximas às encontradas clinicamente.

Particularmente, a abrasão⁶⁴ é classificada como a remoção progressiva de material da superfície de um sólido por ação de corte de um material abrasivo. Este processo pode ser resultante de agentes etiológicos distintos, como esforço mastigatório^{48,101}, movimentação do bolo alimentar durante mastigação⁷¹ e escovação dentária^{11,44,84,131}.

Vários autores^{1,14,19,32,74,76,78,84} investigaram metodologias capazes de retratar cada processo o mais realístico possível, fazendo comparações com avaliações clínicas. Estas são consideradas de grande relevância na investigação real das consequências do desgaste¹²⁹.

No entanto, trabalhos laboratoriais são de extrema importância por analisar cada fator isoladamente³². O trabalho clínico se depara com os fatores tempo e reprodutibilidade^{52,84,101}.

Para os dentes posteriores, o desgaste oclusal é de grande interesse, sendo a área mais exposta e sujeita à maior influência destes fatores, como carga oclusal, abrasão pelo bolo alimentar e escovação dentária¹⁹.

As análises clínicas de mensurações quantitativa e qualitativa são muitas vezes efetuadas por métodos indiretos, através da duplicação de modelos^{74,122,125}. No entanto, na avaliação *in vitro*, detalhes de desgaste são obtidos com maior precocidade e capacidade de comparação em intervalos de tempo diferentes, acompanhando o fenômeno a longo prazo.

Na literatura são encontradas diversas formas para a avaliação de desgaste, tanto quantitativa como qualitativa: microscopia eletrônica de varredura^{1,24,32,52,54,65,66,92,111,113}, perfilômetro^{15,24,47,52,69,76}, perda de material (massa, volume, espessura)^{1,32,47,64,73,82,85,106,113,119,126}, perda de reflectância de luminosidade¹¹³ e uso de isótopos radioativos^{13,46}. Esta vasta quantidade de trabalhos demonstra a inquietação que existe no meio odontológico em relação à resistência ao desgaste de materiais restauradores.

Neste contexto, o presente estudo avaliou o comportamento de resinas compostas "condensáveis" frente ao processo de desgaste. Esta categoria de resinas compostas foi lançada no mercado odontológico com a proposta de ser utilizada na região posterior, esperando-se melhores propriedades mecânicas. A resistência ao desgaste deveria ser superior à dos compósitos híbridos convencionais, utilizados nesta região, segundo as informações dos fabricantes, uma vez que a carga e a matriz orgânica sofreram modificações. Com a finalidade de se avaliar a resistência ao desgaste destes materiais, foi proposto o experimento através de escovação simulada, comparando-se a quantidade de desgaste através

da alteração de massa e da rugosidade de superfície, em relação a duas resinas compostas utilizadas como controle (microhíbrida e microparticulada).

A escovação foi realizada através da ação mecânica da escova associada à ação do componente abrasivo do dentífrico selecionado, o carbonato de cálcio, sendo a escovação o principal fator de desgaste⁵⁶.

A escovação é um método que utiliza três elementos, isto é, cerdas das escovas, pasta e superfície da resina composta. Este procedimento envolve qualquer área livre onde as cerdas das escovas possam atuar, atingindo áreas anteriores e posteriores. Desta forma, este tipo de desgaste pode ser comparativo entre qualquer material restaurador dental, podendo-se ampliar às comparações com outros trabalhos em relação a diversos materiais.

O papel da escovação dentária é indiscutível, proporcionando inúmeros benefícios na higiene oral^{13,20,51,103}, constituindo um dos principais responsáveis pelo declínio de cárie mundial, desde que seu uso foi associado aos dentífricos fluoretados⁸. Além disto, auxilia na promoção de polimento^{63,114} e remoção de manchas¹¹⁷. STOOKEY; BURKHARD; SCHEMEHORN¹¹⁷ demonstraram que a abrasividade está intimamente ligada à capacidade de remoção das manchas. Uma ação polidora existe, associada ao abrasivo, contribuindo para uma superfície lisa, como demonstrado em estudo de REDMALM; RYDEN¹⁰⁵.

No entanto, esta ação benéfica é acompanhada por inconvenientes como o desgaste provocado no substrato escovado^{44,131}, existindo a necessidade de se buscar um equilíbrio entre a máxima limpeza e mínimo desgaste^{13,51,53,103,111,112}.

Grande contribuição no conhecimento da influência de vários fatores relacionados à abrasividade se deve a HARTE; MANLY^{49,50}, e DE BOER; DUINKERKE; ARENDS²² como tipos de escovas dentárias, marcas e consistência de cerdas, diluição, abrasivo e interações.

HEATH, WILSON⁵² empregaram em seus estudos um condicionamento anterior da escova, saturando-se em água, na intenção de minimizar modificações das cerdas após a absorção de água. O mesmo cuidado é recomendado por HEFFERREN⁵⁴. No entanto, acredita-se que este procedimento seja desnecessário, uma vez que a força exercida na escovação se encarrega de provocar algum grau de alteração, naturalmente encontrado na condição clínica. HEATH, WILSON⁵²

demonstraram não haver necessidade de troca de escovas se o número de ciclos não ultrapassar 450.000 ciclos. Para SKINNER; PHILLIPS¹¹⁴, 1962, a consistência da escova não é significativa se não estiver associado ao dentífrico, verdadeiramente responsável pela abrasão.

A eleição do dentífrico Colgate MFP e das escovas de cerdas de nylon macias Colgate Classic deve-se à representatividade de sua utilização pela população brasileira, de acordo com as recomendações de SAMUEL¹⁰⁸ além destes terem sido utilizados em estudos correlatos. O dentífrico em questão, composto pelo carbonato de cálcio, é largamente utilizado nas diversas marcas comerciais mundiais de pastas dentais.

A constante renovação da solução permitiu que o material não se sedimentasse, o que poderia provocar precipitação dos abrasivos e redução da real abrasividade da solução^{52,80,113}. Enquanto ASHMORE; VAN ABBE; WILSON⁴ não verificaram a influência da diluição do abrasivo, o oposto foi verificado por HARTE; MANLY^{49,50}. HEATH, WILSON^{52,53} aplicaram uma metodologia onde o dentífrico era progressivamente diluído, no entanto para o presente trabalho, foi seguida a indicação da ISO⁵⁹, ou seja, em solução aquosa na proporção constante em peso de 2:1 de água e dentífrico.

O pH também poderia ser um fator de variação e de interferência por ação química⁶², mas pelo monitoramento constante realizado não houve modificação do mesmo, permanecendo na média de 8,5, independente do grupo analisado, eliminando-se esta possível interferência. Cada dentífrico tem sua melhor atuação de acordo com o pH inicial apresentado⁹⁵, o que foi observado para o dentífrico Colgate, permanecendo em meio alcalino. Por apresentar caráter anfótero pela presença do detergente em sua formulação (lauril sulfato de sódio), o meio alcalino favorece sua ação de limpeza⁹⁵. BASTOS, et al.⁸ lembram que o dentífrico fluoretado à base de monofluorofosfato de sódio age preferencialmente em pH alcalino ou neutro, dadas às propriedades deste sal de flúor, não interferindo no processo de desgaste⁹³.

Um dos maiores desafios está em comparar os trabalhos existentes. Mesmo quando a metodologia é bastante semelhante, são inevitáveis as diferenças de detalhes, como o número de ciclos de escovação e o tempo correspondente

considerado, em função da carga aplicada, medida de extensão do movimento, velocidade e demais parâmetros⁴⁸. Para HEATH; WILSON⁵³, 20.000 ciclos equivaleriam a 10 meses de escovação, enquanto que para KANTER, KOSKI, MARTIN⁶⁹ 21.600 ciclos corresponderiam a cinco anos. DE GEE; HARKEL-HAGENAAR; DAVIDSON²³ associaram 2.600 ciclos por hora correspondendo a um mês de desgaste. JONES; FISHER; WILSON⁶³ associaram 60.000 ciclos a 18 meses de escovação. VAN DIJKEN; RUYTER¹²³ identificaram 8.000 ciclos duplos a 22 ciclos por dia em um ano. BULL et al.¹³ destacam três considerações fundamentais: o material abrasionado, o método abrasivo e o método de mensuração empregados. A diferenciação deste itens determinará maior realidade ou não de condição de teste em relação ao comportamento a ser avaliado⁵¹. O número de ciclos e a pressão exercida são consideradas por STOOKEY; MUHLER¹¹⁶ e HEATH, WILSON⁵³ DE BOER; DUINKERKE; ARENDS²².

O tipo de abrasivo, sua distribuição e dureza estão intimamente relacionadas ao desgaste provocado^{4,13,22,64,91,94,96,112,116}. JONES; FISHER; WILSON⁶³, através de teste laboratorial, observaram um desgaste 4 a 5 vezes maior para as resinas microparticuladas em relação às resinas convencionais quando do uso de dentífrícios de maior abrasividade. Para pastas de menor abrasividade, esta abrasão apresentou em nível de cerca de duas vezes. Também observaram que quanto maior a perda de estrutura de resinas compostas após a abrasão por escovação, maior a rugosidade final observada. Este achado foi relacionado ao fato de que maior quantidade de matriz orgânica teria sido desgastada, restando maior quantidade de partículas de forma a protruírem na superfície. Ainda em relação às partículas de abrasivo, DE BOER; DUINKERKE; ARENDS²² verificaram por comparação de partículas de carbonato de cálcio e de óxido de alumínio, maior influência do tamanho da partícula, constatando maior índice de desgaste quando do uso de abrasivo de partículas maiores. PRAMPERO, et al.¹⁰², atribuem o desgaste à associação que se dá entre escovas e abrasivos presentes nos dentífrícios. Como há imensa variação de cada um destes fatores, a sua associação também resultará em diversos resultados, tornando difícil uma padronização.

Autores como HARTE; MANLY^{49,50} demonstraram comportamento menos agressivo quando do uso de escovas de consistência macia, recaindo o maior grau

de desgaste quando da interação com o abrasivo escolhido. DE BOER; DUINKERKE; ARENDS²² constataram maior desgaste (1,4 vezes) quando do uso de escovas de cerdas mais rígidas em comparação às macias, independentemente do abrasivo. VIEIRA¹²⁶ demonstrou a importância não das cerdas de forma isolada, mas a existência de interação entre tipo de cerda e de abrasivo. No entanto, autores como DYER; ADDY; NEWCOMBE³⁰, em 2000, afirmam que a consistência de cerdas macias facilitaria a retentividade de agente abrasivo, dada a sua maior ou menor flexibilidade, acarretando em maior abrasão ao final do procedimento de escovação.

Clinicamente, a condição da escova exerce influência no desgaste. KUNERT⁷², em 1992, ao avaliar a qualidade de escovas dentárias obteve resultados assustadores, encontrando grande variedade de formas de pontas ativas das escovas, grande disparidade do número de cerdas por tufo numa mesma escova, irregularidade de nivelamento do grupo de cerdas de modo geral, diferentes planos de corte, com diferentes alturas das cerdas e acabamento deficiente com farpas residuais. Estas características exercem influência quando da aplicação no processo de escovação, diminuindo a eficácia e provavelmente produzindo diferentes ações sobre o substrato escovado. Ainda em relação às escovas dentárias, PEREIRA⁹⁸, ao analisar o desgaste das cerdas das escovas, observou uma variação individual considerável, acreditando que o tempo de substituição entre uma escova e outra varia, mas que deve ocorrer aos primeiros sinais visíveis de desgaste. DALY; CAMERON²⁰ também realizaram uma análise do efeito da escovação dentária e o tempo associado na manutenção da eficácia quanto à remoção de placa dentária. Na literatura, este tempo de substituição também não está homogeneamente estabelecido, e, por isso, concorda-se com a afirmação de PEREIRA⁹⁸.

Na condição clínica, maior variação pode decorrer em relação à técnica de escovação e frequência a serem considerados^{22,34,69}, presença de saliva, anatomia dentária, etc^{27,54,63,124}. O desgaste ainda é resultante da associação da abrasão e fadiga dos contatos intermitentes intrabucais⁸⁵. LEINFELDER; BEAUDREAU; MAZER⁷⁶ afirmaram que as falhas mecânicas associadas à degradação de compósitos posteriores é de grande complexidade.

A interferência da velocidade da escovação também é verificada por DE GEE; HARKEL-HAGENAAR; DAVIDSON²³ constatando que, quanto maior a velocidade, maior o desgaste provocado. Estes autores também verificaram que, quanto maior o tempo de envelhecimento da resina, melhor a resistência, provavelmente devido ao aumento na conversão dos monômeros residuais.

A vulnerabilidade de material por ação química dos componentes do dentifrício pode afetar sua resistência e daí a importância desta colocação^{62,114,132}. Um tempo de exposição das resinas compostas, por período exagerado de teste pode, dada à presença de solventes, provocar amolecimento de superfície, favorecendo um desgaste que clinicamente não seria verdadeiro (HEATH; WILSON; 1974).

A metodologia aplicada procurou seguir os padrões utilizados rotineiramente na realização de um procedimento restaurador com os materiais propostos. Sendo assim, os detalhes das confecções dos corpos-de-prova a armazenagem até a execução dos testes foram padronizados, em semelhança aos passos clínicos.

Assim, uma das principais preocupações concentrou-se na fase de polimerização. Como as resinas compostas são polimerizadas a partir de monômeros, uma reação inicial efetiva com geração mínima de estresse é desejada. Este zelo garante boa porcentagem de conversão dos monômeros, proporcionando propriedades mecânicas melhoradas. O controle da intensidade de polimerização por distância pode ser averiguada na literatura como opção ao controle direto da intensidade no próprio aparelho de fonte de luz^{100,133}. DE GEE; HARKEL-HAGENAAR; DAVIDSON²³ demonstraram a influência da polimerização e do polimento dado às superfícies na resistência ao desgaste de resinas compostas, ou seja, quanto melhor a polimerização, maior a resistência. MCKINNEY; WU⁸⁶ também sugerem que a fotopolimerização com grau de conversão adequada seria importante no aumento da resistência do material, minimizando a penetração e difusão de substâncias químicas capazes de atuarem no sentido de reduzir as propriedades do material. PIRES et al.¹⁰⁰ apontam que a profundidade de polimerização é afetada por vários fatores como a intensidade da luz, exposição e distância da ponta. A garantia de uma polimerização mais completa proporcionaria melhor resistência mecânica do material¹²¹. Sendo assim, estes autores verificaram que a interação entre a distância

da ponta fotopolimerizadora, a intensidade de luz e o tempo de exposição podem proporcionar profundidade de polimerização satisfatória lembrando-se que, quanto maior a distância, menor o grau de polimerização proporcionado. No entanto, a superfície voltada para a fonte de luz, independente da distância sempre apresentará característica satisfatória, apresentando polimerização adequada. A intensidade entre 400 e 500mW/cm² está de acordo com o intervalo de intensidade avaliado por AZEVEDO; CATRAMBY; FRANCO¹⁰ em 1997.

Além destes aspectos, as características específicas da categoria de materiais restauradores devem ser consideradas¹²³. EHRNFORD, et al.³² apontam os fatores inerentes à resina composta posterior que influenciam no seu comportamento: composição da matriz orgânica; composição das partículas; efetividade do agente silano; tamanho, distribuição, forma e volume das partículas, tamanho e localização da cavidade; magnitude, localização e direção das forças oclusais, grau de polimerização e técnica clinicamente aplicada. Esta preocupação foi reforçada por EHRNFORD³¹. Além destes fatores, HEATH; WILSON⁵¹ acrescentam a uniformidade da mistura, espessura do espécime, polimento da superfície, método de estocagem e metodologia aplicada.

HEATH; WILSON^{52,53} comentaram a necessidade de se manter as amostras de compósito estocadas em água por um período mínimo sete dias, alcançando maior estabilidade dada à sorção de água e liberação de monômeros residuais.

Vários trabalhos realizaram a medição do desgaste através da mensuração da massa dos corpos-de-prova após atingirem peso constante a seco, isto é, dessecando em estufa e sílica gel, descartando a influência da absorção de água sofrida pelo material. No entanto, nesta pesquisa não foi seguido esse processo, pelo fato de que a secagem pode interferir nas propriedades reais do material, consequentemente alterando a sua suscetibilidade à abrasão⁵⁴. LUGASSY; GREENER⁸² compararam a resistência à abrasão de resinas compostas nas condições de peso constante a seco e pela técnica úmida, verificando a diminuição na resistência quando o material era dessecado. A metodologia de mensuração da perda de material é semelhante à utilizada por AKER¹, onde as amostras eram estocadas em água a 37°C até estabilizarem o peso após a absorção de água sofrida pela resina composta, onde as pesagens eram realizadas a cada 24 horas.

Resultados laboratoriais podem apenas prever o comportamento do material intrabucalmente, confirmado-se apenas após avaliações clínicas a longo prazo^{48,64}.

Uma lisura máxima é desejada, evitando o acúmulo de placa e suas conseqüências, como demonstrado por LINDQUIST; EMILSON⁸¹, principalmente na região posterior, como é o caso da indicação das resinas compostas "condensáveis". Portanto, ao se indicar um material, as propriedades de desgaste e lisura superficial devem ser analisadas conjuntamente e anteriormente à sua indicação.

EHRNFORD³¹ considerou a aparência após o procedimento de escovação como uma propriedade referencial na comparação entre diferentes materiais. CONDON; FERRACANE¹⁹ destacam que apenas um comportamento verificado não basta para prever seu desempenho clínico, devendo em outros experimentos ser complementado e associado à performance clínica. Entretanto, o valor do estudo laboratorial não deixa de ser importante na obtenção de comportamentos frente a diferentes situações intrabucalmente ocorridos.

6.1 Desgaste

A determinação da resistência ao desgaste das resinas compostas "condensáveis" e controles foi realizada pela verificação da alteração de massa.

Este método de determinação de desgaste é contestado por alguns autores como BULL et al., por acreditarem numa dificuldade de acondicionamento, isto é, de controle do material durante o período de mensuração. No entanto, constataram correlação entre a avaliação feita por perda de massa e pela mensuração por radioisótopos. JONES; JONES; WILSON⁶⁴ acreditam que quando houver condições de se detectar a resistência à abrasão por perda de massa, a mesma pode ser aplicada de forma satisfatória. DOMENE²⁸ também realizou a avaliação de desgaste por perda de massa em cimentos ionoméricos submetidos à escovação simulada.

A perda de massa detectada neste trabalho, com variação dos valores encontrados de 0,38 a 1,70%, de acordo com a literatura, pode ser considerada clinicamente insignificante^{44,131}. DOMENE²⁷ aplicando a mesma metodologia, testou resinas híbridas e microparticulada, encontrando desgaste por perda de massa entre 0,08 a 2,82%.

A perda de substância pode acarretar em algumas reações indesejáveis, como a exposição de margens da cavidade^{39,64,67}, abrindo caminho para infiltração marginal de fluidos, bactérias e seus produtos e favorecendo a instalação de cárie recorrente⁹⁰.

Outro aspecto relacionado seria a alteração da forma anatômica^{76,78,90,120}. FONTANA³⁹, 1994 em avaliações de resinas compostas posteriores observaram, em intervalos de quatro e oito anos, crescente falha no contorno, aumentando em 14,64% esta ocorrência. Estes resultados representam uma constante preocupação no sentido de minimizar a perda de material, pois, quando a anatomia é falha, pode provocar alterações de ordem de oclusão e perda de contorno proximal⁸⁵. Uma vez que as resinas compostas "condensáveis" foram desenvolvidas com finalidade de restaurar áreas de região posterior, este aspecto se torna mais exigente.

Uma abordagem mais recente está relacionada à liberação de material, podendo provocar conseqüências decorrentes da toxicidade de constituintes dos compósitos quando difundidos nos tecidos da cavidade bucal^{10,35,127}. Assim como o mercúrio presente em restaurações de amálgama é por vezes, considerado tóxico, a liberação de monômeros e partículas tem sido abordada do ponto de vista biológico. No entanto, respostas conclusivas ainda se fazem necessárias. FERRACANE³⁵, 1994 afirmou que qualquer componente do material restaurador é passível de ser liberado e o maior ou menor grau deste evento pode estar associado ao meio (solubilidade) e características do próprio material (grau de polimerização, tipo de partículas, matriz resinosa, etc). WATAHA, et al.¹²⁷ correlacionaram o risco de toxicidade pela liberação de componentes dos materiais quando associado ao tempo de exposição e quantidade liberada, além da sensibilidade de cada paciente. BIRD¹⁰, ao investigar a liberação de componentes após escovação simulada em selantes resinosos, constatou que qualquer componente liberado seria prejudicial ao organismo. Se existe relação entre quantidade de perda de massa e a toxicidade depende da associação de outros fatores como a qualidade dos componentes liberados. Mais estudos são necessários para determinar a real existência e relação desta abordagem. Obviamente, as demais situações intrabucais deveriam estar relacionadas para considerar o real comportamento destas resinas e a sua

aplicabilidade, bem como a totalidade da associação de demais propriedades de cada material⁶⁴.

De acordo com os resultados encontrados, foi verificada ocorrência de perda de massa após a simulação de escovação em todas as resinas compostas testadas. As resinas SureFil, Alert, Z100 e Filtek P-60 demonstraram desempenho superior em comparação às demais resinas compostas.

Ao se verificar a constituição destas resinas, pode-se observar que estas apresentam maior quantidade de carga em peso em relação às resinas Solitaire, Prodigy Condensable e Silux Plus, uma vez que, quanto maior a porcentagem de carga inorgânica incorporada à resina composta, menor a quantidade de matriz orgânica exposta, sendo a mesma protegida e não desgastada. De forma geral, as composições constituídas por maior quantidade de carga e tamanho de partícula apresentaram comportamento superior⁸⁰. Apesar da maior importância da porcentagem de carga em volume para aumentar a resistência da abrasão, também, notamos pelas fotomicrografias ilustrativas uma distribuição homogênea de partículas, o que favorece esta resistência. A resina Solitaire, apesar da alta porcentagem em volume apresenta uma distribuição demasiadamente heterogênea quanto às suas partículas, como o próprio fabricante afirma ao informar a alta variação que existe no tamanho das partículas constituintes.

Pela comparação dos resultados entre os grupos testes (resinas "condensáveis") e os grupos controles (resinas microhíbrida e microparticulada), foi observado que a resina composta microhíbrida Z100, indicada pelos fabricantes para restaurações posteriores, apresenta comportamento intermediário em relação às resinas compostas "condensáveis". A resina de micropartículas Silux Plus apresentou maior grau de desgaste, confirmando sua contra-indicação em restaurações posteriores sujeitas a grandes esforços mastigatórios.

Quando da observação das figuras de microscopia eletrônica de varredura, algumas características interessantes foram notadas relacionadas ao desgaste das resinas compostas antes e após a escovação.

A resina SureFil apresentou após a escovação, remoção da camada de matriz orgânica, perda de algumas partículas pela observação das lacunas resultantes e

exposição das mesmas, culminando com a alteração de rugosidade (Figuras 5.5 e 5.6).

As mesmas características foram observadas para a resina Alert, apesar da aplicação da camada de selante de superfície Protect-it após acabamento e polimento (Figuras 5.7 e 5.8). Quando observado o tamanho das partículas pelas fotomicrografias, novamente encontra-se dimensões maiores que as divulgadas pelo fabricante.

Provavelmente, o desgaste da Z100 esteja mais relacionado à perda de partículas, como se pode verificar pela maior quantidade de lacunas deixadas pela carga removida. As lacunas apresentam dimensões menores apesar da maior quantidade observada (Figuras 5.9 e 5.10).

As resinas Filtek P-60, Solitaire e Prodigy Condensable apresentaram desgaste intermediário entre as demais resinas testadas e a análise em MEV proporcionou a verificação de um padrão de desgaste mais uniforme, com melhor distribuição das partículas. Nestes casos, a abrasão parece envolver o desgaste da matriz orgânica e a exposição parcial das partículas (Figuras 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15 e 5.16), havendo pouca presença de lacunas.

JORGENSEN; ASMUSSEN⁶⁷, JORGENSEN⁶⁵, JORGENSEN⁶⁶ e MACCHI; BEIGELIS; RIBAS⁸⁴ observaram que a distância entre as partículas teria grande influência na resistência e padrão frente à abrasão. Quando a distância era da ordem de 0,1µm, as partículas protegiam a matriz resinosa no processo de desgaste, geralmente obtido quando da presença de micropartículas, caso contrário, a preferência de desgaste da matriz resinosa era sempre verificada.

Contrariamente, esta característica foi marcante ao se observar a superfície da resina controle Silux Plus, demonstrando grande quantidade de lacunas, indicativas de desprendimento de partículas (Figuras 5.17 e 5.18). As observações microscópicas parecem estar de acordo com os resultados quantitativos.

VAN GROENINGEN¹²⁵ obteve resultados semelhantes quanto ao desgaste laboratorial, observando maior desgaste pela resina sem carga e de carga convencional em relação ao apresentado pela resina de micropartículas. DE GEE; HARKEL-HAGENAAR; DAVIDSON²³, através da mensuração por perda de volume com o uso de perfilômetro, constataram maior perda por parte das resinas

microparticuladas. HARRINGTON⁴⁷ também observou menor desgaste de resinas convencionais, cimento de silicato e amálgama se comparado às resinas de micropartículas. JONES; FISHER; WILSON⁶⁴, por meio de desgaste laboratorial, observaram maior perda de estrutura da resina microparticulada em relação à resina convencional.

YUSA¹³⁶ testou diferentes composições de resinas compostas, variando matriz orgânica, tamanho e quantidade de partículas, em relação à influência destas composições na resistência ao desgaste por escovação simulada. As micropartículas, dependendo de suas interações, poderiam estar relacionadas ao melhoramento ou não da resistência à abrasão. Quando utilizada de forma isolada, apresentou baixa resistência à abrasão por escovação e contribuiu no aumento desta resistência em associação à macropartículas, desde que não estivesse em maior concentração. Os resultados obtidos são coerentes com os encontrados neste experimento, demonstrando a complexidade da interação entre as partículas e suas características.

SWIFT JUNIOR¹²⁰ citou uma variedade de fatores a contribuírem na resistência ao desgaste de resinas compostas fotoativadas: partículas menores, reduzido coeficiente de desgaste entre carga e matriz em comparação às resinas compostas mais antigas, principalmente se comparadas às resinas compostas quimicamente ativadas. Estas últimas resinas apresentavam condições desfavoráveis como o favorecimento de ocorrência de porosidade⁶⁵. SWIFT JUNIOR¹²⁰, em levantamento sobre resistência ao desgaste de compósitos, verificou maior resistência quando a resina era fotopolimerizada, isto porque, dispensando a necessidade de mistura, evitava-se a incorporação de bolhas no corpo das resinas.

SUZUKI; et al.¹¹⁸ analisando diferentes compósitos destinados à aplicação em dentes posteriores, verificou a resistência à abrasão, demonstrando superioridade das resinas microparticuladas de forma esférica, comparando às composições de partículas maiores e irregulares, tanto quanto ao desgaste localizado como generalizado.

A composição da matriz orgânica também age como fator de influência no comportamento das resinas compostas, de acordo com ASMUSSEN; PEUTZFELDT⁵ ao analisarem várias combinações dos principais componentes da

matriz resinosa, Bis-GMA, UEDMA e TEGMA. Verificaram que diferentes proporções destas combinações resultavam em comportamentos diversificados. Com isto, os autores demonstraram a influência da matriz nas propriedades mecânicas dos compósitos, apresentando de maneira geral maior resistência quando da composição por UEDMA. Foi constatada dificuldade de interpretação entre diversos materiais, pois além da matriz, outras características relacionadas à carga inorgânica podem influenciar no desgaste final.

Este fato foi comprovado por KAWAI; IWAMI; EBISU⁷⁰ quando da investigação de diversas composições e misturas de monômeros, constatando a influência das mesmas na resistência à abrasão sob escovação simulada, por verificação da perda de material. Observaram que, quanto maior a dureza proporcionada pela matriz resinosa, maior resistência ao desgaste, e como a matriz orgânica é menos dura que a partícula inorgânica, geralmente a primeira se desgasta em maior intensidade.

As resinas compostas avaliadas neste trabalho apresentam em sua composição o Bis-GMA como principal monômero, estando associado ao TEGDMA nas resinas Z100, Silux Plus e SureFil e ao UEDMA para a resina Filtek P-60. Neste caso, não se pode afirmar nem constatar a superioridade da resina Filtek P-60 por ser composta por UEDMA, pois outros componentes estão associados.

O grau de união entre matriz resinosa e carga inorgânica pode influenciar na resistência à abrasão, ou seja, um embricamento nanomecânico a partir de nanoporosidades criadas nas partículas demonstraram superioridade em relação ao tratamento químico⁸³. Quanto maior este embricamento, melhor a distribuição do estresse provocado pela carga incidente, levando ao melhor comportamento frente ao desgaste provocado. WILSON; HEATH; WATTS¹³⁰ abordaram a susceptibilidade à degradação química das moléculas de união entre as partículas e a matriz resinosa, que favoreciam o processo de desgaste.

Além do desgaste mecânico de uma restauração, o mesmo pode estar associado à influência de ordem química, colaborando na ocorrência de degradação de matriz orgânica. A perda de material parece estar relacionada aos componentes solubilizados no meio aquoso, como no caso presente, ou em solventes orgânicos. SARRETT; RAY¹⁰⁹ constataram aumento do desgaste de compósitos estocados em

água e este fator deve ser considerado nos resultados verificados, uma vez que as amostras desta pesquisa permaneceram armazenadas em água por 15 dias. Os autores citados concluíram que o efeito deletério não se deve à matriz resinosa, mas também ao deslocamento das partículas.

FERRACANE; BERGE; CONDON³⁶ avaliaram a degradação de compósitos à base de Bis-GMA e TEGDMA, quando estocados em água. Houve modesta e limitada redução das propriedades mecânicas das resinas envelhecidas em água, parecendo estar relacionada a absorção de água e, portanto, limitada.

EHRNFORD³² também afirmou que as condições químicas bucais atuam de forma não reproduzida nos testes laboratoriais, podendo apresentar comportamento diferenciado diante desta condição. Intrabucalmente, ocorrem interferências de ordem química dos hábitos da dieta. WU; MCKINNEY¹³² avaliaram a influência química do etanol e ciclohexanona, constatando a ocorrência de amolecimento da superfície pela análise da dureza Vickers, interferindo nas ligações da matriz resinosa. Os resultados demonstraram claramente que esta intercorrência corrobora para aumentar a susceptibilidade ao desgaste das superfícies de resina composta. Portanto, os trabalhos onde se considera apenas o meio aquoso podem estar trazendo resultados subestimados aos encontrados intra-oralmente. Estes mesmos autores⁸⁶, em outro trabalho, avaliaram a influência de diferentes solventes e verificaram que, independente da carga, todas as resinas compostas à base de Bis-GMA apresentaram ocorrência de degradação da matriz resinosa, contribuindo para diminuição da dureza e afetando a resistência ao desgaste provocado em laboratório. Estes achados indicam que qualquer componente proveniente da alimentação pode conter solubilidade semelhante, levando a consequências já descritas neste experimento.

SÖDERHOLM et al.¹¹⁵ também encontraram influência da degradação hidrolítica nas resinas compostas, interferindo na propriedade de resistência abrasiva. Demonstraram que os componentes eram liberados não apenas da superfície, mas também pela subsuperfície. Esta degradação diminui a resistência das resinas estando relacionada com as partículas inorgânicas. Dada a esta degradação, ocorre formação de fendas, vistas ao microscópio eletrônico de varredura, que ao se depararem nas partículas param de se propagar. Se as

partículas se apresentam anguladas, favorecem esta distribuição, aumentando a formação e propagação das mesmas. As resinas de micropartículas apresentaram menor formação destas fendas, em virtude das partículas arredondadas. Foi notada a existência de correlação de liberação de componente por unidade de área da partícula com a formação de microfendas. Os autores também encontraram relação com achados clínicos dos comportamentos verificados. Neste trabalho, não se verificou formação e propagação de fendas.

Como se pode observar, uma enorme variedade, em ação conjunta, pode resultar em diferentes comportamentos para um mesmo material avaliado, dependendo das circunstâncias em que se encontra, tornando difícil a comparação direta entre os diferentes trabalhos.

Pelos resultados de desgaste laboratorial para verificação de desgaste por abrasão (bolo alimentar) e atrição (contato) de resinas compostas "condensáveis" e tradicionais, FERRACANE; CHOI; CONDON³⁷ não encontraram diferenças nas resistências de ambas as categorias, concluindo não se esperar grande superioridade de comportamento da categoria das resinas "condensáveis".

Apesar de não ter sido alvo de investigação deste trabalho, a velocidade de desgaste deve ser considerada. Este fato apresenta correlação clínica, como constatado por LEINFELDER; WILDER JUNIOR; TEIXEIRA⁷⁸, que, por análise quantitativa de três anos, verificaram taxa maior de desgaste nos períodos iniciais. Cerca da metade do desgaste do período inicial foi detectado nos primeiros seis meses, podendo se prever o desgaste do material neste período. Apesar dessas investigações *in vivo* não especificarem o fator ou a associação de fatores de desgaste, parecem demonstrar que, independente do tipo de desgaste, o mesmo é maior em períodos iniciais, em semelhança a avaliações *in vitro*^{47,69,89}.

Os resultados obtidos neste trabalho devem ser considerados nas condições determinadas na realização dos testes, para serem corretamente interpretadas, mediante a influência de fatores externos no comportamento das resinas.

6.2 Rugosidade superficial

A rugosidade superficial é um aspecto relevante a qualquer material restaurador⁶⁸. Uma vez inserido na cavidade bucal, mesmo após o processo de acabamento e polimento, irregularidades se fazem invariavelmente presentes apesar da busca por uma lisura ideal.

Vários estudos buscam por maior lisura de acordo com os instrumentos aplicados^{18,33,40,122}. A utilização da tira de matriz proporciona a melhor e mais adequada lisura superficial⁶⁸. No entanto, na grande maioria das vezes isto não é possível de se verificar clinicamente, uma vez que as restaurações acabam por necessitar de procedimentos de acabamento e polimento^{24,110,123,124,130}.

Esta preocupação com a obtenção de lisura superficial visa minimizar os efeitos como acúmulo de placa, perda de brilho e manchamento. HACHYA et al.⁴⁶ constataram que a precocidade no polimento poderia favorecer o manchamento. As superfícies obtidas apenas pela matriz de poliéster apresentaram maior descoloração final, talvez dada à rica presença de matriz resinosa mais suscetível ao manchamento, quando comparadas clínica e laboratorialmente.

WEITMAN; EAMES¹²⁸ demonstraram a relação entre a rugosidade superficial e o acúmulo de placa dentária. Pela análise em diferentes substratos, constataram que mesmo as superfícies inicialmente mais lisas apresentavam, com o tempo, aumento da rugosidade favorecendo o acúmulo de placa. Portanto, a manutenção de uma superfície lisa por tempo maior seria o ideal e esta é uma das razões de investigação do comportamento de superfície das restaurações. No entanto, com o tempo, o processo de desgaste parece propiciar modificações na textura superficial, o que foi proposto investigar neste trabalho.

De acordo com CARPINETTI¹⁶, a rugosidade de uma superfície é basicamente quantificada por parâmetros relacionados à altura (amplitude) e largura (ou espaçamento) das irregularidades ou por uma combinação desses atributos. O parâmetro Ra (*roughness average*) retrata a média da rugosidade avaliada, considerando-se picos e vales registrados na medida de extensão. Esta medição é largamente utilizada neste tipo de análise⁶ e foi adotada neste trabalho para

proporcionar melhores condições comparativas a outros trabalhos semelhantes^{33,108,112,123,130}.

Por deslizamento de uma agulha de ponta de diamante, as irregularidades de um determinado segmento da superfície são registradas, devendo ser representativas ao restante da superfície analisada. Ainda nesta análise, a escolha de uma escala padrão de filtragem, denominada *cut-off*, deve ser aplicada, evitando que as irregularidades e possíveis ondulações de superfície se sobreponham, interferindo na análise final da rugosidade superficial. Geralmente este filtro corresponde a cerca de 25% do comprimento de medição.

LEITÃO; HEGDAHL⁷⁹ ainda chamam a atenção de que uma mesma medida de Ra pode retratar diferentes padrões de irregularidades, por trabalhar com a média, sendo uma limitação deste padrão de medida.

Desta forma, foi realizada a avaliação qualitativa por microscopia eletrônica de varredura para revelar maiores informações dos valores quantitativos obtidos.

Não raro são realizados estudos quantitativos e qualitativos associados quanto à superfície do material frente a uma resposta ao desgaste sofrido^{19,51,53}. O registro de gráficos poderia ser outro recurso aplicado nesta diferenciação. HEATH; WILSON^{51,53} sugerem o uso da associação de análises quantitativa e qualitativa por MEV para superfícies, principalmente de materiais heterogêneos como são os compósitos dentários. Vários trabalhos aplicaram este recurso para avaliações dessas superfícies^{55, 92,123}.

Na análise microscópica realizada, foi verificado que as superfícies das resinas compostas testadas após os procedimentos de acabamento e polimento apresentaram padrão de rugosidade similar entre elas.

O sistema de discos de óxido de alumínio demonstraram-se superiores em comparação a outros sistemas de acabamento e polimento em vários outros estudos^{122,130}, no entanto, a ocorrência de ranhuras resultantes deste procedimento são comumente inevitáveis, como observado nas figuras correspondentes às resinas compostas avaliadas antes da escovação (Figuras 5.5, 5.7, 5.9, 5.11, 5.13, 5.15). DENNISON; FAN; POWERS²⁴ observaram a presença destes sulcos em superfícies de resinas compostas de micropartículas tratadas com diversas formas de instrumentos convencionais de acabamento e polimento.

Esta mesma característica superficial após os procedimentos de acabamento e polimento utilizando discos e pastas de polimento, foi observado por FOSSEN⁴⁰, onde este autor não verificou diferenças de textura entre as resinas microparticuladas e híbridas. Esta observação está de acordo com SWIFT JUNIOR¹²⁰ e VAN DIJKEN; RUYTER¹²³. Estes autores afirmam que, com o processo de polimento, pode ocorrer o amolecimento da matriz resinosa, formando uma espécie de camada de lama, encobertoando as partículas e promovendo considerável lisura.

Muitos trabalhos demonstram claramente a produção de estrias provocadas pela escovação^{111,124} independentemente do material abrasivo e superfície. MILLER⁸⁸ já detectara a presença de estrias nas superfícies escovadas, independente da escova e do material abrasivo avaliado.

A presença de estrias ou ranhuras provocadas pela ação das cerdas das escovas dentárias é marcante nas resinas compostas após a realização da escovação^{1,22,129}. Nas observações em MEV, verifica-se esta característica em diferentes graus no presente trabalho (Figuras 5.6, 5.8, 5.10, 5.12, 5.14, 5.16, 5.18).

SAMUEL¹⁰⁸ observou que a escova por si só não altera a superfície dos materiais restauradores testados de forma significativa. VAN DIJKEN; STADIGH; MEURMAN¹²⁴ verificaram pouca ação da escovação apenas com água em superfícies de resina composta. DE BOER; DUINKERKE; ARENDS²² demonstraram maior quantidade e intensidade de estrias quando do uso de dentifrícios com abrasivo, mas ainda presentes em composições desprovidas do mesmo. DE BOER; DUINKERKE; ARENDS²² também não constataram índice de desgaste de dentina quando do uso de escova sem associação a algum tipo de abrasivo após 10.000 ciclos.

Nesta pesquisa não foi utilizado um grupo controle com escovação apenas com água, por haver trabalhos na literatura, suficientes em confirmar a ação das cerdas no material, independente do tipo de escova e da solução abrasiva utilizada. PANZERI et al.⁹⁷; VIEIRA¹²⁶, VAN DIJKEN; STADIGH; MEURMAN¹²⁴ observaram estes resultados em seus grupos controles.

Todas as resinas compostas testadas no presente trabalho apresentaram alterações superficiais, como encontrado por diversos autores em diferentes

substratos^{44,93,112}. Estas alterações variaram em ordem crescente de valores absolutos, entre 0,012 e 0,470 μ m.

Prodigy Condensable, Solitaire e Z100 apresentaram comportamento diferente das demais resinas testadas verificando superfícies mais lisas após a escovação simulada. GRABENSTETTER⁴⁵, em 1958 já havia citado a possível ação polidora do dentífrício, o que depende da interação das características do abrasivo às partículas do substrato.

Em ordem crescente, as resinas Alert, Filtek P-60, Silux Plus e SureFil apresentaram aumento na rugosidade superficial, após o procedimento de escovação.

Nas observações microscópicas realizadas neste trabalho, foi verificada a ocorrência de distintos padrões de desgaste identificados por O' BRIEN; YEE JUNIOR⁹² 1- desgaste da matriz resinosa, 2- desprendimento da partícula por falha adesiva entre partícula e matriz, 3- desprendimento da partícula por corte da partícula; 4-falha coesiva da matriz ;5- exposição de bolhas de ar.

A resina Prodigy Condensable apresentou aspecto superficial não muito diferente do aspecto inicial, com relativa lisura superficial, podendo-se notar uma distribuição homogênea de partículas parcialmente expostas. As estrias provocadas pelos discos de acabamento/ polimento parecem minimizadas (Figura 5.16 e 5.17). SAMUEL¹⁰⁸ indica que, quanto mais homogêneo for o material, em termos de similaridade de seus constituintes, maior será a probabilidade de manter ou adquirir uma lisura superficial crescente.

Na análise da resina Solitaire, nota-se após a escovação a presença de estrias, o aspecto de maior lisura de superfície, com poucas partículas e de formato mais regular (Figura 5.14). Em uma simulação laboratorial de desgaste por abrasão por bolo alimentar, FERRACANE; CHOI; CONDON³⁷ observaram ao microscópio eletrônico de varredura diferentes características nas superfícies da resina Solitaire, ora mais lisas, ora mais rugosa. Esta característica mostrou-se evidente no presente trabalho.

Outra resina composta que apresentou-se mais lisa ao final da escovação foi a Z100. Após o teste de escovação, observou-se pouca diferença ao padrão inicial de lisura superficial, com as ranhuras decorrentes dos discos Sof-lex minimizadas

(Figura 5.10). Entretanto, a ocorrência de desprendimento de partículas resultou em depressões que contribuíram na alteração da rugosidade.

Ao serem verificadas as fotomicrografias das resinas Prodigy Condensable, Solitaire e Z100 (Figuras 5.10, 5.14, 5.16), pode-se confirmar que a variação na alteração de superfície antes e após a escovação foi menor em comparação às outras resinas. Talvez este menor índice de variação encontrado se deva ao fato de se ter trabalhado com as médias dos valores de rugosidade, registrando-se valores negativos, isto é, acusando maior lisura superficial após a escovação.

O uso de um selante de resina sem carga⁵³ melhorou o comportamento inicial da resina Alert, mas o desgaste da mesma pela abrasão acabou por expor as partículas, contribuindo na rugosidade superficial posteriormente verificada (Figuras 5.8). Apesar da característica das partículas expostas, a variação na quantificação da leitura parece menor que o esperado, provavelmente devido ao fato da agulha de leitura não demonstrar sensibilidade capaz de identificar estas alterações.

A remoção da matriz orgânica mais superficial da resina Filtek P-60 levou à exposição parcial das partículas, contribuindo para o aumento na rugosidade, porém, dada à distribuição homogênea das partículas, esta alteração atingiu magnitude intermediária (Figura 5.12). VAN DIJKEN; STADIGH; MEURMAN¹²⁴ também observaram após a escovação que as partículas de resinas compostas convencionais e híbridas apresentavam as partículas expostas, contribuindo no aumento da rugosidade superficial, mesmo nas resinas obtidas por matriz de poliéster. Vale ressaltar a diferença de comportamento entre a resina Z100 e Filtek P-60, que pertencem ao mesmo fabricante. Apesar da mesma constituição de partículas, o comportamento diferencial pode estar associado ao formato de partículas, sendo esféricas no caso da Filtek P-60 e irregular na resina Z100. Além disso, há uma diferença de matriz orgânica.

A resina Silux Plus apresentou considerável quantidade de lacunas na superfície após abrasão (Figura 5.18), o que concorda com DE GEE; HARKEL-HAGENAAR; DAVIDSON²³. EHRNFORD³¹ analisou a superfície de resinas convencional, microparticulada e experimental por microscopia eletrônica de varredura após escovação simulada, constatando que a resina microparticulada,

apesar de apresentar-se mais lustrosa, mostrava grande quantidade de lacunas na superfície.

A resina SureFil é composta por partículas irregulares que foram nitidamente expostas após a escovação, aumentando consideravelmente a rugosidade final, com desprendimento de partículas (Figura 5.6). EHRNFORD³¹ afirmou que as resinas compostas que apresentam partículas maiores, invariavelmente apresentarão superfícies mais rugosas com o tempo, independentemente da condição inicial de polimento. VAN DIJKEN, STADIGH; MEURMAN¹²⁴ verificaram a mesma condição.

Os compósitos são materiais heterogêneos e apresentam na grande maioria dos estudos superfície mais rugosa após os testes de abrasão. No entanto, na literatura, KANTER; KOSKY; MARTIN⁶⁹ relataram para uma resina microhíbrida um aspecto mais liso após a escovação simulada. Vários estudos clínicos e laboratoriais demonstraram alterações da superfície com o tempo. SAMUEL¹⁰⁸ observou aumento na rugosidade das resinas compostas testadas.

DE GEE; HARKEL-HAGENAAR; DAVIDSON²³ encontraram invariavelmente aumento na rugosidade superficial das resinas compostas convencionais e as de partículas pequenas após a abrasão efetuada.

FERREIRA, et al.³⁸, em 1998, verificaram aumento na rugosidade final de todos os compósitos híbridos submetidos à escovação simulada, variando entre 0,5833 e 1,5375µm.

DOMENE²⁷, ao submeter resinas compostas à escovação simulada, observou aumento na rugosidade para todos os materiais testados, surpreendendo-se com o fato de a resina microparticulada apresentar-se mais rugosa ao final. Relacionou este achado ao fato de que a resina (Adaptic II A) apresentava partículas irregulares, aumentando a fricção das partículas abrasivas, levando a um maior desgaste.

Nas observações de HARRINGTON⁴⁷ quanto à rugosidade, as resinas convencionais apresentaram-se mais rugosas, enquanto as resinas de micropartículas, superfícies mais lisas.

JONES; FISHER; WILSON⁶³ observaram aumento na rugosidade superficial após o procedimento de escovação, no entanto, para surpresa dos autores, não encontraram diferenças entre as superfícies de resina composta convencional e

microparticulada avaliadas. Associaram-no às partículas existentes nas superfícies, devendo apresentar tamanhos semelhantes.

Alguns autores analisaram o comportamento das superfícies após diferentes técnicas de acabamento e polimento para alcançar maior lisura de superfície^{53,124} e demonstraram a ocorrência de alterações de acordo com o material e o tratamento dado, verificados após teste de escovação. O mesmo pode ser verificado neste trabalho, onde por caráter ilustrativo superfícies de resinas compostas tratadas com o uso exclusivo da tira de matriz de poliéster alcançaram maior padrão de lisura (Figuras 6.1 e 6.3), mesmo após a escovação (Figuras 6.2 e 6.4). ONO⁹⁴ observou em superfícies de compósitos, escovadas apenas com água, menor aumento de rugosidade, constatando que as restaurações sem polimento mecânico suportam melhor a ação da escovação com dentífrício, e nas restaurações polidas mecanicamente, a escovação com dentífrício produziu resultados mais críticos.

Mesmo após a execução dos testes, foi possível constatar diferenças de comportamento de acordo com o tratamento superficial (Figura 6.2 e 6.4). LEINFELDER; WILDER JUNIOR; TEIXEIRA⁷⁸ atribuíram o maior desgaste inicial devido às microfendas criadas com os procedimentos de acabamento e polimento, e que os fatores de desgaste, ao atingirem as regiões na ausência destas microfendas, seriam mais resistentes. Esta diferença de comportamento das superfícies das resinas compostas após a escovação, devido ao tratamento de acabamento e polimento inicial efetuados, foi comprovado também por VAN DIJKEN; RUYTER¹²³, tanto na avaliação com rugosímetro como pelo obtido na análise microscópica.

VAN DIJKEN; RUYTER¹²³ obtiveram fotomicrografias com características semelhantes às obtidas neste trabalho, verificando a remoção da lama que cobria as partículas. Algumas resinas compostas de partículas convencionais e híbridas alcançaram valores bem mais elevados, enquanto outras resinas apresentaram rugosidades semelhantes aos valores correspondentes das resinas compostas microparticuladas. Acreditam que isto seja devido ao alto conteúdo de micropartículas e partículas de vidro de menor dureza.

HENGCHANG et al.⁵⁷ verificaram um desgaste seletivo da matriz orgânica em relação às partículas em uma avaliação clínica, tanto em resinas microparticuladas

como híbridas. Este padrão de desgaste também foi evidente em nosso trabalho. Os autores citados acreditam que a chave da melhora na resistência ao desgaste está em se modificar a matriz resinosa.

Também confirmou-se neste trabalho a constatação de BAUER; CAPUTO⁹, que afirmam que a diferença na dureza da matriz resinosa e da carga contribui na obtenção de superfície mais rugosa.

SWIFT JUNIOR¹²⁰ atribui os fatores de desgaste a: degradação química da matriz resinosa, incluindo uma subsuperfície fragilizada; microfendas em áreas de estresse oclusal; tensão entre matriz e partículas, microfendas ao redor de partículas salientes e não desgastadas; falha na adesão entre matriz e partículas e porosidade interna do material.

Ao se analisarem achados quantitativos (Figuras 5.1 e 5.3) e qualitativos (Figuras 5.5 a 5.18), observou-se boa correlação entre os dois métodos de análise, como verificado por SETTEMBRINI¹¹² nas superfícies de resina composta microparticulada submetida a testes de escovação.

KANTER; KOSKI; MARTIN⁶⁹ e HENGCHANG et al.⁵⁷ encontraram uma correlação entre a perda de peso e a rugosidade superficial em compósitos. GIL et al.⁴², 1999 ao submeterem diversos materiais restauradores diretos a um processo de desgaste por abrasão a dois corpos obtiveram resultados que também demonstraram correlação entre o volume de material perdido e a rugosidade superficial final. No trabalho de RIOS¹⁰⁶, a correlação entre desgaste por perda de massa e rugosidade apresentou média correlação entre os mesmos. O mesmo não foi verificado neste estudo, onde o índice de correlação de Pearson apresentou-se baixo.

Os resultados encontrados em nosso trabalho estão de acordo com FERRACANE; CHOI; CONDON³⁷ que afirmaram que as resinas compostas "condensáveis" parecem contribuir quanto à manipulação do material, sem no entanto ainda comprovar um aumento na resistência mecânica, assemelhando-se aos resultados obtidos pelas resinas híbridas.

Na avaliação laboratorial de algumas propriedades mecânicas, apesar de algumas diferenças estatísticas observadas, RUDDELL, et al.¹⁰⁷ não concluíram pela superioridade das resinas compostas "condensáveis" em relação à resina composta

híbrida. O mesmo, quanto à rugosidade superficial, foi concluído por RAMOS et al.¹⁰⁴ em 2000.

A associação dos diferentes resultados obtidos em pesquisas recentes quanto ao comportamento das resinas compostas "condensáveis" é que determinarão sua capacidade como material restaurador direto estético para dentes posteriores^{15,20,73,119}.

A importância desta investigação pode estar, entre outros aspectos, na comparação do comportamento entre os materiais desta nova categoria de resinas compostas, frente a um processo intrabucal de rotina (escovação), analisando-se seus efeitos sob condições padronizadas pré-estabelecidas, semelhantes às condições clinicamente encontradas.

FIGURA 6.1- Fotomicrografia da resina Silux Plus obtida a partir da tira de matriz, antes da escovação

FIGURA 6.2- Fotomicrografia da resina Silux Plus obtida a partir da tira de matriz, após a escovação

FIGURA 6.3- Fotomicrografia da resina Prodigy Condensable obtida a partir da tira de matriz, antes da escovação

FIGURA 6.4- Fotomicrografia da resina Prodigy Condensable obtida a partir da tira de matriz, após a escovação

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Conforme os resultados verificados no experimento proposto, podemos concluir que:

- todas as resinas compostas apresentaram perda de massa por desgaste à escovação simulada, em menor proporção para as resinas "condensáveis" SureFil e Alert sendo que a demais não se distinguiram em relação às resinas microhíbridas e de micropartículas.
- a alteração superficial foi constatada em todas as resinas compostas testadas, apresentando maior variação de rugosidade em ordem decrescente para as resinas SureFil, Silux Plus, Filtek P-60 e Alert. As resinas compostas Prodigy Condensable, Solitaire e Z100 apresentaram maior lisura.
- não houve correlação entre a resistência ao desgaste e a rugosidade superficial, entretanto a resina composta "condensável" SureFil apresentou maior resistência ao desgaste e maior alteração de rugosidade superficial.

Anexos

TABELA A - Médias dos valores de massa e de rugosidade superficial registrados de cada corpo-de-prova da resina Silux Plus e as diferenças e porcentagens obtidas após os testes de escovação simulada

G	MI	MF	D	%	RI	RF	D
SP 1	0,0923	0,0905	0,0018	1,95	0,220	0,420	0,200
SP 2	0,0845	0,0818	0,0027	3,20	0,280	0,424	0,144
SP 3	0,0879	0,0867	0,0012	1,37	0,290	0,332	0,042
SP 4	0,0960	0,0946	0,0014	1,46	0,132	0,308	0,176
SP 5	0,0925	0,0915	0,0010	1,08	0,228	0,286	0,058
SP 6	0,0918	0,0903	0,0015	1,63	0,290	0,268	-0,022
SP 7	0,0902	0,0887	0,0015	1,66	0,198	0,596	0,398
SP 8	0,0962	0,0935	0,0027	2,81	0,318	0,390	0,072
SP 9	0,0903	0,0893	0,0010	1,11	0,240	0,386	0,146
SP 10	0,0879	0,0867	0,0012	1,36	0,170	0,444	0,274
SP 11	0,0912	0,0899	0,0013	1,43	0,226	0,486	0,260
SP 12	0,0937	0,0925	0,0012	1,28	0,214	0,356	0,142

TABELA B - Médias dos valores de massa e de rugosidade superficial registrados de cada corpo-de-prova da resina Z100 e as diferenças e porcentagens obtidas após os testes de escovação simulada

G	MI	MF	D	%	RI	RF	D
Z 1	0,1241	0,1220	0,0021	1,69	0,264	0,464	0,200
Z 2	0,1292	0,1277	0,0015	1,16	0,444	0,274	-0,170
Z 3	0,1291	0,1273	0,0018	1,39	0,264	0,276	0,012
Z 4	0,1246	0,1235	0,0011	0,88	0,422	0,296	-0,126
Z 5	0,1198	0,1190	0,0008	0,67	0,444	0,318	-0,126
Z 6	0,1231	0,1218	0,0013	1,06	0,592	0,264	-0,328
Z 7	0,1214	0,1199	0,0015	1,24	0,346	0,376	0,030
Z 8	0,1325	0,1309	0,0016	1,21	0,276	0,346	0,070
Z 9	0,1301	0,1285	0,0016	1,23	0,180	0,188	0,008
Z 10	0,1182	0,1168	0,0014	1,18	0,268	0,260	-0,008
Z 11	0,1229	0,1213	0,0016	1,30	0,478	0,294	-0,184
Z 12	0,1265	0,1254	0,0011	0,87	0,416	0,258	-0,158

TABELA C - Médias dos valores de massa e de rugosidade superficial registrados de cada corpo-de-prova da resina SureFil e as diferenças e porcentagens obtidas após os testes de escovação simulada

G	MI	MF	D	%	RI	RF	D
Su 1	0,1221	0,1217	0,0004	0,33	0,302	0,740	0,438
Su 2	0,1338	0,1333	0,0005	0,37	0,305	0,994	0,689
Su 3	0,1202	0,1201	0,0001	0,08	0,280	0,648	0,368
Su 4	0,1287	0,1289	-0,0002	-0,16	0,278	0,640	0,362
Su 5	0,1301	0,1294	0,0007	0,54	0,626	1,208	0,582
Su 6	0,1238	0,1232	0,0006	0,48	0,480	0,580	0,100
Su 7	0,1306	0,1305	0,0001	0,08	0,312	0,856	0,544
Su 8	0,1327	0,1322	0,0005	0,38	0,200	1,582	1,382
Su 9	0,1301	0,1301	0,0000	0,00	0,274	0,500	0,226
Su 10	0,1342	0,1338	0,0004	0,30	0,358	0,630	0,272
Su 11	0,1342	0,1340	0,0002	0,15	0,344	0,838	0,494
Su 12	0,1174	0,1150	0,0024	2,04	0,346	0,530	0,184

TABELA D - Médias dos valores de massa e de rugosidade superficial registrados de cada corpo-de-prova da resina Solitaire e as diferenças e porcentagens obtidas após os testes de escovação simulada

G	MI	MF	D	%	RI	RF	D
So 1	0,1014	0,1000	0,0014	1,38	0,370	0,306	-0,064
So 2	0,1032	0,1023	0,0009	0,87	0,246	0,234	-0,012
So 3	0,0993	0,0970	0,0023	2,32	0,366	0,148	-0,218
So 4	0,1037	0,1019	0,0018	1,74	0,368	0,248	-0,120
So 5	0,1042	0,1024	0,0018	1,73	0,236	0,306	0,070
So 6	0,0918	0,0902	0,0016	1,74	0,492	0,346	-0,146
So 7	0,1132	0,1121	0,0011	0,97	0,270	0,282	0,012
So 8	0,1025	0,1013	0,0012	1,17	0,276	0,224	-0,052
So 9	0,0997	0,0980	0,0017	1,71	0,510	0,336	-0,174
So 10	0,1072	0,1051	0,0021	1,96	0,266	0,246	-0,020
So 11	0,1068	0,1058	0,0010	0,94	0,314	0,348	0,034
So 12	0,1036	0,1020	0,0016	1,54	0,164	0,290	0,126

TABELA E - Médias dos valores de massa e de rugosidade superficial registrados de cada corpo-de-prova da resina Alert e as diferenças e porcentagens obtidas após os testes de escovação simulada

G	MI	MF	D	%	RI	RF	D
A 1	0,1438	0,1430	0,0008	0,56	0,748	0,482	-0,266
A 2	0,1593	0,1587	0,0006	0,38	0,512	0,366	-0,146
A 3	0,1445	0,1439	0,0006	0,42	0,526	0,544	0,018
A 4	0,1533	0,1527	0,0006	0,39	0,528	0,742	0,214
A 5	0,1602	0,1591	0,0011	0,69	0,298	0,218	-0,080
A 6	0,1709	0,1703	0,0006	0,35	0,464	0,214	-0,250
A 7	0,1700	0,1689	0,0011	0,65	0,470	0,448	-0,022
A 8	0,1478	0,1469	0,0009	0,61	0,234	0,370	0,136
A 9	0,1356	0,1353	0,0003	0,22	0,238	0,322	0,084
A 10	0,1326	0,1318	0,0008	0,60	0,382	0,602	0,220
A 11	0,1499	0,1486	0,0013	0,87	0,322	0,308	-0,014
A 12	0,1438	0,1431	0,0007	0,49	0,302	1,282	0,980

TABELA F - Médias dos valores de massa e de rugosidade superficial registrados de cada corpo-de-prova da resina Prodigy Condensable e as diferenças e porcentagens obtidas após os testes de escovação simulada

G	MI	MF	D	%	RI	RF	D
PC 1	0,1358	0,1338	0,0020	1,47	0,234	0,254	0,020
PC 2	0,1272	0,1252	0,0020	1,57	0,154	0,192	0,038
PC 3	0,1269	0,1245	0,0024	1,89	0,200	0,138	-0,062
PC 4	0,1292	0,1282	0,0010	0,77	0,202	0,126	-0,076
PC 5	0,1331	0,1307	0,0024	1,80	0,306	0,232	-0,074
PC 6	0,1304	0,1280	0,0024	1,84	0,226	0,146	-0,080
PC 7	0,1306	0,1281	0,0025	1,91	0,158	0,090	-0,068
PC 8	0,1261	0,1238	0,0021	1,67	0,134	0,154	0,020
PC 9	0,1292	0,1274	0,0018	1,39	0,280	0,320	0,040
PC 10	0,1214	0,1205	0,0009	0,74	0,260	0,352	0,092
PC 11	0,1282	0,1252	0,0030	2,34	0,150	0,170	0,020
PC 12	0,1409	0,1392	0,0017	1,21	0,170	0,156	-0,014

TABELA G - Médias dos valores de massa e de rugosidade superficial registrados de cada corpo-de-prova da resina Filtek P-60 e as diferenças e porcentagens obtidas após os testes de escovação simulada

G	MI	MF	D	%	RI	RF	D
P-60 1	0,1401	0,1335	0,0066	4,71	0,166	0,416	0,250
P-60 2	0,1344	0,1383	-0,0039	-2,90	0,184	0,162	-0,022
P-60 3	0,1331	0,1314	0,0017	1,28	0,126	0,196	0,070
P-60 4	0,1317	0,1299	0,0018	1,37	0,200	0,258	0,058
P-60 5	0,1349	0,1332	0,0017	1,26	0,218	0,380	0,162
P-60 6	0,1400	0,1369	0,0031	2,21	0,172	0,344	0,172
P-60 7	0,1359	0,1336	0,0023	1,69	0,234	0,250	0,016
P-60 8	0,1298	0,1283	0,0015	1,16	0,120	0,354	0,234
P-60 9	0,1439	0,1427	0,0012	0,83	0,200	0,286	0,086
P-60 10	0,1325	0,1312	0,0013	0,98	0,276	0,262	-0,014
P-60 11	0,1267	0,1245	0,0022	1,74	0,142	0,218	0,076
P-60 12	0,1404	0,1384	0,0020	1,42	0,228	0,278	0,050

Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. AKER, J.R. New composite resins: comparison of their resistance to toothbrush abrasion and characteristics of abraded surfaces. **J. Amer. dent. Ass.**, v.105, n.4, p.633-5, Oct. 1982.
2. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials and Devices. Specification n.27 for direct filling resins. **J. Amer. dent. Ass.**, v.94, n. 6, p.1191-5, June 1977.
3. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Scientific Affairs: ADA Council on Dental Benefit Programs. Statment on posterior resin-based composites. **J. Amer. dent. Ass.**, v.129, n. 11, p.1627-8, Nov. 1998.
4. ASHMORE, H.; VAN ABBE, N.J.; WILSON, S.J. The measurament *in vitro* of dentine abrasion by toothpaste. **Brit. dent. J.**, v.133, n.2, p.60-6, July 1972.
5. ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A. Influence of UEDMA, BisGMA and TEGDMA on selected machanical properties of experimental resin composites. **Dent. Mat.**, v.14, n.1, p.51-6, Jan. 1998.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6405. **Rugosidade das superfícies**. Rio de Janeiro, ABNT, 1988.
7. AZEVEDO, L.R.; CATRAMBY, M.F.; FRANCO, E.B. Interrelation of light intensity, depth of cure and curing units. **J. dent. Res.**, v.76, Special Issue, p.324, Mar. 1997. / Abstract n. 2481/

* Normas recomendadas para uso no âmbito da Universidade de São Paulo, com base no documento "Referências Bibliográficas: exemplos", emanada do Conselho Supervisor do Sistema Integrado de Biblioteca da USP, em reunião de 20 de setembro de 1990.

8. BASTOS, J.R.M. et al. Contribuição à posologia de dentifrícios pelo cirurgião-dentista no Brasil. **Rev. gaúcha Odont.**, v.33, n.3, p.202-5, jul./ set. 1985.
9. BAUER, J.G.; CAPUTO, A.A. The surface of composite resin finished with instruments and matrices. **J. prosth. Dent.**, v.50, n.3, p.351-6, Sept. 1983.
10. BIRD, S.E. et al. Chemical characterization of wear debris from dental sealant surfaces. **J. dent. Res.**, v.79, p.280, 2000. Special issue./ Abstract 1093/
11. BISHOP, K. et al. Wear now? An update on the etiology of tooth wear. **Quintessence Int.**, v.28, n.5, p.305-12, May 1997.
12. BOWEN, R.L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. **J. Amer. dent. Ass.**, v.68, n.1, p.57-64, Jan. 1963.
13. BULL, W.H. et al. The abrasion and cleaning properties of dentifrices. **Brit. dent. J.**, v.125, n.8, p.331-7, Oct. 1968.
14. CANNON, M.L. et al. Surface resistance to abrasion of performed laminate resin veneers. **J. prosth. Dent.**, v.52, n.3, p.323-30, Sept. 1984.
15. CARDOSO, P. et al. Surface roughness of condensable and hybrid composite resins. **J. dent. Res.**, v.79, p.278, 2000. Special issue./ Abstract 1079/
16. CARPINETTI, L.C.R. **Rugosidade superficial: conceitos e princípios de medição.** São Carlos, Seção de Publicações da EESC-USP, 1996.
17. CARVALHO, R.M. de. Adesivos dentinários. Fundamentos para aplicação clínica. **Rev. dent. Rest.**, v.1, n.2, p.62-96, abr./jun. 1998.
18. CHEN, R.C.S.; CHAN, D.C.N.; CHAN, K.C. A quantitative study of finishing and polishing techniques for a composite. **J. prosthet. Dent.**, v.59, n.3, p.292-7, Mar. 1988.
19. CONDON, J.R.; FERRACANE, J.L. Evaluation of composite wear with a new multi-mode oral wear simulator. **Dent. Mat.**, v.12, n.4, p.218-26, July 1996.
20. DALY, C.G.; CHAPPLE, C.C.; CAMERON, A.C. Effect of toothbrush wear on plaque control. **J. clin. Periodont.**, v.23, n.1, p.45-9, Jan. 1996.

20. DANG, H.M.; SARRETT, D.C. Wear behavior of flowable and condensable composite resins. **J. dent. Res.**, v.78, p.447, 1999. Special Issue./ Abstract 2736/
21. DANSER, M.M. et al. Evaluation of the incidence of gingival abrasion as a result of toothbrushing. **J. clin. Periodont.**,v. 25, n.9, p.701-6, Sept. 1998.
22. DE BOER, P.; DUINKERKE, A.S.H.; ARENDS, J. Influence of tooth paste particle size and tooth brush stiffness on dentine abrasion in vitro. **Caries Res.** v.19, n.3, p.232-9, May/ June 1985.
23. DE GEE, A. J.; HARKEL-HAGENAAR, H.C.; DAVIDSON, C.L. Structural and physical factors affecting the brush wear of dental composites. **J. Dent.**,v.13, n.1, p.60-70, Mar. 1985.
24. DENNISON, J.B.; FAN, P.L.; POWERS, J.M. Surface roughness of microfilled composites. **J. Amer. dent. Ass.**, v.102, n.6, p.859-62, June 1981.
25. DENTAL GAÚCHO. **Tema do trimestre. A era das resinas “condensáveis”**. Disponível na Internet. <http://www.dentalgaucho.com.br/tema-trimestre.htm> 18 maio 2000.
26. DODGE, W.W. et al. Comparison of wet and dry finishing of resin composites with aluminium oxide discs. **Dent. Mat.**, v. 7, n.1, p.18-20, Jan. 1991.
27. DOMENE, S. **Avaliação da abrasão e textura superficial de resinas compostas**. Bauru, 1993. 88 p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
28. DOMENE, S. **Determinação da perda de massa, pelo método da escovação, nos cimentos ionômeros de vidro**. Bauru, 1998. 87 p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
29. DOUGLAS, W.H. Posterior composites for modern operative dentistry. **CDA J.**,

v.24, n.9, p.44-7, Sept. 1996.

30. DYER, D.; ADDY, M.; NEWCOMBE, R.G. Studies *in vitro* of abrasion by different manual toothbrush heads and a standard toothpaste. **J. clin. Periodont.**, v.77, n.2, p.99-103, Feb. 2000.
31. EHRNFORD, L. Surface microstructure of composite resins after toothbrush-dentifrice abrasion. **Acta Odont. Scand.**, v.41, n.4, p.337-46, Aug. 1983.
32. EHRNFORD, L. et al. An abrasion test for composite resins. **J. dent. Res.**, v.59, n.4, p.716-20, Apr. 1980.
33. EIDE, R.; TVEIT, B. Finishing and polishing of composites. **Acta Odont. Scand.**, v.46, n.5, p.307-12, Oct. 1988.
34. FACQ, J.M; VOLPE, A.R. *In vivo* actual abrasiveness of three dentifrices against acrylic surfaces of veneer crowns. **J. Amer. dent. Ass.**, v.80, n.2, p.317-23, Feb. 1970.
35. FERRACANE, J.L. Elution of leachable components from composites. **J. oral Rehab.**, v.21, n.4, p.441-52, July. 1994.
36. FERRACANE, J.L.; BERGE, H.X.; CONDON, J.R. *In vitro* aging of dental composites in water- effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. **J. Biomed. Mater. Res.**, v.42, n.3, p.465-72, Dec. 1998.
37. FERRACANE, J.L.; CHOI, K.K.; CONDON, J.R. *In vitro* wear of packable dental composites. **Comp. continuing Educ. Dent.**, v.20, p.S-60-6. Nov. 1999./ Supplement 25.
38. FERREIRA, F.V. et al. **Avaliação da rugosidade superficial na escovação de resinas compostas**. Bauru, Faculdade de Odontologia de Bauru, 1998. (CNPq 522568/95-5)

39. FONTANA, U.F. Avaliação clínica em resinas compostas para dentes posteriores. **Rev. paul. Odont.**, v.16, n.3, p.6-11, maio/jun. 1994.
40. FOSSEN, A.M. **Estudo "in vitro" da rugosidade superficial de resinas compostas do tipo híbrida e de micropartículas submetidas a diversas técnicas de polimento.** São Paulo, 1994. 47p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
41. FRANCO, E.B.; LOPES, L.G.; WANG, L. Resina condensável, uma opção para dentes posteriores- relato de caso clínico. **J. bras. Clin. Estet. Odont.**, v.4, n.19, p.75-9, jan./fev. 2000.
42. GIL, F.J. et al. Comparison of the abrasive wear resistance between amalgams, hybrid composite material and different dental cements. **Int. dent. J.**, v.49, n.6, p.337-42, Dec. 1999.
43. GIORACCI, G.; MORI, G.; MARTINIS, L.C. de. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. **Quintessence Int.**, v.27, n.5, p.355-62, May 1996.
44. GOLDSTEIN, G.R.; LERNER, T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. **J. prosth. Dent.** , v.66, n.4, p.498-500, Oct. 1991.
45. GRABENSTETTER, R.J. et al. The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: a test utilizing radioactive teeth. **J. dent. Res.**, v.37, n.6, p.1060-8, Nov./Dec. 1958.
46. HACHIYA, Y. et al. Relation of finish to discoloration of composite resins. **J. prosth. Dent.** , v.52, n.6, p.811-4, Dec. 1984.
47. HARRINGTON, E. et al. Toothbrush-dentifrice abrasion. **Brit. dent. J.**,v.153, n.4, p.135-8, Aug. 1982.
48. HARRISON, A.; LEWIS, T.T. The development of an abrasion testing machine for dental materials. **J. Biomed. Mater. Res.**, v.9, n.3, p.341-53, May 1975.

49. HARTE, D.B.; MANLY, R.S. Effect of toothbrush variables on wear of dentin produced by four abrasives. **J. dent. Res.**, v.54, n.5, p.993-8, Sept./ Oct. 1975.
50. HARTE, D.B.; MANLY, R.S. Four variables affecting magnitude of dentifrice abrasiveness. **J. dent. Res.**, v.55, n.3, p.322-7, May/June 1976.
51. HEATH, J.R.; WILSON, H.J. The effect of dentifrices on restorative materials. **J. oral Rehab.**, v.1, n.1, p.47-54, Jan. 1974.
52. HEATH, J.R.; WILSON, H.J. Abrasion of restorative materials by toothpaste. **J. oral Rehab.**, v.3, n.2, p.121-38, Apr. 1976.
53. HEATH, J.R.; WILSON, H.J. Surface roughness of restorations. **Brit. dent. J.**, v.140, n.4, p.131-7, Feb. 1976.
54. HEFFERREN, J.J. A laboratory method for assessment of dentifrice abrasivity. **J. dent. Res.**, v.55, n.4, p.563-73, July/Aug. 1976.
55. HENGCHANG, X.; TONG, W.; SHIQING, S. Wear patterns of composites restorative resins *in vivo*; observations by scanning electron microscopy. **J. oral Rehab.**, v.12, n.5, p.384-400, Sept. 1985.
56. HENGCHANG, X. et al. Abrasion of acrylic veneers by simulated toothbrushing. **Acta odont. Scand.**, v.42, n.6, p.367-70, Dec. 1984.
57. HENGCHANG, X. et al. A study of surface developed on composite resins *in vivo* during 4.5 years; observations by SEM. **J. oral Rehab.**, v.16, n.4, p.407-16, July 1989.
58. HORTON et al. An evaluation of commercial pastes for finishing composite resin surface. **J. prosth. Dent.**, v. 37, n.6, p.674-9, June 1977.
59. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDIZATION. Technical specification 14569-1. **Dental materials- Guidance on testing of wear resistance- Part 1: wear by tooth brushing**. Switzerland, ISO, 1999.

-
60. JACKSON, R.D.; MORGAN, M. The new posterior resins and a simplified placement technique. **J. Amer. dent. Ass.**, v.131, n.3, p.375-83, Mar. 2000.
 61. JAGGER, D.C.; HARRISON, A. An *in vitro* investigation into the wear effects of selected restorative materials on enamel. **J. oral Rehab.**, v.22, n.4, p.275-81, Apr. 1995.
 62. JENDRESEN, M.D. et al. Toothbrushing abrasion of polyacid-modified composites in neutral and acidic buffer solutions. **J. prosth. Dent.**, v.80, n.2, p.148-50, Aug. 1998.
 63. JONES, P.A.; FISHER, S.E.; WILSON, H.J. Abrasivity of dentifrices on anterior restorative materials. **Brit. dent. J.**, v.158, n.3, p.130-3, Feb. 1985.
 64. JONES, D.W.; JONES, P.A.; WILSON, H.J. A simple abrasion test for composites. **J. Dent.**, v.1, n.1, p. 28-34, Oct. 1972.
 65. JORGENSEN, K.D. Restorative resins: abrasion vs. mechanical properties. **Scand. J. dent. Res.**, v.88, n.6, p.557-68, 1980.
 66. JORGENSEN, K.D. *In vitro* wear tests on macro-filled composite restorative materials. **Aust. dent. J.**, v.27, n.3, p.153-8, June 1982.
 67. JORGENSEN, K.D.; ASMUSSEN, E. Occlusal abrasion of a composite restorative resin with ultra-fine filler-an initial study. **Quintessence Int.**, v.9, n.6, p.73-8, June 1978.
 68. KANTER, J.; KOSKI, R.E.; BOGDAN, M.S. How to achieve the best surface polish on composite resins. **J. Calif. Dent. Ass.**, v.11, n.6, p.40-4, June 1983.
 69. KANTER, J.; KOSKI, R.E.; MARTIN, D. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated toothbrushing. **J. prosth. Dent.**, v. 47, n.5, p.505-13, May 1982.

70. KAWAI, K.; IWAMI, Y.; EBISU, S. Effect of resin monomer composition on toothbrush wear resistance. **J. oral Rehab.**, v.25, n.4, p. 264-8, Apr. 1998.
71. KNUDSEN, M.B.; JORGENSEN, K.D. Abrasion of microfill restorative resins in class 1 cavities. **Scand. J. dent. Res.**, v.91, n.2, p.159-61, Apr. 1983.
72. KUNERT, I. Estudo das pontas das cerdas das escovas. **Rev. gaúcha Odont.**, v.40, n.4, p.250-4, jul./ ago. 1992.
73. LATTA, M.A. et al. *In vitro* wear assessment of posterior composite resins. **J. dent. Res.**, v.79, p. 246, 2000. Special issue./ Abstract 821/
74. LEINFELDER, K.F. Quantitative wear measurement of posterior composite resins. **Dent. Mat.**, v.2, n.5, p.198-201, Oct. 1986.
75. LEINFELDER, K.F. New developments in resin restorative systems. **J. Amer. dent. Ass.**, v.128, n.5, p.573-84, May 1997.
76. LEINFELDER, K.F.; BEAUDREAU, R.W.; MAZER, R.B. An *in vitro* device for predicting clinical wear. **Quintessence Int.**, v.20, n.10, p.755-61, Oct. 1989.
77. LEINFELDER, K.F.; NASH, R.W.; RADZ, G.M. A report on a new condensable composite resin. **Comp. Continuing Educ. Dent.**, v.19, n.3, p.230-7, Mar. 1998.
78. LEINFELDER, K.F.; WILDER JUNIOR, A.D.; TEIXEIRA, L.C. Wear rates of posterior composite resins. **J. Amer. dent. Ass.**, v.112, n.6, p.829-33, June 1986.
79. LEITÃO, J.; HEGDAHL, T. On the measuring of roughness. **Acta Odont. scand**, v.39, n.6, p.379-84, Dec. 1981.
80. LI, Y. et al. Effect of filler content and size on properties of composites. **J. dent. Res.**, v.64, n.12, p.1396-401, Dec. 1985.

81. LINDQUIST, B.; EMILSON, C.G. Distribution and prevalence of mutans streptococci in the human dentition. **J. dent. Res.**, v.69, n.5, p.1160-6, May 1990.
82. LUGASSY, A.A.; GREENER, E.H. An abrasion resistance study of some dental resins. **J. dent. Res.**, v.51, n.4, p.967-89, July/Aug. 1972.
83. LUO, J.; LANNUTTI, J.J.; SEGHI, R.R. Effect of filler porosity on the abrasion resistance of nanoporous silica gel/polymer composites. **Dent. Mat.**, v.14, n.1, p.29-36, Jan. 1998.
84. MACCHI, R.L.; BEIGELIS, A.A.; RIBAS, L.M.T. Wear in three different composite resins. **Acta odont. Latinoamer.**, v.1, n.1, p.37-40, 1984.
85. MCCABE, J.F.; SMITH, B.H. A method for measuring the wear of restorative materials in vitro. **Brit. dent. J.**, v.151, n.3, p.123-6, Aug. 1981.
86. MCKINNEY, J.E.; WU, W. Chemical softening and wear of dental composites. **J. dent. Res.**, v.64, n.11, p.1326-31, Nov. 1985.
87. MEHL, A.; HICKEL, R.; KUNZELMANN, K-H. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without softstart-polymerization. **J. Dent.**, v.25, n.3/4, p.321-30, 1997.
88. MILLER, W.D. Experiments and observations on the wasting of tooth tissue variously designated as erosion, abrasion, chemical abrasion, denudation, etc. **Dent. Cosmos**, v.49, n.1, p.1-23, Jan. 1907.
89. MITCHEM, J.C.; GRONAS, D.G. *In vivo* evaluation of the wear of restorative resin. **J. Amer. dent. Ass.**, v.104, n.3, p.333-5, Mar. 1982.
90. MONDELLI, R.F.L. Uso clínico das resinas compostas em dentes posteriores. **Maxi -odonto: Dentística**, v.1, n.3, p.1-58, maio/jun. 1995.

91. MOTTA, L.G. da et al. Análise do conteúdo abrasivo de dentifrícios. **Rev ABO Nac**, v.6, n.3, p.147-8, jun./ jul. 1998.
92. O'BRIEN, W.J.; YEE JUNIOR, J. Microstructure of posterior restorations of composite resin after clinical wear. **Oper. Dent.**, v.5, p.90-4, 1980.
93. OLIVEIRA, R.C.D.C. **Avaliação estética e de textura de superfície de pastilhas cerâmicas com caracterização extrínseca submetidas à escovação ou imersão em soluções em água destilada de dentifrícios fluoretados ou não.** Bauru, 1991. 171 p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
94. ONO, R. **Estudo "in vitro" da rugosidade produzida pela escovação na superfície de resinas compostas.** Piracicaba, 1997. 153p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
95. PANZERI, H. et al. Avaliação de dentifrícios. 1ª parte - consistência, densidade, pH, " vida útil" e perda de água. **Odont. Mod.**, v.5, n.3, p.4-10, maio/jun. 1978.
96. PANZERI, H. et al. Avaliação de dentifrícios. 2ª parte forma e distribuição de partícula abrasivas. **Odont. Mod.**, v.5, n.4, p. 5-18, jul./ago. 1978.
97. PANZERI, H. et al. Avaliação de dentifrícios. 3ª parte - desgaste provocado por escovação *in vitro*. **Odont. Mod.**, v.5, n.5, p.14-22, set./out. 1978.
98. PEREIRA, O. L. Desgaste das cerdas das escovas. **Rev. gaúcha Odont.**, v. 40, n.4, p.267-9, jul./ ago. 1992.
99. PERRY, R.; KUGEL, G.; LEINFELDER, K. One year clinical evaluation of Surefil packable composite. **Comp. Continuing Educ. Dent.**, v.20, n.6, p.544-53, June 1999.

100. PIRES, J.A.F. et al. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. **Quintessence Int.**, v.24, n.7, p.517-21, July 1993.
101. POWELL, J.M.; PHILLIPS, R.W.; NORMAN, R.D. *In vitro* wear response of composite resin, amalgam, and enamel. **J. dent. Res.**, v.54, n.6, p.1183-95, Nov./ Dec. 1975.
102. PRAMPERO, A.L. Relação das escovas com dentifrícios. **Rev. gaúcha Odont.**, v.40, n.4, p.298-302, jul./ ago. 1992.
103. PRESTON, A.J. A review of dentifrices. **Dent. Update**, v.25, n.6, p.247-53, July/Aug. 1998.
104. RAMOS, J.C. Surface roughness of posterior composite resins. **J. dent. Res.**, v.79, p.278, 2000. Special issue./ Abstract 1076/.
105. REDMALM, G.; RYDÉN, H. Dentifrice abrasivity. **Swed. Dent. J.**, v.3, p.91-100, 1979.
106. RIOS, D. **Avaliação do desgaste e rugosidade superficial de materiais utilizados para selante, submetidos à escovação com dois diferentes dentifrícios.** Bauru, 2000.149p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
107. RUDELL, D.E. et al. Mechanical properties and wear behavior of condensable composites. **J. dent. Res.**, v.78, p.156, 1999. Special Issue. /Abstract 407/
108. SAMUEL, S.M.W. **Estudo " in vitro" da rugosidade superficial de materiais restauradores submetidos a ensaio de escovação.** Piracicaba, 1993.116p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

109. SARRETT, D.C.; RAY, S. The effect of water on polymer matrix and composite wear. **Dent. Mat.**, v.10, n.1, p.6-10, Jan. 1994.
110. SAVOCA, D.E.; FELKNER, L.L. The effect of finishing composite resin surface at different times. **J. prosth. Dent.**, v.44, n.2, p.167-70, Aug. 1980.
111. SAXTON, C.A. The effects of dentifrices on the appearance of the tooth surface observed with the scanning electron microscope. **J. Periodont. Res.**, v.11, n.2, p.74-85, 1976.
112. SETTEMBRINI, L.; PENUGONDA, B.; FISCHER, E. Dentifrice abrasiveness on microfill composite resin and dentin: a comparative study. **J. clin. Dent.**, v.4, n.2, p.55-60, Sept. 1993.
113. SEXSON, J.C.; PHILLIPS, R.W. Studies on the effect of abrasives on acrylic resins. **J. prosth. Dent.**, v.1, n.4, p.454-71, July 1951.
114. SKINNER, E.W.; PHILLIPS, R.W. Abrasão e polimento. Dentifrícios. In:_____. **A ciência dos materiais odontológicos**. 2.ed. São Paulo, Atheneu Editora, 1962. Cap. 35, p.733-55.
115. SÖDERHOLM, K.J. et al. Hydrolitic degradation of dental composites. **J. dent. Res.**, v.63, n.10, p.1248-54, Oct. 1984.
116. STOOKEY, G.K.; MUHLER, J.C. Laboratory studies concerning the enamel and dentin abrasion properties of common dentifrice polishing agents. **J. dent. Res.**, v.47, n.4, p.524-32, July/Aug.1968.
117. STOOKEY, G.K.; BURKHARD, T.A.; SCHEMEHORN, B.R. *In vitro* removal of stain with dentifrices. **J. dent. Res.**, v. 61, n.11, p.1236-9, Nov. 1982.
118. SUZUKI, S. Effect of particle variation on wear rates of posterior composites. **Amer. J. dent.**, v.8, n.4, p.173-8, Aug. 1995.
119. SUZUKI, S. *In vitro* wear of condensable resin composite restoratives. **J. dent. Res.**, v.78, p.447, 1999. Special Issue. / Abstract 2734/

120. SWIFT JUNIOR, E. J. Wear of composite resins in permanent posterior teeth. **J. Amer. dent. Ass.**, v.115, n.4, p.584-8, Oct. 1987.
121. TANOUE, N.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. **J. Dent.**, v.28, n.5, p. 355-9, July 2000.
122. TAYLOR, D.F. et al. Comparison of direct and indirect methods for analysing wear of posterior composite restorations. **Dent. Mater.**, v.5, p.157-60, May 1989.
123. VAN DIJKEN, J.W.V.; RUYTER, E.I. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. **Acta odont. Scand.**, v.45, n.5, p.337-46, 1987.
124. VAN DIJKEN, J.W.V.; STADIGH, J.; MEURMAN, J.H. Appearance of finished and unfinished composite surfaces after toothbrushing. A scanning electron microscopy study. **Acta odont. Scand.**, v.41, n.6, p.377-83, 1983.
125. VAN GROENINGEN, G. *In vivo* - abrasion of composites: a quantitative investigation. **Quintessence Int.**, v.12, n.10, p.1101-7, Oct. 1981.
126. VIEIRA, D.F. **Studies on hardness and abrasion resistance of acrylic resins.** Indianapolis, 1960. 102p. Dissertação (Mestrado) - Indiana University School of Dentistry.
127. WATAHA, J.C. et al. Cytotoxicity of components of resins and other dental restorative materials. **J. oral Rehab.**, v.21, n.4, p.453-62, July 1994.
128. WEITMAN, R.T.; EAMES, W.B. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. **J. Amer. dent. Ass.**, v. 91, n.1, p.101-6, July 1975.
129. WHITEHEAD, S.A. et al. Surface texture changes of a composite brushed with "tooth whitening" dentifrices. **Dent. Mat.**, v.12, n.5, p.315-8, Sept. 1996.

-
130. WILSON, F.; HEATH, J.R.; WATTS, D.C. Finishing composite restorative materials. **J. oral Rehab.**, v.17, n.1, p.79-87, Jan. 1990.
131. WINKLER, S.; MONASKY, G.E.; KWOK, J. Laboratory wear investigation of resin posterior denture teeth. **J. prosth. Dent.**, v.67, n.6, p.812-4, June 1992.
132. WU, W.; MCKINNEY, J.E. Influence of chemicals on wear of dental composites. **J. dent. Res.**, v.61, n.10, p.1180-3, Oct. 1982.
133. YAMAUTI, M. **Avaliação da infiltração marginal em restaurações de resina composta empregando-se diferentes técnicas de inserção e da ativação da polimerização do material.** . Bauru, 1999.141p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
134. YANKELL, S.L. et al. Laboratory and clinical stain removal evaluations of two tartar control dentifrices. **J. clin. Dent.**, v.6, n.4, p.207-10, 1995.
135. YANKELL, S.L; EMLING, R.C. A comparative clinical evaluation of the Wisdom straight, plaque control and angled toothbrushes compared to the Oral B 35. **J. clin. Dent.**, v. 6, n.4, p.202-6, 1995.
136. YUASA,S. Influences of composition on brush wear of composite resins. Influences of particle size and ccontent filler. **Shika Zairyo Kikai**, v.9, n.4, p.659-78, July 1990. Resumo disponível na internet. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>. 26 março de 1998.
137. ZALKIND, M.A et al. Accumulation of *Streptococcus mutans* on light-cured composites and amalgam: An in vitro study. **J Esthet Dent**, v.10, n.4, p.187-9, 1998.

Abstract

ABSTRACT

"IN VITRO" EVALUATION OF ABRASION RESISTANCE OF "CONDENSABLE" COMPOSITE RESINS AFTER TOOTHBRUSHING. WEAR AND SUPERFICIAL ROUGHNESS ANALYSIS

"Condensable" composites resins are a category of posterior materials especially developed as an aesthetic alternative to amalgam. The aim of this research was to compare these materials by an "in vitro" abrasion test simulating toothbrushing. Solitaire (So), SureFil (Su), Alert (A), Prodigy Condensable (PC) and Filtek P-60 (P-60) were compared to two control groups, microfilled Silux Plus (SP) and microhybrid Z100 (Z). Twelve samples of each material were prepared with 5mm in diameter and 3mm thick. The abrasion test was applied up to 100.000 cycles by an appropriate machine with soft bristles tips containing dentifrice solution and deionized water. The weight loss was detected by the differences between the initial (before toothbrushing) and the final weight (after toothbrushing) using a Sartorius analytical scale. The evaluation of surface roughness was observed by the difference between initial and final means after 5 readings in a Hommel Tester T1000 testing machine. The specimens were also analysed by SEM. The obtained results (ANOVA and Tukey) showed significant differences of weight and surface roughness between the tested materials. SureFil and Alert exhibited lower loss of weight (Su-0.38%; A-0.52%), Solitaire, Prodigy Condensable, and Silux Plus presented greatest wear (So-1.51%; PC-1.55%, SP-1.70%) while Z100 and Filtek P-60 showed intermediate loss (Z-1.16%; P-60-1.31%). Differently to the others groups, Prodigy Condensable, Solitaire and Z-100 showed a decrease in surface roughness compared to the initial condition (-0.012 μ m, -0.047 μ m and -0.065 μ m respectively) which increased in the remainder groups (A) 0.073 μ m, P-60) 0.095 μ m, Si) 0.158 μ m and Su) 0.470 μ m). SureFil presented the lowest weight loss and the highest surface roughness variation comparing to the other tested resins. There was no correlation between wear and

surface roughness. The SEM results were in accordance to those obtained by the Hommel Tester T1000 testing machine. "condensable" composites resins showed the same behavior compared to the microhybrid Z100 control resin.