**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DAS RESINAS
COMPOSTAS FLUIDAS EM RELAÇÃO À RESISTÊNCIA
À ABRASÃO
(ESCOVAÇÃO SIMULADA)**

Fernanda Cristina Pimentel Garcia

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 DAS RESINAS COMPOSTAS
FLUIDAS EM RELAÇÃO À RESISTÊNCIA À ABRASÃO
(ESCOVAÇÃO SIMULADA)**

Fernanda Cristina Pimentel Garcia

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

G165a Garcia, Fernanda Cristina Pimentel

Avaliação comparativa de resinas compostas fluidas em
relação à resistência à abrasão (escovação simulada)./
Fernanda Cristina Pimentel Garcia – Bauru, 2001.
108p;il.;30 cm.

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: ____/____/____

DADOS CURRICULARES

Fernanda Cristina Pimentel Garcia

6 de Março de 1974

Nascimento

Manhuaçu- MG

1993-1996

Curso de Odontologia- Universidade Federal
de Juiz de Fora- UFJF

1998-1999

Curso de Especialização em Dentística
Restauradora- Fundação Bauruense de
Estudos Odontológicos- FUNBEO- USP

1999-2001

Curso de Pós-Graduação em Dentística
Restauradora – Faculdade de Odontologia
de Bauru- USP

Associações

ABO- Associação Brasileira de Odontologia
GBPD- Grupo Brasileiro de Professores de
Dentística
SBPqO- Sociedade Brasileira de Pesquisa
Odontológica
IADR- International Association for Dental
Research

“Quando amamos e acreditamos do fundo de nossa alma em algo, nos sentimos mais fortes que o mundo, somos tomados de uma serenidade que vem da certeza de que nada poderá vencer nossa fé. Esta força faz com que sempre tomemos as decisões certas, nas horas certas, e quando atingimos o nosso objetivo, ficamos surpresos com nossa própria capacidade.”

Paulo Coelho

DEDICATÓRIA

À Deus,

*“Que nos deu o Dom da vida,
Nos presenteou com a liberdade,
Nos abençoou com a inteligência,
Nos deu a graça de lutarmos para a conquista das nossas realizações
Cabe o louvor e a glória.
A nós só cabe agradecer.”*

Rui Barbosa

Aos meus pais, José e Lúcia...

*Que certamente são os grandes responsáveis por essa vitória, por esse sonho que
sonhamos juntos. Obrigada pelo amor, compreensão e por me ensinarem a
trilhar o caminho da vida. Agradeço por simplesmente eu poder existir e
ternamente, eternamente
Eu amo vocês.*

Ao meu irmão Fernando...

*Uma pessoa com uma alma enorme, que sempre acreditou em mim, sempre me
incentivou a crescer, repartindo as suas experiências de vida. Por ser um irmão
maravilhoso presente no meu coração.*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rafael Francisco Lía Mondelli, por ter acreditado em mim, possibilitando que hoje eu pudesse estar aqui. Por ter contribuído para a minha formação profissional, através da transmissão dos seus conhecimentos e pela sua amizade nas horas críticas.

Ao Júlio, que se tornou uma pessoa muito especial e única na minha vida.. Por ser um grande companheiro, pelo carinho, pelo apoio incondicional, faço seu este momento tão importante da minha existência, dando a esta conquista um sentido muito maior.

À Linda , por ter sido amiga de verdade e para todas as horas, conselheira, pelos momentos engraçados, ora sérios, por nunca ter negado compartilhar comigo todas as suas conquistas, por caminhar ao meu lado e por ser uma peça fundamental na minha vida pessoal e profissional. Obrigada por ser tudo isso e muito mais....mais do que nunca quero tê-la pra sempre minha amiga-irmã.

Ao Prof. Dr. Ricardo Marins de Carvalho e ao Prof. Dr. Paulo Amarante de Araújo, pela orientação constante, por repartirem suas experiências, pela amizade e pelas lições do saber.

Ao Prof. Dr. José Mondelli que, através da sua humildade e sabedoria, contribuiu para a formação do nosso caráter, pela dedicação e renúncias pessoais a favor da ciência..

Ao Prof. Dr. Mário Honorato da Silva e Souza Júnior que, além de transmitir o seu conhecimento, sempre se mostrou um grande amigo disposto a ajudar, uma pessoa extremamente capaz, com uma grande bondade.

Ao Prof. Dr. João Batista de Souza um profissional dedicado, criterioso, um amigo presente desde o início da confecção desse trabalho.

À Prof^a. Dr^a. Maria Teresa Atta Alves Bastos, pela amizade e exemplo de uma profissional dedicada e capaz.

À Rosa, querida “mamy”, pelo carinho de mãe, pela amizade pura e preocupação constante com o nosso bem estar.

Aos companheiros de turma de Mestrado, Bárbara, Lawrence e Paulo D’alpino por terem se tornado grandes amigos, Fábio, Dani, Amanda e Celiane, juntamente aos colegas do Mestrado de Materiais Dentários Pedro, Paulo, Renatinha e William, por termos conseguido formar uma equipe baseada na amizade, por compartilharem comigo suas experiências, pois ninguém constrói nada sozinho.

À Paty, Anuska, Maytinha e Ana Paula, por terem sido minha família aqui, pela convivência, por me ensinaram muito a ser uma pessoa melhor, obrigada por serem minhas amigas, com certeza estarão sempre no meu coração.

Aos amigos que fiz em Bauru, Dri, Lú, Claudinha, Sandra, Dani Rios, Deborinha, Vagner, Milena, Serginho, Ranulfo, Cris, Jacinta, Alaíde, Joãozinho, Élio, Marcelo, por serem presentes em minha vida com sua amizade.

A todos aqueles que, de uma forma ou outra, me fizeram acreditar no meu trabalho e me ajudaram a tornar a minha jornada em Bauru muito agradável.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Bauru, na pessoa do diretor Prof. Dr. Aymar Pavarini e do coordenador da Pós-Graduação Prof. Dr. Luiz Fernando Pegoraro.

Aos professores do Departamento de Dentística: Prof.^a Dr.^a Maria Fídela de Lima Navarro, Prof. Dr. Eduardo Batista Franco, Prof. Dr. José Carlos Pereira, Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone, Prof. Dr. Aquira IshiKiriama e Prof. Dr. Rubens Carneiro Valera que, através da dedicação à profissão, são exemplos para nós alunos do amor à Odontologia e com certeza pela transmissão dos seus ensinamentos, fazendo com que nossos objetivos sejam alcançados.

Aos professores do Departamento de Materiais Dentários, Prof. Dr. Paulo Afonso Silveira Francischone e Prof. Dr. César Antunes de Freitas, e aos colegas Lô, Sandrinha e Alcides, pessoas que sempre me deram muita atenção, que não mediram esforços para me ajudar na confecção desta tese.

Ao Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris, pela realização da análise estatística e por estar sempre solícito a esclarecer minhas dúvidas.

Ao Edímauro, pela realização das fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura.

À Elisabeth dos Santos Cariani pela gentileza e presteza na leitura do presente trabalho.

Ao Odemir, Osnir, Telma e Ovídio, por serem sempre atenciosos.

Aos colegas funcionários do Departamento de Dentística Karen, Elô, Dona Rosinha, Ângela, Seu Nelson, Seu Dito, Júnior, Ziley, Zuleica, que se tornaram imprescindíveis na confecção do meu trabalho, através da disponibilidade constante e do apoio e carinho demonstrados.

Aos funcionários da Pós-Graduação, Aurélio, Aninha, Cleusa, Giane, Soninha e Débora, pelo apoio e profissionalismo.

Aos funcionários da Biblioteca, Vera, Rita, Cybelle, Ademir, César e Marcelo, que não mediram esforços para esclarecer as dúvidas e atender aos meus pedidos.

Ao Salvador, Joyce e Marquinhos, por sua imensa simplicidade, sempre prontos a cooperar.

À FAPESP, pela imprescindível ajuda para a realização desta tese.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABELAS.....	XII
LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E PALAVRAS DE LINGUA ESTRANGEIRA ...	XIII
RESUMO	XVI
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	6
3. PROPOSIÇÃO	45
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.1- Material.....	48
4.1.1- Resinas compostas	48
4.1.2- Resina acrílica e silicona industrial.....	49
4.1.3- Dentifrícios/ escova dental.....	50
4.1.4- Balança analítica	50
4.1.5- Máquina de escovação.....	51
4.1.6- Rugosímetro	51
4.2- Métodos.....	51
4.2.1- Confecção dos corpos-de-prova.....	51
4.2.2- Determinação da massa inicial.....	53
4.2.3- Procedimentos de abrasão.....	56
4.2.4- Determinação da massa final	56
4.2.5- Alterações de rugosidade	56
4.2.6- Microscopia eletrônica de varredura.....	57
4.2.7- Análise estatística.....	57
5. RESULTADOS	61
5.1- Alteração de massa.....	62
5.2- Alteração de rugosidade.....	65
5.3- Correlação alteração de massa x rugosidade	68
5.4- Microscopia eletrônica de varredura.....	68
6. DISCUSSÃO	74
6.1- Alteração de massa.....	80
6.2- Alteração de rugosidade superficial.....	83
7. CONCLUSÕES	91
ANEXO	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ABSTRACT	107

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Apresentação comercial das resinas compostas “fluidas” e resinas controles analisadas	58
FIGURA 2- Creme dental e escovas utilizadas	58
FIGURA 3- Balança analítica Sartorius.....	58
FIGURA 4- Máquina de escovação	58
FIGURA 5- Rugosímetro Hommel Tester T 1000	58
FIGURA 6- Inserção da resina “fluida” na matriz de silicona.....	59
FIGURA 7- Inserção das resinas controles.....	59
FIGURA 8- Lâminula de vidro sobre o corpo-de-prova.	59
FIGURA 9- Fotopolimerização do corpo-de-prova	59
FIGURA 10- Curing Radiometer	59
FIGURA 11- Discos de lixa Sof-Lex com granulações fina e super-fina.....	59
FIGURA 12- Cerdas da escova sobre o corpo-de-prova.....	60
FIGURA 13- Saliência do corpo-de-prova em relação à matriz de resina	60
FIGURA 14- Balança Sauter	60
FIGURA 15- Indicador de pH Micronal	60
FIGURA 16- Dispositivo acoplado ao rugosímetro Hommel Tester T1000 para as leituras de superfície	60
FIGURA 17 – Gráfico de comparação das alterações de massa (%) entre todas as resinas	64
FIGURA 18 – Gráfico de comparação entre as médias de massa inicial e final (g) dos grupos	65
FIGURA 19 – Gráfico de comparação das alterações de rugosidade superficial entre as resinas (μm)	67
FIGURA 20 – Gráfico de comparação entre as médias de rugosidade Ra inicial e final (μm) dos grupos	68

FIGURA 21-Fotomicrografia da resina Aeliteflo após polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação).....	70
FIGURA 22-Fotomicrografia da resina Aeliteflo após a escovação.....	70
FIGURA 23-Fotomicrografia da resina Flow-It após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação).....	70
FIGURA 24-Fotomicrografia da resina Flow-It após a escovação.....	70
FIGURA 25-Fotomicrografia da resina Flow-It Lf após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação).....	71
FIGURA 26-Fotomicrografia da resina Flow-It Lf após a escovação.....	71
FIGURA 27-Fotomicrografia da resina Natural Flow após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação).....	71
FIGURA 28-Fotomicrografia da Natural Flow após a escovação	71
FIGURA 29-Fotomicrografia da resina Wave após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação).....	72
FIGURA 30-Fotomicrografia da resina Wave após a escovação	72
FIGURA 31-Fotomicrografia da resina Silux Plus após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação).....	72
FIGURA 32-Fotomicrografia da resina Silux Plus após a escovação.....	72
FIGURA 33-Fotomicrografia da resina Z100 após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação).....	73
FIGURA 34-Fotomicrografia da resina Z100 após a escovação	73
FIGURA 35-Fotomicrografia da resina Wave com tira-matriz (antes da escovação).....	90
FIGURA 36-Fotomicrografia da resina Wave após a escovação	90
FIGURA 37-Fotomicrografia da resina Silux Plus com tira-matriz (antes da escovação).....	90
FIGURA 38-Fotomicrografia da resina Silux Plus após a escovação.....	90

LISTA DE TABELAS

TABELA 1– Resinas compostas “fluidas”, resinas compostas controles, abreviaturas estabelecidas, respectivos fabricantes, n ^{os} dos lotes e validade.....	48
TABELA 2 – Materiais utilizados, composição da matriz orgânica, das partículas de carga, porcentagem dos componentes inorgânicos em volume e peso e tamanho médio das partículas	49
TABELA 3 – Médias iniciais (MI), finais (MF), alteração de massa, desvio padrão, porcentagem de alteração e análise estatística das resinas testadas após escovação simulada	63
TABELA 4 – Médias de rugosidade inicial (RI), final (RF), alteração de rugosidade (µm), desvio padrão e análise estatística das resinas testadas.....	66

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E PALAVRAS DE LÍNGUA ESTRANGEIRA

a.C.	antes de Cristo (unidade de tempo)
ADA	American Dental Association
Al	Elemento alumínio
Bis-GMA	Bisfenol Glicidil Metacrilato
Bis-EMA	Bisfenol Etil Metacrilato
CIV	Cimento de Ionômero de Vidro
DCP	Fosfato de cálcio di-hidratado
et al.	e outros (abreviatura de “et all”)
g	grama
<i>In vitro</i>	Em laboratório
<i>In vivo</i>	Em seres humanos
ISO	International Standard Organization
m	metro
mm	milímetro
mg	miligrama
ml	mililitro
MI	Massa inicial
MF	Massa final
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MFP	Mono Flúor Fosfato
μm	Micrometro
M %	Porcentagem de alteração de massa
N	Newton (unidade de força)
°C	Graus Celsius (unidade de temperatura)
p	Nível de significância
pH	potencial Hidrogeniônico
ppm	parte por milhão
r	índice de correlação

r.p.m.	rotações por minuto
Ra	Rugosidade média
RI	Rugosidade inicial
RF	Rugosidade final
Rmáx	Rugosidade máxima
R μm	Alteração de rugosidade
Si	Elemento silício
TEGDMA	Trietileno Glicol Dimetacrilato
TMPT	Trimetilol Propano Trimetacrilato
UDMA	Uretano Dimetacrilato

RESUMO

RESUMO

O presente estudo procurou analisar, através de um teste de abrasão *in vitro* por escovação simulada, a perda de massa e a alteração da rugosidade superficial em resinas compostas “fluidas” e resinas compostas controles. As marcas comerciais utilizadas foram: Aeliteflo-Bisco (A), Natural Flow-DFL (N), Wave-SDI (W), Flow-It Lf-Jeneric/Pentron (FLf) e Flow-It-Jeneric/Pentron (F). Uma resina composta de partículas híbridas Z100-3M (Z) e uma de micropartículas Silux Plus-3M (S) foram utilizadas como controle. Foram confeccionados 84 corpos-de-prova, de 5mm de diâmetro e 3mm de espessura, sendo 12 para cada marca comercial utilizada. Para o acabamento e o polimento dos corpos-de-prova foram utilizados discos Sof-Lex (3M) nas granulações fina (cor azul média) e superfina (cor azul claro), por tempo médio de 15/20 segundos, para cada granulação, em baixa velocidade. Para os ensaios de abrasão, foi utilizada uma máquina apropriada associada à escova Colgate Classic Infantil (Colgate-Palmolive) de cerdas macias e solução do creme dental, Colgate Proteção Anticáries com MFP (Colgate-Palmolive), diluído em água deionizada na proporção de 1:2. No teste *in vitro*, foram realizados aproximadamente 100.000 ciclos. A determinação do desgaste dos materiais foi verificada pela quantidade de massa perdida após os ensaios, com a utilização de uma balança analítica Sartorius. A rugosidade foi determinada quantitativamente na superfície dos corpos-de-prova, com o auxílio de um rugosímetro Hommel Tester T 1000, comparando a diferença obtida após os testes de escovação e, qualitativamente, por microscopia eletrônica de varredura. Os resultados foram analisados pela variância a um critério ANOVA e pelo Teste de Tukey com $p < 0,05$. Pelo coeficiente de Pearson não foi verificada correlação ($r = -0,0296$) entre porcentagem de perda de massa e rugosidade de superfície. Os materiais não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quanto à alteração de massa, somente quanto à rugosidade superficial. A resina A apresentou a maior alteração de massa, (3,77%), seguida da resina de micropartículas S (3,04%). Em contrapartida, a resina híbrida convencional Z apresentou a menor alteração de

massa (1,29%), ficando o restante das resinas “fluidas” com alteração intermediária a estas três resinas. A maior alteração de rugosidade foi verificada para a resina W (1,1720 μ m), com diferenças estatisticamente significantes em relação às outras resinas testadas: S (0,2749 μ m), Z (0,2495 μ m), FLf (0,1597 μ m), F (0,1217 μ m), N (0,0620 μ m) e A (0,0505 μ m).

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Tem se observado que as resinas compostas restauradoras continuam a se desenvolverem em relação às suas propriedades mecânicas, características de manipulação e estética⁴⁴. O estudo de suas propriedades torna-se necessário a fim de serem estabelecidas as indicações ideais e as necessidades de modificações no intuito de aprimorar o produto.

As resinas compostas denominadas “flow” representam uma categoria de compósitos criados com o mesmo tipo de partículas dos compósitos híbridos tradicionais, porém, com a redução da quantidade de carga, permitindo o aumento da quantidade de resina, com o intuito de reduzir a viscosidade da mistura⁸.

O termo “flow” foi primeiramente utilizado para descrever uma resina composta introduzida na Europa em 1979. O termo corrente “flowable” foi aplicado em 1995 para resinas compostas híbridas com diminuição na sua viscosidade¹¹.

Nenhuma discussão da ação dos agentes de abrasão e polimento, em Odontologia, seria completa sem a menção ao efeito da escovação com dentifrícios sobre as superfícies dentárias⁶⁷. O desgaste causado pela interação escova dental/dentifrício e a severidade desse mecanismo estão em relação direta com a constituição das partículas abrasivas dos dentifrícios, aos tipos de cerdas das escovas, à força imprimida durante a escovação e sua frequência, além das propriedades de resistência à abrasão presentes em cada material, dependentes da quantidade de partículas de carga^{37,47}.

O aspecto geral das restaurações com compósitos, quando sujeitas ao desgaste pela ação mecânica, tais como escovação associada ou não a dentifrícios, torna o seu estudo de relevada importância, implicando na busca de melhoria na química desses polímeros, tornando-os mais resistentes, a fim de reduzir ou limitar este fator indesejável nas restaurações estéticas diretas, possibilitando, portanto, o surgimento de materiais restauradores com melhores propriedades^{31,32,42,51}.

O desgaste é considerado abrasivo, quando uma superfície dura e rugosa desliza contra outra mais macia, causando perda de material sob a forma de

fragmentos soltos³. O desgaste dos materiais restauradores constituídos de resina é uma das maiores desvantagens desse tipo de restauração e pode ser resultante de grande número de fatores ainda não claramente entendidos, mas que indubitavelmente envolvem vários processos: mastigação, atrito, contato com tecidos moles e escovação^{12,19,54}.

Clinicamente, a abrasão pode ocorrer por diferentes meios, sendo influenciada pela localização da restauração. As restaurações anteriores são mais abrasionadas pela escovação, enquanto as restaurações posteriores estéticas, além da ação mecânica da escovação, estão sujeitas em maior magnitude aos esforços mastigatórios gerando, conseqüentemente, maior degradação.

A capacidade de polimento, o contorno adequado e a lisura superficial são elementos importantes na avaliação destes materiais restauradores, pois, a manutenção dessas características, após submetidos por períodos de tempo à abrasão, é imprescindível tanto para os compósitos anteriores quanto posteriores^{20,42,45,66}. Ainda assim, a rugosidade determina também um potencial irritante mecânico atuante sobre os tecidos periodontais, induzindo a problemas gengivais de maior ou menor gravidade, descoloração das restaurações e cáries recorrentes^{89,96,97}. A higiene bucal é um fator preponderante na estabilidade da cor, uma vez que a presença do ácido acético e o ácido propiônico produzidos pela placa bacteriana provocam o amolecimento da resina, facilitando a sua pigmentação e descoloração⁷². A reflexão da luz incidida sobre a restauração é afetada pela rugosidade, tornando-a, conseqüentemente, mais perceptível pela perda de brilho²³. A capacidade de polimento de uma resina composta é um elemento importante na avaliação desses materiais restauradores; uma superfície altamente polida melhora a aparência estética da restauração minimizando o desgaste e aumentando a sua longevidade^{30,98,103}.

O mecanismo de desgaste clínico, *in vivo*, consiste num processo muito complexo^{19,20,36,59,72}; desse modo, os testes de escovação *in vitro* são válidos para obter dados comparativos sobre a resistência à abrasão das resinas compostas⁵¹ e para simular certos aspectos do desgaste bucal, sendo que essa técnica permite obter resultados mais rápidos e com maior confiança, onde as condições de teste são mais facilmente controladas e adequadamente padronizadas^{55,56}.

Um teste laboratorial que possa prever o comportamento clínico dos materiais restauradores estéticos parece de significativa contribuição ao maior desenvolvimento e avaliação dos mesmos, facilitando, grandemente, sua apropriada seleção. As desvantagens de realizar testes clínicos para os estudos de abrasão estão associadas ao fato da necessidade de estudos a longo prazo a fim de avaliar os problemas associados com a quantidade de desgaste. Outra desvantagem é a incapacidade para interpretar os resultados no que diz respeito aos mecanismos que contribuem para o desgaste. Estes não são totalmente conhecidos; provavelmente, o desgaste não é apenas abrasivo, mas inclui outros aspectos como fadiga e desgaste adesivo⁷³.

A interação entre conteúdo de carga, distribuição do tamanho das partículas, desintegração química, propriedades físico-mecânicas e rugosidade de superfície são variáveis que estabelecem diferentes graus de abrasão nas resinas compostas.

A primeira geração dos compósitos “fluidos” foi introduzida no final de 1996, sendo que até o momento tem havido pouca informação a respeito destes materiais. Os primeiros relatos sobre algumas propriedades estão apenas começando a ser divulgados para alguns compósitos “fluidos”, como as propriedades físicas destas resinas e sua resistência flexural^{71,74,77,94}.

Mesmo não existindo até o momento trabalhos científicos disponíveis para que se possa assegurar o real desempenho clínico deste material restaurador, pode-se notar que várias aplicações são sugeridas pelos fabricantes para os compósitos “fluidos”, tais como: reparadores da margem do amálgama, restaurações em geral, classe V, reparadores de resina composta, construção de munhão, reparador de margem de coroas, reparadores de defeitos de esmalte, reparador do ângulo incisal, forramento, selante de fósulas e fissuras, reparadores de porcelana, cimentação de facetas de porcelana, restaurações preventivas de resina, restauração provisória, restauração de preparos feitos com jatos abrasivos, restauração de preparos em túnel e facetas⁸.

Entretanto, o conhecimento das propriedades mecânicas destes compósitos pode ajudar a determinar as características destes novos materiais. Como existem poucas informações sobre as suas propriedades, a proposta desta pesquisa é buscar, avaliando a alteração de massa e a rugosidade superficial de resinas

compostas “fluidas”, disponíveis no mercado, através da escovação simulada, para a determinação de sua resistência ao desgaste. As mesmas propriedades serão determinadas para um compósito híbrido e outro de micropartículas, como controles, e feita uma comparação para melhor evidenciar as prováveis aplicações clínicas dos materiais fluidos.

Muitas investigações têm sido conduzidas utilizando testes que avaliam o desgaste com máquinas que simulam a escovação; esses trabalhos compararam a perda de massa de materiais como amálgama e resina composta que não as “fluidas”^{38,73}.

Optou-se pela análise de perda de massa, assim como DOMENE²⁴, HARRINGTON et al³⁵, KANTER; KOSKI; MARTIN⁴⁹, HEATH; WILSON³⁸, BAHIA; ARAÚJO; FERREIRA⁶, ao invés da utilização de sistema de mensuração de profundidade, por achar que esse método traz maior precisão de resultados, pois, numa determinada área onde a rugosidade apresenta-se com distribuição heterogênea de lacunas a medida de profundidade também será heterogênea, podendo mascarar o verdadeiro aspecto de abrasão das resinas, enquanto o sistema de peso mostra claramente o acontecido no teste realizado⁶.

Quanto à verificação da rugosidade superficial, tem a principal função de analisar a textura de superfície dos materiais em estudo, após a simulação da escovação.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento *in vitro* de resinas compostas “fluidas”, relacionando causa e efeito em decorrência da escovação. Deve ser enfatizado que o método empregado mede somente a resistência à abrasão sob condições específicas deste teste, ou seja, apenas avaliando a abrasão unicamente em função da escovação *in vitro*, não indicando necessariamente a resistência a outros tipos de abrasão, como desgaste mastigatório, atividades parafuncionais e dieta alimentar. Como já mencionado, para comparar a resistência relativa ao desgaste entre resinas fluidas e convencionais, foi estabelecido o teste com abrasão por escovação simulada. Para tal, optou-se pela utilização do registro da relação de perda de massa e rugosidade de superfície.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em 1907, foi realizado por MILLER⁶¹, um dos primeiros estudos sobre a ação abrasiva dos dentífrícios sobre as restaurações e estruturas dentárias. Através deste trabalho o autor apresentou casos clínicos avaliando, com o uso de ensaios de laboratório, a ação de vários agentes físicos, químicos e biológicos sobre os dentes e os materiais restauradores. Foram utilizados dentes extraídos apresentando ou não restaurações, submetendo-os ao teste de escovação com pedra-pomes durante 90 minutos. Foi observado um rápido desgaste que ocorreu na dentina, no amálgama houve o aparecimento de sulcos superficiais, enquanto o ouro sofreu menor desgaste, sendo inferior somente ao esmalte. De acordo com estas observações o autor concluiu que os ácidos, na concentração presente na boca, não são capazes de produzir desgaste, sendo o processo mecânico de escovação dos dentes o maior responsável pela abrasão dos tecidos duros.

A abrasividade provocada em dentes humanos por dentífrícios, utilizando a radiação por nêutrons, foi avaliada por GRABENSTETTER et al.³³, em 1958. Os dentes foram adaptados a uma máquina de escovação onde houve o controle da velocidade e da pressão da escova. Posteriormente, 2ml da solução foram recolhidos, secos a 105°C e pesados. A quantidade de estrutura dental abrasionada foi relacionada à medida da radioatividade, sendo determinado o poder de abrasão dos materiais. A quantidade de estrutura dental perdida demonstrou que a taxa de esmalte desgastado correspondeu de 1 a 5% da quantidade de dentina perdida.

Os agentes de polimento encontrados nos dentífrícios incluem o carbonato de cálcio, fosfato de cálcio, tanto o hidratado quanto o anidro, metafosfato de sódio insolúvel, sílica, óxido de alumínio e o pirofosfato de cálcio. Com o objetivo de verificar a abrasividade dos dentífrícios e o seu poder de limpeza nos dentes através de uma simulação de escovação, BULL et al.¹⁴, em 1968, propôs esse estudo. A máquina usada para simular a escovação foi uma adaptação da original descrita como “Pepsodent”. As amostras foram obtidas de dentes humanos, tanto de dentina

quanto de esmalte, sendo que para o esmalte foram realizados 20.000 ciclos de simulação e para a dentina 2.500 ciclos. O grau de abrasividade foi mensurado através da radioatividade. Afim de verificar a efetividade de limpeza, foram selecionados de 20 a 30 indivíduos nos quais foi realizada uma profilaxia inicial dos dentes por um higienista, obtendo posteriormente uma fotografia inicial dos dentes ântero-superiores e inferiores. Cada paciente recebeu uma escova dental e um dentifrício do teste, sendo instruído para escovar como de hábito por duas semanas. No final desse período, os dentes foram novamente fotografados. Os pares de fotografias eram comparados após os testes. Os resultados obtidos demonstraram uma correlação positiva entre abrasividade na dentina e poder de limpeza. O método radioquímico de mensuração da abrasividade dos dentifrícios foi considerado de grande valor tanto para os abrasivos tradicionais quanto para os novos.

LUGASSY; GREENER ⁵⁸, em 1972, caracterizaram e compararam, por meio de um teste *in vitro*, a resistência ao desgaste de compósitos com carga com aqueles sem adição de carga. Os autores neste estudo propuseram um mecanismo de abrasão a fim de explicar a ação das partículas de carga sobre o fenômeno de desgaste, o que poderia influenciar os resultados obtidos. As marcas comerciais usadas foram as seguintes: resinas que continham carga- Adaptic, Addent 35, Addent 12, Blendant, Dakor e Posite; os compósitos sem adição de carga foram Diamond-D (contendo pequena quantidade de carga incorporada), DuzAll e Jet Acrylic. Foram confeccionadas 11 amostras de cada material com as dimensões de 20mm de diâmetro e 1,5mm de espessura. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Após esse período, as amostras foram analisadas secas, através do uso de um dissecador, ou molhadas, imersas em água destilada, até a obtenção de um peso constante. A máquina de teste simulou 100 ciclos de abrasão. A fim de avaliar a variação de perda ou ganho de peso, os espécimes molhados foram pesados no início dos testes e no caso dos secos, ao final dos ensaios. A velocidade de abrasão foi de 30cm/ segundo e a força sobre cada amostra de 500g (gramas). Os valores de perda de massa foram convertidos para volume, pela divisão das densidades das espécimes. Cada amostra possuía duas áreas de abrasão, designadas como A para o lado esquerdo e B para o lado

direito. A faixa divisória entre essas áreas determinou a perda de peso e volume por unidade de área. Para as resinas com carga houve diferença estatisticamente significativa na resistência à abrasão, já para as resinas sem adição de carga, isto não foi verificado. Com exceção da resina Addent 35, os espécimes que ficaram condicionados em água, foram mais resistentes ao desgaste do que os secos. A abrasão das resinas com carga foi estatisticamente maior comparada às resinas sem carga.

HEATH; WILSON ³⁸, em 1976, descreveram um método de mensuração de abrasão pós-escovação através de métodos quantitativos e qualitativos. Os materiais restauradores testados foram: ouro (Tuecast soft), amálgama (New True Dentalloy), cimento de silicato (Silicap), resina sem carga (Sevriton), e resinas com carga (Adaptic I, Adaptic II, Addent 35, Addent XV, Blendant, Concise, DFR, Posite anterior e TD 71). Os espécimes foram colocados em recipientes juntamente com o dentifrício, o qual foi diluído, em uma fase posterior do teste, a fim de simular a saliva e evitar a sedimentação do abrasivo do dentifrício. Na primeira fase dos testes os espécimes sofreram abrasão a 37°C, usando 5N de força em um movimento de 45mm da escova e velocidade de quatro a cinco movimentos/ segundo, totalizando 20.000 movimentos. Após 24 horas deste condicionamento, o teste de abrasão propriamente dito foi conduzido. Consistiu de 20.000 ciclos de escovação, o que equivale a 10 meses de desgaste na boca, com o uso de um conjunto de três escovas movidas de recipiente para recipiente para que o espécime recebesse um número igual de movimentos de cada escova. A avaliação da rugosidade de superfície foi realizada com o perfilômetro Talysurf 4. O ouro foi o único material que desgastou menos que o esmalte, enquanto o amálgama desgastou quase duas vezes mais. As resinas compostas (com exceção da TD 71) e o cimento de silicato desgastaram de duas a quatro vezes mais que o esmalte. O Sevtron e o TD 71 apresentaram níveis altos de desgaste. Após a abrasão, as superfícies do ouro e do amálgama apresentaram-se mais lisas do que as das resinas compostas e do cimento de silicato. Alguns fatores que poderiam influenciar na resistência ao desgaste também foram discutidos tais como: idade da escova, comprimento do

movimento da escova, força aplicada à escova e temperatura para execução dos testes.

Em 1976 HEFERREN³⁹, de acordo com o comitê de abrasão laboratorial do programa de dentifrícios da Associação Dentária Americana (ADA), demonstrou *in vitro* o método específico de medir a abrasividade dos dentifrícios. O autor descreveu os aspectos relacionados aos cuidados na seleção e preparo dos dentes, irradiação e montagem das raízes e o funcionamento da máquina de escovação. Concluiu com o referido estudo que, em relação ao cálculo da abrasividade não recomenda o método baseado na perda de peso, pois pode induzir resultados falsos, uma vez que o conteúdo de água dos tecidos dentários afeta a medida da perda de peso pela abrasão. Os perfilômetros também não foram considerados como método de escolha, porque os aparelhos são caros e delicados e a melhor alternativa para a determinação da abrasividade seria a contagem radioativa do material desgastado. O teste laboratorial seria um meio de se entender a situação clínica, sendo consideradas as variáveis que ocorrem *in vivo*.

SAXTON⁸⁴, em 1976, usando a microscopia eletrônica de varredura (MEV), verificou a ação de dois dentifrícios, convencionais com adição de abrasivos e de dentifrícios sem abrasivos, na superfície dos dentes. Vinte pessoas com idade entre 20 e 60 anos participaram deste estudo, sendo divididos em dois grupos. Os participantes receberam uma profilaxia com pedra-pomes e borracha nos dentes anteriores, a fim de se remover a placa e película existentes anteriormente ao início dos testes. O primeiro estudo durou três semanas, sendo que o dentifrício convencional usado foi à base de fosfato de cálcio di-hidratado (DCP) (Pepsodent-Gibbs) e a pasta não abrasiva continha esferas acrílicas (Bofors Fluortandkräm). O segundo estudo compreendeu um período de 15 semanas, sendo o dentifrício convencional usado à base de tri-hidrato de alumina (Pepsodent-Elida Gibbs) e o segundo dentifrício continha o mesmo aroma do utilizado no primeiro estudo, porém foi usado o polietileno como agente abrasivo. Para o exame em MEV, foram confeccionadas réplicas positivas dos dentes. Nenhum dos produtos examinados manteve o esmalte livre de material orgânico. A película adquirida aparentemente

aumentou em função do tempo e níveis de equilíbrio só foram obtidos no caso dos dentífrícios abrasivos.

PANZERI et al.⁶⁸, em 1978, procuraram evidenciar a consistência, o pH (potencial hidrogeniônico), a densidade, a “vida útil” e a perda de água dos dentífrícios: Ultra Brite, Colgate, Colgate Flúor-Gard (com MFP- mono flúor fosfato), Kolynos (branca), Kolynos (azul), Kolynos (gel), Close-up (menta), Close-up (vermelha), Acitra, Dentyl, Croki, Mônica, Gessy, Forhan’s, Sensodyne, Emoform, Anticárie Xavier, Kolynos Clorofila, Signal, Phillips, Denta Crem, Nicodent, Eucalol e Forhan’s clorofila. A consistência dos dentífrícios foi medida quantitativamente através do escoamento sob a ação de uma carga determinada. Através da pesagem em uma balança sensível a 0,1mg (balança Matler H 10 W), foram mensuradas as densidades, tendo como volume padrão o emprego de (5 ml) de dentífrício. Para a avaliação do pH (potencial hidrogeniônico) seguiram as especificações argentinas, onde uma parte de 5 ml de dentífrício foi suspensa em três partes de água destilada (15ml) e as leituras foram efetuadas em um pHmetro com eletrodo de vidro. A verificação da vida útil consistiu em submeter a pasta contida nos tubos a um envelhecimento drástico, realizado por exposição da mesma no interior de uma estufa a 45°C durante 72 horas. Após a remoção da estufa, e na temperatura ambiente de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, os ensaios de consistência, densidade e pH foram novamente realizados. Como complemento da verificação da “vida útil”, foi realizado o teste de centrifugação que consistiu em submeter os produtos à centrifugação, 10000 r.p.m. (rotações por minuto) por 10 minutos. Para o ensaio da perda de peso, uma quantidade de 0,5 ml do dentífrício na forma de pasta foi pesada e submetida a um aquecimento de 105°C até peso constante. No tocante à consistência das pastas, todas ficaram entre a classificação de fluidas ou menos fluidas, com exceção das pastas Croki e Dentyl que foram excessivamente fluidas. De acordo com a especificação argentina, o pH deve ter valores compreendidos entre 5 e 10,5. Apenas os produtos Denta Crem e Anti-Cárie Xavier fugiram ligeiramente desses valores. As pastas Dentyl, Kolynos gel, Close-up menta e Close-up vermelha tiveram pH ácido, a pasta Fluor Gard apresentou pH neutro e as demais foram alcalinas. Com relação à perda de peso, os produtos mantiveram um valor variável entre 35 e

55%, sendo as pastas Dentyl e a Croki as que mais perderam peso. De acordo com o teste da “vida útil” nenhum dos produtos sofreu deteriorização, somente o dentífrico Colgate apresentou um valor de pH mais baixo.

PANZERI et al.⁶⁹, em 1978, com as mesmas marcas comerciais utilizadas no primeiro trabalho, acrescida do dentífrico Nicodente, procurou observar e analisar a forma e a distribuição das partículas abrasivas presentes nos dentífricos através de MEV. Utilizaram uma mistura de 5ml de água destilada e 1ml de dentífrico e uma pequena fração foi analisada no microscópio. Os autores não tiveram a intenção de medir o tamanho das partículas abrasivas, mas registrar suas formas e a homogeneidade de distribuição destas partículas. Verificaram a presença das mesmas partículas em produtos com denominações comerciais diferentes e de um mesmo fabricante. Nas análises realizadas não foram detectadas partículas abrasivas nos dentífricos Dentyl e Croki, os quais são indicados para a limpeza dos dentes das crianças. O dentífrico Colgate apresentou algumas partículas arredondadas e a maioria com forma irregular, com distribuição heterogênea, variando bastante o tamanho, algumas partículas ainda apresentaram bordas agudas. Os autores puderam concluir que vários tipos de substâncias são utilizadas como abrasivos nos dentífricos, algumas partículas apresentam forma homogênea, porém em certos dentífricos, poderia haver a associação de substâncias devido ao fato das partículas serem de várias formas.

Os dentífricos encontrados no comércio apresentam determinadas características químicas e físicas decorrentes de suas formulações. A capacidade de abrasionar ou desgastar tanto os dentes naturais quanto os materiais restauradores tem sido, de um modo geral, a propriedade mais evidenciada nos dentífricos. Com este trabalho, PANZERI et al.⁷⁰ em 1978, em uma terceira etapa de estudo, tiveram a finalidade de determinar a maior ou menor abrasão apresentada pelos dentífricos, avaliando o desgaste ocasionado pela escovação em placas de plex-glass com as marcas comerciais Ultra Brite, Colgate, Colgate Flúor-Gard (com MFP), Kolynos (branca), Kolynos (azul), Kolynos (gel), Close-up (menta), Close-up (vermelha), Acitra, Dentyl, Croki, Mônica, Gessy, Forhan's, Sensodyne, Emoform, Anticárie

Xavier, Kolynos Clorofila, Signal, Phillips, Denta Crem, Nicodent, Eucalol, Forhan's clorofila e água. O ensaio da abrasão foi realizado por 60 minutos através de escovação usando escovas dentais macias (Pro-Multicerda), acopladas a uma máquina tipo Pepsodent, em placas de plex-glass medindo 88 x 27 mm. Como controle, foi usada a água, ao invés de dentifrício, e escova. Foram obtidos resultados quantitativos pela diferença entre o peso inicial e final dos corpos-de-prova. A ação conjugada da escova/ dentifrícios foi registrada através de fotografias. A associação da escova com água destilada resultou em uma menor abrasão, seguida pelos dentifrícios em cuja composição não foi detectada a presença de abrasivos, o Dentyl e Croki. O dentifrício Denta Crem também apresentou pequena abrasividade. De acordo com este trabalho, a solução para contornar a abrasividade provocada pelos dentifrícios seria o uso intercalado de dentifrícios abrasivos com aqueles não abrasivos.

STALEY; KOPEL⁸⁹, em 1979, analisaram a lisura de superfície e a rugosidade do esmalte adjacente a restaurações confeccionadas com três compósitos Adaptic, Concise e Vytol. Após o acabamento e polimento com discos de óxido de alumínio, silicato de zircônio ou carbide silício (associado a lubrificantes como água, vaselina e K-Y gel ou com nenhum lubrificante) e também discos sem abrasivos. Realizaram cavidades de classe V em 40 dentes humanos extraídos, sendo todos os espécimes armazenados em água destilada por 48 horas antes do acabamento. Depois que todas as restaurações foram polidas estas foram desidratadas e submetidas à análise por MEV. Utilizaram uma escala padrão para a verificação da superfície do compósito e do esmalte a qual variou de 1 a 3. Para os compósitos a escala considerada foi: 1) lisura superficial com textura uniforme, sendo que as partículas de carga foram polidas no mesmo nível da matriz resinosa; 2) lisura superficial moderada, pois as partículas de carga não foram polidas no mesmo nível da matriz resinosa; 3) rugosidade superficial sendo que as partículas de carga sobressaíam à matriz resinosa. No caso do esmalte adjacente às restaurações a seguinte escala foi usada: 1) nenhuma ranhura ou mínima; 2) ranhuras leves ou moderadas; 3) ranhuras profundas ou severas. Os autores observaram que as diferenças nas composições dos materiais pode ser responsável pela diferença na textura de

superfície. A superfície da resina Vytol geralmente se comportou com maior lisura se comparada à Adaptic e Concise. Não houve correlação entre o uso de lubrificantes associados aos discos e maior lisura superficial. Quando foram utilizados discos livres de abrasivos não necessariamente houve melhor resultado na superfície dos compósitos e, sim, redução na ranhura do esmalte. Os discos de carbide silício mostraram-se mais eficientes em relação aos outros sistemas estudados.

Os testes referentes à abrasividade dos dentifrícios têm sido reproduzidos em relação à dentina e não têm sido reportados freqüentemente para o esmalte. DAVIS²² em 1980, tentou estabelecer a relação entre o poder de limpeza dos dentifrícios e sua abrasividade. Relatou que os dentifrícios podem remover a placa bacteriana e podem inibir uma rápida recolonização das colônias à superfície dos dentes. A adesão da placa na superfície dos dentes, pode ser dificultada pela associação da escova-dentifrício. Muitas vezes a escovação com dentifrícios contendo agentes abrasivos de partículas duras pode ocasionar a perda de brilho da superfície do esmalte, sendo este fator dependente também do tamanho e concentração da partícula. A média de desgaste em esmalte e dentina é inversamente proporcional à dureza dos tecidos. O carbonato de cálcio e o fosfato de cálcio di-hidratado são menos abrasivos ao esmalte do que outros minerais como o pirofosfato de cálcio. O autor estabeleceu parâmetros ideais para os dentifrícios como: a) ter uma abrasividade moderada em dentina, para fins de segurança quando houver exposição da mesma, b) ter uma abrasividade mínima em esmalte associada a um bom poder de limpeza, c) as partículas deveriam ter tamanho médio, alto pH, d) deveriam ter um componente fluorídrico afim de prevenir o progresso de cáries.

O efeito do procedimento de acabamento, em diferentes tempos, na superfície das resinas compostas Concise e Adaptic, foi investigado por SAVOCA; FELKNER⁸³, em 1980. Foram escolhidos nove intervalos de tempo para a realização do acabamento das superfícies para esse estudo 5, 7, 10, 15, 20 e 30 minutos, e, 1, 24 e 48 horas. Quatro séries de 10 amostras foram confeccionadas para cada material, sendo que nove amostras sofreram o acabamento de acordo com os

tempos estabelecidos e uma amostra foi obtida para controle, a qual somente recebeu o tratamento superficial com tira matriz de Mylar. O acabamento dos espécimes foi realizado com pedra Arkansas, a qual foi trocada para cada corpo-de-prova. A rugosidade superficial foi mensurada com o uso de um rugosímetro e verificada através de MEV. Foi considerada a média obtida de três leituras na superfície das amostras. De acordo com a análise da MEV, somente o tempo de acabamento de 20 minutos e grupo controle diferiram estatisticamente dos outros tempos de acabamento. Este resultado não foi totalmente confirmado pelo obtido com a análise rugosimétrica, uma vez que somente o grupo controle foi estatisticamente diferente dos demais. Este trabalho demonstrou não haver diferença na rugosidade superficial dos compósitos com os procedimentos de acabamento em diferentes intervalos de tempo. A maior lisura superficial foi encontrada com o uso da tira matriz.

AKER¹, em 1982, teve como propósito comparar a resistência à abrasão de compósitos com partículas grandes a de uma resina sem carga. Utilizou cinco amostras de cada material, as resinas Miradapt, Prisma-Fil, Visar-Fil, Silar, Finesse, tendo como controles os compósitos Concise e a resina acrílica Sevrton. Para os testes de escovação simulada, o autor usou quatro escovas nº 3 Pycopay e a proporção de 45 mg do dentifrício Colgate MFP com 45ml de água destilada. Foram simulados 16.000 ciclos de escovação por hora, equivalente a 22 ciclos duas vezes ao dia por dois anos. Os excessos de material foram removidos e a superfície das amostras tornou-se mais lisa e com a curvatura semelhante a dos dentes. A resistência à abrasão foi mensurada pela determinação do volume do material removido durante o procedimento de abrasão. Este cálculo foi determinado pela divisão da massa perdida durante a abrasão pela densidade do material. As amostras ficaram imersas em água destilada a 37°C até um estágio de máxima sorção de água. Em seguida, após a secagem com ar por cinco minutos, os corpos-de-prova foram pesados uma vez a cada 24 horas até que houvesse um peso constante com alteração de até 0,1 mg; sendo a pesagem realizada por 5 dias. Depois de 15 horas de abrasão, as amostras foram limpas em ultrassom com água destilada por três minutos e pesadas. A cada cinco horas do teste, as escovas foram

trocadas e o dentífrico diluído foi repostado. O volume de material perdido durante a abrasão foi determinado pela média de densidade de cada material. Por meio do uso de MEV, pôde-se ilustrar a superfície característica de cada material. A quantidade de material abrasionado da superfície da Miradapt, Concise e Visar-Fil não produziu perda visível de contorno das amostras. A superfície da Prisma-Fil, Finesse e Silar foram aplainadas pela abrasão e já a resina acrílica Sevitron teve sua forma original convexa mudada para côncava.

HARRINGTON et al.³⁵, em 1982, investigaram com um método simples de medição, a abrasão na superfície de materiais restauradores submetidos à escovação simulada. As condições para execução deste teste simularam os hábitos normais de escovação e a quantidade de material usado em uma restauração. Os autores utilizaram para o trabalho várias marcas comerciais de resinas compostas sem carga, outras convencionais, um selante de superfície, compósitos ultrafinos, cimento de silicato, cimento de ionômero de vidro e amálgama. Seis espécimes de cada material foram preparados em um molde, cobertos com uma matriz de celulose e sobre o mesmo foi colocada uma lâmina de vidro por 15 minutos, a fim de exercer ligeira pressão para remoção dos excessos. No caso dos cimentos ionoméricos houve a imediata transferência para um ambiente a 37°C e umidade relativa de 95% por 24 horas, antes da remoção dos espécimes. Após sete dias, as amostras foram secas com um tecido e pesadas usando a balança Perkin-Elmer. A medida de rugosidade foi dada pela média de cada espécime, utilizando o Talysurf 4. Um total de 18 escovas dentais Oral B 60, montadas em blocos de resina acrílica, foram utilizadas e trocadas quando havia evidência de desgaste. A solução usada consistia de 30g de um dentífrico preparado e 70ml de uma solução a 0,5% de carboximetilcelulose. A escovação foi realizada por 74 minutos, o que correspondeu a 20.000 ciclos. Os espécimes foram removidos, lavados, secos e pesados. Este procedimento foi repetido por duas vezes, mudando as locações das amostras, determinando uma série de 60.000 ciclos. A espessura de material perdida após os testes foi calculada pela fórmula:

$$\text{Espessura perdida} = \frac{\text{peso perdido} \times \text{espessura original}}{\text{peso original}}$$

Os materiais que mostraram uma menor perda de espessura foram os compósitos convencionais, juntamente com o cimento de silicato e o amálgama. Em relação aos valores de rugosidade, foi observado uma grande lisura obtida com a matriz de celulose. Os compósitos convencionais, o cimento de silicato e os cimentos ionoméricos ficaram mais rugosos pós-escovação. O amálgama Spheracap tornou-se mais liso após os testes. Geralmente a perda de espessura, foi maior nos primeiros 20.000 ciclos.

Em 1982 LAMBRECHTS; VANHERLE⁵⁴ avaliaram a superfície de diversos materiais após os procedimentos de polimento. O estudo se desenvolveu em três estágios diferentes: clínico-visual; MEV e uso de um perfilômetro. Os vários sistemas de polimento usados pelos autores foram Identoflex, Isopast, Quasite, RUWA e Sof-Lex (3 granulações de 2 a 50µm). O estudo clínico compreendeu a confecção de restaurações na superfície vestibular de dentes bovinos com 2mm de profundidade e 5mm de diâmetro e posterior restauração com os materiais propostos. O acabamento e polimento foi realizado após 15 minutos da inserção do material. Os materiais foram divididos em 3 grupos de acordo com o resultado clínico obtido com polimento em: A) brilho, B) menor brilho e C) opaco. Os dentes bovinos foram restaurados com os 14 diferentes materiais e polidos com o melhor método encontrado no estudo clínico anterior. Os mesmos critérios para análise de superfície permaneceram. Os materiais foram preparados para análise em MEV e a rugosidade foi indicada graficamente. Os critérios de classificação foram: A) superfície lisa, B) superfície lisa com pequenas irregularidades e C) superfície rugosa. Devido ao fato dos outros testes terem sido qualitativos, os autores examinaram quantitativamente as superfícies através do uso do perfilômetro Talysurf 10, considerando a rugosidade média (Ra). De acordo com os resultados obtidos, o procedimento de polimento com os discos Sof-Lex deixou uma superfície mais regular nos materiais, sendo confirmado geralmente pelo estudo ao MEV e quantitativamente pelo resultado encontrado com o uso do perfilômetro. O presente estudo confirmou a classificação dada anteriormente aos materiais de acordo com a superfície obtida com o processo de polimento, sendo que o grupo A foi o dos compósitos com superfícies lisas (Estilux, Isocap, Isopast, Estic e Silar); os do grupo

B foram os compósitos clássicos (Caulck Nuva-fil, Concise, Fotofil, Adaptic e Vitol) e os do grupo C os cimentos ionoméricos (Fuji, Aspa, Pierre Roland e Compact).

As resinas compostas desenvolvidas inicialmente apresentavam uma certa dificuldade na obtenção e, principalmente, na manutenção de uma lisura superficial adequada às restaurações. A obtenção de uma superfície lisa é conseguida pelo uso de uma matriz de poliéster quando da polimerização das resinas, porém sempre permanece algum excesso de material ao restaurar-se um dente, que ao ser retirado apresentará uma superfície rugosa, mesmo depois do acabamento e polimento, o que facilitará o acúmulo da placa bacteriana. Através de uma revisão de literatura, GARONE FILHO; MIRANDA JÚNIOR; OGATA ²⁹, em 1983, analisaram os diversos tipos de resinas e as técnicas empregadas para o seu acabamento e polimento. As resinas compostas convencionais apresentam como característica principal o tamanho de suas partículas de carga que variam de 20 a 40µm, uma média de 80% em peso. Geralmente a sua matriz orgânica é o Bis-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato) ou o Bis-GMA modificado por outros co-polímeros. O principal problema que ocorre neste tipo de material é que ao realizar-se o acabamento, pequenas partículas de carga são expostas deixando a superfície rugosa. De acordo com trabalhos consultados, os autores puderam concluir que o método mais adequado para o acabamento consiste no uso de pontas diamantadas ou pedra de Arkansas, usadas através de motores com alta rotação e sob refrigeração, com a finalidade de remover os excessos e dar o contorno final das restaurações. Pode-se utilizar um instrumento cortante manual quando houver excesso inicial grosseiro. Para o polimento final é recomendado o uso do sistema Sof-Lex 6 e Sof-Lex 12 (discos de óxido de alumínio). As pastas e pós são contra-indicadas. O glaze final superficial deveria ser utilizado, pois confere uma superfície mais lisa. As resinas do tipo Microfil foram introduzidas no mercado com o intuito de se melhorar o acabamento e polimento. As suas partículas são do tipo de sílica coloidal cujo diâmetro varia de 0,04 µm. Parte desta microcarga é colocada no material durante a fabricação, em blocos de matriz pré-polimerizadas. Possuem de 30 a 40% de material inorgânico. As partículas de sílica são amorfas e consideravelmente macias. O polimento conseguido para este material se aproxima daquele obtido com a matriz de poliéster.

A fase de acabamento segue os passos das resinas convencionais. No polimento pode-se utilizar tanto as borrachas quanto as pastas abrasivas, não sendo necessária a utilização de um glaze. A grande vantagem deste material seria a manutenção de superfícies lisas e polidas ao longo dos anos. As resinas do tipo híbridas constituem-se basicamente de uma resina do tipo Microfil com adição de partículas convencionais (20 μm em média). Os procedimentos de acabamento e polimento dependerá se houver uma predominância na quantidade de partículas convencionais ou de micropartículas; sendo então utilizado o esquema para as resinas convencionais ou do tipo Microfill. As resinas de partículas ultrafinas, possuem partículas de carga de 1 a 5 μm , podendo até mesmo existirem as resinas com partículas menores que 1 μm . A seqüência do polimento deverá ser a mesma das resinas convencionais, no entanto será conseguida uma maior lisura de superfície.

KANTER; KOSKI; BOGDAN ⁵⁰, em 1983, investigaram qual seria o melhor método de polimento para as resinas compostas. Utilizaram 2 marcas comerciais de compósitos, um convencional Profile e um de micropartículas Isopast. Obtiveram espécimes no formato de cilindros os quais foram submetidos ao polimento com o sistema Sof-Lex com a possibilidade de cinco combinações: A) Sistema Sof-Lex com disco de granulações grosso, médio, fino e superfino; B) Sistema Sof-Lex com disco de granulações médio, fino e superfino; C) Sistema Sof-Lex com disco de granulações médio e fino; D) Sistema Sof-Lex com disco de granulações grosso e fino; E) Sistema Sof-Lex com disco de granulações médio e superfino. Foram realizadas leituras superficiais de rugosidade através do uso de um perfilômetro, sendo obtidas as médias destas leituras. Houve também a análise através da MEV. O método de polimento para se obter uma lisura superficial dos compósitos pôde ser produzido pela utilização da série de 4 discos do sistema Sof-Lex, sendo que a alteração na ordem seqüencial de utilização dos mesmos produziu uma superfície menos lisa. A resina de micropartículas obteve maior lisura de superfície comparada à resina convencional.

O estudo realizado por CANNON et al.¹⁵ em 1984, analisou a resistência à abrasão de facetas de resina *in vivo* e *in vitro*. A investigação *in vivo* foi conduzida em duas partes, sendo que o sistema restaurador usado foi o Mastique. Inicialmente participaram da avaliação 10 pacientes, com idade média de 17,8 anos, cada um tendo 6 restaurações feitas com o sistema Mastique, sendo 1 paciente posteriormente excluído do teste. Foram obtidas réplicas das restaurações de cada paciente e analisadas em MEV. Em uma outra fase, 30 homens e 12 mulheres, com idade média de 17 anos também foram avaliados e 3 foram eliminados. As restaurações foram colocadas em dentes com descolorações ou com defeitos estruturais, também foram realizadas réplicas das restaurações e análise em MEV. O teste *in vitro* consistiu de uma escovação simulada em 24 facetas, utilizando a escova Oral B 35 e o dentífrício Colgate MFP, na proporção de 50 mg de pasta/ 100 mg de água destilada durante 1.000 ciclos, prosseguindo até 5.000 ciclos. Os autores concluíram que quando o acabamento da superfície das facetas é insatisfatório, a escovação pode levar a um aplainamento da superfície.

A resistência à abrasão de facetas de resinas acrílicas foi avaliada, em 1984 por HENGCHANG et al.⁴¹. Neste estudo os autores confeccionaram 30 espécimes dos materiais K+B 75; K+B Plus; Ivocron e Isosit, utilizando as resinas acrílicas incisal, de corpo e cervical de cada material. As dimensões dos espécimes foram 21x15x4mm e o polimento usado foi o convencional de laboratório. Após o polimento as amostras ficaram armazenadas em água por 30 dias ou à temperatura ambiente até a escovação simulada. Duas máquinas foram construídas para a realização dos testes. Metade dos espécimes foram testados em cada máquina à temperatura ambiente. Uma máquina usou 30g do dentífrício Pepsodent em 50ml de água, com o peso de 200g do braço da máquina sobre cada corpo-de-prova por 25.000 ciclos durante 6 horas. Cerca de metade da superfície das amostras foi coberta com uma lâmina de metal para preservá-la intacta. O perfilômetro Talysurf comparou essa referida superfície intacta com a superfície que foi abrasionada pelos testes. Outra máquina usou uma mistura de carbonato de cálcio não industrializado com água na proporção de 1:1. O peso do braço exercido sobre as amostras foi de 1500g durante 2 horas. A análise de abrasão foi calculada por perda de volume, através da

pesagem das amostras antes e após a escovação. Os corpos-de-prova foram analisados por MEV. Os resultados obtidos com uma máquina, não demonstraram diferenças estatisticamente significantes para K+B 75, K+B Plus e Ivocron, mas a resina Isosit apresentou um maior grau de resistência à abrasão. Já com a outra máquina, as superfícies de todos os espécimes mostraram uma redução na lisura quando comparadas às superfícies medidas pelo Talysurf. O material para incisal, mostrou uma maior resistência que o de corpo e cervical. Foi concluído que a resina acrílica Isosit apresentou a maior resistência à abrasão nos vários testes comparativos analisados.

TAYRA et al.⁹³, em 1985, realizaram um estudo com a finalidade de avaliar o efeito de diferentes instrumentos abrasivos na rugosidade das resinas Adaptic, Isopast e Simulate em função de variáveis como técnica de polimento e tempo para a sua execução. Para os diferentes tratamentos da superfície dos corpos-de-prova foram empregados os materiais especificados a seguir:

- A) discos de lixa Sof-Lex de óxido de alumínio seqüencial com granulação fina e extra-fina com 3 a 9 μ m e 1 a 7 μ m respectivamente
- B) pontas montadas verde e branca de óxido de alumínio com granulações de 320 μ m e 23 μ m
- C) taça de borracha para profilaxia
- D) pasta de polimento para resina
- E) grupo controle com ausência de polimento.

Foram confeccionados cinco corpos-de-prova de cada resina, os quais foram armazenados em um recipiente com 80 a 90% de umidade relativa do ar até receberem o tratamento pré-estabelecido. O período para o polimento foi de 24 e 48 horas após a polimerização. Os discos de lixa seqüenciais foram usados somente uma vez e as pontas montadas foram substituídas por uma nova a cada grupo de cinco corpos-de-prova. Após o tratamento a rugosidade superficial foi obtida através de 5 leituras de superfície utilizando o rugosímetro Talysurf 10. As amostras foram submetidos à análise por MEV. Os fatores principais em estudo, material, técnica e período de polimento exerceram efeito significativo na rugosidade, sendo que das interações analisadas à referente material x período não apresentou efeito

significante. Das técnicas estudadas, a menor rugosidade foi obtida no grupo controle seguida do disco Sof-Lex, das pontas abrasivas + pasta de polimento e finalmente do conjunto pontas abrasivas + taça de borracha/ pasta de polimento. Em relação ao período do polimento, o melhor resultado foi o de 48 horas. Dos 3 materiais testados, a resina Isopast obteve menor rugosidade seguida da Simulate, sendo a Adaptic a mais rugosa. Com exceção da ausência de algum tipo de polimento, o melhor resultado foi encontrado com a utilização dos discos tipos Sof-Lex.

O estudo proposto por BOGHOSIAN; RANDOLPH¹³, em 1987, examinou a superfície de duas resinas compostas, uma de micropartículas (Silux Plus) e uma híbrida (Herculite XR). Os espécimes foram fixados em uma plataforma móvel especialmente adaptada ao microscópio eletrônico afim de padronizar o corte das mesmas. A peça de mão permanecia estável havendo somente a movimentação da plataforma. As pontas diamantadas utilizadas variavam suas granulações de 15 e 25µm e as brocas carbide foram de 12 ou 30 lâminas, utilizadas sob spray de ar/ água. As brocas carbide foram contra indicadas quando operadas em alta velocidade para acabamento de resinas de micropartículas, uma vez que tornaram a sua superfície descontínua. As pontas diamantadas em baixa velocidade produziram uma superfície contínua tanto em compósitos microparticulados ou híbridos. As brocas carbide para acabamento em alta velocidade em compósitos híbridos deixaram sua superfície lisa e livre de sulcos deixados pelas pontas diamantadas. Os autores sugeriram que os instrumentos rotatórios utilizados para acabamento das resinas compostas devem ser selecionados de acordo com seu tipo de partícula.

A característica superficial de resinas compostas química e fotopolimerizadas foi analisada por VAN DIJKEN; RUYTER⁹⁶, em 1987, depois de terem sido submetidas a técnicas de polimento e, posteriormente, à escovação simulada. Utilizaram 10 compósitos, sendo oito resinas indicadas para dentes posteriores: Estilux posterior (híbrida), Ful-Fil (convencional), Heliomolar (micropartículas), Isomolar (micropartículas), Occlusin (híbrida), P-10 (convencional), P-30 (convencional), Profile (convencional) e duas resinas para dentes anteriores:

Concise 1979 (convencional) e Concise 1985 (híbrida). Confeccionaram 16 espécimes cilíndricos com 4mm de diâmetro e 2mm de espessura para cada material, sendo os mesmos cobertos por uma lâmina de vidro durante a polimerização. Após 2 dias, o baseline foi obtido através do polimento, sob spray com água, com disco de papel abrasivo de silício carbide com partículas de 5 e 15 μ m. Posteriormente, 8 espécimes de cada material foram polidos com discos Sof-Lex com todas granulações grossa, média, fina e superfina e os outros 8 espécimes foram polidos com pastas diamantadas com granulações de 7, 2.5, 1 e 0.1 μ m. Afim de simular condições clínicas, todo o polimento foi executado em movimentos intermitentes a 8.000 r.p.m. sob baixa pressão. Após lavagem em água, o ultrassom foi utilizado para a limpeza final dos corpos-de-prova. Para cada resina, cinco espécimes de cada tipo de polimento foram submetidos à escovação mecânica simulada por 2 horas totalizando 8.000 ciclos, ou seja, 22 ciclos por dia durante 1 ano. A pasta dental usada foi a Colgate e a escova dental a Butler GUM 411. A análise de rugosidade superficial utilizada foi a Ra (rugosidade média), obtida através do aparelho Perthometer C5D, com 5 leituras de superfície tanto do baseline quanto dos espécimes que sofreram polimento. Posteriormente, com o intuito de analisar qualitativamente a rugosidade, os 10 espécimes de cada material submetidos à escovação e 3 espécimes de ambos tipos de polimento com Sof-Lex de menor granulação e da pasta diamantada com 0,1 μ m de partícula, foram analisados por MEV. De acordo com os resultados obtidos com o rugosímetro, o baseline mostrou a menor rugosidade superficial para todos os materiais. Os valores de Ra diminuíram depois do uso do disco de maior granulação. Houve diferença estatisticamente significativa para os materiais após o uso do disco de granulação superfina. O valor de Ra também diminuiu para os compósitos híbridos e convencionais, exceto para o Concise 1979 depois do uso das pastas de polimento com partículas finas. Somente 3 materiais, Ful-Fil, Heliomolar e Isomolar, mostraram valor de Ra inferior ao do baseline. Com a escovação simulada, não houve diferença estatisticamente significativa para as resinas após os dois passos iniciais de cada tipo de polimento. A análise em MEV mostrou que o baseline obteve maior lisura de superfície. Após a escovação, a característica de superfície, tanto com o uso dos discos quanto com o uso das pastas para polimento, foi semelhante. As resinas de

micropartículas obtiveram maior lisura e as de macropartículas apresentaram-se mais rugosas.

Vários são os estudos dos efeitos dos instrumentos de acabamento sobre a rugosidade superficial, mas os resultados obtidos na maioria das vezes são discordantes entre si. Esta variação deve-se à uma grande diversidade em tamanho, forma, composição e distribuição de partículas de carga nos compósitos e pela vasta variedade de instrumentos de acabamento. PRATTEN; JOHNSON⁷⁵ em 1988, avaliaram a superfície de 2 resinas compostas fotopolimerizadas após o acabamento com 18 instrumentos. Ambas as resinas foram à base de Bis-GMA, sendo que a resina Bisfil-I recebe indicação para dentes posteriores, pois possui uma grande quantidade de carga, sendo de 86% por peso e 74% por volume. O outro compósito foi o Bisfil-M, indicado para dentes anteriores, com 73% de carga por peso e 59% por volume. A partícula de carga do Bisfil-I consiste de 70% de vidro de estrôncio poroso (4 a 5µm) e 30% de microcarga de sílica silanizada e a partícula do Bisfil-M contém 30% de vidro de estrôncio poroso (4 a 5µm) e 70% de microcarga de sílica silanizada. Os espécimes foram obtidos a partir de um bloco de resina acrílica com 10mm de diâmetro sob tiras de matriz de Mylar. Cada espécime foi fotopolimerizado por 60 segundos com um aparelho Elipar Visio light. A intensidade de luz usada foi a máxima com uma distância da unidade fotopolimerizadora de 10mm de cada corpo-de-prova. Cinco espécimes de cada material receberam algum tipo de acabamento e outras 5 não receberam nenhum acabamento após o uso da tira de Mylar. Foram utilizadas lâmina de bisturi, brocas carbide Midwest, brocas carbide Brasseler ET, ponta diamantada fina Brasseler ET, ponta diamantada extra-fina Brasseler ET, discos Sof-Lex, discos Shofu, pedras brancas, pontas de borracha e pastas de polimento da Kerr. Os instrumentos rotatórios foram usados por 30 segundos com jato de água. As pontas diamantadas foram avaliadas em alta e baixa velocidade. A tira de Mylar e os discos foram descartados depois de cada uso. As brocas, pedras e pontas de borracha foram movidas sobre os espécimes em uma única direção sob leve pressão e os discos abrasivos foram movidos em direção circular. Depois do acabamento, os espécimes foram lavados e secos por no mínimo 24 horas. A rugosidade foi analisada pela

média Ra com um rugosímetro digital Surtronic 3. A análise de superfície foi feita em MEV. Os mesmos instrumentos para acabamento e as técnicas utilizadas não revelaram diferenças estatisticamente significantes na rugosidade superficial para os compósitos estudados. A maior lisura superficial foi obtida com a tira de Mylar e depois com os discos abrasivos e a ponta diamantada fina produziu a maior rugosidade. A ponta diamantada extra-fina foi superior em lisura à pedra branca e similar à broca carbide e a ponta de borracha. A utilização de baixa velocidade produziu um melhor tipo de acabamento. A análise ao microscópio eletrônico de varredura foram reveladas diferenças qualitativas de textura superficial, mas a média de rugosidade (Ra) não mostrou esta diferença.

Numerosos estudos têm mostrado que os discos de óxido de alumínio empregados nas técnicas de polimento produzem maior lisura superficial, outros estudos, porém, atribuem uma melhor performance aos discos de silício carbide, rodas de borracha ou pedras diamantadas. GOLDSTEIN; WAKNINE³², em 1989, compararam a eficácia de várias técnicas de polimento quantitativamente pelo uso de um perfilômetro e qualitativamente pelo uso de MEV em superfícies de resinas compostas. Foram obtidos 15 discos da resina híbrida Command Ultrafine, indicada para restaurações anteriores, através de uma matriz de aço inoxidável. Cada amostra foi fotopolimerizada por 40 segundos no centro, no topo, em torno da periferia do disco com 90, 180 e 270° para se obter uma cura uniforme. Os discos foram armazenados em água por 15 minutos a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ e restaurados, sendo novamente colocados nas mesmas condições de temperatura por 1 semana até que houvesse sua completa polimerização. Para os procedimentos de acabamento os autores utilizaram a broca carbide ET 9 e a Midwest, e a ponta diamantada vermelha ET 9. No caso do polimento, usaram os discos da 3M, o Kit da Shofu, as pontas diamantadas Micron e Compo da Premier, a ponta diamantada vermelha ET 9 e rodas de borracha verdes da CRF, a ponta diamantada vermelha ET 9 e o glaze da Denpac, os discos da 3M e a pasta de polimento Den-Mat, os discos da 3M e a pasta da Kerr, o Kit da Shofu e a pasta Dent-Mat ou com a pasta da Kerr, as pontas Micron associadas a pasta da Kerr ou a da Dent-Mat. As medidas de rugosidade (Ra) foram obtidas com o uso do perfilômetro Talysurf 10 e a média foi considerada.

A análise da microscopia revelou que o uso de broca carbide ET 9 produziu uma maior lisura. A ponta diamantada ET 9 demonstrou um maior valor para Ra. As técnicas de polimento com as pontas diamantadas deram uma maior rugosidade e as pastas usadas após os procedimentos de polimento exacerbaram a rugosidade. A técnica de polimento utilizando uma pedra diamantada fina para acabamento associada a 2 granulações de borracha exibiram melhor resultado.

A qualidade das restaurações estéticas muitas vezes depende da lisura superficial. Os discos de óxido de alumínio empregados para tal fim são capazes de produzir uma superfície lisa, mas fica limitado a certas áreas. DODGE et al.²³, em 1991, estudaram e compararam o acabamento realizado com discos de óxido de alumínio, a seco ou com jatos de água, em relação à lisura superficial, estabilidade de cor e dureza superficial em 4 resinas compostas. Utilizaram 12 amostras de cada resina, sendo duas de micropartículas (Silux e Visio-Dispers), uma de partículas pequenas (Prisma-Fil) e uma híbrida (Herculite), polimerizadas por 60 segundos em uma unidade fotopolimerizadora Coe-lite. Os espécimes ficaram armazenados em água destilada a 37°C. Seis amostras de cada marca comercial receberam polimento a seco com discos Sof-Lex usados seqüencialmente, iniciando com a granulação grossa e finalizando com a superfina. Os outros espécimes receberam o mesmo tratamento, exceto que foi sob jato de água. Foi realizada a análise da rugosidade superficial de cada material com o perfilômetro Surtronic 3. Quatro leituras foram feitas de cada corpo-de-prova, uma única vez, imediatamente após o tratamento superficial. A dureza Knoop foi determinada por meio de quatro testes. Procederam à determinação da cor inicial com o uso de um colorímetro Hunter D25-2, baseando na escala de Hunter que corresponde a uma mensuração de cor em L (brilho), A (vermelho) e B (amarelo). Tanto o teste de dureza quanto o de estabilidade foram realizados durante 5 semanas. O polimento à seco ou sob jato de água não demonstraram diferença estatisticamente significativa para os materiais, com exceção da resina Visio-Dispers que ficou significativamente mais rugosa com o polimento associado ao jato de água. O teste de dureza Knoop deu resultados semelhantes para todos os compósitos. A média de variação de cor foi obtida entre a avaliação inicial e ao término de cinco semanas. Uma significativa alteração de cor

ocorreu, nas resinas Silux e Prisma-Fil com o polimento à seco e com a resina Herculite quando usado o spray de água.

GOLDSTEIN; LERNER³¹, em 1991, analisaram o efeito dos dentifrícios Crest regular, Rembrandt, Supersmile, Colgate Winterfresh gel, Topol, Shane, Viadent e Sensodyne na superfície da resina composta híbrida Herculite. Foram confeccionados 24 corpos-de-prova com 10mm de diâmetro, sendo fotopolimerizados entre duas lâminas de vidro. Após a confecção, as amostras foram conservadas em água a 37°C por uma semana e utilizadas para testar a abrasividade de quatro tipos de escovas dentais sem dentifrício. Em seguida, mais 48 corpos-de-prova foram submetidos a 20.000 ciclos de escovação numa solução de 100g de um dos oito dentifrícios analisados e 100g de água em uma máquina de abrasão. Com o auxílio do perfilômetro Mitotoyo Surftest-4, foram realizadas seis leituras transversais de 1,5mm sobre a superfície de cada corpo-de-prova. Os resultados indicaram que a escovação sem dentifrício não alterou a superfície do compósito. O dentifrício Colgate provocou uma maior lisura superficial estatisticamente significativa em relação aos outros dentifrícios.

OLIVEIRA⁶⁶, em 1991, analisou a estética e textura de superfície de 220 pastilhas confeccionadas com cerâmica Vita VMK 68 e Biobond, sendo 110 de cada, com dimensões de 16mm de comprimento x 8mm de largura x 4mm de espessura. Após a caracterização extrínseca com pigmento Vitachrom L 712 e glazeadas, foram submetidas à imersão em soluções de dentifrícios fluoretados ou não fluoretados associados a água destilada ou imersos em uma solução fluoretada para bochecho durante cinco meses. Os dentifrícios usados foram Phillips, Colgate com flúor MFP, Emoform e Kolynos Plus. O segundo grupo, formado por amostras idênticas ao primeiro grupo, foi submetido ao teste de escovação simulada, com escova dental Oral B nº 30, com as mesmas soluções de dentifrícios em água destilada até 180.000 movimentos (correspondente a 12,5 anos de escovação). Uma pequena amostra foi submetida a escovação até 540.000 movimentos (correspondentes 38,25 anos). Em uma terceira fase de estudo, as pastilhas tiveram metade de sua superfície coberta por cera e foram imersas em gel de fluorofosfato acidulado a 1,23%

ou gel de fluoreto de sódio neutro a 2% por 30 dias. As superfícies das amostras foram analisadas visualmente e com auxílio de rugosímetro Hommel tester T 1000 e microscópio óptico. Foi concluído que a imersão nos dentifrícios analisados não afetou significativamente a textura de superfície da cerâmica Biobond, mas apenas a da Vita. Os dentifrícios usados provocaram alterações estéticas e microscópicas significantes em ambas as cerâmicas, sem diferenças estatísticas entre eles. A presença de flúor nos dentifrícios não interferiu no padrão de desgaste.

KUNERT⁵², em 1992, procurou orientar o cirurgião-dentista na seleção e correta indicação de escovas dentais pela análise de 40 marcas comerciais nacionais. As escovas foram agrupadas de acordo com as condições especificadas nas embalagens como “infantis, Júnior, etc...”. Foi analisada a forma anatômica da ponta ativa, a disposição espacial e a situação dos tufo. O grupamento das cerdas na região das pontas dos tufo, o seu plano de corte, o acabamento da sua ponta e a observação final do conjunto foram classificadas em inferior, regular, bom ou ótimo. As observações foram realizadas com lupa estereoscópica usando de 40 a 60 aumentos visualizando de topo e vista lateral oblíqua e registrada com máquina fotográfica. A American Dental Association (ADA) especificou as seguintes propriedades para as escovas: tufo com o mesmo comprimento, cabeça e hastes situadas em um mesmo eixo, leves, impermeáveis à umidade, fácil limpeza, cabeça de três a seis tufo, cerdas de nylon, fácil manipulação, duráveis, eficientes, baixo custo e agradáveis à vista. O autor observou a grande variabilidade de formas da parte ativa das escovas analisadas, a grande disparidade existente entre o número de cerdas por tufo na mesma escova, onde o grupamento de cerdas geralmente não foi considerado, existindo vários planos de corte com as cerdas em diferentes alturas, o acabamento das cerdas não é considerado, demonstrando que nas escovas estudadas não foi feito o polimento das pontas. Das escovas estudadas apenas duas conseguiram reunir um conjunto ótimo – escova nº 34 Oral B “Sulcus” e escova nº 40 Colgate Plus Dupla ação.

SAAD et al.⁸¹, em 1992, avaliaram comparativamente a rugosidade superficial de cinco resinas compostas de polimerização química ou ativada por luz: Adaptic

(macropartículas/química), Herculite (híbrida/fotopolimerizada), Estic-microfill (micropartículas/química), Silux (micropartículas/fotopolimerizada) e P-30 (intermediária-pequena/fotopolimerizada); submetidas à ação do jato de bicarbonato de sódio em função do tempo de aplicação e do material. Confeccionaram 120 corpos-de-prova, sendo realizadas quatro leituras com o rugosímetro Hommel Tester T1000 em diferentes regiões pré-estabelecidas, duas de cada lado a partir da região central e feitas também quatro leituras na superfície das resinas após a obtenção com tira matriz, totalizando 960 leituras. Em seguida os corpos-de-prova foram armazenados num recipiente de isopor a $37 \pm 2^{\circ}\text{C}$, com umidade relativa de 80 a 90% por 2 horas. Após este período, os espécimes receberam tratamento superficial com a utilização do aparelho Profident por 30 ou 60 segundos. De acordo com a análise estatística, os autores concluíram que: 1) a aplicação do jato de bicarbonato de sódio deixou a superfície das resinas mais rugosas em relação à tira matriz, 2) a resina Herculite apresentou a menor rugosidade superficial e a resina Adaptic a maior rugosidade, ficando os outros materiais em uma posição intermediária, 3) o tempo de ação do jato abrasivo por 60 segundos aumentou a rugosidade, 4) as resinas Adaptic e Estic-microfill apresentaram o mesmo comportamento nos tempos de 30 e 60 segundos, já as resinas Herculite, Silux e P-30 apresentaram uma relação direta da rugosidade superficial com o tempo.

SAMUEL⁸², em 1993, avaliou a rugosidade superficial de três compósitos, Herculite XR, Prisma APH e P50; dois cimentos de ionômero de vidro, Vidrion R e Chelon Fil, e uma liga para amálgama Dispersalloy. Confeccionaram oito amostras de cada compósito com as dimensões de 20x10x2mm. Os espécimes foram submetidos a um teste de escovação *in vitro* com a máquina Equilabor, utilizando a escova Prevent 30/ Anakol com cerdas extra-macias sob a ação de uma carga de 200g e o dentifrício Kolynos super branco/ Anakol. Para cada material, do total de oito recipientes metálicos contendo os corpos-de-prova, sete foram preenchidos com um volume de 4,6ml (6g) de dentifrício e 6ml (6g) de água destilada; o último recipiente foi preenchido apenas com 6ml de água destilada. Cada material foi submetido a 250 escovações por minuto num período de duas horas, totalizando 30.000 ciclos por amostra. Com o auxílio do perfilômetro Perth-O-Meter M2P,

usando o parâmetro Ra (rugosidade média), foram realizadas 6 leituras para cada corpo-de-prova. Os resultados da análise estatística mostraram que não houve alteração da textura superficial dos materiais quando submetidos somente à ação da escova sem o dentífrico. O material que apresentou a superfície com a maior rugosidade superficial após os testes foi o Vidrion R, seguido pelo Herculite XR, Chelon Fil, Prisma APH, Dispersalloy e por último o P50. Com exceção do amálgama, todos os outros materiais apresentaram um aumento na rugosidade superficial.

FOSSSEN²⁷, em 1994, estudou *in vitro* a rugosidade superficial das resinas compostas Silux Plus e Herculite XR submetidas a diversas técnicas de polimento. Foram confeccionados 12 corpos-de-prova de cada material (A e B), sendo que na última camada de resina utilizou tira-matriz como acabamento e posteriormente as amostras ficaram armazenadas em um recipiente contendo saliva artificial por duas semanas, a uma temperatura de 37° em estufa. Os materiais foram divididos em quatro grupos de acordo com a sequência de polimento: a) discos Minifix 1/2 (DentalTec Do Brasil); b) Minifix 1/2 + Fotogloss (Kota); c) Super-Snap (Shofu); d) Super-Snap + Foto-Gloss. Terminada essa fase, as amostras eram lavadas e guardadas em saliva artificial na estufa a 37° por uma semana. Com a utilização do rugosímetro Surftest, foram realizadas cinco leituras de superfície, totalizando 120 leituras. A análise estatística concluiu que não existiu diferenças estatisticamente significativas para os materiais testados. O método mais eficaz de polimento foi o (d), e o de menor eficiência o (b). Houve interação entre material x polimento.

YANKELL et al.¹⁰², em 1995, verificaram em dentes bovinos a eficácia de duas pastas dentais Colgate controle de tártaro e a nova Colgate de micro limpeza para controle de tártaro para remoção de manchas. Esse teste *in vitro* mediu o manchamento antes e após os testes de escovação. Os espécimes foram montados na máquina V-8, equipada com escovas de cerdas macias de nylon, com um peso de 150g sobre o esmalte das amostras. Foram realizados 200 ciclos de escovação, usando carboximetilcelulose de sódio a 2% para remoção das manchas. Posteriormente, os espécimes foram escovados com os dois dentífricos na

proporção de uma parte de pasta/ uma parte de água por 300 ciclos. Os dentífrícios analisados foram semelhantes quanto ao poder de remoção de manchas estudados.

A necessidade de avaliar a resistência abrasiva dos materiais tem levado ao desenvolvimento de uma ampla variedade de máquinas de testes que simulam esse mecanismo. CONDON; FERRACANE¹⁹, em 1996, desenvolveram uma máquina que poderia simultaneamente incorporar aspectos clínicos de desgaste e comparar os resultados obtidos com outros da literatura. De acordo com o funcionamento da máquina, uma cúspide de esmalte exerceu uma força de 20N em uma trajetória de 8 mm na superfície dos compósitos utilizados, produzindo um desgaste abrasivo. No fim deste processo, uma força de 70N produziu um desgaste localizado por atrição. Os materiais usados foram as resinas Clearfil posterior, Estilux posterior, Fulfil, Heliomolar RO, Herculite XR, Occlusion, P-30 APC, P-50 APC, Prisma TPH, Silux Plus, Z100 e o amálgama Dispersalloy. Os espécimes apresentaram as dimensões de 2,5mm de espessura x 5mm de largura x 12mm de extensão. Ambas as superfícies das amostras foram obtidas cobertas com uma matriz de poliéster e fotopolimerizadas por 40 segundos. Todos os corpos-de-prova ficaram armazenados em água por 24 horas a 37°C previamente aos testes. O acabamento dos espécimes foi realizado com papel de silício e pasta diamantada, sendo colocados em água em ultrassom por um minuto. Os fragmentos de esmalte de molares humanos também receberam acabamento e foram submetidos aos testes por 50.000 ciclos. Em geral, o maior desgaste por abrasão ocorreu para os compósitos de partículas maiores. Não houveram diferenças entre o desgaste por atrição daquele por abrasão para a maioria dos compósitos. Em geral, os materiais com maior tamanho médio das partículas desgastaram mais o esmalte antagonista. Os resultados obtidos encontraram-se de acordo com aqueles observados em estudos clínicos.

ST GERMAIN et al.⁸⁸, em 1996, compararam o efeito de vários tipos de acabamento na rugosidade superficial de três cimentos ionoméricos modificados por resina, Vitremer; Photac-Fil e Fuji II LC, e de uma resina modificada por poliácidos, o Variglass. Trinta espécimes de cada material foram preparados e em seguida

armazenados a 37°C em água deionizada por 24 horas. O único ionômero capsulado usado foi o Photac-Fil. Após a armazenagem, as amostras foram divididas em seis grupos de acordo com o tipo de acabamento: 1) matriz de Mylar (controle); 2) brocas carbide/ Sof-Lex XT; 3) pontas diamantadas ET; 4) brocas carbide/sistema Enhance; 5) brocas carbide/ borrachas para acabamento; 6) brocas carbide. Foram realizadas três leituras superficiais de cada corpo-de-prova com o Mitutoyo Surftest e considerada a média obtida. A topografia superficial foi mensurada através de MEV, utilizando réplicas das amostras obtidas com resina epóxica. A maior lisura superficial foi dada pela matriz de Mylar, e na seqüência, 2 e 3 proporcionaram maior lisura que 4; 5 e 6. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais quando todas seqüências foram combinadas. As borrachas abrasivas e as pastas de polimento pareceram ser responsáveis pela remoção dos polissais e matriz resinosa dos materiais estudados.

TATE; POWERS⁹², em 1996, examinaram a rugosidade superficial média (Ra) de dois compósitos, Charisma e Revolution, e três cimentos ionoméricos Fuji II LC, Variglass e Vitremer. Neste estudo, foram confeccionados 3 discos por material com 6mm de diâmetro e 3mm de profundidade. Um controle para cada produto foi obtido com o emprego de uma lâmina de vidro na superfície da amostra (A). Os procedimentos de polimento foram divididos em duas etapas; sendo que na 1ª etapa utilizaram: brocas carbide de 12 lâminas H48L (B); sistema Enhance por 20 segundos (C); pastas de polimento Prisma Gloss de granulação fina e extra-fina por 10 segundos (D) e no caso dos ionômeros utilizaram os glazes Fuji Coat LC e Vitremer gloss (E). Em uma 2ª etapa utilizaram: repolimento das superfícies com as brocas carbide (F); discos Sof-Lex de granulação fina por 20 segundos (G) e discos Sof-Lex de granulação extra-fina por 20 segundos (H). A maior lisura quando do tratamento controle ocorreu para o Variglass e para a resina Revolution. Na 1ª etapa o tratamento B produziu rugosidade para os grupos, com exceção da resina Charisma que ficou lisa. Na 2ª etapa o tratamento F produziu rugosidade superficial, novamente com exceção para a Charisma, a qual apresentou menor Ra. Já o H, abaixou os valores de Ra especialmente para os compósitos. As brocas carbide de 12 lâminas deixaram uma superfície irregular em todos os materiais estudados

comparada ao controle, enquanto os discos Sof-Lex produziram a maior lisura de superfície.

WHITEHEAD et al.¹⁰⁰, em 1996, avaliaram os parâmetros para descrever e quantificar os efeitos da escovação com os dentífricos Rembrandt, Pearl, Clinomyn e Colgate regular. Confeccionaram 25 amostras com a resina Silux Plus de 5,5mm de diâmetro e 3mm de espessura e fotopolimerizadas por 60 segundos em ambos os lados através de duas lâminas de vidro. Os espécimes foram submetidos à escovação, oito vezes ao dia com intervalos de 1 hora durante cinco dias. O tempo de cada escovação simulada foi de 60 segundos, com uma pressão de 0,404Kg do peso do braço da escova, simulando condições clínicas. O tempo total de escovação para cada amostra foi de 40 minutos, sendo que cada pasta foi utilizada somente por um grupo e posteriormente trocada a fim de se evitar contaminação cruzada dos constituintes das pastas. Após os testes, os corpos-de-prova foram lavados e armazenados a 37°C. Com o auxílio de um perfilômetro Perthometer S8-p foram realizadas as medidas de rugosidade superficial. Os dentífricos selecionados não provocaram mudanças significativas na superfície da resina testada. As medidas de rugosidade de superfície podem ser usadas para prever a performance clínica dos materiais restauradores.

Os materiais estéticos mais comumente utilizados para restaurações tipo classe V são as resinas compostas, cimentos de ionômero de vidro e os cimentos ionomêricos modificados por resina. A dificuldade em se obter o contorno, a colocação de matriz e o acesso a áreas cervicais e interproximais demandam um correto acabamento e posterior polimento desse tipo de restauração. HONDRUM; FERNÁNDEZ JÚNIOR⁴², em 1997, propuseram estudo de acabamento e polimento de três materiais, uma resina composta fotoativada Prisma APH, um cimento de ionômero de vidro capsulado Fuji II e um ionômero modificado por resina Vitremer, usando várias técnicas de polimento sendo submetidos a MEV. Confeccionaram 49 amostras de cada material com um molde cilíndrico de 9x3 mm, coberto por uma lâmina de vidro. A unidade de luz Prismatic foi usada por 40 segundos sobre os espécimes fotoativados, posteriormente houve a armazenagem dos mesmos a 37°C

com 100% de umidade por uma hora. Houve uma divisão dos materiais em sete grupos contendo sete corpos-de prova cada, os quais receberam os diferentes tratamentos: 1) matriz de Mylar, 2) discos Sof-Lex médio, fino e superfino, 3) sistema de tiras MFS/MPS, 4) sistema de acabamento da Kerr, 5) sistema Enhance, 6) sistema de tiras MPS e 7) brocas. Para simular a situação clínica, todos os espécimes com exceção do obtido com tira matriz sofreram acabamento com brocas carbide de 12 lâminas. Com o sistema Surfanalyzer 4000, foi obtida a média da rugosidade máxima dos materiais, sendo visualizado com um estereomicroscópio. O medidor de brilho modelo GM-060 foi calibrado e usado para calcular o brilho superficial dos materiais pela razão entre a luz refletida das amostras e a luz refletida do branco padrão em um ângulo de 60°. A matriz de Mylar sobre a resina composta levou a uma maior lisura de superfície e maior brilho, não sendo reproduzível por nenhum outro método. Fora a matriz, a melhor superfície foi obtida com os discos Sof-Lex e Sistema MFS/ MPS. Em relação ao brilho, o sistema Enhance proporcionou o melhor resultado dos grupos testados. Só houve correlação entre média de rugosidade e brilho quando se utilizou a matriz de Mylar, decrescendo com a adição dos outros grupos. Sob as condições deste estudo, foi verificado que o cimento de ionômero de vidro foi geralmente mais rugoso e menos refletivo que as resinas compostas, ficando os ionômeros modificados por resina em uma posição intermediária entre eles.

O acabamento das restaurações geralmente é um inevitável procedimento após a confecção de restaurações diretas de compósitos. O uso de pontas diamantadas e brocas carbide é necessário em superfícies côncavas e nas superfícies linguais de dentes anteriores e oclusais nos posteriores. JUNG⁴⁸, em 1997, utilizando a resina de partículas híbridas pequenas Herculite, confeccionou 70 espécimes, com medida de 7x7x4mm, para análise de superfície. A polimerização do compósito, com a unidade VCL 401 da Demetron, foi por um minuto nos dois lados dos corpos-de-prova. Em seguida, os espécimes receberam um acabamento com discos de granulação 400 e 600, sob jato de água durante dois minutos. Oito pontas diamantadas de três diferentes fabricantes foram selecionadas para esse estudo, com granulações variando de 6-12µm a 40-60µm. As brocas carbide foram

de dois fabricantes, totalizando cinco brocas que tinham o movimento retilíneo ou em rotação, girando em 50.000 r.p.m., variando de 8 a 30 lâminas. O instrumento para acabamento de cerâmicas utilizado foi o da forma de chama, também girando a 50.000 r.p.m. Cinco espécimes adicionais foram confeccionados com o intuito de comparação, esses sofreram o acabamento com discos Sof-Lex nas granulações média, fina e superfina a 400 r.p.m. O autor usou cinco espécimes para cada um dos 14 instrumentos, sendo que para cada superfície uma nova ponta ou broca foram usadas. Foram realizadas leituras de superfície com o perfilômetro Perthometer S8P, obtendo-se as médias (Ra) destes valores que foram considerados. A avaliação qualitativa da superfície foi realizada com a ajuda a MEV. Outros 42 espécimes foram confeccionados, sob as mesmas condições anteriores, para análise da eficiência de corte dos instrumentos. Uma lâmina de vidro foi afixada aos corpos-de-prova, sendo os mesmos estocados por 48 horas anteriormente às duas pesagens feitas na balança H20T. Cada um dos instrumentos foi utilizado em três espécimes a 50.000 r.p.m. sob jato. Usando uma pressão constante de 2,5N, os corpos-de-prova foram movidos ao longo do instrumento de corte. Após esse procedimento, os espécimes foram armazenados novamente por 48 horas até que todo o remanescente de água fosse removido. O peso final foi mensurado por duas vezes. A redução de peso foi relacionada ao tempo gasto para mover os espécimes em torno do instrumento. Os discos Sof-Lex não apresentaram diferença estatisticamente significativa para rugosidade quando comparado às brocas carbide de 8 e 30 lâminas. As pontas diamantadas apresentaram uma alta eficiência de corte, mas levaram a uma rugosidade de superfície; já as brocas carbide, produziram uma lisura superficial e tiveram um baixo poder de corte. O autor concluiu que a remoção dos excessos grosseiros dos compósitos deveria ser realizada com pontas diamantadas de granulações de 15-40 μ m seguido do uso das brocas carbide produzindo uma ótima superfície.

ONO⁶⁷, em 1997, analisou a rugosidade superficial dos compósitos Herculite XRV, Z100 e Tetric sob a ação dentifrício-escova dental. Foram confeccionadas 56 amostras de cada material com 8mm de diâmetro e 2mm de espessura, sendo fotopolimerizadas por 60 segundos. Posteriormente as amostras foram armazenadas

a 37°C e umidade relativa de 100% por 24 horas. Para cada compósito, oito amostras não receberam acabamento e polimento (somente tira de poliéster) e as 48 amostras restantes foram divididas em grupos e submetidas aos procedimentos de acabamento e polimento durante dois minutos. O acabamento foi realizado com brocas de 30 lâminas e pontas diamantadas F, FF. Para o polimento, os sistemas usados foram: Enhance+ Prisma Gloss; abrasivos de silicone Viking+gel e discos Sof-Lex de granulações fina e extrafina. Quatro amostras de cada material sem acabamento e polimento foram submetidas à ação da escova dental Oral B 30 (controle), utilizando água destilada em uma máquina Equilabor. As amostras restantes, foram submetidas aos ensaios de escovação associadas ao dentífrico Kolynos super branco. As 48 amostras que receberam acabamento e polimento também submetidas aos testes foram escovadas com água (controle) ou com o dentífrico já citado. A escovação totalizou 30.000 ciclos, sendo 250 movimentos por minuto durante duas horas, sob a ação de uma carga de 200g. Com o auxílio do perfilômetro Prazis-Rug3-Argentina, foram realizadas leituras na superfície e considerada a média obtida (Ra). A maior média de rugosidade foi obtida na técnica com pontas diamantadas F, FF+ abrasivos de silicone Viking e gel+dentífrico para todos os compósitos estudados. A autora observou que a restauração sem polimento mecânico suportou melhor a ação da escovação com dentífrico e na restauração polida mecanicamente, a escovação com dentífrico produziu resultados mais críticos.

Um estudo por MOMOI et al.⁶³, em 1997, com o objetivo de comparar a média de desgaste e a rugosidade superficial, após abrasão por escovação simulada, em cimentos de ionômero de vidro tendo como controle uma resina e um amálgama. A dureza superficial também foi mensurada entre os tipos de cimentos ionoméricos, o convencional e o modificado por resina, para relacionar a dureza com resistência ao desgaste. Foram utilizados os seguintes materiais: dois cimentos de ionômero de vidro convencionais, Ketac-Fil (encapsulado), Fuji tipo II (mistura pó/líquido); dois modificados por resina, Fuji tipo II LC (mistura pó/líquido) e Photac-Fil (encapsulado) e como controle a resina híbrida Z100 e o amálgama com alto teor de cobre Spherical-D. A superfície dos cimentos foi coberta com uma matriz sobre a qual se

colocou uma lâmina de vidro exercendo uma leve pressão manual para retirada dos excessos de material. Para os cimentos modificados por resina, a fotopolimerização ocorreu durante 40 segundos, posteriormente após a remoção da matriz, foi aplicado um verniz (Fuji). No caso dos convencionais, a lâmina de vidro foi pressionada sobre o corpo-de-prova por 10 minutos antes da aplicação do verniz. A resina Z100 também foi fotopolimerizada por 40 segundos. O amálgama foi condensado e esperado o tempo de oito minutos pós-trituração a fim de armazená-lo. Foram confeccionados três espécimes de cada material, sendo todos armazenados a umidade relativa de 100% a 37°C por 20 minutos, e depois armazenados em água destilada a 37°C por 7 dias. Decorrido esse tempo, antes da abrasão, com o uso de discos de papel com granulação de 1.500 e 2.000 sob jato de água, procedeu-se a um acabamento. A escovação foi realizada em uma máquina que simulou 20.000 ciclos de escovação, com uma velocidade de 160 ciclos/ minuto. A escova dental utilizada foi a GC Prospec com cerdas macias. O dentífrício foi à base de hidróxido de alumínio e manufaturado pela Clínica DFC no Japão, o qual não foi diluído em água. Para o teste de rugosidade superficial, procedeu-se a três leituras de superfície com a ajuda do perfilômetro e foi obtida a média das mesmas. Uma réplica das amostras foi confeccionada, com um material à base de vinil polisiloxano para a observação em MEV, obtendo imagens em 3-D. A dureza Knoop foi determinada usando três espécimes confeccionados como anteriormente descrito. A resistência à abrasão dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina foi significativamente inferior à dos grupos controles. Houve uma menor resistência à abrasão e dureza de superfície nestes cimentos quando comparados aos convencionais do mesmo fabricante. Depois do teste de abrasão, a MEV mostrou uma maior rugosidade para todos os cimentos ionoméricos comparados aos controles. A menor resistência à abrasão dos cimentos modificados foi atribuída à sua menor dureza de superfície.

Por meio de um teste de simulação de escovação *in vitro*, BAHIA; ARAÚJO; FERREIRA⁶, em 1998, compararam a perda de massa das resinas Tetric, TPH, Z 100 e Glacier. Foram confeccionados 48 corpos-de-prova, distribuídos em quatro grupos, sendo 12 de cada material com as dimensões de 7mm de diâmetro e 3mm

de espessura. Com o auxílio de lixa d'água nº 2, fizeram a remoção de pequenas arestas das amostras, sendo então armazenadas em água deionizada a $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Os testes de escovação foram realizados em uma máquina apropriada utilizando a escova Kolynos Master infantil com cerdas retas e o dentifrício Kolynos diluído em água na proporção de 1:2, ou seja, 50g do creme dental para 100g de água destilada. O total de ciclos realizados no referido teste foi de 100.000 ciclos, em uma velocidade de 376 ciclos por minuto; sendo que em 50.000 ciclos, os espécimes foram trocados de posição, os que estavam à direita da máquina passavam para a esquerda e vice-versa. Os corpos-de-prova foram pesados em uma balança analítica Sartorius antes e após os testes de simulação. Com relação aos percentuais de perda de massa, existiram diferenças estatisticamente significantes entre as resinas Glacier e Tetric e entre TPH e Tetric.

Uma grande quantidade de novas resinas compostas de baixa viscosidade tipo “fluidas” têm sido comercializadas durante os últimos dois anos, mas pouco se tem publicado sobre elas. BAYNE et al.⁸, em 1998, relataram pesquisas nas quais compararam as propriedades (cargas, profundidade de cura, fluidez, desgaste, resistência à compressão, tração diametral, resistência à flexão biaxial, resistência à flexão biaxial de corte e dureza) dos compósitos híbridos e dos “flow”. A primeira geração dos compósitos fluidos foi introduzida no final de 1996, sendo que até o momento, tem havido muito pouca informação a respeito destes materiais. Os primeiros relatos sobre algumas propriedades estão apenas começando a serem divulgados para alguns poucos compósitos “flow” como as propriedades físicas destas resinas, sobre a sua resistência flexural. Várias aplicações são sugeridas pelos fabricantes para os compósitos tipo “flow”, tais como: reparadores da margem do amálgama, restaurações de classe I, classe II (principalmente porções gengivais), classe III, classe IV, classe V, reparadores de resina composta, construção de munhão, reparador de margem de coroas, reparadores de defeitos de esmalte, reparador do ângulo incisal, forramento, selante de fóssulas e fissuras, reparadores de porcelana, cimentação de facetas de porcelana, restaurações preventivas de resina, restauração provisória, restauração de preparos feitos com jatos abrasivos, restauração de preparos em túnel e facetas. Os autores concluíram

que as resinas “flow” na sua primeira geração não são tão robustas quanto os compósitos tradicionais em qualquer prova de testes mecânicos, entretanto alguns sistemas apresentaram excelente fluidez comparado aos compósitos tradicionais. O uso desses materiais deveria ser limitado a situações que se beneficiem da fluidez e não estejam associadas com altas tensões.

Pelo método de escovação simulada, em 1998 DOMENE²⁴, determinou a perda de massa dos cimentos de ionômero de vidro convencional Vidrion R, um resino-modificado Vitremer e um compômero Variglass, sendo os materiais manipulados manual e mecanicamente. Foram preparados 60 corpos-de-prova de cada material, divididos em seis grupos. Os espécimes tinham suas superfícies aplainadas com lixa d’água n° 600, acondicionados em recipientes de vidro, individualizados e identificados; sendo então armazenados em temperatura ambiente de $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 50% por 24 horas. Para realização dos testes de abrasão, foi utilizada uma máquina apropriada com o uso da escova dental Colgate associada ao dentifrício Colgate, diluído em água destilada na proporção de 1:2, ou seja 50g de creme dental para 100g de água. A velocidade de escovação foi de 374 ciclos por minuto, totalizando 100.000 ciclos. A cada 20.000 ciclos, a solução do dentifrício foi trocada. As amostras foram pesadas em uma balança Sartorius antes e após os testes de escovação. Todos os cimentos ionomêricos desgastaram-se após os testes, sendo que a resistência foi menor quando houve manipulação mecânica. A resistência ao desgaste, em ordem decrescente, foi: Variglass (manipulação manual), Variglass (manipulação mecânica), Vitremer (manipulação mecânica), Vitremer (manipulação manual), Vidrion (manipulação mecânica), Vidrion (manipulação manual). Os resultados de manipulação manual ou mecânica não diferiram estatisticamente no caso dos compômeros.

KAWAI; IWAMI; EBISU⁵¹, em 1998, propuseram um estudo para comparar a resistência à abrasão, pela escovação simulada, de sete diferentes resinas experimentais. Os monômeros das resinas experimentais foram o BisGMA, UDMA (Uretano Dimetacrilato), TMPT e TEGDMA (Trietileno Glicol Dimetacrilato); adicionaram também canforoquinona (1% em peso), metacrilato de dimetilaminoetil

(1% em peso) e 2,6-ditert-butil-p-cresol (0,05% em peso). Os espécimes obtidos foram armazenados em ar à temperatura ambiente por duas semanas. A escovação simulou 60 ciclos/ minuto, num total de 100.000 ciclos. O peso imposto aos corpos-de-prova foi de 400 g no sentido vertical. O peso inicial (w_0) foi registrado antes da escovação e após 10.000 ciclos registrou-se o peso final (w_1). A perda de massa foi determinada pela mudança de peso (w_1-w_0). Utilizaram um espécime controle colocado na máquina de simulação a fim de se medir a quantidade de absorção de água (w_{ab}) e o mesmo não foi escovado. O volume do espécime controle (V) foi medido para cada amostra. Quando a quantidade de absorção de água era considerada, a perda de massa por peso foi $w_1-w_0-w_{ab}$, e a perda de massa por volume $(w_1-w_0-w_{ab})/sp$. Utilizaram discos de papel abrasivo para o acabamento e posteriormente determinou-se a microdureza Knoop. A média de perda de massa diminuiu em função do tempo. O desgaste das resinas contendo BisGMA e TEGDMA, apresenta uma correlação positiva entre alto grau de polimerização e maior resistência ao desgaste. Efeito similar também foi observado para as resinas à base de UDMA/TEGDMA. A microdureza das resinas à base de BisGMA, sem carga, foi maior do que UDMA. Porém em outras propriedades físicas o UDMA exibiu melhor resistência. Existiu uma alta correlação entre microdureza e desgaste para os compósitos sem adição de carga. A maior resistência ao desgaste e valor de microdureza ocorreu com a resina baseada em TMTP (Trimetilol Propano Trimetacrilato), demonstrando uma boa correlação entre dureza e desgaste.

MOTTA et al.⁶⁴, em 1998, analisaram 12 dentifrícios nacionais quanto ao seu conteúdo abrasivo. Os dentifrícios utilizados foram os seguintes: Kolynos Fresh, Tandy, Kolynos F2, Close-up refrescante, Colgate anti-tártaro, Sensodyne, Close-up White, Kolynos branco, Gessy, Philips, Colgate MFP e Signal. Foi realizada a extração do sabão por várias filtrações, repetindo a operação com resíduo obtido usando álcool etílico e água. Os resíduos foram levados à estufa a 45°C por duas horas. O peso do abrasivo foi calculado pela seguinte fórmula: $A = P2 \times 100 / P1$, sendo A = abrasividade percentual; $P1$ = peso inicial da amostra; $P2$ = peso final da amostra após dessecação. A média aritmética foi obtida para cada grupo após a realização de três repetições. Os dentifrícios Signal e Kolynos Fresh Tropical

apresentaram a maior e menor quantidade de abrasivo, respectivamente. O dentífrico Philips foi o único a oferecer informações relativas à análise química quantitativa do abrasivo. Salientaram neste estudo que a ação de um abrasivo pode ser consideravelmente alterada quando usado em conjunto com outros abrasivos ou incorporado a um dentífrico.

PRESTON⁷⁶ em 1998, enfatizou o surgimento dos dentífricos e determinou a regra dos modernos dentífricos e avanços em relação ao futuro dos mesmos. Caracterizou os diversos componentes dos dentífricos e suas funções, determinou os ingredientes ativos das formulações, tais como agentes anticariogênicos, agentes anti-cálculos e agentes dessensibilizantes. Citou como recentes desenvolvimentos os dentífricos para crianças, os “naturais”, os chamados “brancos” e os que contêm bicarbonato de sódio em sua fórmula. Os dentífricos, utilizados para limpeza dos dentes, têm sido descritos há anos, havendo algum registro datado de 4000 a.C. (antes de Cristo) no Egito. Hipócrates em 460-437a.c., produziu o primeiro dentífrico. Early e Middle Ages recomendaram uma série de substâncias para constituição dos dentífricos, como vegetais, cinzas e partes do corpo de um roedor. Entretanto, o nome “dentífrico” tornou-se conhecido para os ingleses somente em 1558. Com a teoria acidogênica de Miller’s proposta em 1890, os dentífricos puderam ter uma base científica na sua formulação. O uso de amônia e uréia, em meados de 1940 e 1950, foi um equívoco, pois apesar de sua natureza alcalina, não houve evidência de sua propriedade anticariogênica. Os dentífricos que continham componentes ativos ficaram conhecidos como “terapêuticos”, sendo o 1º simpósio realizado para avaliar esta propriedade pela American Dental Association (ADA) em 1953. Vários componentes foram considerados como ingredientes que tinham poder bactericida, bacteriostático, inibidor enzimático e neutralizador de ácido. A ADA definiu o termo dentífrico como a substância utilizada para limpeza da superfície dos dentes e uma ampliação desta definição seria que o dentífrico não somente limparia os dentes, mas também ficaria responsável pela remoção da placa residual das margens gengivais, contribuindo para prevenção da doença periodontal.

A proposta do trabalho de MENEZES et al.⁶⁰, em 1999, foi avaliar topograficamente as superfícies das restaurações de resinas compostas híbridas após serem submetidas ao tratamento com diferentes tipos de acabamento e polimento e associados ao uso de corantes (café ou vinho), e microscopicamente, quanto à textura e formação de porosidades. Utilizaram dentes pré-molares humanos com cavidades classe V e a resina composta APH Spectrum foi condensada em incrementos e polimerizada por 20 segundos. Para cada condição do teste, foram preparados 5 dentes. Após a restauração, os dentes ficaram armazenados em água a 37°C e receberam os seguintes tratamentos: 1) Pontas diamantadas série dourada (KG Sorensen); 2) Kit de borracha para acabamento (KG Sorensen); 3) Kit Dentsply para acabamento (KG Sorensen); 4) Sistema Enhance (Dentsply). Em seguida os dentes foram imersos nas duas soluções por 72 horas. A água destilada foi usada para remoção dos excessos de corante e a seguir houve uma avaliação visual variando o grau de manchamento em 0 (nulo) a 3 (severo). Para análise topográfica usaram a MEV. Nenhum dos tratamentos de superfície usados no presente estudo foram capazes de tornar a resina ideal quanto à lisura. O café manchou menos as restaurações do que o vinho. Os melhores sistemas de acabamento para resina composta em ordem decrescente foram Enhance e Sorensen, seguidos do Kit da Dentsply e em último as pontas diamantadas.

TANOUE et al.⁹¹, em 2000, analisaram a influência das fontes dos aparelhos de fotopolimerização na resistência ao desgaste pela abrasão. Para tanto, 10 espécimes do compósito híbrido Artglass, foram confeccionados com as dimensões de 25 x 18 x 2mm. Ambas variações de cor para esmalte (cor EL) e dentina (cor DA1) foram selecionadas a fim de avaliar a influência do tipo de material. As amostras foram cobertas com uma lâmina de vidro e sofreram uma polimerização com luz estroboscópica (com a unidade UniXS) por 90 segundos nas superfícies superiores e inferiores. Com uma série de discos de papel (SiC) de granulação de 1.500, procedeu-se ao acabamento superficial final e após houve a utilização de um feltro com 0,3µm de alumina. As amostras foram estocadas em água destilada por 14 dias. Confeccionaram dois grupos de cinco espécimes adicionais de material para esmalte, sendo fotoativados com outras duas unidades, a fim de avaliar o

método de fotoativação. As unidades foram a Hyper LII e a Labolight LV-II. A máquina utilizada para simular a escovação foi a K236 e o dentífrício o Colgate Flúorgard, em uma proporção de 1:1 com a água, durante 140 ciclos/ minuto, com 20.000 ciclos no total. Após os testes, os corpos-de-prova foram lavados por cinco minutos, com a ajuda de um aparelho de ultrassom, e secos com ar. A quantidade de perda vertical de cada espécime foi determinada por meio de cinco leituras obtidas com o Surfcorde SEF-30D. Sob as condições do estudo, os autores concluíram que o material indicado para esmalte foi mais resistente ao desgaste em relação ao de dentina quando polimerizado com o UniXS. A unidade Hyper LII proporcionou a menor resistência à abrasão. A unidade Labolight LV-II levou a uma maior rugosidade de superfície para o Artglass.

As propriedades dos compósitos são dependentes da natureza da matriz resinosa e do tipo de partícula, sendo a interface partícula-resina influenciada pelo ambiente químico. Este estudo conduzido por YAP et al.¹⁰³, em 2000, teve o objetivo de examinar os efeitos de vários líquidos, recomendados pela FDA, presentes nos alimentos, na rugosidade superficial das resinas compostas Silux, Z100, Spectrum TPH e P50; e dos compômeros F2000 e Dyract AP. Foram confeccionados 60 discos com as dimensões de 5mm de diâmetro e $2 \pm 0,1$ mm de espessura, usando uma matriz de celulose para o acabamento de superfície. Os excessos do material foram removidos com ajuda de pressão manual realizada com uma lâmina de vidro e fotopolimerizados por 40 segundos, com exceção da resina P50 para a qual o fabricante recomenda 60 segundos. Os espécimes foram divididos em dois grupos, sendo 30 corpos-de-prova utilizados para os testes de microdureza e 30 para os testes de rugosidade superficial. Cada grupo de 30 foi subdividido em seis grupos de cinco e acondicionados como se segue: Grupo 1 (controle)- em ar a 37°C; Grupo 2- água destilada a 37°C; Grupo 3- 0,02N de ácido cítrico a 37°C; Grupo 4- 0,02N de ácido láctico a 37°C; Grupo 5- heptano a 37°C; Grupo 6- 50% de solução de etanol-água a 37°C. A avaliação dos espécimes foi feita imediatamente após a fotopolimerização e durante uma semana. As amostras foram lavadas com água e secas com papel absorvente antes de cada teste. A dureza Knoop também foi determinada. A rugosidade superficial média (Ra) foi determinada com um

3-PROPOSIÇÃO

3. PROPOSIÇÃO

A lisura de superfície e a resistência ao desgaste são parâmetros importantes nas restaurações de dentes anteriores e posteriores. As resinas compostas restauradoras estão sujeitas a desgastes por ação mecânica, tal como o resultante da associação escovação/dentifrícios. A manutenção da lisura de superfície após períodos de tempo submetidos à abrasão é imprescindível para os compósitos.

O presente estudo tem por objetivo avaliar cinco resinas compostas “fluidas”, comparadas a duas resinas compostas controles, uma microhíbrida e a outra de micropartículas, submetidas a um teste *in vitro* por escovação simulada, em relação aos seguintes parâmetros:

3.1 A abrasão por perda de massa;

3.2 A alteração de rugosidade superficial;

3.3 A existência de correlação entre estas duas variáveis.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4- MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – MATERIAL

4.1.1- Resinas compostas

Para a realização deste estudo foram empregadas cinco marcas comerciais de resinas compostas “fluidas” e duas resinas compostas, sendo uma de partículas microhíbridas e outra de micropartículas. A resina híbrida Z100, por ser uma resina de multi-uso e portanto de grande aplicabilidade clínica, e a resina Silux Plus, por ser uma resina composta de micropartículas e apresentar maior lisura superficial, foram eleitas como controle, sendo utilizadas para comparação de desempenho em relação à abrasão (Figura 1).

A Tabela 1 ilustra melhor as marcas comerciais das resinas compostas “fluidas” utilizadas e das resinas compostas controles, as abreviaturas estabelecidas, os tipos de resina, respectivos fabricantes, n^{os} dos lotes e validade.

TABELA 1 – Resinas compostas “fluidas”, resinas compostas controles, abreviaturas estabelecidas, respectivos fabricantes, n^{os} dos lotes e validade

Materiais	Abreviaturas	Resina	Fabricantes	Lote	Validade
Aeliteflo	A	Microhíbrida	Bisco, Inc.	109036	03/1999
Flow-It	F	Híbrida	Jeneric-Pentron	810951	02/2000
Flow-It Lf	FLf	Híbrida	Jeneric-Pentron	760912	12/1999
Natural Flow	N	Híbrida	DFL	97101051	10/1999
Wave	W	Híbrida	SDI	70725	07/2000
Silux Plus	S	Micropartícula	3M do Brasil Ltda	8004	09/2000
Z100	Z	Microhíbrida	3M do Brasil Ltda	19970603	03/1999

A Tabela 2 ilustra a composição básica dos materiais testados: matriz orgânica, partículas inorgânicas, quantidade (%) em volume e peso de carga e o tamanho médio das partículas.

TABELA 2 – Materiais utilizados, composição da matriz orgânica, das partículas de carga, porcentagem dos componentes inorgânicos em volume e peso e tamanho médio das partículas

Material	Matriz Orgânica	Tipo de Partícula	Partícula		
			Volume (%)	Peso (%)	Tamanho Médio (µm)
A	BisGMA	Vidro de Bário, Sílica	43%	60%	0,7 a 0,8
F	BisGMA	Vidro de Boro Silicato de Bário	53%	68%	0,04 a 4
FLf	BisGMA	Vidro de Boro Silicato de Bário com dióxido de AL	60%	75,5%	0,04 a 3
N	BisGMA, Dimetacrilato	Vidro de Boro Silicato de AL, Sílica	43%	60%	ND*
W	Éster Metacrilato Multifuncional	Vidro de Estrôncio, Sílica	50%	65%	ND*
S	BisGMA, TEGDMA	Sílica Coloidal	40%	52%	0,04
Z	BisGMA, TEGDMA	Zircônia, Sílica	71%	84,5%	0,6

*ND= dado não fornecido pelo fabricante

4.1.2- Resina acrílica e sílica industrial

Para obtenção dos corpos-de-prova foi confeccionado, inicialmente, um cilindro de resina acrílica Duralay (Reliance Dental MFG Company), com dimensões de 5mm de diâmetro e 3mm de espessura, e após sua fundição foi obtido um cilindro metálico com as mesmas dimensões iniciais. Um cilindro de plástico oco foi preenchido com uma sílica industrial (RTV-3110/Reforplás) para obtenção de um molde. Esse material foi escolhido em função de sua boa estabilidade dimensional e

exatidão de reprodução. Em seguida, o cilindro metálico obtido foi pressionado contra a sílica, aguardando-se o tempo necessário para a presa do material; retirando-se então o cilindro metálico de posição, obtendo-se um molde destinado à confecção dos corpos-de-prova.

4.1.3- Dentifrícios/ escova dental

Foram utilizados para os processos de desgaste dos corpos-de-prova o creme dental Colgate Proteção Anticáries com MFP (Colgate-Palmolive, divisão da Kolynos do Brasil Ltda) e escova dental Colgate Classic infantil (Colgate-Palmolive, divisão da Kolynos do Brasil Ltda), com cerdas retas, compactas, pontas arredondadas, consistência macia e com três fileiras de tufo. A fórmula básica do creme dental Colgate, de média abrasividade, era segundo o fabricante: monofluorofosfato de sódio (1.500 ppm de flúor), carbonato de cálcio, lauril sulfato de sódio, sacarina sódica, umectante, espessante, composição aromática e água. A composição básica da escova utilizada é material plástico, âncora metálica, nylon e pigmento atóxico (Figura 2).

4.1.4- Balança analítica

Uma balança analítica (marca Sartorius, tipo 2002, fabricada pela Sartorius-Werke A.G., Alemanha, número de fabricação 147359, com capacidade máxima de 200g e precisão de 0,0001g) foi utilizada para obtenção das médias das massas dos corpos-de-prova (Figura 3).

4.1.5- Máquina de escovação

A máquina de escovação idealizada para os procedimentos de desgaste por meio de escovação simulada *in vitro* se encontra disponível na disciplina de Materiais Dentários da FOB-USP, sendo constituída de uma base metálica sólida e pesada sobre a qual existem seis recipientes metálicos que apresentam a forma de uma seção de pirâmide invertida (Figura 4-B), com 25mm de largura na base, 40mm no topo, 100mm de comprimento e 25mm de altura, para a escovação dos corpos-de-prova (Figura 4).

4.1.6- Rugosímetro

Para a obtenção das medidas de rugosidade de superfície, foi utilizado o rugosímetro Hommel Tester T 1000 (Hommelwerke, GmbH, Alte Tuttinger Strebe 20.D-7730 VS-Schwenningen), constituída por um aparelho de avaliação de alta sensibilidade, que determina quantitativamente a rugosidade superficial (Figura 5).

4.2- MÉTODOS

4.2.1- Confeção dos corpos-de-prova

Foram confeccionados 84 corpos-de-prova, sendo 12 para cada grupo estudado: Aeliteflo, Flow-It, Flow-It Lf, Natural Flow e Wave (resinas compostas “fluidas”) e Z100, Silux Plus (resinas compostas controles).

Após a obtenção do molde (matriz de silicone), este foi preenchido com incrementos únicos, utilizando-se para isso as próprias agulhas de inserção que acompanham o kit das resinas “fluidas” e a espátula de Thompson nº 2, no caso das resinas controle (Figuras 6 e 7). A confecção dos espécimes ocorreu em meio

ambiente refrigerado de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 50%. Posteriormente à inserção do material, o mesmo foi coberto com tira de poliéster e sobre ela foi colocada uma lamínula de vidro, exercendo-se uma leve pressão e procedendo-se à fotopolimerização com a unidade de luz modelo XL 3000 (3M Dental Products) (Figura 8). A fonte de luz foi incidida de forma a apresentar-se mais distante nos primeiros 5 A 10 segundos (2cm), aproximando-a em seguida, quase encostando na superfície do material ao final dos 50 segundos de fotopolimerização (Figura 9). O mesmo se repetiu para a superfície oposta, após a sua remoção da matriz. A intensidade da luz foi controlada por um radiômetro (Curing Radiometer: Model 100 P/N - 10503/ Demetron Research Corp.), permanecendo na faixa entre 400 e 500mW/cm^2 (Figura 10). Um dos fatores correlacionados de grande importância é a utilização de menor intensidade de luz no início da promoção da reação de polimerização, pela menor contração de polimerização através da menor velocidade de reação dos monômeros, promovendo maior fluidez da resina e diminuindo o estresse de contração. No entanto, para assegurar as melhores propriedades da resina composta, uma intensidade maior para complementar a fotopolimerização deve ser incidida ao final ¹⁰¹.

O acabamento e o polimento foram realizados após 1 hora da confecção das amostras, utilizando-se discos de lixa Sof-Lex 1958D (3M do Brasil Ltda), com diâmetro de 19,05mm, com aparelho micromotor (Kavo-Brasil) associados a um contra-ângulo em baixa velocidade de rotação a seco (Figura 11). A sua composição básica, fornecida pelo fabricante é: dorso de poliuretano coberto com abrasivo de óxido de alumínio. As granulações usadas dos discos Sof-Lex foram a fina (cor azul média) durante 15/20 segundos e a granulação superfina (cor azul claro) também por 15/20 segundos.

Os corpos-de-prova foram pesados e acondicionados em recipientes de plástico escuro individualizados, contendo água deionizada em quantidade suficiente para cobrí-los, sendo então armazenados em uma estufa marca FANEM- São Paulo, modelo 502 C, à temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$, seguindo as normas da ISO ⁴³.

4.2.2- Determinação da massa inicial

Obtidos os corpos-de-prova, após o acabamento e polimento, os mesmos foram pesados em uma balança analítica marca Sartorius com capacidade máxima de 200g e precisão de 0,0001g e os valores registrados. A escolha desta balança se deve ao fato de apresentar uma casa decimal a mais, o que a torna mais precisa em relação às balanças digitais disponíveis, apesar da maior facilidade de uso das mesmas. As amostras ficaram armazenadas em água deionizada por 12 horas e então retiradas dos frascos, com o auxílio de uma pinça clínica, levemente secas com um guardanapo de papel, tomando-se o cuidado de trocá-lo a cada nova amostra, tendo sido registrada a pesagem. A cada intervalo de 12 horas, num período de sete dias⁴³, foram realizadas pesagens dos corpos-de-prova, obtendo-se uma média dos três últimos valores registrados, considerada como valor da massa inicial (MI).

Como mencionado anteriormente, a precisão desta balança é de 0,0001g, no entanto a variação que ocorreu na quarta casa decimal (correspondente a décimos de miligrama), quanto ao fator perda ou ganho de peso considerou-se desprezível em termos de alteração de massa, tornando os espécimes de resina composta fluidas ou das resinas dos grupos controles aptos a serem iniciados no teste de escovação simulada.

4.2.3- Procedimentos de abrasão

Verificando a literatura pertinente ao assunto, encontra-se o trabalho do Professor Dioracy Fonterrada Vieira⁹⁸, de 1960, um dos pioneiros no âmbito nacional a utilizar o método de escovação simulada, no qual este autor fez adaptação de uma máquina para tal fim.

Para a realização dos testes de abrasão, foi utilizada a máquina de escovação idealizada por esse professor. Os corpos-de-prova foram encaixados em uma matriz de resina acrílica (Figura 4-C) com as seguintes dimensões: 87 x 27 x

8mm respectivamente para o comprimento, largura e altura, permitindo uma boa adaptação no recipiente metálico, o qual foi fixado com auxílio de parafusos à máquina. Na base voltada para o fundo do recipiente metálico, duas depressões foram realizadas para acoplar os parafusos de fixação da cuba metálica à base da máquina de escovação. Esta base de resina acrílica foi moldada com silicona para que se conseguisse, pelo molde, uma reprodução de outras com as mesmas características. Foram confeccionadas seis bases de resina acrílica para cada grupo de materiais, cada uma delas com duas perfurações, observando-se a necessidade de posicionar os corpos-de-prova de forma a estarem mais salientes em relação à matriz de resina acrílica, permitindo melhor atuação das cerdas das escovas, eliminando qualquer interferência (Figuras 12 e 13). Essa adaptação era conseguida com a utilização de cera utilidade a fim de que os mesmos se mantivessem estáveis. Apesar das matrizes acrílicas terem apresentado desgaste suave, estas eram substituídas a cada ciclo de escovação por material testado.

Sobre esta base metálica existe um motor que é ligado por meio de uma chave conectora, recebendo uma corrente elétrica alternada de 110 volts, que por intermédio de um sistema de correia e duas polias coloca em movimento um virabrequim; quatro barras cilíndricas, duas em cada lado do virabrequim, são unidas a este por um lado e pelo outro às barras em que se fixam três suportes para três escovas do lado direito e três do lado esquerdo. Cada braço (Figura 4-A) apresenta um dispositivo na sua extremidade, que permite a fixação da ponta ativa de uma escova dental por meio de dois parafusos, enquanto a outra extremidade mantém-se fixa ao eixo principal, seguindo os mesmos movimentos. O peso do braço imposto aos corpos-de-prova fica em torno de 200g, simulando condições clínicas. 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. Pela característica do eixo principal, ao ser movimentado mantém três escovas dentais mais próximas de si, enquanto as outras três apresentam-se distantes, sendo que a ação das cerdas foi ajustada paralelamente à base do recipiente do dentifrício; ao serem

movimentadas, estas situações invertem-se permitindo assim um deslizamento da escova sobre o corpo-de-prova.

Para o registro do número de movimentos, um conta-giros padrão foi fixado sobre a base metálica da máquina e ativado por uma haste ligada ao suporte da escova (Figura 4-D).

A velocidade de escovação foi de 374 ciclos por minuto. Entendeu-se como um ciclo o movimento completo de vai-e-vem da escova dental ²⁴.

Em cada ensaio foram utilizadas seis escovas adaptadas, separando-se a ponta ativa de seu cabo, para que pudessem ser adaptadas à máquina e podendo ficar posicionada paralelamente à superfície da matriz de resina acrílica, abrangendo todo o diâmetro das amostras.

O creme dental era pesado em balança Sauter modelo K1200 Switzerland (Figura 14), diluído no interior de um bécker milimetrado com água deionizada na proporção de 1:2, ou seja, para cada 50g do creme dental eram utilizados 100ml de água deionizada, de acordo com as especificações da ISO⁴³. O pH das soluções foi monitorado durante os testes, com o aparelho de medição de pH, modelo B 371 (Micronal), apresentando pH alcalino em torno de 8.6, sem variações durante os ensaios (Figura 15).

A mistura pasta/ água era constantemente reposta no interior das cubas metálicas, uma vez que, com a movimentação das escovas, havia um extravazamento considerável da mesma.

Na primeira bateria de testes colocou-se à esquerda metade dos corpos-de-prova (6) e, do lado direito, a outra metade (6) de um mesmo grupo. Ao atingir 50.000 ciclos, a máquina de escovação foi desligada e as posições dos corpos-de-prova foram trocadas, ou seja, os que estavam à esquerda foram colocados à direita, totalizando aproximadamente 100.000 ciclos de escovação, com um tempo por durante cinco horas.

Concluído os testes, os corpos-de-prova eram removidos do interior da matriz dentro dos recipientes metálicos e imediatamente lavados em água corrente, sendo seguros com uma pinça clínica. Em seguida, eram colocados no interior de um aparelho de vibração ultra-sônica, modelo T 50110 (Unique- Odonto Brás), com água deionizada, ficando por um período de 10 minutos para que o máximo de

perfilômetro Surfcom 120A e avaliada em MEV a fim de determinar mudanças microestruturais que possam ter ocorrido. A rugosidade de superfície dos materiais testados não foi significativamente afetada pela armazenagem em nenhuma das soluções testadas. Um aumento na rugosidade foi detectada para o Dyract AP depois da armazenagem em ácido cítrico e solução de etanol-água. A dureza de superfície dos compômeros não foi significativamente afetada pela armazenagem. Somente a resina Spectrum TPH, à base de Bis-EMA (Bisfenol Etil Metacrilato), não teve a dureza afetada; os compósitos à base de Bis-GMA, como Silux Plus, Z100 e P50, pareceram ser mais susceptíveis ao amolecimento da matriz após condicionamento nos meios testados.

Em 2000 RIOS⁷⁸ conduziu um estudo *in vitro*, a fim de constatar o desgaste e rugosidade dos cimentos de ionômero de vidro (CIV) Fuji Plus (cimentante), Ketac-Molar e Vitremer (ambos CIV restauradores) e como controle, usou o selante resinoso sem carga Delton. O Vitremer foi manipulado de acordo com a orientação do fabricante e também foi utilizado diluído (1/4:1). Avaliou também a abrasividade de dois dentífrícios, Tandy e Sorriso, e a influência dos mesmos sobre a lisura superficial de selantes. Para os procedimentos de abrasão foram confeccionados 12 corpos-de-prova de cada material, os quais foram submetidos aos testes de simulação com a utilização de uma máquina apropriada. A quantidade de desgaste foi obtida pela massa perdida durante o processo de escovação. Com o auxílio do rugosímetro Hommel Tester T1000, foi determinada a rugosidade superficial dos espécimes, comparando-a ao final dos testes de escovação. O dentífrício Tandy apresentou uma abrasividade semelhante a do Sorriso nos grupos estudados. O Vitremer diluído e Fuji Plus apresentaram a maior quantidade de desgaste e a rugosidade foi maior nestes grupos para o dentífrício Sorriso e para os outros materiais, a ação dos dentífrícios foi semelhante. O Vitremer diluído teve um maior aumento de rugosidade, o Fuji Plus mostrou a 2^a maior rugosidade, sendo que os outros grupos apresentaram resultados equivalentes. Os ionômeros usados para restauração foram superiores aos outros ionômeros e obteve resultado semelhante ao encontrado para o selante (controle).

partículas abrasivas do creme dental pudessem ser removidas. Em seguida, as amostras eram secas com guardanapo de papel e pesadas, seguindo as mesmas orientações anteriormente descritas. Novamente foram acondicionadas nos recipientes plásticos escuros individualizados e identificados, à temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$.

4.2.4 - Determinação da massa final

Após a realização dos testes de escovação e limpeza em ultra-som, os corpos-de-prova foram secos com guardanapo de papel e pesados imediatamente, na mesma balança analítica, para obtenção das médias de massa final, sendo os valores registrados em tabelas determinadas. A cada 12 horas, uma nova pesagem foi realizada durante um período de sete dias, obtendo-se uma média dos três últimos valores sem variações consideráveis (da ordem de 0,0001g), a qual era registrada como a média da massa final (MF). As alterações de massa após o teste de escovação simulada foram obtidas pela diferença entre as médias das massas iniciais (MI) e as médias das massas finais (MF).

$$\text{ALTERAÇÕES DE MASSA (\%)} = \frac{\text{MF} - \text{MI}}{\text{MI}} \times 100$$

4.2.5- Alterações de rugosidade

Para a obtenção das medidas de rugosidade de superfície, foi utilizado um método quantitativo pelo uso do rugosímetro (Figura 5), antes e após a escovação simulada. Foi acoplada uma base metálica como apoio ao dispositivo de leitura no rugosímetro e, com esta adaptação, foi eliminado o risco de vibrações indesejadas, padronizando-se as leituras, sem a influência de possíveis pressões diferentes (Figura 16). Anteriormente às leituras, os corpos-de-prova eram secos com guardanapo de papel. Foram realizadas cinco leituras na superfície de cada corpo-de-prova, de maneira aleatória, em diversos lugares, abrangendo toda a extensão, avaliando-se a rugosidade no sentido das cerdas da escova e perpendicularmente. Obteve-se a média inicial de rugosidade superficial (RI) e, posteriormente aos os

testes, a rugosidade final (RF). As alterações das rugosidades foram obtidas pela diferença entre as médias de rugosidade inicial (RI) e as médias de rugosidade final (RF).

$$\text{ALTERAÇÕES DE RUGOSIDADE} = \text{RF} - \text{RI}$$

Por meio das leituras sobre os corpos-de-prova, foram obtidos valores numéricos da rugosidade, em termos de rugosidade média (R_a - μm) entre os picos e vales, das cinco medidas realizadas em cada corpo-de-prova. O parâmetro R_a foi o eleito, a fim de promover melhores 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 . O limite de tracejamento (L_T) sobre a superfície foi de 1,5mm e com um *cut off* (L_C) de 0,25mm. As tolerâncias (T) consideradas foram 0,01 μm ($T_{\text{mínima}}$) e 8,00 μm ($T_{\text{máxima}}$).

4.2.6- Microscopia eletrônica de varredura

Com o auxílio do microscópio JEOL JSM T220 A, Japão, foram realizadas fotomicrografias na magnitude de 500x para a ilustração das superfícies dos espécimes referentes ao final do teste. Os corpos-de-prova eram fixados a uma base de latão com esmalte-Risqué da Niasi e metalizados com partículas de pó de ouro-Hammer VI-Sputtering System-ANATECH Ltd, Alexandria, E.U.A O filme usado foi do tipo NEOPAN SS 120 fine grain-FUJI PHOTO, FILM C.O., Ltd, TOKYO, JAPAN.

4.2.7- Análise estatística

Para comparação entre os sete grupos estudados, foi utilizada a análise de variância a um critério ANOVA e o Teste de Tukey, para comparações individuais, entre cada grupo. Em ambos os testes foi utilizado nível de significância de 5%, com $p < 0,05$. Para análise de correlação entre perda de massa e alteração de rugosidade, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson.

FIGURA 1- Apresentação comercial das resinas compostas “fluidas” e resinas controles analisadas

FIGURA 2- Creme dental e escovas Utilizadas

FIGURA 3- Balança analítica Sartorius

FIGURA 4- Máquina de escovação

FIGURA 5- Rugosímetro Hommel Tester T1000

FIGURA 6- Inserção da resina “fluida” na matriz de silicona

FIGURA 7- Adaptação das resinas controles

FIGURA 8- Lamínula de vidro sobre o corpo-de-prova

FIGURA 9- Fotopolimerização do corpo-de-prova

FIGURA 10- Curing Radiometer

FIGURA 11- Discos de lixa Sof-Lex com granulações fina e super-fina

FIGURA 12- Cerdas da escova sobre o corpo-de-prova

FIGURA 13- Saliência do corpo-de-prova em relação à matriz de resina

FIGURA 14- Balança Sauter

FIGURA 15- Indicador de pH Micronal

FIGURA 16- Dispositivo acoplado ao rugosímetro Hommel Tester T1000 para as leituras de superfície

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

Para comparação entre os grupos estudados, utilizou-se o método de análise de variância a um critério fixo, ANOVA, e o teste de Tukey para as comparações individuais entre cada grupo. Em ambos os testes foi utilizado nível de significância de 5%.

5.1- Alteração de massa

Os valores de alteração de massa foram obtidos pelas diferenças entre as médias das massas inicial e final (MI-MF), após os ensaios de abrasão, e essas diferenças expressas em percentuais de perda.

Não foram constatadas diferenças estatisticamente significantes entre as alterações de massa. Pela análise da Tabela 3, podem-se observar os resultados obtidos nos testes para alteração de massa (% gramas) de todas as resinas testadas, bem como os resultados da análise estatística aplicada.

TABELA 3- Médias iniciais (MI), finais (MF), alteração de massa, desvio padrão, porcentagem de alteração e análise estatística das resinas testadas após escovação simulada

Material	MI $\pm$ DP	MF $\pm$ DP	Alteração de massa	Análise	
			$\pm$ desvio padrão	%	Estatística
A	0,0860 $\pm$ 0,0032	0,0827 $\pm$ 0,0035	0,0032 $\pm$ 0,0011	3,77	A
S	0,0949 $\pm$ 0,0056	0,0921 $\pm$ 0,0061	0,0029 $\pm$ 0,0024	3,04	A
F	0,0985 $\pm$ 0,0059	0,0958 $\pm$ 0,0065	0,0026 $\pm$ 0,0027	2,70	A
W	0,0868 $\pm$ 0,0101	0,0849 $\pm$ 0,0097	0,0019 $\pm$ 0,0011	2,19	A
FLf	0,1169 $\pm$ 0,0062	0,1142 $\pm$ 0,0058	0,0027 $\pm$ 0,0068	2,12	A
N	0,0895 $\pm$ 0,0040	0,0877 $\pm$ 0,0041	0,0018 $\pm$ 0,0008	2,04	A
Z	0,1228 $\pm$ 0,0101	0,1211 $\pm$ 0,0102	0,0017 $\pm$ 0,0005	1,29	A

n = 12 corpos-de-prova por material

p < 0,05

Letras idênticas indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes.

A Figura 17 apresenta as alterações de massa (%) das resinas, onde pode-se observar que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos frente ao desgaste submetido pela escovação simulada.

FIGURA 17 – Gráfico de comparação das alterações de massa (%) entre todas as resinas

Embora a análise estatística não tenha apresentado nenhuma diferença, através da análise da Tabela 3 e da Figura 17, pode-se observar a porcentagem das alterações de massa das resinas testadas, com tendência maior de desgaste para a resina Aeliteflo, com alteração de massa de (3,77%), seguida da resina de micropartículas Silux Plus com (3,04%). Em contrapartida, a resina híbrida convencional Z100 apresentou a menor alteração de massa, na ordem de (1,29%), ficando o restante das resinas “fluidas” com alteração de massa intermediária a estas três resinas. Os resultados obtidos demonstraram, de certa forma, um comportamento já esperado das resinas “fluidas” comparado ao das resinas híbridas e de micropartículas.

A figura 18 mostra as médias dos valores das massas iniciais e finais (g) dos grupos obtidos antes e após os testes de escovação simulada.

FIGURA 18 – Gráfico de comparação entre as médias de massa inicial e final (g) dos grupos

Em relação à massa final (MF) obtida após os testes, pode-se observar que a resina Z100 apresentou a menor perda (g), seguida da resina Flow-It Lf. A resina Silux Plus apresentou perda de massa intermediária comparada aos outros grupos. Todas as resinas exibiram comportamento semelhante, tendo havido perda de massa ao final dos ensaios, demonstrando o esperado em termos do desgaste originado da abrasão mecânica.

5.2- Alteração de rugosidade

Foi encontrada diferença estatística significativa para a alteração de superfície, obtida com a análise pelo Teste de Tukey. A média de alteração dos corpos-de-prova em relação à rugosidade superficial (R_a - μm) foi obtida pelas médias de cinco leituras de superfície, antes (RI) e após os ensaios de escovação (RF). Os resultados da alteração (RF-RI) foram apresentados em μm e estão

apresentados na Tabela 4 e Figura 19. Pode-se observar, pela análise da Tabela 4, o comportamento diferente para estes materiais.

TABELA 4- Médias de rugosidade inicial (RI), final (RF), alteração de rugosidade (μm), desvio padrão e análise estatística das resinas testadas

Material	RI $\pm$ DP	Alteração de rugosidade superficial		Análise
		RF $\pm$ DP	(média $\pm$ desvio padrão)	Estatística
W	0,4742 $\pm$ 0,0988	1,7612 $\pm$ 0,4127	1,1720 $\pm$ 0,5549	B
S	0,3430 $\pm$ 0,0675	0,6179 $\pm$ 0,2129	0,2749 $\pm$ 0,2122	A
Z	0,6588 $\pm$ 0,1721	0,9083 $\pm$ 0,2066	0,2495 $\pm$ 0,1676	A
FI	0,4293 $\pm$ 0,1238	0,5890 $\pm$ 0,1587	0,1597 $\pm$ 0,2211	A
F	0,4707 $\pm$ 0,0771	0,6307 $\pm$ 0,2095	0,1217 $\pm$ 0,1697	A
N	0,4815 $\pm$ 0,0648	0,5435 $\pm$ 0,1478	0,0620 $\pm$ 0,1333	A
A	0,4931 $\pm$ 0,0828	0,5437 $\pm$ 0,1950	0,0506 $\pm$ 0,1859	A

n = 12 corpos-de-prova por material

p < 0,05

Letras idênticas indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes.

A Figura 19 demonstra a rugosidade superficial (μm) apresentada pelas resinas após os testes de escovação simulada, onde se observa o comportamento diferente apresentado pela resina Wave.

FIGURA 19 – Gráfico de comparação das alterações de rugosidade superficial entre as resinas (μm)

Pela análise da Figura 19, pode-se observar que existiu diferença estatisticamente significativa somente para a resina Wave, em relação às demais resinas, após a escovação simulada. A resina Wave apresentou a maior alteração de rugosidade ($1,1720\mu\text{m}$) em relação às outras resinas, as quais apresentaram equivalência estatística, seguida das resinas do grupo controle Silux Plus ($0,2749\mu\text{m}$) e Z100 ($0,2495\mu\text{m}$), sendo que a maioria das resinas “fluidas” apresentaram maior lisura de superfície, Flow-It Lf ($0,1597\mu\text{m}$), Flow-It ($0,1217\mu\text{m}$), Natural Flow ($0,0620\mu\text{m}$) e Aeliteflo ($0,0505\mu\text{m}$).

A Figura 20 apresenta as médias dos valores de rugosidade inicial e final das resinas (μm), obtidas antes e após os testes de escovação simulada.

FIGURA 20 – Gráfico de comparação entre as médias de rugosidade Ra inicial e final (μm) dos grupos

Em relação à rugosidade final (RF) obtida após os testes, pode-se observar que todas as resinas tiveram um comportamento semelhante, apresentando maior rugosidade da superfície. A resina Wave porém demonstrou a maior rugosidade final.

5.3- Correlação alteração de massa x rugosidade

Pela análise estatística realizada pelo coeficiente de Pearson, não foi verificada correlação entre alteração de massa e diferença de rugosidade para os materiais testados. O valor encontrado foi $r = -0,0296$, indicando que as duas variáveis são independentes uma da outra.

5.4- Microscopia eletrônica de varredura

As fotomicrografias obtidas com microscopia eletrônica de varredura, do polimento com discos Sof-Lex, das resinas “fluidas” Aeliteflo, Flow-It, Flow-It Lf,

Natural Flow e Wave e das resinas controles Silux Plus e Z 100, empregadas neste estudo, antes e após serem submetidas aos procedimentos de abrasão, estão apresentadas nas figuras 21 a 38.

FIGURA 21 - Fotomicrografia da resina Aeliteflo após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação)

FIGURA 22 - Fotomicrografia da resina Aeliteflo após a escovação

FIGURA 23 - Fotomicrografia da resina Flow-It após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação)

FIGURA 24 - Fotomicrografia da resina Flow-It após a escovação

FIGURA 25 - Fotomicrografia da resina Flow-It Lf após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação)

FIGURA 26 - Fotomicrografia da resina Flow-It Lf após a escovação

FIGURA 27 - Fotomicrografia da resina Natural Flow após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação)

FIGURA 28 - Fotomicrografia da resina Natural Flow após a escovação

FIGURA 29 - Fotomicrografia da resina Wave após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação)

FIGURA 30 - Fotomicrografia da resina Wave após a escovação

FIGURA 31-Fotomicrografia da resina Silux Plus após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação)

FIGURA 32-Fotomicrografia da resina Silux Plus após a escovação

FIGURA 33 - Fotomicrografia da resina Z100 após o polimento com discos Sof-Lex (antes da escovação)

FIGURA 34 - Fotomicrografia da resina Z100 após a escovação

6. *DISCUSSÃO*

6. DISCUSSÃO

A odontologia está buscando cada vez mais alternativas restauradoras que visem a maior conservação da estrutura dental, ou seja, uma evolução nos materiais com o intuito de atingir o que seria considerado ideal.

Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos, o uso de compósitos tem se expandido, possibilitando a confecção de restaurações conservadoras e, conseqüentemente, maior manutenção da quantidade de estrutura dental. Os benefícios que esses materiais têm proporcionado dependem da sua correta indicação, devendo-se evitar sua utilização em situações de alto estresse oclusal, na impossibilidade de execução de isolamento absoluto, em pacientes alérgicos ou sensíveis aos componentes das resinas².

As resinas compostas atuais estão sendo cada vez mais indicadas na região posterior, por apresentarem melhores propriedades mecânicas que as resinas mais antigas, mas ainda mostram alguns inconvenientes como desgaste e contração de polimerização⁴⁵.

Os maiores problemas comumente associados às restaurações realizadas com compósitos em dentes posteriores são: cárie secundária e inadequada resistência ao desgaste.

A cárie secundária está diretamente relacionada à infiltração marginal e esta à técnica de confecção da restauração (condicionamento ácido, sistema adesivo, técnica incremental de inserção, fator de configuração cavitária e método de polimerização).

Durante a confecção de uma restauração de resina composta na região posterior existe a dificuldade de inserção (condensação) e obtenção de adequado contorno proximal, podendo-se incorporar porosidades ao corpo da restauração e aumentar o desgaste da mesma, que é uma característica inerente deste material^{44,70}.

O desgaste dos dentes é geralmente um processo multifatorial⁶², que compreende erosão, atrição e abrasão, os quais por sua vez são influenciados pelo contato com substâncias químicas, bolo alimentar, escovação dental^{10, 28,85} e forças oclusais.

A destruição dos tecidos dentais ou materiais restauradores por desgaste é categorizada como desgaste fisiológico (desgaste com o contato do bolo alimentar), desgaste patológico (bruxismo), desgaste profilático (escovação/dentífrício) e desgaste por procedimentos de acabamento e polimento.

Os processos envolvidos nos mecanismos de desgaste nos compósitos é muito complexo e dificilmente entendido. Além do desgaste provocado pela abrasão, causado por outros fatores que não o contato dental, existem outros tipos de desgaste provocados por corrosão, fadiga e o desgaste adesivo. O mecanismo de abrasão das resinas compostas pode ser explicado como sendo causado pelo desgaste da resina (parte orgânica), exposição da partícula e perda da carga (parte inorgânica), levando ao surgimento de lacunas que variam de acordo com o tamanho da partícula de carga, proporcionando aumento da rugosidade.

A água e a saliva também podem atuar no mecanismo de desgaste, contribuindo para a degradação das partículas e do agente de união por meio da hidrólise, resultando em desprendimento da partícula, perda superficial de material e rápido desgaste. O desgaste dos compósitos pode ser influenciado pela química da matriz resinosa e da partícula; efetividade de ligação do silano; tamanho, distribuição, forma e volume das partículas; tamanho e localização das cavidades nos dentes; magnitude, localização e direção das forças oclusais; grau de polimerização e técnica restauradora ⁹.

Para os diversos materiais resinosos, o desgaste pode resultar de diferentes fatores como: porcentagem de conversão de monômeros em polímeros durante a fotopolimerização; profundidade de polimerização e adesão dos polímeros. Todas estas características são apontadas como prováveis causas da suscetibilidade da matriz a microfraturas e posterior desgaste. Além do mecanismo de hidrólise, o desgaste pode resultar de fenômenos mecânicos e enzimáticos. Alguns produtos de degradação como o bisfenol A, TEGDMA, formaldeído, ácido metacrílico e benzóico, liberados em forma de monômeros residuais após a reação de cura dos compósitos, e a liberação de partículas de carga resultantes dos produtos de degradação, como a sílica, o boro e o alumínio, podem atuar nesse mecanismo ^{17,34}.

Muito são os fatores que afetam a resistência ao desgaste nos compósitos, tais como a partícula, os monômeros e o sistema de cura ⁵⁹. Tanto o tamanho como

a forma das partículas apresentam forte correlação com o desgaste dos compósitos posteriores. Especificamente quando existe redução no tamanho das partículas, ocorre redução no desgaste local e generalizado. Quando existe diminuição no tamanho das partículas irregulares, reduz-se a concentração do estresse, havendo maior dissipação das forças. No caso de partículas esféricas, ocorre maior homogeneidade de superfície, levando à maior distribuição de estresse e, conseqüentemente, menor desgaste. A projeção das partículas irregulares causa uma transferência da energia impressa durante a mastigação para a partícula e depois para a matriz, resultando em deslocamento da partícula com exposição da matriz orgânica e, conseqüentemente, acarretando maior desgaste⁹⁰.

A resistência ao desgaste também está na dependência do chamado espaço interparticular. Quanto menor o tamanho das partículas de carga e quanto mais homogêneas, mais intimamente estarão em contato, diminuindo a quantidade de matriz orgânica exposta e reduzindo a quantidade de desgaste⁸.

Outra variável que pode interferir nas propriedades mecânicas dos compósitos é a sua polimerização⁴⁶, pois a dureza do material está diretamente relacionada ao grau de cura (conversão), decrescendo com o aumento de espessura das camadas a serem polimerizadas. Segundo RUEGGEBERG; CAUGHMAN; CURTIS JÚNIOR⁸⁰, um aparelho fotopolimerizador com emissão de 400 mW/cm² de intensidade de luz, atuando por 60 segundos, proporciona aos compósitos níveis de dureza semelhantes, tanto na região de superfície como na região de fundo, em amostras de 2mm de espessura. No presente trabalho, foi utilizado um fotopolimerizador, atuando por 60 segundos, em camadas de 2mm, sendo a polimerização realizada nos primeiros 5 a 10 segundos com afastamento da fonte de luz por cerca de 2,0cm e a aproximação da fonte pelo resto do tempo, com intensidade da luz de 500 e 400mW/cm² respectivamente. A aplicação inicial de alta intensidade de luz pode causar tensão na interface dente/restauração, levando à formação de fenda marginal, enquanto a baixa intensidade de luz leva à melhor distribuição do estresse e melhor adaptação da resina às paredes cavitárias^{5,55,95}.

Nesta pesquisa, optou-se pelo teste *in vitro* de desgaste com a associação de três fatores, escova/dentífrício/material. O desgaste representado por três fatores refere-se a todos os testes em que um abrasivo, em solução, é aplicado sobre um

espécime, em um determinado período de tempo^{59,73}. Os resultados obtidos de testes *in vitro* indicam que a quantidade de desgaste depende da carga aplicada e do agente abrasivo empregado. A decisão de se utilizar um teste *in vitro* de abrasividade dos dentífrícios e simultaneamente um teste de desgaste dos materiais foi baseada nos estudos de HEFERREN³⁹, que afirmou a necessidade de estudos laboratoriais para entender a situação clínica. Um estudo clínico de desgaste dos materiais é mais dificultado, pois alguns fatores ou variações individuais podem influenciar nos resultados. Estas variações estão relacionadas a fatores específicos como a dieta alimentar e força mastigatória⁵⁶.

Convém salientar que o teste por escovação simulada, atrito pelo contato das cerdas da escova dental e pela fricção do carbonato de cálcio presente nos dentífrícios não abrange todos os mecanismos de desgaste, em que os materiais restauradores estão sujeitos na cavidade oral, como já citado anteriormente.

O principal fator responsável pela maior ou menor abrasão provocada pela escovação com um dentífrício é a presença do abrasivo em sua composição, dependendo também do tamanho de suas partículas^{7,70}. O dentífrício Colgate utilizado neste teste possui consistência normal, pH alcalino⁶⁸, algumas partículas arredondadas, a maioria com formato irregular, distribuição heterogênea, variação de tamanho, algumas partículas de bordas agudas⁶⁹. Para simular as condições clínicas, optou-se pela diluição do dentífrício em água destilada na proporção de 1:2, pois, na boca, durante a escovação diária, o dentífrício é diluído pela presença da saliva, evitando a sedimentação do abrasivo^{14,38}.

O dentífrício ideal deveria proporcionar limpeza máxima, com baixas taxas de abrasão. A abrasividade dos dentífrícios pode ser afetada por fatores extraorais como tipo, tamanho, quantidade do abrasivo no dentífrício, tipo de escova, quantidade de dentífrício utilizado, método e força empregada na escovação, e fatores intraorais, como consistência e quantidade da saliva, presença de película adquirida, cálculo e presença de restaurações^{3,79,86}. Outro fator a ser considerado está relacionado ao pH do dentífrício, o qual foi monitorado durante os testes, com o aparelho de medição de pH, apresentando pH alcalino em torno de 8,6 sem variações durante os ensaios.

Neste trabalho, foi utilizada uma máquina de escovação, sendo construída para simular simultaneamente algumas variáveis que ocorrem no processo de higiene oral, como pressão, velocidade e umidade, sendo semelhante a outras máquinas como a do tipo Pepsodent, utilizada em alguns trabalhos^{14,24}. O dentífrico e a escova dental Colgate, de cerdas macias, foram eleitos para este teste por serem comumente utilizados pela população. O dentífrico é composto do abrasivo à base de carbonato de cálcio sintético, que não é compatível com o flúor ionizado, por isso usado na forma de MFP⁶⁴.

O número de ciclos de 100.000 e o peso do braço da máquina (200g) imposto aos espécimes estão em acordo com trabalhos prévios da literatura tentando simular condições clínicas. Alguns fatores foram considerados para não influenciar os resultados finais como: estado da escova, comprimento do movimento da escova, força aplicada à escova e temperatura para execução dos testes. De acordo com o trabalho de HEATH e WILSON³⁸, em 1976, a taxa de abrasão dos espécimes não foi influenciada pelo estado da escova em até 450.000 ciclos, estando de acordo com o presente trabalho. Os mesmos autores recomendaram a armazenagem dos espécimes em água, por 7 dias, anteriormente aos testes de abrasão, conforme foi realizado neste estudo. A confecção dos corpos-de-prova das resinas e sua armazenagem seguiram as recomendações da ISO/TS⁴³, 14569, de 1999, para realização de testes de desgaste por escovação simulada.

Segundo ANUSAVICE³, em 1996, e PEUTZFELDT; ASMUSSEN⁷², no mesmo ano, um teste *in vitro* de resistência abrasiva não prediz *in vivo* o verdadeiro desgaste, pois existe uma complexidade clínica envolvida. HARRINSON³⁶ em 1975 e JAGGER ; HARRINSON⁴⁵, confirmam que é muito difícil comparar os resultados de várias investigações devido aos diferentes tipos de aparelhos, como máquinas e equipamentos de medidas, nos testes de desgaste *in vitro*.

Vários autores como MILLER⁶¹, HEATH; WILSON³⁸, SAXTON⁸⁴, HARRINGTON et al.³⁵, VAN DIJKEN; RUYTER⁹⁶ realizaram, em único estudo, a avaliação do desgaste e da rugosidade superficial provocadas pela escovação; conseqüentemente há uma tendência de se correlacionar estas duas propriedades. Porém, no teste estatístico, o valor desta correlação foi de $r=-0,0296$, o que impediu a afirmação científica de que o desgaste esteja diretamente relacionado à

rugosidade. Dois ou mais materiais podem apresentar quantitativamente o mesmo desgaste, porém, na análise de superfície pode ocorrer maior exposição de partículas ou de bolhas de ar em algum material, acarretando valores de rugosidade diferentes. Desta forma, o comportamento dos materiais frente ao desgaste não é necessariamente igual ao da rugosidade, o que justifica o comportamento diferente que as resinas compostas apresentam em relação a estas propriedades.

Apesar dos inúmeros aprimoramentos desenvolvidos na década passada sobre os compósitos tradicionais, até recentemente duas características clínicas desejáveis não eram apresentadas pelas resinas compostas: ter alta viscosidade e não ser pegajosa; injetabilidade e fluidez. Os compósitos “fluidos” foram criados para conter o mesmo tipo de partículas dos compósitos híbridos tradicionais, porém, a redução da quantidade de carga inorgânica determinou o aumento da quantidade da carga orgânica, reduzindo-se a viscosidade da mistura. Em geral, as propriedades mecânicas dos compósitos fluidos são significativamente menores que os híbridos^{25,65}. Devido ao fato das resinas compostas “fluidas” possuírem baixo módulo de elasticidade e apresentarem baixa viscosidade, espera-se que essas propriedades possam compensar parcialmente a contração de polimerização durante o processo de cura do material^{44,53}.

Como existem poucas informações sobre as propriedades dos compósitos fluidos, a proposta deste estudo foi avaliar, em teste mecânico *in vitro*, a resistência à abrasão por escovação e a alteração de rugosidade de superfície desses novos materiais, comparados a dois materiais controles.

6.1- Alteração de massa

Nesta pesquisa, para a avaliação do desgaste foi empregada a análise por perda de massa, por ser um método preciso e proporcionar, de maneira clara, a quantidade de massa perdida. De acordo com HEFERREN³⁹, o melhor método seria a contagem radioativa do material desgastado, contraindicando a perda de peso, pois a variação da quantidade de água do material poderia interferir nesta medida. Este problema foi contornado com medições diárias, de 12 em 12 horas,

durante sete dias consecutivos, até que houvesse o equilíbrio e pudesse ser considerado o valor médio das três últimas leituras⁷³.

Analisando a Tabela 3 e das Figuras 17 e 18, pode-se observar o comportamento dos materiais estudados frente à alteração de massa (porcentagem) após a escovação.

Embora a análise estatística não tenha indicado nenhuma diferença, a menor alteração de massa apresentada pela resina composta de partículas microhíbridas Z100 ratifica os resultados e observações de vários autores^{6,31,36,56,63}, sendo que esses materiais apresentam melhores resultados em termos de desgaste, não apenas no teste de escovação simulada, mas em termos de comportamento clínico, sendo recomendadas em regiões sujeitas a grande esforços. A resina Z100 (microhíbrida) apresenta 71% de partícula de carga por volume e 84,5% por peso, partículas de tamanho médio de 0,6 μm , diminuindo assim a quantidade de matriz orgânica exposta que sofre maior abrasão. De acordo com as observações em MEV, do compósito Z100, nas Figuras 33 e 34, podem ser observadas as partículas de zircônia/sílica com tamanho submicrométricas, onde as mesmas sofreram desgaste sem ocorrência de um desprendimento superficial, não havendo grande exposição da matriz orgânica, sendo que não foram observados poros superficiais após o desgaste.

A resina Silux Plus (micropartículas) apresentou a segunda maior alteração de massa, provavelmente devido à menor concentração de partículas inorgânicas por volume e peso, 40 e 52%, respectivamente em relação à resina Z100 e às outras resinas “fluidas” e, conseqüentemente, maior porcentagem da matriz resinosa. A resina Silux Plus apresenta as partículas pré-polimerizadas de sílica coloidal uniformemente distribuídas em sua matriz orgânica⁹, onde o atrito gerado pelo conjunto dentifrício/abrasivo exerceu desgaste uniforme do conjunto matriz orgânica/partícula de carga (Figuras 31 e 32). Muitas vezes o desgaste desse tipo de resina microparticulada se deve ao rompimento das ligações entre essas partículas pré-polimerizadas e a matriz orgânica¹⁹. De acordo com VAN DIJKEN; RUYTER⁹⁶, a composição das resinas, tais como a quantidade de partículas orgânicas e da matriz resinosa, podem influenciar a resistência ao desgaste. Segundo HENCHANG et al.⁴⁰, no caso destas resinas, a matriz orgânica e as partículas de carga são

desgastadas ao mesmo tempo, conseqüentemente existindo maior homogeneidade de desgaste⁸¹. Devido a estas propriedades, esta categoria de resina composta é indicada em regiões de baixos esforços, áreas estéticas e regiões subgengivais, em virtude da menor rugosidade superficial e maior nível de desgaste.

Apesar das resinas Z100 e Silux Plus não terem apresentado diferenças estatísticas, clinicamente a superioridade da resina híbrida é evidente, principalmente em áreas de grandes esforços mastigatórios.

Em relação às resinas “fluidas”, a Aeliteflo apresentou a maior alteração de massa de todos os materiais testados, sendo que essa resina apresenta a menor porcentagem de partícula por peso, 60%, comparada às outras resinas “fluidas” estudadas. O maior desgaste apresentado pela resina Aeliteflo foi determinado provavelmente pelo tipo de partícula, vidro de bário, solúvel em água, podendo causar desprendimento durante os testes, expondo maior quantidade de matriz orgânica ao desgaste. Em contrapartida, as outras resinas “fluidas” apresentaram perda de massa intermediária, comprovando que, nesse tipo de ensaio, as resinas “fluidas” com maior porcentagem de carga inorgânica apresentaram menor desgaste pela ação das cerdas da escova e do abrasivo do dentifrício utilizado.

As resinas “fluidas”, de maneira geral apresentam distribuição média das partículas de carga variando de 0,04 a 4 µm. Não foram observados poros superficiais, demonstrando que as partículas de carga não sofreram desprendimento durante o desgaste abrasivo, deixando grande quantidade de matriz orgânica exposta (Figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28). No caso da resina Flow-It Lf (Figuras 25 e 26), pode-se observar a ação das cerdas da escova, de acordo com o sentido do movimento da escovação. Em contrapartida, a resina Wave apresentou grande protuberância superficial das partículas de vidro de estrôncio de formato irregular, ficando mais evidentes após a escovação (Figuras 29 e 30).

A abrasão por escovação não mostrou nenhuma diferença significativa entre os compósitos fluidos e os controles, sendo que todas as taxas de desgaste foram relativamente baixas.

Devido à relativa fluidez dos compósitos “fluidos”, tem-se indicado o seu uso em situações de difícil acesso, como selamento de fôssulas e fissuras e restaurações preventivas; nesses casos, o sucesso não dependerá de uma

resistência excepcional ao desgaste. Poderiam também ser utilizados em restaurações de preparos realizados por microabrasão, lesões de classe V, reparo de porcelana, defeitos de esmalte e reparos da região incisal em regiões anteriores. Outra aplicação sugerida seria como material forrador em cavidades tipo classe II. Os materiais “fluidos” são facilmente injetáveis em determinados locais, porém são difíceis de manusear devido à sua viscosidade ⁸.

6.2- Alteração de rugosidade superficial

A rugosidade superficial das resinas é um fator inerente ao material pela natureza heterogênea de seus componentes, como o tamanho, tipo e forma das partículas de carga, qualidade e quantidade da fase orgânica, tipo de união e sistema de polimerização, que podem influenciar na dureza e na capacidade de desgaste da resina composta. Restaurações de resina composta com superfícies irregulares, pela própria natureza do material constituirão fatores irritativos locais por ação mecânica, sendo favoráveis à formação de placas bacterianas ²¹ e retenção de substâncias corantes, influndo na qualidade estética final. A própria composição heterogênea das resinas, na qual a porção orgânica é pouco resistente à abrasão de tal forma que a natureza das substâncias abrasivas com diferente capacidade de abrasão, pode riscar o material, com maior ou menor intensidade, dependendo do tamanho da partícula do abrasivo, levando à alteração superficial quando dos procedimentos de acabamento e polimento⁹³.

A propriedade de rugosidade também é influenciada pelas características dos dentifrícios em interação com as características dos materiais citadas anteriormente.

A rugosidade superficial pode ocorrer em decorrência da protusão de partículas e exposição de porosidades (bolhas internas de ar), sendo conseqüente de vários fenômenos; neste trabalho, como não houve a ação erosiva pelo dentifrício (pH neutro), os materiais estiveram submetidos apenas ao desgaste^{16,27}.

As resinas compostas, segundo CHUNG¹⁸, SAVOCA; FELKNER⁸³ apresentam superfície mais lisa quando polimerizadas, sob pressão, com a tira de poliéster, porque a fase orgânica do material predomina na superfície da

restauração. Algumas situações clínicas requerem adequados contornos anatômico e oclusal, necessitando de alguma forma de acabamento e polimento, resultando em superfície mais rígida e mais resistente à descoloração. Em restaurações de classe V o contorno, a dificuldade de adaptação de uma matriz e o acesso às áreas gengival e interproximal demandam a necessidade de realização de acabamento e polimento. Segundo ZALKIND et al.¹⁰⁴, não houve diferenças estatísticas significantes no acúmulo de placa nos diferentes compósitos depois de acabamento e polimento com o uso dos discos Sof-Lex, quando comparados à matriz de Mylar, confirmado pelos trabalhos de HONDRUM; FERNANDEZ JÚNIOR⁴², PRATTEN; JOHNSON⁷⁵.

O acabamento transforma o material de uma forma rugosa para mais refinada. O polimento pode ser considerado como uma série de passos que complementam o acabamento, sendo o mais refinado. O processo de acabamento envolve fatores que afetam a taxa de abrasão, os quais estão relacionados à dureza e ao tamanho da partícula do abrasivo, sendo que as partículas maiores podem abrasionar mais rapidamente a superfície, deixando riscos. A forma da partícula do abrasivo também é importante, sendo que partículas irregulares desgastam mais rapidamente a superfície³. Ao realizar o acabamento, pode haver remoção preferencial da fase orgânica, deixando expostas partículas inorgânicas, podendo ocorrer deslocamento da partícula de carga e o aparecimento de uma cavidade no local, deixando a superfície mais rugosa e irregular^{75,89}. O aspecto superficial final dos materiais depende do abrasivo, da sua dureza, da geometria dos instrumentos de acabamento e polimento. De acordo com STALEY; KOPEL⁸⁹, os materiais resinosos com partículas pequenas e com dureza próxima à da matriz orgânica poderiam ser abrasionados de maneira mais uniforme do que aqueles com partículas grandes e duras. BULL et al.¹⁴ avaliaram as propriedades abrasivas dos dentifrícios sobre esmalte e dentina, relacionando a taxa de abrasão ao tamanho e natureza da partícula abrasiva, onde também observaram que a menor abrasão era ocasionada por partículas pequenas.

Para os procedimentos de acabamento e polimento foram utilizados os discos Sof-Lex nas granulações fina e superfina, por 15/20 segundos, de acordo com o trabalho de TAYRA et al.⁹³ e TATE; POWERS⁹², nos quais estes discos

produziram maior lisura superficial em compósitos híbridos e cimentos de ionômero de vidro do que em outras técnicas como brocas multilaminadas, taças de borracha e pastas de polimento. Os discos foram utilizados imediatamente após a confecção dos espécimes, de acordo com o trabalho de SAVOCA; FELKNER⁸³, que concluíram que os valores de rugosidade superficial independem do tempo decorrido entre a confecção das amostras e o início dos procedimentos de acabamento e polimento. No entender de DODGE et al.²³, os discos Sof-Lex podem produzir adequada lisura superficial, não havendo diferenças estatísticas significantes quando se utilizou o polimento com discos Sof-Lex a seco ou com jato de água, justificando a opção, no presente trabalho, pelo acabamento e polimento a seco.

O disco de óxido de alumínio, Sof-Lex²⁶, pode proporcionar lisura superficial, porém, não pode abrasionar as partículas duras muito facilmente, requerendo maior pressão e velocidade para ser eficiente no acabamento. Quando há um aumento na velocidade e pressão durante o polimento, especialmente sem lubrificação, pode ocorrer um manchamento da fase resinosa e o superaquecimento pode levar a microfraturas na superfície da resina. Os discos Sof-Lex não podem ser usados para reduções grosseiras ou contorno, pois não são muito flexíveis e podem produzir superfícies planas⁸⁹. A tendência do disco de lixa seqüencial é proporcionar superfície mais lisa do que qualquer outra técnica, com exceção da tira matriz. No caso destes discos, nos quais as partículas abrasivas estão fixadas em uma base, cria-se um plano de abrasão definido, promovendo desgaste uniforme tanto da matriz quanto do material de carga, propiciando superfície mais lisa e regular⁹³. O trióxido de alumínio (Al_2O_3) produz superfície uniforme, pois promove desgaste homogêneo tanto das partículas de carga quanto da matriz orgânica.

Para avaliação da rugosidade superficial, nesta pesquisa, foi utilizado um rugosímetro, de acordo com os trabalhos de DOMENE²⁴, SAAD et al.⁸¹, WHITEHEAD; WILSON⁹⁹. Outro aparelho, que apesar de atuar de forma diferente, fornece os mesmos dados de acordo com as características da superfície, é o perfilômetro^{23,42,103}. O parâmetro eleito para a avaliação da rugosidade foi o Desvio Médio Aritmético, R_a , que é também designado CLA, *Center Line Average*, o qual representa a média dos valores absolutos das ordenadas do perfil em relação à linha média em um comprimento de amostragem^{16,57}. O parâmetro R_a é o valor de eleição

para o critério de especificação de rugosidade pela ABNT⁴, sendo o mais utilizado de acordo com a NBR 6405, que também proporcionou a comparação com resultados encontrados na literatura os quais utilizam Ra como parâmetro^{23,24,48,75,92}. Com o objetivo de abranger todos os valores de rugosidade superficial, foram realizadas cinco medições (Ra/ μm) em diferentes direções e a média obtida desses valores correspondeu ao valor considerado.

Além da análise dos resultados obtidos pelo método quantitativo, rugosímetro, optou-se pela observação das superfícies pelo método qualitativo, MEV, sendo que a associação dos dois métodos pode levar à maior precisão dos resultados³².

Segundo HARRINGTON et al.³⁵, HEATH; WILSON³⁸, a abrasão determinada pelos dentífrícios parece provocar significativo aumento da rugosidade, em diferentes substratos, o que entra em acordo com os presentes achados. Por outro lado, nos estudos de VAN DIJKEN; RUYTER⁹⁶, quando utilizaram escovação mecânica, sob carga de 427g, por duas horas, estabeleceram uma relação entre polimento com discos Sof-Lex e desenvolvimento de uma camada superficial amorfa nas amostras de compósito, não encontrada neste estudo.

As médias iniciais, finais, os resultados das alterações de rugosidade superficial e a análise estatística após os testes de abrasão, para os materiais testados, podem ser analisados na Tabela 4 e nas Figuras 19 e 20. Após os testes de escovação simulada, todos os materiais testados apresentaram aumento de rugosidade superficial, mas em proporções diferentes, possivelmente devido a heterogeneidade dos materiais, que pode ser considerada a principal responsável pela dificuldade de se obter uma superfície lisa.

Pela análise das médias iniciais de rugosidade superficial (Tabela 4), em termos de capacidade de polimento, a maioria das resinas compostas “fluidas” testadas apresentaram rugosidade inicial semelhante entre si e também em relação à resina composta Silux Plus de micropartículas.

Por outro lado, quando se compara o comportamento da resina “fluida” Wave frente a todos os materiais testados, esta apresentou a maior alteração de rugosidade, com diferenças estatísticas significantes, podendo com o tempo quando utilizada em regiões próximas aos tecidos periodontais, causar irritação gengival pelo acúmulo de placa nestas regiões. A resina Wave apresenta, de acordo com o

fabricante, 65% em peso de partículas de carga de vidro de estrôncio e sílica, sendo este fato de elevada importância, uma vez que é o único material que apresenta este tipo de vidro como carga. A indicação deste material em regiões subgengivais deve ser melhor inspecionada, uma vez que esta alteração de rugosidade, talvez pelo maior desprendimento e conseqüente exposição das partículas de carga, determinou este comportamento inferior quando comparado aos outros materiais testados. A resina Wave poderá, com o tempo e com a utilização na boca, sob a ação abrasiva do binômio dentífrico/escova, comprometer a saúde periodontal dos pacientes, sendo que esta rugosidade pode determinar acúmulo de placa, inflamação gengival, reincidência de cárie, alteração de cor (manchamento) e, eventualmente, perda de contorno da restauração.

A resina Silux Plus apresentou a segunda maior alteração de rugosidade, porém sem diferença estatística significativa em relação às outras resinas. Esta característica superficial deste material, foi possivelmente conseqüência da ruptura da ligação, durante o acabamento e polimento, entre as partículas de carga pré-polimerizadas com a matriz orgânica, de acordo com WHITEHEAD; WILSON⁹⁹. A exposição destas partículas pode ter sido detectada quando da leitura superficial com o rugosímetro. De acordo com LAMBRECHTS; VANHERLE⁵⁴, a resina de micropartículas possui maior lisura superficial, mas pode apresentar poros superficiais, o que justificaria os resultados obtidos. A grande vantagem destes materiais seria a manutenção de superfícies lisas e polidas ao longo dos anos²⁹.

Nas figuras 37 e 38 nota-se, no aspecto fotomicrográfico da resina Silux, a concentração de uma película de matriz orgânica sobre as partículas de carga, quando polimerizada sob tira de poliéster. O aspecto fotomicrográfico da resina Wave após o acabamento e polimento com os discos Sof-Lex (Figuras 29 e 30) confirma o aspecto superficial obtido com a tira de poliéster (Figuras 35 e 36), em que existe grande exposição das partículas de carga, tornando a superfície mais rugosa. Estes materiais tiveram um aspecto superficial diferente quando submetidos à escovação. Nota-se que na superfície da resina Wave houve exposição acentuada das partículas de carga, dando a impressão de estarem soltas, e a resina Silux manteve maior homogeneidade superficial, permanecendo mesmo após o acabamento com os discos Sof-Lex. (Figuras 31 e 32).

A resina composta de partículas híbridas estudada, Z100, não apresentou grandes diferenças em termos das alterações das médias finais de rugosidade em relação à resina Silux Plus. De acordo com LAMBRECHTS;VANHERLE⁵⁴, nos compósitos híbridos as partículas de carga podem se unir à matriz orgânica e ser desgastadas progressivamente, ficando no mesmo nível da matriz; entretanto a matriz orgânica por ser mais macia se desgasta primeiro, deixando que as partículas mais duras se projetem na superfície, as quais podem ser deslocadas, levando à ocorrência de poros na superfície. O compósito Z100 apresentou alteração de rugosidade superficial pouco menor que a resina Silux, o que entra em desacordo com o trabalho de KANTER; KOSKI; MARTIN⁴⁹. Uma explicação para o fato seria que o compósito Z100 contém partículas esféricas de zircônia/sílica, distribuídas em uma faixa ampla de tamanho de partículas, variando de 0,01 a 3,5 μm e com tamanho médio de 0,6 μm , devido ao fato das partículas serem homogêneas, possibilitando um bom polimento. As resinas híbridas apresentam uma diferença de textura, com isso a superfície obtida com os procedimentos de acabamento e polimento dependerá da relação micropartícula, da forma geométrica e distribuição na matriz orgânica da resina⁶⁰. De acordo com GOLDSTEIN; LERNER³¹, a superfície de resinas híbridas pode ser alterada pela escovação, sendo que o dentífrico Colgate proporcionou a maior lisura de superfície comparada a dos outros dentífricos. Em trabalho de MOMOI et al.⁶³, foi avaliado a resistência abrasiva e alteração de rugosidade dos cimentos de ionômero de vidro convencionais e modificados por resina, tendo como controles o amálgama e a resina Z100. O desgaste e a lisura de superfície da Z100 foram estatisticamente melhores do que todos os materiais, com exceção do amálgama. Nas Figuras 33 e 34 pode-se observar a presença das partículas de carga expostas, porém, sem a presença de poros superficiais. As resinas do tipo híbridas constituem basicamente de uma resina do tipo *Microfil* com adição de partículas convencionais. O aspecto superficial obtido após o polimento irá depender da predominância na quantidade de partículas convencionais ou de micropartículas. Em todas as resinas compostas, durante a escovação diária pelo uso de dentífricos abrasivos ocorre o desgaste preferencial da matriz orgânica, deixando as partículas salientes, que, quanto maiores, mais ásperas se tornam as superfícies.

A resina Aeliteflo apresentou a maior alteração de massa e a menor alteração de rugosidade superficial, confirmando que não existe correlação entre estas propriedades. Esta resina microhíbrida possui 60% de partícula por carga e um tamanho médio de partículas variando de 0,7 a 0,8 μm ; por sua vez, a sua partícula de carga é constituída pelo vidro de bário o qual, de acordo com o fabricante, é altamente polível. Isto é uma característica altamente desejável, pois está indicada em cavidades de classe V, lesões de erosão, abrasão e abfração, regiões que apresentam, na maioria das vezes, contato íntimo com os tecidos periodontais e necessitam de materiais restauradores com boa capacidade de polimento.

As resinas “fluidas” híbridas Flow-It Lf, Flow-It e Natural Flow apresentaram alteração intermediária de rugosidade final, sem diferenças estatisticamente significantes (Tabela 4). Estes resultados são esperados, uma vez que essas resinas apresentam menor quantidade de partículas de carga quando comparados aos híbridos, sendo semelhantes aos compósitos de micropartículas, pois a característica de superfície depois da escovação está diretamente relacionada ao tamanho das partículas de carga.

As imagens fotomicrográficas das resinas Aeliteflo, Flow-It, Flow-It Lf e Natural Flow (Figuras 21 e 22, 23 e 24, 25 e 26, 27 e 28 respectivamente) apresentam-se de forma semelhante, ou seja, o comportamento destas resinas frente aos procedimentos de acabamento e polimento acarretou pequena exposição das partículas de carga (com tamanho médio variando de 0,04 a 4 μm) e conseqüente desgaste da matriz orgânica. Na Figura 24, a resina Flow-It, pode-se notar um deslocamento da partícula de carga, após a escovação, deixando poros na superfície, sendo que suas partículas de carga apresentam maior variação de tamanho médio comparada às outras resinas.

Os clínicos devem continuar sendo cautelosos e limitar o uso destes materiais “fluidos” a aplicações que se beneficiem da fluidez e não estejam associadas com altas tensões, sendo que a performance dos compósitos “flow” em relação à resistência ao desgaste ainda tem que ser demonstrada. A extensão das aplicações destes materiais será definida pela experiência de tentativa e erro durante estes primeiros poucos anos dos compósitos “fluidos” na prática clínica.

FIGURA 35 - Fotomicrografia da resina Wave com tira matriz (antes da escovação)

FIGURA 36 - Fotomicrografia da resina Wave com tira-matriz (após a escovação)

FIGURA 37 - Fotomicrografia da resina Silux Plus com tira matriz (antes da escovação)

FIGURA 38 - Fotomicrografia da resina Silux Plus com tira matriz (após a escovação)

7. CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos após o teste *in vitro* proposto, pode-se concluir que:

- 7.1 Todas as resinas apresentaram alteração de massa, sem diferenças estatisticamente significantes entre elas. Os materiais sofreram desgaste em ordem decrescente: Aeliteflo, Silux Plus, Flow-It, Wave, Flow-It Lf, Natural Flow e Z100.
- 7.2 Todos os materiais apresentaram aumento de rugosidade de superfície, sendo maior para a resina Wave, estatisticamente significativa em relação às outras resinas testadas: Silux Plus, Z100, Flow-It Lf, Flow-It, Natural Flow e Aeliteflo.
- 7.3 Não houve correlação entre alteração de massa e rugosidade de superfície. A resina Aeliteflo apresentou a maior alteração de massa e a menor rugosidade superficial.

ANEXO

QUADRO A - Massa inicial (MI), massa final (MF) e diferença entre MI-MF (M-DIF); porcentagem da diferença; rugosidade inicial (RI) e rugosidade final (RF) e diferença entre RF-RI (R-DIF), de todas as resinas testadas

GRUPO	MI	MF	M-DIF	M-%	RI	RF	R-DIF
1	0,098	0,0877	0,0103	10,5	0,338	0,604	0,266
1	0,0955	0,0934	0,0021	2,2	0,262	0,51	0,248
1	0,0953	0,0934	0,0019	1,99	0,264	0,478	0,214
1	0,0957	0,0935	0,0022	2,3	0,316	0,653	0,337
1	0,101	0,0994	0,0016	1,58	0,34	0,52	0,18
1	0,0985	0,0974	0,0011	1,12	0,318	0,6	0,282
1	0,0981	0,0957	0,0024	2,45	0,276	0,404	0,128
1	0,0825	0,08	0,0025	3,03	0,374	1,202	0,828
1	0,1012	0,0999	0,0023	2,25	0,49	0,52	0,03
1	0,0958	0,0932	0,0026	2,71	0,408	0,46	0,052
1	0,0899	0,0871	0,0028	3,11	0,408	0,666	0,258
1	0,0877	0,0849	0,0028	3,19	0,322	0,798	0,476
2	0,12	0,118	0,002	1,67	0,396	0,852	0,456
2	0,1258	0,1239	0,0019	1,51	0,454	0,934	0,48
2	0,1242	0,1232	0,001	0,81	0,488	0,576	0,088
2	0,1208	0,12	0,0008	0,66	0,824	1,392	0,568
2	0,1263	0,1247	0,0016	1,27	0,652	0,842	0,19
2	0,1281	0,1265	0,0016	0,01	0,868	1,01	0,142
2	0,1228	0,1209	0,0019	1,55	0,796	0,97	0,174
2	0,13	0,1281	0,0019	1,46	0,722	1,02	0,298
2	0,1261	0,1252	0,0009	0,71	0,75	0,908	0,158
2	0,1291	0,127	0,0021	1,63	0,56	0,826	0,266
2	0,0923	0,09	0,0023	2,49	0,51	0,622	0,112
2	0,1277	0,1255	0,0022	1,72	0,886	0,948	0,062
3	0,0867	0,0856	0,0011	1,27	0,498	0,44	-0,058
3	0,0888	0,0855	0,0033	3,72	0,472	0,388	-0,084
3	0,0896	0,0855	0,0041	4,57	0,544	0,46	-0,084
3	0,0894	0,0851	0,0043	4,81	0,484	0,344	-0,14
3	0,0825	0,0781	0,0044	5,33	0,268	0,418	0,15
3	0,0801	0,0767	0,0034	4,24	0,504	0,456	-0,048
3	0,0885	0,0869	0,0016	1,81	0,515	0,886	0,371
3	0,0818	0,0785	0,0033	4,03	0,6	0,638	0,038
3	0,0848	0,0826	0,0022	2,59	0,562	0,604	0,042
3	0,0887	0,0855	0,0032	3,61	0,51	0,372	-0,138
3	0,0854	0,0808	0,0046	5,39	0,434	0,584	0,15
3	0,0854	0,0821	0,0033	3,86	0,526	0,934	0,408
4	0,1012	0,101	0,0002	0,2	0,486	0,82	0,334
4	0,1069	0,1063	0,0006	0,56	0,458	0,974	0,516
4	0,1	0,0954	0,0046	4,6	0,488	0,466	-0,022
4	0,0969	0,0978	-0,0009	-0,93	0,38	0,472	0,092
4	0,1007	0,0918	0,0089	8,84	0,472	0,554	0,082
4	0,0967	0,0908	0,0059	6,1	0,434	0,504	0,07

4	0,1	0,0977	0,0023	2,3	0,542	0,448	-0,094
4	0,0969	0,0951	0,0018	1,86	0,512	0,516	0,004
4	0,0978	0,0958	0,002	2,04	0,284	0,55	0,266
4	0,0983	0,0954	0,0029	2,95	0,49	0,548	0,058
4	0,0825	0,0805	0,002	2,42	0,562	1,072	0,051
4	0,104	0,1025	0,0015	1,44	0,54	0,644	0,104
5	0,1144	0,1117	0,0027	2,36	0,45	0,79	0,34
5	0,1147	0,1115	0,0032	2,79	0,302	0,52	0,218
5	0,12	0,118	0,002	1,67	0,39	0,454	0,064
5	0,1108	0,109	0,0018	1,62	0,494	0,632	0,138
5	0,116	0,1144	0,0016	1,38	0,356	0,556	0,2
5	0,1248	0,1224	0,0024	1,92	0,292	0,848	0,556
5	0,1174	0,1147	0,0027	2,3	0,386	0,818	0,432
5	0,1118	0,1094	0,0024	2,15	0,676	0,514	-0,162
5	0,1045	0,1178	-0,0133	-12,7	0,522	0,344	-0,178
5	0,12	0,1018	0,0182	15,2	0,612	0,592	-0,02
5	0,1209	0,1185	0,0024	1,98	0,336	0,43	0,094
5	0,1269	0,1208	0,0061	4,81	0,336	0,57	0,234
6	0,0905	0,0886	0,0019	2,1	0,446	0,306	-0,14
6	0,0912	0,09	0,0012	1,31	0,362	0,404	0,042
6	0,0921	0,0904	0,0017	1,84	0,448	0,436	-0,012
6	0,0871	0,0841	0,003	3,44	0,538	0,612	0,074
6	0,0919	0,09	0,0019	2,07	0,598	0,472	-0,126
6	0,0908	0,0884	0,0024	2,64	0,468	0,622	0,154
6	0,09	0,0874	0,0026	2,89	0,526	0,788	0,262
6	0,0902	0,09	0,0002	0,22	0,522	0,778	0,256
6	0,0775	0,076	0,0015	1,93	0,514	0,438	-0,076
6	0,09	0,0872	0,0028	3,11	0,406	0,528	0,122
6	0,0921	0,09	0,0021	2,28	0,442	0,5	0,058
6	0,0906	0,09	0,0006	0,66	0,508	0,638	0,13
7	0,0861	0,0834	0,0027	3,13	0,296	1,268	0,972
7	0,09	0,0877	0,0023	2,55	0,44	1,674	1,234
7	0,101	0,1	0,001	0,99	0,628	2,296	1,668
7	0,091	0,0873	0,0037	4,06	0,424	2,192	1,768
7	0,1012	0,0984	0,0028	2,77	0,402	1,482	1,08
7	0,0752	0,0741	0,0011	1,46	0,606	2,204	1,598
7	0,0708	0,07	0,0008	1,13	0,526	1,696	0,17
7	0,0851	0,082	0,0031	3,64	0,392	1,69	1,298
7	0,0866	0,085	0,0016	1,85	0,494	0,916	0,0422
7	0,0759	0,0745	0,0014	1,84	0,564	1,792	1,228
7	0,0802	0,08	0,0002	0,25	0,52	2,152	1,632
7	0,0987	0,0961	0,0026	2,63	0,398	1,772	1,374

GRUPOS:

1 - Resina Silux Plus

2 - Resina Z100

3 - Resina Aeliteflo

4 - Resina Flow-It

5 - Resina Flow-It Lf

6 - Resina Natural Flow

7 - Resina Wave

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 scientific affairs: ADA Council on Dental Benefit Programs. **Statement on posterior resin-based composites. J. Amer. dent. Ass.**, v.129, n.11, p.1627-8, Nov. 1998.
3. ANUSAVICE, K.J. **Philip's science of dental materials**. 10. ed. Philadelphia, Saunders, 1996.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Rugosidade das superfícies: procedimentos**. NBR 6405, 1988.
5. ATMAJADA, G.; BRYANT, R.W. Some factors influencing the depth of cure of visible light-activated composite resins. **Aust. dent. J.**, v.35, n.3, p.213-8, Apr. 1989.
6. BAHIA, E. B., ARAÚJO, P. A., FERREIRA, F. V. **Comparação de desgaste através da escovação simulada de 4 marcas comerciais de resina composta**. Relatório final de bolsa de iniciação científica CNPq/ FOB-USP, Bauru 1998.
7. BARTH-WIRSCHING, U. et al. Classification of abrasives of 800 toothpastes. **Caries Res.**, v.26, n.3, p.232, June 1992. /Abstract nº 87/
8. BAYNE, S. C. et al. A characterization of first-generation flowable composites. **J. Amer. dent. Ass.**, v.129, n.5, p.567-77, May 1998.
9. BAYNE, S.C. et al. Update on dental composite restorations. **J. Amer. dent. Ass.**, v.125, n.6, p.687-701, June 1998.

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

10. BEALS, D. et al. Development and laboratory evaluation of a new toothbrush with a novel brush head design. **Amer. J. Dent.**, v.13, p.5A-14A, Mar. 2000. Special issue.
11. BEHLE, C. Flowable composites: properties and applications. **Pract. Period. Aesthet. Dent.**, v.10, n.3, p.347, 350-1, Apr. 1998.
12. 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.
13. BOGHOSIAN, A.A.; RANDOLPH, R.G.; JEKKALS, V.J. Rotary instrument finishing of microfilled and small-particle hybrid composite resins. **J. Amer. dent. Ass.**, v.115, n. 1, p.299-301, Aug. 1987.
14. BULL, W.H. The abrasion and cleaning properties of dentifrices. **Brit. dent.J.**, v.125, n.8, p.331-7, Oct. 1968.
15. CANNON, M.L. et al. Surface resistance to abrasion of preformed laminate resin veneers. **J. prosth. Dent.**, v.52, n.3, p.323-30, Sept. 1984.
16. CARPINNETTI, L.C.R. et al. **Rugosidade superficial: conceitos e princípios de medição.** São Carlos, Seção de Publicações da EESC-USP, 1996.
17. CHUNG, K.H. The relationship between composition and properties of posterior resin composites. **J. dent. Res.**, v.69, n.3, p.852-6, Mar. 1990.
18. CHUNG, K.H. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. **Dent. Mat.**, v.10, n. 5, p.325-30, Sept.1994.
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. DAHL, B.L.; OILO, G. In vivo wear ranking of some restorative materials. **Quintessence Int.**, v.25, n.8, p.561-5, Aug. 1994.
21. DALY, C.G. et al. Effect of toothbrush wear on plaque control. **J. clin. Periodont.**, v.23, n.1, p. 45-9, Jan. 1996.
22. DAVIS, W.B. Cleaning and polishing of teeth by brushing. **Community Dent. oral Epidem.**, v.8, n.1, p.237-43, Feb. 1980.

-
23. DODGE, W.W. et al. Comparison of wet and dry finishing of resin composites with aluminum oxide discs. **Dent. Mat.**, v.7, n.1, p.18-20, Jan. 1991.
24. 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.
25. ESTAFAN, D. et al. Clinical effectiveness of a classe V flowable composite resin system. **Comp. Continuing Educ. Dent.**, v.20, n.1, p.11-5, Jan.1999.
26. FARAH, J.W.; POWERS, J.M. Finishing and polishing. **Dent. Adv.**, v.5, n.3, p.1-6, Sept. 1988.
27. 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 de São Paulo, Universidade de São Paulo.
28. FRANCHI, M.; CHECCHI, L. Temperature dependence of toothbrush bristle morphology. **J. clin. Periodont.**, v.22, n.8, p.655-8, Aug. 1995.
29. GARONE FILHO, W.; MIRANDA JÚNIOR, W.G.; OGATA, C.K. Acabamento e polimento dos diferentes tipos de resinas compostas. **Rev. Inst. Odont. paul.**, v.1, n.2, p.1-5, jul./dez. 1983.
30. 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.
31. 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.
32. GOLDSTEIN, G.R.; WAKNINE, S. Surface roughness evaluation of composite resin polishing techniques. **Quintessence Int.**, v.20, n.3, 199-204, Mar. 1989.
33. 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.

-
34. HAMID, A.; HUME, W.R. A study of component release from resin pit and fissure sealants in vitro. **Dent. Mat.**, v.13, n.2, p.98-102, Mar. 1997.
35. HARRINGTON, E. et al. Toothbrush-dentifrice abrasion. **Brit. dent. J.**, v.153, n.3, p.135-8, Aug. 1982.
36. HARRINSON, A. The development of an abrasion testing machine for dental materials. **J. Biomed. Mater. Res.**, v.9, n.3, p.341-53, May 1975.
37. HARTE, D.B.; MANLY, R.S. Four variable affecting magnitude of dentifrice abrasiveness. **J. dent. Res.**, v.55, n.3, p.322-7, May/June 1976.
38. HEATH, J.R.; WILSON, H.J. Abrasion of restorative materials by toothpaste. **J. oral Rehab.**, v.3, n.2, p.121-38, Apr. 1976.
39. HEFFERREN, J.J. A laboratory method for assesment of dentifrice abrasivity. **J. dent. Res.**, v.55, n.4, p.563-73, July/Aug. 1976.
40. HENGCHANG, X. et al. Abrasion of acrylic veneers by simulated toothbrushing. **Acta odont. scand.**, v.42, n.6, p.367-70, Dec. 1984.
41. HENGCHANG, X. et al. A study of surfaces 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.
42. HONDRUM, S.O.; FERNANDEZ JÚNIOR, R. Contouring, finishing, and polishing class 5 restorative materials. **Oper. Dent.**, v.22, n.1, p.30-6, Jan. 1997.
43. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD. Technical Specification 14569-1. **Dental materials- guidance on testing of wear resistance. Part 1. Switzerland, ISO**, 1999.
44. JACKSON, R.D.; MORGAN, M. The new posterior resins and a simplified placement technique. **J. Amer. dent. Res.**, v.131, n.3, p.375-83, Mar. 2000.
45. 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.

-
46. JONES, D.W. Dental composite biomaterials. **J. Canad. dent. Ass.**, v.64, n.10, p.732-4, Nov. 1998.
47. JORGENSEN, K.D.; ASMUSSEN, E. Oclusal abrasion of composite restorative resin with ultra-fine filler- an initial study. **Quintessence Int.**, v.9, n.6, p.73-8, June 1978.
48. JUNG, M. Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. **Oper. Dent.**, v.22, n. 3, p.98-104, May/June 1997.
49. 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.
50. KANTER, J.; KOSKI, R.E.; BOGDAN, M.S. How to achieve the best surface polish on composite resins. **J. calif. dent. Assoc.**, v.11, n.6, p.40-4, June 1983.
51. 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.
52. KUNERT, I.R. Estudo da ponta das cerdas das escovas em 40 diferentes marcas. **Rev. gaúcha Odont.**, v.40, n.4, p. 250-4, jul./ago. 1992.
53. LABELLA, R. et al. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. **Dent. Mat.**, v.15, n.2, p.128-37, Mar. 1999.
54. LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G. Observation and comparison of polished composite surfaces with the aid of SEM and profilometer. **J. oral Rehab.**, v.9, n. 2, p.169-82, Mar. 1982.
55. LEINFELDER, K. What intensity is best in light curing? **J. Amer. dent. Ass.**, v.130, n.4, p.534, Apr. 1999.
56. LEINFELDER, K.F.; WILDER JÚNIOR, A.D.; TEIXEIRA, L.C. Wear rates of posterior composite resins. **J. Amer. dent. Ass.**, v.112, n.6, p.829-33, June 1986.

57. LEITÃO, J.; HEGDAHL, T. On the measuring of roughness. **Acta odont. scand.**, v.39, n.6, p. 379-84, Dec.1981.
58. LUGASSY, A.A.; GREENER, E.H. An abrasion resistance study of some dental resins. **J. dent. Res.**, v.51, n.4, p.967-72, July/Aug. 1972.
59. LUO, J.; LANNUTI, 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.
60. MENEZES, C.C. et al. Manchamento em resinas compostas híbridas-ação dos agentes polidores. **Rev. bras. Odont.**, v.56, n.5, p.239-41, set/out. 1999.
61. MILLER, W.D. Experiments and observation on the wasting of tooth tissue variously designated as erosion, abrasion, chemical abrasion, denudation, etc. **Dent. Cosmos**, v.49, n.1, p.1-247, Jan./Mar. 1907.
62. MILOSEVIC, A. Toothwear: aetiology and presentation. **Dent. Update**, v.25, n.1, p.6-11, Jan./Feb. 1998.
63. MOMOI, Y. et al. In vitro toothbrush dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. **Dent. Mat.**, v.13, n.2, p. 82-8, Mar. 1997.
64. MOTTA, L.G. et al. Análise do conteúdo abrasivo de dentifrícios. **Rev. Ass. bras. Odont.**, v.6, n.3, p.147-8, jun./jul. 1998.
65. MURCHISON, D.F.; CHARLTON, D.G.; MOORE, W.S. Comparative radiopacity of flowable resin composites. **Quintessence Int.**, v.30, n.3, p.179-84, Mar. 1999.
66. OLIVEIRA, R.C. de C. **Avaliação estética e de textura de superfície de partículas cerâmicas com caracterização extrínseca submetidas à escovação ou imersão em soluções em água destilada de dentifrícios fluoretados ou não.** Bauru, 1991. 171p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
67. 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,

68. 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.
69. PANZERI, H. et al. Avaliação de dentifrícios 2ª parte- forma e distribuição de partículas abrasivas. **Odont. mod.**, v.5, n.4, p.5-18, jul./ago.1978.
70. 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.
71. PAYNE, J.H. The marginal seal of class II restorations: flowable composite resin compared to injectable glass ionomer. **J. clin. pediat. Dent.**, v.23, n.2, p.123-30, 1999.
72. PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. In vitro wear, hardness, and conversion of diacetyl-containing and propanal-containing resin materials. **Dent. Mat.**, v.12, n.2, p.103-8, Mar.1996.
73. POWELL, J.M.; PHILLIPS, R.W.; NORMAN, R.D. In vitro wear response of composite resin, amalgam, and enamel. **J. dental Res.**, v.2, n.54, p.1183-95, July/Dec. 1975
74. PRAGER, M.C. Using flowable composites in direct posterior restorations. **Dent. Today**, v. 16, n.7, p.62, 64, 66-9, July 1997.
75. PRATTEN, D.H.; JOHNSON, G.H. An evaluation of finishing instruments for an anterior and a posterior composite. **J. prosth. Dent.**, v.60, n.2, p.154-8, Aug.1988.
76. PRESTON, A.J. A review of dentifrices. **Dent. Update**, v.25, n.6, p. 247-53, July/Aug. 1998.
77. RADA, R.E. The versatility of flowable composites. **Dent. Today**, v.17, n.4, p.78-83, Apr. 1998.
78. RIOS, D. **Avaliação do desgaste e rugosidade superficial de materiais utilizados para selante, submetidos à escovação com dois diferentes dentifrícios**. Bauru, 2000. 149 p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

79. RONIN, M.J. et al. A comparative clinical investigation of a novel toothbrush designed to enhance plaque removal efficacy. **Amer. J. Dent.**, v.13, p.21A-6A, Mar. 2000. Special issue.
80. RUEGGEBERG, F.A.; CAUGHMAN, W.F.; CURTIS JÚNIOR, J.W. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. **Oper. dent.**, v.19, n.1, p. 26-32, Jan./Feb. 1994.
81. SAAD, J.R.C. et al. Estudo da rugosidade superficial da resina composta, submetida à ação do jato de bicarbonato de sódio. Efeito de material e tempo de aplicação. **Rev. bras. odont.**, v.40, n.6, p. 21-4, nov./dec. 1992.
82. 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.
83. SAVOCA, D.E.; FELKNER, L.L. The effect of finishing composite resin surfaces at different times. **J. prosth. Dent.**, v.44, n.2, p.167-70, Aug. 1980.
84. 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.
85. SHARMA, N. C. et al. A 3-month comparative investigation of the safety and efficacy of a new toothbrush: results from two independent clinical studies. **Amer. J. Dent.**, v.13, p.27A-32A, Mar. 2000. Special issue.
86. SHARMA, N.C. et al. An advanced toothbrush with improved plaque removal efficacy. **Amer. J. Dent.**, v.13, p.9A-15A, Mar. 2000. Special issue.
87. SKINNER, E. W.; PHILLIPS, R. W. A ciência dos materiais odontológicos. 2. ed. São Paulo, Atheneu , 1962. Cap. 35, p. 733-55.
88. ST GERMAIN, H.A. et al. Surface roughness of light-activated glass ionomer cement restorative materials after finishing. **Oper. dent.**, v.21, n.3, p.103-9, May/June 1996.

89. STALEY, C.R.; KOPEL, H.M. Smoothness of composite restorations polished by various abrasives: a comparison by scanning electron microscopy. **Oper. dent.**, v.4, n.1, p.140-8, 1979.
90. SUZUKI, S. et al. Effect of particle variation on wear rates of posterior composites. **Amer. J. Dent.**, v.8, n.4, p.173-8, Aug. 1995.
91. 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.
92. TATE, W.H.; POWERS, J.M. Surface roughness of composites and hibrid ionomers. **Oper. dent.**, v.21, n.2, p.53-8, Mar./Apr. 1996.
93. TAYRA, M. et al. Efeito do acabamento, material e tempo sobre a superfície da resina composta. Estudo através de rugosimetria e microscopia eletrônica. **Rev. gaúcha odont.**, v.33, n.2, p.143-50, abr./jun. 1985.
94. UNTERBRINK, G.L.; LIENBERBEG, W.H. Flowable resin composites as "filled adhesives": literature review and clinical recomendations. **Quintessence Int.**, v.30, n.4, p.249-57, Apr. 1999.
95. UNTERBRINK, G.L.; MUESSENER, R. Influence of light intensity on two restorative systems. **J. Dent.**, v.23, n.3, p. 183-9, May 1994.
96. VAN DIJKEN, J.W.V.; RUYTER, I.E. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. **Acta odont. scand.**, v.45, n.5, p.337-46, 1987.
97. VAN DIJKEN, J.W.V.; STADIGH, J.; MEURMAN, J.H. Appearance of finished and unfinished composite surface after toothbrushing. A scanning electron microscopy study. **Acta odont. scand.**, v. 41, n. 6, p. 377-83, 1983.
98. VIEIRA, D.F. **Studies on hardness and abrasion resistance of acrylic resins.** Indianápolis, 1960-102p. Dissertação (Mestrado)- Indiana University School of Dentistry.
99. WHITEHEAD, S.A.; WILSON, N.H.F. The nature and effects of composite finishing pastes. **J. Dent.**, v.17, n.5, p.234-40, May 1989.

-
100. 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.
101. YAMAUTI, M. **Avaliação da infiltração marginal em restaurações de resina composta empregando-se diferentes técnicas de inserção e de ativação da polimerização do material.** Bauru, 1999. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
102. 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.
103. YAP, A. U.; LOW, Y.; ONG, L.F. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. **Oper. dent.**, v.25, n. 3, p.170-6, May/June 2000.
104. ZALKIND, M.M. et al. Accumulation of streptococcus mutans on light-cured composites and amalgam: an in vitro study. **J. Esthet. Dent.**, v.10, n.4, p.187-90, 1998.

ABSTRACT

ABSTRACT**ABRASION RESISTANCE OF FLOWABLE RESIN COMPOSITES BY
COMPARATIVE ANALYSIS OF SIMULATED TOOTHBRUSHING.**

This research aimed to assess the wear of flowable resin composites through an *in vitro* simulated toothbrushing abrasion test. The weight loss and surface roughness analysis were performed using five commercial brands: Aeliteflo, Flow-It, Flow-It Lf, Natural Flow and Wave. Hybrid Z-100 and Microfilled Silux Plus composites have been included as controls. Twelve samples (discs) of each material were prepared with 5mm thickness and 3mm in diameter. The test was performed up to 100.000 cycles with an appropriate machine containing soft bristles tips, dentifrice solution and deionized water in order to simulate toothbrushing. The weight loss was determined by the differences between the initial and final weights (before and after toothbrushing) using a Sartorius analytical scale. After 5 readings, in a T 1000 Hommel testing machine, the evaluation of surface roughness was obtained by the differences between initial and final means. The analyzed (ANOVA and Tukey, $p < 0,05$) results showed that Silux Plus, Flow-it, Wave, Flow-It Lf and Natural Flow had an intermediate weight loss (3,04; 2,70; 2,19; 2,12 and 2,04% respectively). Z-100 exhibited the lowest (1,29%) weight loss, whereas Aeliteflo, the highest (3,77%). Wave showed the highest surface roughness variation (1,1720 μm), statistically different from the other groups, which exhibited the following differences: Silux Plus (0,2749 μm), Z-100 (0,2495 μm), Flow-it Lf (0,1597 μm), Flow-It (0,1217 μm), Natural Flow (0,0620 μm) and Aeliteflo (0,0506 μm). Aeliteflo presented the highest weight loss and the lowest surface roughness difference; on the other hand, Wave showed the highest surface roughness difference and an intermediate weight loss when compared with the other tested resins.