*Influência da aplicação de selantes de
superfície na rugosidade de resinas
compostas.*

Flávia Pardo Salata Nahsan

*Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Bauru, Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de mestre em Odontologia.*

*Bauru
2009*

*Influência da aplicação de selantes de
superfície na rugosidade de resinas
compostas.*

Flávia Pardo Salata Nahsan

*Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Bauru, Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de mestre em Odontologia.*

Área de Concentração: Dentística

*Orientador: Prof. Dr. Rafael
Francisco Lia Mondelli*

*Bauru
2009*

Nahsan, Flávia Pardo Salata

N14i Influência da aplicação de selantes na rugosidade de resinas compostas/ Flávia Pardo Salata Nahsan. - - Bauru, 2009.

109 p : il. ; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli

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

Assinatura do autor: _____

Data: ____/____/____

Dados Curriculares

Flávia Pardo Salata Nahsan

Nascimento	16 de Dezembro de 1982
Naturalidade	Rondonópolis – Mato Grosso
Filiação	Nabil Nahsan Elza Pardo Salata Nahsan
2002-2006	Curso de Graduação em Odontologia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Campus de Cascavel.
2006-2006	Curso de Aperfeiçoamento em Dentística Restauradora pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Campus de Cascavel.
2007- 2009	Curso de Pós-Graduação em Dentística, em nível de Mestrado, pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo
Associações	ABO - Paraná – Associação Brasileira de Odontologia, Seção Cascavel – Paraná. SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dedicatória

À Deus,

amor infinito, que é a base de tudo. Sempre me indicando que devemos avançar semeando bênçãos, atendendo minhas rogativas e acalentando-me nas horas difíceis sem cessar.

Aos meus pais, Nabil e Elza,

pelo apoio e amor incondicionais. Obrigada por me ampararem em todas as decisões e os momentos da minha vida, pelas palavras de entusiasmo, por me ensinar a cultivar a paciência, o bem, a honestidade, por se esforçarem exaustivamente para eu ser e ter o melhor, em tudo. Mesmo as mais luminosas palavras seriam insuficientes para expressar o amor que sinto. Vocês são, indubitavelmente, as pessoas mais especiais da minha vida, sem as quais não saberia viver.

À mais nova e linda família, Gustavo, Jordana e João Gustavo,

Gu, você representa e supera a tradução da palavra “irmão”. É o melhor amigo que eu poderia ter, que me surpreende a cada dia, seja como pai, marido, irmão ou filho. Seu apoio diário faz, com certeza, parte do meu sucesso hoje. Jô, com jeitinho meigo, sempre atenciosa e prestativa conosco. Demonstrou-se uma mãe espetacular para o meu querido sobrinho e afilhado. João Gustavo, a felicidade completa e mais razão de viver existem na nossa família com a sua chegada. É maravilhoso e especial tê-los na minha família. Amo vocês!

À toda minha família, especialmente, tio Ezzat, tia Carmem, Tati, Cris, Vi, Telmo, Samuel, Isabela, tio Chehade, Tia Nidelce, Fábio, Vanessa & Cia,

por me acolherem como filha, pela preocupação com minha alimentação, moradia e bem estar. Tati, Cris e Vi, mais que primas, irmãs companheiras e confidentes, obrigada por tudo que fazem e fizeram por mim. Os momentos de descontração aos finais de semana foram primordiais para meu melhor

desempenho nas tarefas. Àqueles familiares que, mesmo longe, transferiram o incentivo e amor para que eu pudesse chegar até aqui, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus avós, *in memoriam*, Silvino e Francisca, Ratib e Honeine,

pela família maravilhosa que construíram, pelos ensinamentos enquanto estiveram conosco e pelo amor e educação repassada. A saudade é grande, mas a certeza de que estão bem é maior. Obrigada por estarem em constante vigilância, amo vocês.

Ao meu namorado, Guilherme,

sem o seu carinho, amor e compreensão diários tudo seria mais difícil. E tal como Rubem Alves disse: “*Deus existe para tranquilizar a saudade*”, e assim os dias distantes fisicamente ficam menos dolorosos. Amo você.

Às minhas amigas de infância e adolescência, Andréa, Flávia, Laura, Thayze, Débora, Bruna, Bárbara e Estela

a amizade que existe entre nós é uma das coisas mais preciosas para mim. Os anos se passaram e mesmo depois de um tempo sem se ver ou se falar, mostraram que a essência das coisas não mudou. Impossível lembrar os melhores momentos da minha vida sem ter em mente vocês. Sinto saudades!

À todos amigos de Cascavel,

pelos bons momentos que passamos juntos ao longo de cinco anos. Muitas vezes foram minha família pela distancia que eu estava de casa. Conhecer e conviver com vocês foi maravilhoso. Ju, Joice e Carol: mesmo com a distância, lembro de vocês todos os dias, agradeço o incentivo constante, sempre sinceras amigas. Nosso crescimento durante a graduação foi uma experiência ímpar. Vocês fazem muita falta...

Aos amigos de Bauru, Luciana, Lulu, Paula, Polliana, Karin, Cíntia, Gustavo, Zezo, Daniel, Drica, Ivonne, Juan, Tonho, Leonardo, Leslie, Lourdes, Leandro, Marcela Calabria, Cris, Teresa, Ricardo, Linda, Wagner, Marcela Claudino, Tati Assumpção, Ju Avansini, Melina, Ericson, Natasha...

pela amizade e confiança dedicada à mim. Conhecer vocês fez este período muito mais alegre e feliz. Obrigada pelos bons momentos, jantares, seminários, artigos, atender pacientes, pelas confidências, cinemas e todos os momentos de descontração que passamos juntos. Fazem parte integral das minhas recordações do mestrado. Karin e Cintinha sempre atenciosas, adoráveis companhias e amigas. Paula, Polli, Lu, Lulu minhas grandes companheiras, descobri em vocês uma amizade verdadeira e especial, e tenho certeza que é para a vida toda. O mínimo que eu devo desejar a vocês são coisas maravilhosas, para pessoas igualmente maravilhosas. Wagner, além de amigo, o considero um irmão e agradeço todos os favores que fez por mim, de coração. Ju e Tati, parceiras para as idas ao cinema e papos aos finais de semana, sinto um carinho muito grande por vocês.

A saudade fica, mas amizade e o carinho por vocês continua, eternamente no meu coração...

À família Francisconi, Paulinho, Má, Manu, Carolzinha, Lu & Cia,

pela maravilhosa convivência, mostrando-se, a cada dia, pessoas humildes e adoráveis que estão sempre de portas abertas para me receber. Obrigada por tudo!

Aos professores de Cascavel, especialmente, Vera Schmitt, Fabiana Scarparo Naufel, Júlio Kathuide Ueda, Luiz Alberto Formighieri, Virginia Bosquirolli, Sandra Balbo, Patrícia O. Nassar e Carlos Nassar

responsáveis por grande parte do que sou pessoal e profissionalmente hoje. Orientaram-me desde meu primeiro contato com as disciplinas, despertando em mim a busca pelo conhecimento. Ter cruzado meu caminho com o de vocês na Unioeste não poderia ter sido melhor. São, para mim, docentes dedicados que lecionam com amor, depositam confiança e amizade aos alunos, referências para minha atuação profissional. Agradeço a vocês, um dos maiores incentivadores para eu concretizar este sonho!

Agradecimentos Especiais

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli,

pela oportunidade de adentrar ao mundo científico, disponibilidade de me orientar, oferecendo-me o acesso e indicando-me o caminho certo ao saber. Agradeço a confiança em mim depositada, traduzindo-se em liberdade de escolha e pensamento. Minha gratidão e amizade são as mais sinceras!

À todos os professores do Departamento de Dentística e Materiais Dentários, Prof. Dr. José Mondelli, Prof. Dr. Eduardo Batista Franco, Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli, Prof. Dr. José Carlos Pereira, Prof. Msc. Emerson André Carrit Coneglian, Prof^a. Dr^a. Maria Fidela de Lima Navarro, Prof^a. Dr^a. Maria Teresa Atta, Prof^a. Dr^a. Linda Wang, Prof. Dr. Sérgio Kiyoshi Ishikiriama, Prof. Dr. Carlos Eduardo Francisconi, Prof. Dr. César Antunes de Freitas, Prof. Dr. Paulo Afonso Silveira Francisconi,

pelo exemplo de dedicação à profissão, profissionalismo, momentos de atenção dispensados aos alunos dividindo os conhecimentos científicos e literários, pelas oportunidades acadêmicas oferecidas e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários, Rita, Angela, Nelson, Dito, Junior, Alcides, Sandrinha, Lô, Edimauro, Maria, Mauro, Zuleica, Ligia

por torcerem pelo meu sucesso e serem indiscutivelmente prestativos em todos os momentos em que precisei, sem mesmo qualquer obrigação.

À Daniela Rios, Anuradha e Ian Matos,

por todo apoio para a realização desta pesquisa. Dani e Anuradha contribuíram com suas experiências científicas na metodologia, e não poderiam ter sido mais prestativas, atenciosas e adoráveis. Ao Ian, que realizou as leituras em Microscopia Eletrônica de Varredura com total dedicação. MUITÍSSIMO obrigada!!

A todos os demais professores e funcionários da FOB-USP,

por estarem sempre dispostos a ajudar.

Agradecimentos Institucionais

À **Prof^a. Dr^a. Suely Vilela**, digníssima reitora da Universidade de São Paulo;

À **Prof^a. Dr^a. Maria Fidela de Lima Navarro**, digníssima Secretária Geral da Universidade de São Paulo;

Ao **Prof. Dr. Luiz Fernando Pegoraro**, digníssimo Diretor da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo;

Ao **Prof. Dr. José Roberto Magalhães Bastos**, digníssimo Prefeito do Campus da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo;

À **Prof^a. Dr^a. Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado**, digníssima Presidente da Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo;

À **Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, órgão de fomento deste trabalho.

E a todos que, de alguma maneira, contribuíram com este estudo...

Meus sinceros agradecimentos!

“Não há céu sem tempestades, nem caminhos sem acidentes.

Só é digno do pódio quem usa as derrotas para alcançá-lo.

Só é digno da sabedoria quem usa as lágrimas para irrigá-la.

Os frágeis usam a força; os fortes, a inteligência.

Seja um sonhador, mas una seus sonhos com disciplina,

Pois sonhos sem disciplina produzem pessoas frustradas.

Seja um debatedor de idéias. Lute pelo que você ama.”

(Augusto Cury)

Resumo

RESUMO

Este estudo avaliou, *in vitro*, a influência da aplicação de quatro selantes de superfície na rugosidade de duas resinas compostas. Cinquenta espécimes foram confeccionados e divididos em 10 grupos com 5 espécimes cada, em função da combinação entre resina composta e selante de superfície, sendo: G1. Controle Concept; G2. Concept + Fortify; G3. Concept + Biscover; G4. Concept + Lasting Touch; G5. Concept + Fill Glaze; G6. Controle Esthet X; G7. Esthet X + Fortify; G8. Esthet X + Biscover; G9. Esthet X + Lasting Touch; G10. Esthet X + Fill Glaze. Os espécimes foram confeccionados com uma matriz específica, em quatro incrementos, com dimensões internas de 15mmX4mmX5mm, sendo sua polimerização realizada com o aparelho de lâmpada halógena Curing Light 2500 ($500\text{mW}/\text{cm}^2$) por 20s cada incremento. Em seguida, foram armazenados em água destilada à 37°C e umidade absoluta de 100% por 24 horas. Após este período, os espécimes foram adaptados em uma Politriz Metalográfica e planificados com lixas de granulometria 320, 600 e a rugosidade inicial foi aferida. Para a mensuração da rugosidade, utilizou-se o rugosímetro Hommel Tester T1000 basic. Numa segunda fase, aplicaram-se os selantes de superfície, conforme recomendações do fabricante, e uma nova aferição da rugosidade superficial foi realizada. Para o teste de abrasão, os espécimes foram submetidos a 100.000 ciclos de escovação, seguido de nova mensuração da rugosidade. Em adição à rugosidade e com o objetivo de avaliar qualitativamente a superfície de alguns espécimes, a leitura em Microscopia Eletrônica de Varredura foi empregada. Os resultados foram submetidos aos testes ANOVA a 3 critérios e Tukey para comparações individuais entre os diferentes grupos ($p<0,05$). A aplicação do selante de superfície diminuiu a rugosidade superficial das resinas compostas testadas (G2=0,0727, G3=0,0147, G4=0,0307, G5=0,0253, G6=0,0960, G7=0,0173, G8=0,0333, G9=0,0480). A abrasão simulada aumentou a rugosidade superficial para todos os grupos, com exceção do Fortify (G2=0,0740, G7=0,0673) e Biscover (G7=0,0440), sendo os maiores valores apresentados pelo Lasting Touch (G4= 0,1253, G9=0,0980), seguido do Fill Glaze (G5=0,0933, G10= 0,0847).

Unitermos: Resinas Compostas, Selantes Dentários, Escovação Dentária, Rugosidade.

Abstract

ABSTRACT

Surface sealant application influence on the resin composite roughness.

This *in vitro* study evaluated the influence of the application of four surface sealers on the surface roughness of composite resins. Fifty specimens were divided into ten groups according to different patterns of composite resin and surface sealers, as follows: G1. Control with Concept resin; G2. Concept + Fortify; G3. Concept + Biscover; G4. Concept + Lasting Touch; G5. Concept + Fill Glaze; G6. Control with Esthet X; G7. Esthet X + Fortify; G8. Esthet X + Biscover; G9. Esthet X + Lasting Touch; G10. Esthet X + Fill Glaze. Specimens were made in four increments using a stainless steel matrix of 15x5x4mm and resin increments were polymerized with halogen lamp Curing Light 2500 (500mW/cm²) for 20 seconds each. After complete polymerization, specimens were stored in 100% humidity in distilled water at 37°C for 24 hours. Following storage, specimens were polished using ascending grades (320, 600) of abrasive SiC paper under running water and the initial roughness was measured with a profilometer Hommel Tester T100 basic (Hommelwerke GmbH ref. # 240851 – Schwenningem – Germany). Surface sealers were applied following the manufacturer's instructions and a new measurement of roughness was made. For the abrasive resistance test, specimens were submitted to 100.000 cycles of abrasive dentifrice brushing followed by surface roughness.. Qualitative analysis was made by using MEV. Results were submitted to Three-way ANOVA ($p < 0,05$) and Tuckey's test to individual comparisons between different groups. Surface sealant application provided smoother surfaces for of composite resins tested (G2=0.0727, G3=0.0147, G4=0.0307, G5=0.0253, G6=0.0960, G7=0.0173, G8=0.0333, G9=0.0480). The abrasion test increased the surface roughness for all tested groups, except Fortify (G2=0,0740, G7=0,0673) and Biscover (G7=0,0440). Lasting Touch presented rougher surfaces (G4= 0,1253, G9=0,0980), followed by Fill Glaze (G5=0,0933, G10= 0,0847).

Key words: resin composites, surface penetrating sealant, surface roughness, toothbrushing.

Listas

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Tabela 1 -** Apresentação da marca comercial, classificação, cor, sistema de ativação e fabricante da resinas compostas utilizadas.
- Tabela 2 -** Composição básica das resinas testadas.
- Tabela 3 -** Composição dos selantes de superfície utilizados no estudo.
- Tabela 4 -** Composição do dentífrício Colgate MFP.
- Tabela 5 -** Distribuição dos espécimes nos grupos do estudo, em função da resina composta utilizada e do selante de superfície.
- Tabela 6 -** Valores da rugosidade e desvio padrão dos diferentes grupos estudados para resina Concept.
- Tabela 7 -** Valores da rugosidade e desvio padrão dos diferentes grupos estudados para resina Esthet X.
- Figura 1 -** Resinas compostas utilizadas no estudo, Concept e Esthet X.
- Figura 2 -** Selantes de superfície Fortify, Lasting Touch, Biscover e Fill Glaze.
- Figura 3 -** Dentífrício Colgate.
- Figura 4 -** Escova dental Colgate Classic.
- Figura 5 -** Matriz utilizada no estudo.
- Figura 6 -** Dimensões totais do espécime.
- Figura 7 -** Politriz Metalográfica.
- Figura 8 -** Espécime inserido à base acrílica.
- Figura 9 -** Lixas de granulação 320 e 600.

- Figura 10 -** Rugosímetro Hommel Tester T1000 basic (Hommelwerke GmbH ref. # 240851 – Schwenningem – Germany).
- Figura 11 -** Ponta apalpadora de diamante em forma triangular.
- Figura 12 -** Ponta apalpadora percorrendo a superfície do espécime.
- Figura 13 -** Gráfico representativo da rugosidade, após polimento.
- Figura 14 -** Máquina de escovação simulada.
- Figura 15 -** Escova acoplada à máquina de escovação e ejeção da suspensão abrasiva.
- Figura 16 -** Fluxograma representativo correspondente às etapas da pesquisa
- Figura 17 -** Fotomicrografia da resina composta Concept previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 18 -** Fotomicrografia da resina composta Concept após a escovação (MEV original 500X).
- Figura 19 -** Fotomicrografia da resina composta Esthet-X previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 20 -** Fotomicrografia da resina composta Esthet-X após a escovação (MEV original 500X).
- Figura 21 -** Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Fortify previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 22 -** Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Fortify após a escovação (MEV original 500X).
- Figura 23 -** Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Fortify previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 24 -** Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Fortify após a escovação (MEV original 500X).

- Figura 25 -** Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Biscover previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 26 -** Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Biscover após a escovação (MEV original 500X).
- Figura 27 -** Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Biscover previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 28 -** Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Biscover após a escovação (MEV original 500X).
- Figura 29 -** Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Lasting Touch previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 30 -** Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Lasting Touch após a escovação (MEV original 500X).
- Figura 31 -** Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Lasting Touch previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 32 -** Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Lasting Touch após a escovação (MEV original 500X).
- Figura 33 -** Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Fill Glaze previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 34 -** Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Fill Glaze após a escovação (MEV original 500X).
- Figura 35 -** Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Fill Glaze previamente à escovação (MEV original 500X).
- Figura 36 -** Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Fill Glaze após a escovação (MEV original 500X).

Gráfico 1 - Valores da rugosidade para os grupos com a resina Concept (G1, G2, G3, G4 e G5), em todas as fases.

Gráfico 2 - Valores da rugosidade para os grupos com a resina Esthet-X (G6, G7, G8, G9 e G10), em todas as fases.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ADA	American Dental Association
ISO	International Standard Organization
#	número
%	por cento
<	menor
>	maior
±	mais ou menos
p	nível de significância
dp	desvio padrão
cm	centímetro(s)
µm	micrômetro(s)
mW/cm ²	miliWatts por centímetro quadrado
Bis-EMA	Bis-Fenol A-Glicidil Metacrilato Etoxilado
Bis-GMA	Bis-Fenol A-Glicidil Metacrilato
TEGDMA	tri-etileno glicol dimetacrilato
G1	grupo 1
G2	grupo 2
G3	grupo 3
G4	grupo 4

G5	grupo 5
G6	grupo 6
G7	grupo 7
G8	grupo 8
G9	grupo 9
G10	grupo 10
Ra	Rugosidade Aritmética
s	segundo (s)
Ltda	limitada
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
mm	milímetro(s)
mm ²	milímetro(s) quadrado(s)
N	Newton(s)
°	grau(s)
°C	grau(s) Celcius
SC	Santa Catarina
USA	United States of America (Estados Unidos da América)
g	grama (s)
mL	mililitro (s)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO DE LITERATURA	29
2.1 Resinas compostas e o ambiente bucal.....	31
2.2 Acabamento e Polimento	34
2.2.1 Tipo e Composição dos abrasivos	36
2.3 Selantes de superfície	39
2.4 Desgaste	43
2.4.1 Abrasão de dois corpos	44
2.4.2 Abrasão de três corpos	44
3 PROPOSIÇÃO.....	47
4 MATERIAL E MÉTODOS	51
4.1 Material empregado	53
4.2 Matriz	56
4.3 Confeção dos espécimes	56
4.4 Armazenamento	58
4.5 Planificação	58
4.6 Aferição dos valores de rugosidade inicial	58
4.7 Aplicação do selante de superfície	61
4.8 Aferição dos valores da rugosidade após aplicação dos selantes de superfície	62
4.9 Armazenamento dos espécimes	62
4.10 Procedimento de abrasão	62
4.11 Limpeza do espécimes	64
4.12 Aferição dos valores de rugosidade final	64
4.13 Microscopia Eletrônica de Varredura.....	65
4.14 Análise Estatística	65

5 RESULTADOS	67
5.1 Valores de rugosidade	69
5.2 Ilustração qualitativa	71
6 DISCUSSÃO	75
6.1 Da metodologia.....	77
6.2 Dos resultados.....	82
7 CONCLUSÕES	89
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICES.....	105

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

As resinas compostas representam um avanço na Odontologia, e suas características têm sido continuamente aprimoradas. Dentre elas, destacam-se um maior tempo de trabalho e controle pelo profissional; menor inclusão de bolhas de ar durante a manipulação; melhor estabilidade de cor, além de inúmeras possibilidades estéticas (PUCKETT; FITCHIE; KIRK; GAMBLIN, 2007; CAUGHMAN; RUEGGEBERG; CURTIS, 1995).

Apesar das vantagens apresentadas por este material, ainda persistem, no entanto, limitações como a resistência ao desgaste e a contração de polimerização. O mecanismo de desgaste da resina composta é representado pela perda ou degradação da matriz orgânica, exposição e perda das partículas de carga que constituem a matriz inorgânica. Com a perda da partícula de carga, uma nova área da matriz orgânica é exposta em função do tamanho da partícula desprendida, continuando o processo de desgaste (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007). Na cavidade bucal, o ato da escovação, além de afetar a estrutura dentária, remove sucessiva e progressivamente o material restaurador inserido na cavidade como resultado da ação das cerdas das escovas dentais aliadas aos abrasivos presentes na formulação dos dentífricos.

A contração de polimerização gera, como consequência, tensões no interior do material que podem ou não ser prejudiciais ao processo de adesão na interface adesiva, dependendo da magnitude e do momento em que se desenvolvem. Se a tensão gerada for de magnitude superior à resistência adesiva do material restaurador ao substrato dental, uma fenda marginal irá se formar, aumentando a chance de ocorrer microinfiltração. A microinfiltração corresponde à passagem de fluidos bucais e bactérias através da interface dente-restauração e pode resultar em descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória, lesões cariosas secundárias e na falha total do procedimento restaurador (BARROS; AGUIAR; SANTOS; LOVADINO, 2003; BRACKETT; HAISCH; COVERLY, 2000).

Em adição às limitações inerentes ao sistema restaurador, a ação dos instrumentos rotatórios durante o procedimento clínico de acabamento e polimento

da restauração, bem como de ajuste oclusal, promove alterações na superfície da resina composta, traduzindo-se em rugosidades e micro trincas superficiais (UCTASLI; ARISU; OMURLU; ELIGUZELOGLU; OZCAN; ERGUN, 2007). Como consequência desta desestabilidade estrutural, a restauração é predisposta à maior retenção de biofilme bacteriano, facilitando o desenvolvimento de lesões cariosas secundárias (UNO; ASMUSSEN, 1991), descolorações e manchamentos (YAP; TAN; Bhole, 1997), além de interferir no seu brilho e estética finais (HOELSCHER; NEME; PINK; HUGHES, 1998; YAP; TAN; Bhole, 1997). Estas rugosidades e micro trincas favorecem também a absorção de agentes químicos provenientes de bebidas ou alimentos, que uma vez retidos no biofilme bacteriano previamente formado, difundem-se pela resina podendo afetar o polímero, induzindo à sua degradação (FERRACANE, 1994).

Face à esta problematização, os selantes de superfície vêm sendo utilizados ao final do procedimento restaurador, com o objetivo de penetrar nestas irregularidades superficiais promovidas pelo procedimento de acabamento e polimento (OWENS, JOHNSON, 2006; TAKEUCHI; ORBEGOSO; PALMA; PANZERI; LARA; DINELLI, 2003; DOS SANTOS PH; CONSANI; SOBRINHO; SINHORETI, 2003), além de contribuir para o preenchimento e a diminuição da fenda existente entre o dente e a restauração, formada durante a técnica restauradora, fortalecendo a restauração e aumentando a sua longevidade. Isto é possível uma vez que estes materiais são resinas de baixa viscosidade e alto escoamento. São compostos de resina fluida, solventes, aditivos, presença ou não de partículas de carga e outros componentes (DICKINSON; LEINFELDER, 1990; DICKINSON; LEINFELDER, 1993; TAKEUCHI; ORBEGOSO; PALMA; PANZERI; LARA; DINELLI, 2003). Além disso, apresenta ação de diminuir o desgaste oclusal nos primeiros seis meses de uso em torno de 40 a 50 % (DICKINSON; LEINFELDER, 1993), bem como melhorar a resistência ao desgaste na interface de cimentação entre dente e restauração (PRAKKI; RIBEIRO; CILLI; MONDELLI, 2005).

Não obstante os selantes de superfície contribuírem para a longevidade das restaurações de resina composta, apresentam como característica uma baixa resistência abrasiva, necessitando de reaplicações periódicas para que seus efeitos

benéficos à restauração sejam mantidos (DICKINSON; LEINFELDER, 1990; DICKINSON; LEINFELDER, 1993).

Em função dos benefícios evidenciados por estes materiais às restaurações de resina composta, e face às desvantagens dos mesmos, torna-se importante avaliar a influência da aplicação dos selantes de superfície sobre a rugosidade imediata, bem como sobre a manutenção da lisura de superfície da resina composta, após ser submetida a um processo abrasivo de escovação simulada.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resinas compostas e o ambiente bucal

As resinas compostas ativadas por luz visível sofreram mudanças expressivas desde sua introdução no mercado odontológico, em virtude de sua ampla utilização. Os problemas concernentes ao desgaste, descoloração marginal, contração de polimerização, técnicas de manipulação e inserção, estética, inclusão de bolhas e rugosidade superficial foram melhorados significativamente (PUCKETT; FITCHIE JG; KIRK; GAMBLIN, 2007; CAUGHMAN; RUEGGEBERG; CURTIS, 1995).

Apesar desta melhoria, as restaurações de resina composta ainda estão sujeitas às falhas no uso clínico, como a baixa resistência ao desgaste em regiões de contato oclusal ou áreas sob estresse oclusal, rugosidade, perda de brilho superficial e possibilidade de manchamento (TAKEUCHI; ORBEGOSO; PALMA; PANZERI; LARA; DINELLI, 2003; DOS SANTOS PH; CONSANI; SOBRINHO; SINHORETI, 2003). Uma vez que estas limitações são inerentes ao sistema restaurador, recursos técnicos e operacionais devem ser empregados na tentativa de potencializar ao máximo as propriedades físico-químicas e mecânicas destes materiais, bem como a observação de suas características mecânicas para a indicação em dentes posteriores (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007; GORDAN; PATEL; BARRET; SHEN, 2003; VAN DIJKEN; RUYTER, 1987).

De forma geral, apresentam uma matriz orgânica resinosa, partículas de carga inorgânica, agente de ligação (silano) e um acelerador ou iniciador da reação de polimerização (LESAGE, 2007). Na matriz resinosa o UDMA, o BIS-GMA e suas modificações, são moléculas comumente utilizadas. As partículas de carga são baseadas em vidro e cerâmica e proporcionam estabilidade à matriz resinosa, melhoram a resistência ao desgaste, reduzem a contração de polimerização, e apresentam formas variadas no tamanho (PUCKETT; FITCHIE; KIRK; GAMBLIN, 2007; LESAGE, 2007). Quartzo cristalino, sílica coloidal, vidros como o lítio, bário e estrôncio de silicato são exemplos de partículas de carga (LESAGE, 2007).

Existe uma íntima relação entre as partículas de carga e a rugosidade intrínseca da resina composta, que é determinada pelo tamanho, tipo e quantidade das mesmas (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007). Aquelas com tamanho reduzido e dureza mais elevada são mais dificilmente removidas, uma vez que o espaço presente de matriz orgânica, que é desgastada mais facilmente, é menor. (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007). O uso de uma mistura de diferentes tipos de partículas, a exemplo dos materiais híbridos, resulta em espaço menor entre as cargas ou semelhante àquele das partículas menores. Estas considerações têm sido essenciais no desenvolvimento de resinas compostas para dentes posteriores, as quais possuem partículas de carga com diâmetro aproximado de 1 μm comparado às resinas mais antigas, com partículas de tamanho de 3-10 μm . O desgaste em restaurações menores pode ser considerado satisfatório, mas em casos onde a extensão e área de contato são maiores, pode ser considerado crítico (MAIR; STOLARSKI; VOWLES; LLOYD, 1996; CONDON; FERRACANE, 1996).

Um grande avanço nos últimos anos foi a aplicação da nanotecnologia às resinas compostas. A nanotecnologia é baseada na produção de materiais e estruturas de tamanho entre 1 a 100 nanômetros, através de vários métodos químicos e físicos. As novas resinas compostas que contêm nanopartículas apresentam vantagens como: redução da contração de polimerização, otimização das propriedades mecânicas, melhoria nas características ópticas, melhor polimento e valores de desgaste diminuídos (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007; MOSZNER; SALZ, 2001). Assim, o tamanho das partículas e as características de sua composição, determinam a classificação da resina em híbrida, microparticulada ou nanoparticulada e nanohíbrida, diferindo-as quanto às suas propriedades físicas, mecânicas e estéticas e quanto ao seu comportamento na cavidade bucal (PUCKETT; FITCHIE; KIRK; GAMBLIN, 2007; LESAGE, 2007).

O grau de degradação das resinas compostas no ambiente bucal determina o seu desempenho clínico satisfatório. Dentre esses fatores, pode-se citar a abrasão, erosão, atrição, corrosão, alterações do pH e temperatura e procedimentos e higiene bucal (DOS SANTOS; CONSANI; SOBRINHO; SINHORETI, 2003; VAN DIJKEN; RUYTER, 1987).

Uma superfície rugosa pode acarretar em perda do brilho superficial e alterar a estética das restaurações (BAGHERI; BURROW; TYAS, 2007) de resina composta promovendo retenção mecânica de biofilme bacteriano. A rugosidade superficial é um fenômeno micro-estrutural do material criado por uma série de processos físicos que modificam sua superfície (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007). Idealmente, a rugosidade superficial inerente ao material restaurador deve ser igual ou menor à rugosidade do esmalte em contato com esmalte, em áreas de contato oclusal ($Ra=0,64 \mu m$) (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007). Por outro lado, Bollen *et al.* em 1997, afirmam que uma rugosidade superior a $0,2 \mu m$ (Ra) ou mais, pode acarretar em colonização bacteriana sobre as restaurações. A adesão e retenção bacteriana ocorrem em quatro fases: transporte da bactéria até a superfície, adesão inicial, ataque por interações específicas e colonização das superfícies (BOLLEN; LAMBRECHTS; QUIRYNEN, 1997; BAGHERI; BURROW; TYAS, 2007). Isto acontece devido à maior facilidade de adesão das bactérias uma vez que ficam mais protegidas contra as forças contrárias à sua aderência, obtendo tempo necessário para reagir na superfície (SARAC; SARAC; KULUNK; URAL; KULUNK, 2006). Deste modo, pode ocorrer desenvolvimento de lesões cáries secundárias e problemas periodontais. (SARAC; SARAC; KULUNK; URAL; KULUNK, 2006; BOLLEN; LAMBRECHTS; QUIRYNEN, 1997; LEE; LU; OGURI; POWERS, 2005; DOS SANTOS; CONSANI; SOBRINHO; SINHORETI, 2003; VAN DIJKEN; RUYTER, 1987; TAKEUCHI; ORBEGOSO; PALMA; PANZERI; LARA; DINELLI, 2003).

A terapia de manutenção da higiene bucal faz parte integral da preservação e manutenção das restaurações, bem como da saúde periodontal. O uso de dentífrícios e seus diversos constituintes abrasivos durante a escovação, a realização de profilaxia com pasta à base de pedra pomes e água, e o uso de jato de bicarbonato de sódio podem afetar a estrutura dentária e os materiais restauradores (VAN DIJKEN; RUYTER, 1987; YAP; WU; CHELVAN; TAN, 2005). As partículas de bicarbonato de sódio são propagadas em combinação com o jato de ar associado ao de água e aplicado sobre o dente. Yap *et al.*, em 2005, avaliou o efeito de diferentes procedimentos para a manutenção de higiene bucal sobre duas resinas compostas e (Filtek A110 e Filtek Flow) um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (F2000). Os grupos foram divididos em: G1-Controle; G2- pasta de pedra pomes + água e escova; G3- pasta de pedra pomes + água taça de borracha; G4- pasta

profilática Zircon F e taça de borracha, G5- gel profilático PTC e taça de borracha e G6- jato de ar com bicarbonato de sódio. Os valores de rugosidade (Ra) variaram de 0,09 a 2,17 (Filtek A110), 0,06 a 1,38 (Filtek Flow) e 0,38 a 1,25 (F2000). Menores valores de rugosidade foram encontrados pelo gel de profilaxia, sendo que a maior rugosidade foi apresentada pelo grupo que utilizou jato de ar com bicarbonato de sódio. Observa-se, então, valores de rugosidade (Ra) maiores que 0,2 μm , afirmando a necessidade de polimento adicional e uso de selantes de superfície para promover superfícies lisas e compatíveis com sua conservação clínica.

Assim sendo, a obtenção de uma superfície a restauração, com mínima presença de defeitos e retenções, pode ser alcançado por meio da prática de técnicas de acabamento e polimento apropriadas e uso de selantes de superfície.

2.2 Acabamento e polimento

A qualidade superficial de uma restauração influencia significativamente não apenas as suas características estéticas, como também desempenha um papel relevante na longevidade clínica da mesma. Desta forma, procedimentos de acabamento e polimento são implementados nos recursos técnicos-operacionais, objetivando regularidade de interface e lisura de superfície (ROEDER; POWERS, 2004; DUNKIN; CHAMBERS, 1983)

O acabamento é definido como um processo que envolve a remoção das irregularidades marginais e contornos grosseiros, definindo o contorno anatômico ideal (JEFFERIES, 2007; KORKMAZ; OZEL; ATTAR; AKSOY, 2008). A remoção do excesso de material da restauração é conseguida com o procedimento de acabamento, após o ajuste oclusal. Todavia, a superfície da restauração não fica em condição de rugosidade ideal, necessitando do procedimento de polimento (JUNG; SEHR; KLIMEK, 2007). O polimento, realizado subsequente ao acabamento, refere-se à redução da rugosidade e crateras produzidas pelos instrumentos de acabamento, a fim de obter uma superfície lisa, homogênea e com o mínimo de defeitos microscópicos (JEFFERIES, 2007; KORKMAZ; OZEL; ATTAR; AKSOY, 2008). Jefferies (2007), relata, ainda, a marginação, que se traduz em um passo

específico do processo de acabamento, no qual é realizada a remoção do excesso do material restaurador na junção entre o dente e a restauração, além da aplicação de técnicas para estabelecer a lisura, uniformidade e adaptação adequada da margem cavossuperficial.

A literatura científica tem demonstrado várias técnicas para acabamento e polimento de resinas compostas, utilizando diferentes materiais como discos de óxido de alumínio, brocas *carbide* e de tungstênio, pontas diamantadas finas e ultrafinas, pastas para polimento e abrasivos embebidos em pontas de polimento e borrachas sintéticas de silício (JEFFERIES, 2007; ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007; HOELSCHER; NEME; PINK; HUGHES, 1998).

Atualmente, existe uma variedade de materiais para procedimentos de acabamento e polimento com composição e características próprias, que tornam diferente não só a maneira de utilização como também os resultados alcançados. De forma geral, o emprego destes materiais, quer seja para o procedimento de acabamento ou polimento, requer o uso seqüencial de instrumentos com abrasivos de granulação gradualmente menores, com a finalidade de promover uma superfície menos rugosa (ERGÜCÜ Z; TÜRKÜN LS, 2007). No entanto, com o intuito de facilitar este passo operacional, os fabricantes desenvolveram alguns materiais indicados para emprego de forma única, conhecidos como “polimento em único passo”. Estes reúnem em apenas um instrumento vários abrasivos, como o óxido de silício, o óxido de alumínio associado a borrachas sintéticas, o silicone, dentre outros. Ergücü *et al.* (2007) avaliaram a rugosidade superficial de resinas compostas contendo nanopartículas (Ceram X, Filtek Supreme XT, Grandio, Premise, Tetric EvoCeram) após o polimento com três sistemas de “passo único” (Pogo, OptraPol, One Gloss), e com tira de poliéster (grupo controle). Para a resina Filtek Supreme XT e Grandio a tira de poliéster e o Pogo promoveram menores valores de rugosidade, enquanto que o OptraPol e One Gloss promoveram valores maiores. A Tetric Evo Ceram exibiu maior rugosidade de superfície com o OptraPol, e nenhuma diferença significativa foi encontrada para as resinas Premise e Ceram X. Os autores concluem, ainda, que a efetividade destes sistemas de polimento parece ser dependente do material.

Introduzidas nos anos 90, escovas abrasivas impregnadas também têm sido desenvolvidas para facilitar o procedimento de acabamento e polimento. Contêm uma variedade de polímeros e várias partículas abrasivas de polimento impregnados em suas cerdas. Foram desenvolvidas com o intuito de promover o polimento de superfícies de acesso mais restrito, como fissuras, áreas inter-proximais de restaurações de resina e cerâmica, sem a remoção do contorno anatômico obtido (JEFFERIES, 2007).

2.2.1 Tipos e composição dos abrasivos

O óxido de alumínio é um componente químico de alumínio e oxigênio, representado pela fórmula Al_2O_3 . É comumente referido como alumina nas cerâmicas e materiais diversos. Sua dureza o torna favorável para uso como um abrasivo e componente de instrumentos cortantes. Partículas finas de óxido de alumínio também são misturadas às pastas para promover uma superfície lisa e polida em diversos tipos de restaurações (JEFFERIES, 2007). Também são disponíveis em forma de pedras, que são partículas aglutinadas, constituindo uma massa coesiva. Aquelas à base de óxido de alumínio apresentam a coloração branca.

Abrasivos em forma de carбето (mistura de carbono e metal) incluem o carбето de silício, carбето de boro e carбето de tungstênio. A porção cortante de brocas multilaminadas é produzida a partir de carбето de tungstênio. As pontas mais comuns constituídas deste componente são as de 12, 20 e 40 lâminas (O'BRIEN, 2002). Já materiais à base de carбето de boro e silício são aglutinados nos discos, pontas, taças ou rodas para uso em baixa rotação e peça reta de mão (JEFFERIES, 2007). As pedras de carбето de silício apresentam coloração esverdeada.

As pontas diamantadas apresentam a maior dureza dentre os instrumentos de acabamento e polimento. Devido a esta característica, essas pontas são altamente eficientes, resistentes ao desgaste e duráveis (JEFFERIES, 2007).

Atualmente, existe uma variedade de tipos e tamanhos das partículas diamantadas, que variam de 7 a 50 μm (JUNG, 1997).

O dióxido de silício e o óxido de zircônio são usados como agentes de polimento presentes em borrachas abrasivas ou pontas e taças elastoméricas. Já o silicato de zircônio, mineral natural, é empregado com a função de agente de polimento em discos, tiras e pastas profiláticas (JEFFERIES, 2007).

A intensa diversidade de instrumentos e suas variadas composições determina para os mesmos características peculiares. Para os discos, o tamanho das partículas que os revestem varia de 55 a 100 μm para os mais ásperos e de 7 a 8 μm para os finos e ultrafinos (GEDIK; HÜRMÜZLÜ; COSKUN; BEKTAS; OZDEMIR, 2005). Já as pontas e taças de borracha são baseadas em dureza fina ou ultrafina, e partículas abrasivas dispersas em uma matriz macia composta por borracha sintética (JEFFERIES, 2007).

Dados científicos demonstram que o uso de brocas e pontas diamantadas promovem níveis mais elevados de rugosidade superficial (JUNG, 1997; HOELSCHER; NEME; PINK; HUGHES, 1998). Hoelscher *et al.* (1998) avaliaram a efetividade do acabamento e polimento na lisura superficial de resinas compostas (TPH, Silux) e cimentos de ionômero de vidro (Ketac-Fil, Fuji II LC). Três sistemas diferentes para polimento foram empregados: Sof Lex, Enhance e pontas diamantadas. Os maiores valores de rugosidade foram apresentados pelas pontas diamantadas, sendo que os discos de óxido de alumínio demonstraram-se efetivos na obtenção da lisura de superfície.

A dureza do óxido de alumínio é significativamente maior que a do óxido de silício e, geralmente, maior que a maioria das partículas de carga dos compósitos atuais. Como resultado, os discos de óxido de alumínio promovem uma superfície mais lisa quando comparados aos outros sistemas (SARAC; SARAC; KULUNK; URAL; KULUNK, 2006). Contudo, segundo Türkün *et al.* em 2004, apresentam limitações quanto à sua geometria, dificultando a obtenção de uma superfície lisa e contorno adequado especialmente na região posterior.

Roeder *et al.* (2000) avaliaram o grau de rugosidade superficial de quatro resinas compostas (Alert, SureFil, Solitaire e Z100) submetidas à ação de diferentes

materiais de polimento, previamente acabadas com ponta diamantada de granulação fina. Os sistemas utilizados foram: 1) Sistema Enhance + pasta de polimento Prisma-Gloss + selante de superfície Protect It, 2) Taça de carbeto de silício + selante de superfície Protect It, 3) Discos de óxido de alumínio (Sof Lex) + selante de superfície Protect It, 4) Taças de silício de granulação média e extra fina Jiffy Cups + selante de superfície Protect It e 5) Escovas impregnadas com carbeto de silício Jiffy Brush + selante de superfície Protect It. Os resultados demonstraram que os discos de óxido de alumínio (Sof Lex) promoveram superfícies mais lisas, seguidos pelas taças Jiffy, pelas pontas Enhance com Prisma Gloss e pelas taças de silício Jiffy Cups. O selante de superfície apresentou pouco efeito na rugosidade, exceto para Alert. Os melhores resultados de rugosidade foram encontrados para as resinas Z100, Solitaire, SureFil e Alert, respectivamente.

Turssi *et al.*, em 2005, avaliaram, *in situ*, a rugosidade superficial de duas resinas compostas com diferentes métodos para acabamento e polimento: discos de óxido de alumínio (Sof Lex), pontas de UDMA impregnada com óxidos de alumínio (Enhance) e pontas diamantadas (KG Sorensen – 2135 fina e 2135 ultrafina) complementada pelo uso de algum dos dois discos. Os espécimes foram submetidos à exposição ao ambiente oral através do uso de dispositivos palatais por voluntários, e a rugosidade foi aferida após o polimento e após 1, 2, 3, 7, 14, 21, e 28 dias. Os resultados demonstraram que os discos de UDMA impregnados com óxido de alumínio são favoráveis para a obtenção de uma superfície mais lisa em restaurações de resina composta.

A eficiência dos sistemas abrasivos para polimento deve-se a uma série de fatores, como: propriedades mecânicas e estruturais do substrato (resina composta, cimento de ionômero de vidro, porcelanas, etc); diferenças na dureza do substrato e o abrasivo; dureza, tamanho e tipo do abrasivo usado no instrumental; propriedades físicas do revestimento usado para sustentar os abrasivos (rigidez, elasticidade, flexibilidade, espessura, porosidade); pressão e velocidade com as quais o abrasivo é aplicado ao substrato; lubrificação (água, glicerina, pastas para polimento, vaselina, etc); geometria do instrumento e como estes são empregados (JEFFERIES, 2007; ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007).

Ainda, o repolimento tem sido relatado por Yap *et al.* (2005) como alternativa quando o ato da escovação e os procedimentos de higiene bucal podem comprometer sua longevidade.

O procedimento de acabamento e polimento, contudo, promove alterações na superfície da resina composta, traduzindo-se em rugosidades e micro trincas superficiais que, segundo Leinfelder e colaboradores, 1986, podem chegar até 50 µm de profundidade ou mais (UCTASLI; ARISU; OMURLU; ELIGUZELOGLU; OZCAN; ERGUN, 2007; LEINFELDER; TAYLOR; BARKMEIER; GOLDBERG, 1986; RATANAPRIDAKUL; LEINFELDER; THOMAS, 1989; FERRACANE; CONDON, 1992). Como consequência desta desestabilidade estrutural, a restauração é predisposta a maior retenção de biofilme bacteriano, facilitando o desenvolvimento de lesões cáries secundárias (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007; UNO; ASMUSSEN, 1991), descolorações e manchamentos (YAP; TAN; Bhole, 1997) além de interferir no seu brilho e estética finais (HOELSCHER; NEME; PINK; HUGHES, 1998; YAP; TAN; Bhole, 1997). Estas rugosidades e microtrincas favorecem também a absorção de agentes químicos provenientes de bebidas ou alimentos, que, uma vez retidos no biofilme bacteriano previamente formado, difundem-se pela resina podendo afetar o polímero, induzindo a sua degradação (FERRACANE, 1994).

Apesar de existirem métodos comumente utilizados para o acabamento e polimento nas resinas compostas, o uso de métodos para recobrimento superficial e devolução do brilho e suposta lisura têm sido descritos para a manutenção das restaurações.

2.3 Selantes de superfície

Os selantes de superfície são resinas de baixa viscosidade aplicadas sobre a superfície das restaurações de resina composta com o objetivo de promover maior lisura e brilho, além de selamento das margens da restauração (DICKINSON; LEINFELDER, 1990; DICKINSON; LEINFELDER, 1993). Foram comercializados no começo dos anos 90 (TAKEUCHI; ORBEGOSO; PALMA; PANZERI; LARA;

DINELLI, 2003) e são compósitos à base de resina fluida, solventes, aditivos, presença ou não de partículas de carga e outros componentes.

Este material é comumente utilizado após o procedimento de acabamento e polimento, sendo consenso entre os fabricantes e pesquisadores o condicionamento prévio da superfície com ácido fosfórico a 37%, previamente à sua aplicação.

Como anteriormente citado, o procedimento de acabamento e polimento pode gerar microtrincas e defeitos estruturais na superfície das restaurações de resina composta (LEINFELDER; TAYLOR; BARKMEIER; GOLDBERG, 1986). Assim, supõe-se que os selantes de superfície devem ser capazes de penetrar nestas microfissuras presentes na superfície previamente condicionada por ação capilar e preencher esses defeitos promovendo uma superfície mais uniforme, regular e menos rugosa (TAKEUCHI; ORBEGOSO; PALMA; PANZERI; LARA; DINELLI, 2003; DELFINO; DUARTE, 2007; DICKINSON; LEINFELDER, 1990; DICKINSON; LEINFELDER, 1993).

Dickinson *et al.* (1990 e 1993) relatam que este material, quando aplicado na superfície das restaurações de resina composta, aumenta a resistência ao desgaste pelo preenchimento dos defeitos micro-estruturais criados pelo procedimento de acabamento e polimento e em áreas de maior estresse mastigatório. Os mesmos autores, em 1993, avaliaram restaurações de classe I e II de resina composta confeccionadas com ou sem a aplicação do selante de superfície Fortify. Os resultados indicaram que o selante de superfície foi efetivo em penetrar e preencher os defeitos micro-estruturais tanto na superfície oclusal quanto na interface dente/restauração, reduzindo o desgaste e melhorando a integridade marginal. Segundo os autores, a fotoativação do selante pode ter aumentado o grau de polimerização da resina subjacente, resultando em superfície mais dura e, portanto, mais resistente ao desgaste. Afirmaram que a efetividade da resina de baixa viscosidade (selante) pode ser melhorada através de reaplicações periódicas.

Em outro estudo, Dickinson *et al.* (1990), demonstraram o uso do selante de superfície em resina composta para dente posterior. Segundo eles, o desempenho clínico desses materiais pode ser afetado por alguns fatores, como: modificação

química da matriz resinosa, aumento da adesão entre a partícula de carga e o polímero e a melhoria das características da partícula de carga.

Em contrapartida, Takeuchi *et al.* (2003), avaliaram, *in vitro*, a influência do selante de superfície na rugosidade superficial de resinas compostas usadas em dentes posteriores antes e após o procedimento de escovação. Trinta espécimes foram confeccionados com a resina composta Filtek-P60 e divididos em três grupos (n=10): controle, com selante Protect-It!-PI e sistema adesivo Single Bond. A rugosidade foi aferida antes e após o teste de escovação simulada. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. A partir desses resultados concluiu-se que o uso do adesivo e selante de superfície não proporcionaram melhoria na integridade superficial, além de haver uma alteração significativa da lisura superficial da resina composta com a escovação simulada.

O preenchimento de micro-fendas e defeitos existentes entre dente/restauração também tem sido exposto (DELFINO; DUARTE, 2007; TORSTESON; BRÄNNSTROÖM; MATTSSON, 1985; OWENS, JOHNSON, 2006; RAMOS; CHIMELLO; CHINELATTI; DIBB; MONDELLI, 2000). Muitas vezes, a tensão gerada pela contração de polimerização pode ou não ser prejudicial ao processo de adesão na interface adesiva, dependendo da magnitude e do momento em que se desenvolvem. Se a magnitude tensão da gerada for de superior à resistência adesiva do material restaurador ao substrato dental, uma fenda marginal irá se formar, aumentando a chance de ocorrer microinfiltração. A microinfiltração corresponde à passagem de fluidos bucais e bactérias através da interface dente/restauração e pode resultar na descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória, lesões cariosas secundárias e na falha total do procedimento restaurador (BARROS; AGUIAR; SANTOS; LOVADINO, 2003; BRACKETT; HAISCH; COVERY, 2000). Assim, a aplicação do selante de superfície nessas áreas faz com que haja uma penetração nas microfendas entre a resina e o substrato dentário, melhorando o selamento marginal (TAKEUCHI; ORBEGOSO; PALMA; PANZERI; LARA; DINELLI, 2003).

Owens *et al.*, em 2006, avaliaram *in vitro* a efetividade de cinco selantes de superfície (Biscover, Optiguard, Seal-n-Shine, PermaSeal e DuraFinish), um selante

de cicatrículas e fissuras (Helioseal) e um agente adesivo (Adper Scotchbond MultiPurpose Adhesive). Observaram a capacidade em selar as margens cavitárias de restaurações de classe V realizadas com uma resina híbrida (Esthet X). Noventa e seis espécimes foram divididos em oito grupos (n=12). As cavidades, preparadas em dente humano, foram restauradas e os materiais resinosos fluidos aplicados nas margens, exceto para o grupo controle. Os dentes sofreram termociclagem e foram corados para verificar a microinfiltração com microscópio (aumento de 20X). Os resultados apontaram um selamento mais satisfatório nas margens em esmalte para todos os grupos, quando comparados às margens em dentina. Para as margens em esmalte, o Helioseal e Durafinish exibiram menor fenda quando comparado ao grupo controle e ao Adper Scotchbond MultiPurpose. Nas margens em dentina, o DuraFinish demonstrou melhor desempenho quando comparado aos outros grupos.

Estes resultados corroboram com dos Santos *et al.*, em 2008, onde verificou-se a influência dos selantes de superfície (Fortify e Fortify Plus) e sistemas adesivos (Single Bond e Opti Bond Solo Plus) na microinfiltração marginal. Metade dos espécimes foi submetida ao teste de escovação simulada e ciclagem térmica. A microinfiltração da outra metade foi aferida logo após o selamento. Os espécimes foram imersos e corados em solução de azul de metileno, seccionados e analisados. Os resultados demonstraram que o uso de selante diminui a microinfiltração, sendo que dentre os materiais testados, o Fortify foi o mais eficiente.

Observa-se que margens em esmalte apresentam freqüentemente menores valores de microinfiltração comparados àqueles encontrados em dentina e cemento (DELFINO; DUARTE, 2007; OWENS; JOHNSON, 2005). Em um estudo realizado por Delfino *et al.*, em 2007, foi avaliado se a aplicação do selante de superfície (Protect-It!) poderia reduzir a microinfiltração marginal em dentes humanos, em cavidades de classe II. Margens em esmalte não apresentaram microinfiltração marginal. Para os resultados em dentina e cemento, a aplicação do selante de superfície não foi efetiva para eliminar completamente a microinfiltração.

Prakki *et al.*, em 2005, avaliaram a influência da aplicação de um selante de superfície (Biscover) na linha de cimentação de restaurações tipo “inlay” de resina composta realizadas em dentes bovinos. Dois grupos receberam uma resina fluida (Tetric Flow) previamente à cimentação, sendo que outros dois receberam a técnica

convencional, sendo divididos em quatro grupos: cimentação convencional, cimentação convencional e selante de superfície, cimentação com a aplicação de resina fluida e cimentação com aplicação de resina fluida associada ao selante. Os grupos foram sujeitos ao teste de escovação simulada e o desgaste na interface aferido com um rugosímetro. A técnica de cimentação utilizando resina fluida apresentou menor perda vertical na interface, mas não houve diferença significativa na profundidade da área. O selante de superfície promoveu um desgaste reduzido na interface das restaurações para ambas as técnicas.

Não obstante, para cumprir com sua função, o selante de superfície deve apresentar bom molhamento, baixo ângulo de contato com a superfície da restauração, menor viscosidade e capacidade de penetração nos microdefeitos existentes (CHIMELLO; DIBB; CORONA; LARA, 2001; DELFINO; DUARTE, 2007; D'ALPINO, PEREIRA; RUEGGEBERG; SVIZERO; MIYAKE; PASHLEY, 2006). Por essa razão, a presença de componentes como monômeros de baixo peso molecular é imprescindível (D'ALPINO, PEREIRA; RUEGGEBERG; SVIZERO; MIYAKE; PASHLEY, 2006).

2.4 Desgaste

O desgaste é definido como a perda anatômica do contorno (DELONG, 2006), um fenômeno complexo que envolve a interação de inúmeros processos inter-relacionados em função de um determinado período de tempo (MAIR; STOLARSKI; VOWLES; LLOYD, 1996). A ciência que estuda o atrito, o desgaste e a lubrificação de superfícies de contato é chamada de tribologia (DAHL; CARLSSON; EKFELDT, 1993). O desgaste pode ocorrer por meio de combinações entre si ou de forma isolada, e existem termos que os caracterizam.

2.4.1 Abrasão de dois corpos

A abrasão de dois corpos ocorre pelo contato direto de duas superfícies sem a interferência de qualquer substância. Microscopicamente, nenhuma das superfícies é lisa e o contato ocorre através de suas asperidades. Durante o movimento, as asperidades podem deformar-se ou fraturar-se. Caso ambas as superfícies forem duras, haverá fratura. No entanto, quando uma delas é mais flexível, a parte mais rígida fraturada poderá adentrar na parte mais flexível, tornando a estrutura mais frágil até sua fratura. À medida que as fraturas ocorrem, o efeito cumulativo da perda microscópica se manifesta como desgaste (DAHL; CARLSSON; EKFELDT, 1993). Este fenômeno é proporcional à dureza dos materiais que estão em contato, a carga aplicada e distância percorrida.

Na cavidade bucal, essas condições ocorrem predominantemente durante o movimento não mastigatório do dente, e são particularmente prevalentes no ato do bruxismo. A atrição é uma forma de abrasão de dois corpos, e este desgaste dentário pode ser considerado fisiológico (LAMBRECHTS; DEBELS; VAN LANDUYT; PEUMANS; VAN MEERBEEK, 2006). O desgaste fisiológico dos tecidos duros dentários resulta de contato dente a dente sem a intervenção de outras substâncias, onde ocorre o desgaste localizado nas áreas de contato oclusal (DAHL; CARLSSON; EKFELDT, 1993). O esmalte dentário nessas áreas sofre um desgaste aproximado de 41 μm ao ano (LAMBRECHTS; BRAEM; VUYSTEKE-WAUTERS; VANHERLE, 1989).

2.4.2 Abrasão de três corpos

Neste tipo de abrasão, as superfícies sofrem atrito indiretamente, havendo a presença de uma substância entre elas. A pressão entre as superfícies é transferida às partículas que promovem a fratura (MAIR; STOLARSKI; VOWLES; LLOYD, 1996).

Na cavidade bucal, este tipo de desgaste ocorre durante a mastigação, onde o bolo alimentar faz o papel de agente abrasivo. O ato da escovação com dentífrico abrasivo caracteriza uma abrasão de três corpos e pode promover a perda gradual de estrutura dentária e material restaurador, afetando sua longevidade (SÖDERHOLM; RICHARDS, 1998).

.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O presente estudo tem como objetivo:

- Avaliar a influência da aplicação de selantes de superfície (Biscover, Bisco; Fortify, Bisco; Lasting Touch, Denstply e Fill Glaze, Vigodent) na rugosidade superficial inicial e após escovação simulada de resinas compostas (Concept, Vigodent e Esthet-X, Dentsply).

Para isso, a seguinte hipótese nula foi estabelecida:

- A aplicação dos diferentes selantes de superfície não influencia na rugosidade superficial das resinas compostas.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material empregado

Para a realização deste estudo, os espécimes foram confeccionados com duas resinas compostas fotopolimerizáveis, Concept (Vigodent S/A Indústria e Comércio, Rio de Janeiro/RJ – Brasil) e Esthet-X (Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Rio de Janeiro/RJ – Brasil), ambas nanohíbridas, matiz A e croma 2 (Figura 1).

A constituição básica da matriz orgânica da resina Concept é o componente Bis-GMA (bisfenol-glicidil-metacrilato) e o diluente UDMA (uretano-dimetacrilato). A carga inorgânica apresenta o silicato de bário e alumínio como constituintes principais, com tamanho das partículas entre 0,001 μm e 2 μm .

A constituição básica da matriz orgânica da resina Esthet-X é o componente Bis-GMA (bisfenol-glicidil-metacrilato), Bis-EMA (bisfenol-A-dimetacrilato-etoxilado) e o diluente TEGDMA (tri-etileno-glicol-dimetacrilato). A carga inorgânica apresenta o vidro de borosilicato de flúor-alumínio, bário silanizado e a sílica como constituintes principais, com tamanho das partículas entre 0,04 μm e 1 μm .

A tabela 1 ilustra a marca comercial, classificação, cor, sistema de ativação e fabricante das resinas compostas utilizadas.

Tabela 1 – Apresentação da marca comercial, classificação, cor, sistema de ativação e fabricante da resinas compostas a serem utilizadas.

Marca Comercial	Fabricante	Lote	Classificação	Cor	Sistema de ativação
Concept	Vigodent	151/07	nanoparticulada	A ₂	físico
Esthet-X	Dentsply	893473	nanoparticulada	A ₂	físico

A tabela 2 ilustra a composição básica das resinas compostas utilizadas, matriz orgânica, carga inorgânica e o tamanho médio das partículas.

Tabela 2 – Composição básica das resinas testadas.

Resina composta	Matriz orgânica	Carga inorgânica	Tamanho médio das partículas (µm)
Concept	BisGMA, UDMA,	silicato de bário e alumínio	0,001 – 2,0
Esthet-X	BisGMA, BisEMA, TEGDMA	vidro de borosilicato de flúor-alumínio, bário silanizado e sílica nanométrica	0,04 – 1,0

Os selantes de superfície empregados, por sua vez, foram: Fortify (Bisco Inc, Schaumburg, IL - USA), Biscover (Bisco Inc, Schaumburg, IL - USA), Lasting Touch (Dentsply International, Mildford DE - USA) e Fill Glaze (Vigodent S/A Indústria e Comércio, Rio de Janeiro/RJ – Brasil) (Figura 2), como constam na tabela 3.

Tabela 3 – Composição dos selantes de superfície utilizados no estudo.

Selantes de superfície	Fabricante	Lote	Composição
Fortify	Bisco	070011981	uretano-dimetacrilato , bisfenol-A-dimetacrilato-etoxilado
Biscover	Bisco	0700011005	bisfenol-A-dimetacrilato-etoxilado, éster de uretano acrilato, diacrilato polietilenoglicol
Lasting Touch	Dentsply	070920	Nanopartículas, acetona, butanol, fotoiniciador, aditivos, metacrilato de resina
Fill Glaze	Vigodent	055/08	metacrilato de metila, éster de acrilato alifático, fotoiniciador e acrilato epoxioligômero

Para o procedimento de escovação simulada foi utilizada a escova dental de cerdas macias Colgate Classic e dentifrício Colgate MFP (Colgate Palmolive, Divisão da Kolynos LTDA, Osasco-SP) (Figuras 3 e 4). A composição do dentifrício é apresentada na tabela 4.

Tabela 4 – Composição do dentifrício Colgate MFP.

Composição básica do dentifrício Colgate MFP

Monofluorofosfato de sódio (1500ppm)

Carbonato de Cálcio

Lauril Sulfato de Sódio

Umectante/ Espessante/ Aromas/ Água

Figura 1 – Resinas compostas utilizadas no estudo, Concept e Esthet X.

Figura 2 – Selantes de superfície Fortify, Lasting Touch, Biscover e Fill Glaze.

Figura 3 – Dentifrício Colgate.

Figura 4 – Escova dental Colgate Classic.

4.2 Matriz

A matriz utilizada para a confecção dos espécimes foi fabricada pela escola de Serviço de Aprendizagem Industrial (SENAI/Bauru) (ASENJO-MARTÍNEZ, 2004). Confeccionada em aço, apresenta dois braços passíveis de serem articulados quando os parafusos laterais são removidos, permitindo, portanto, a remoção do espécime com maior facilidade. Permite a confecção de espécimes com dimensões de 5 mm de largura, 15 mm de comprimento e 4 mm de espessura, às quais são exatas para fixação do mesmo à barra metálica da máquina de escovação simulada (Figura 5).

Figura 5 - Matriz utilizada no estudo.

4.3 Confecção dos espécimes

Os procedimentos foram executados em uma sala com temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$, controlada por um termômetro e mantida por condicionador de ar Admiral Royal (Springer Refriferador AS., Brasil) e com umidade relativa do ar $50 \pm 10\%$, através do desumidificador OAS-S, Modelo OD-300 série 1, de acordo com a

especificação número 27 da *American Dental Association* (ADA) para restaurações diretas com resina composta.

Com o auxílio de uma espátula apropriada e estando a matriz com os braços fechados, a resina composta foi inserida em quatro incrementos, sendo que cada um correspondia à 2 mm de espessura e 7,5 mm de comprimento, ou seja, 1/4 da dimensão total do corpo de prova.

Para a técnica de fotoativação, utilizou-se o aparelho de luz halógena Curing Light 2500 (3M/ESPE, Saint Paul - MN, USA), com densidade de potência de 500mW/cm^2 e tempo de polimerização de 20 segundos para cada incremento. Polimerização adicional foi realizada para os grupos controle, evitando diferença àqueles com selante de superfície, seguindo o tempo de polimerização requerido de cada selante empregado no estudo. Descartou-se, nesta fase, o uso de aparelho tipo LED, uma vez que o selante de superfície Fill Glaze exige luz halógena para sua polimerização completa, segundo instruções do fabricante. O diâmetro da ponta de fibra ótica deste aparelho é de 8 mm, que permite o envolvimento de toda a dimensão do incremento. Previamente à fotoativação dos dois últimos incrementos, uma tira de poliéster (TDV Dental Ltda, Santa Catarina) foi posicionada e, sobre esta, uma carga axial manual contínua foi exercida com o dispositivo específico o qual acompanha a matriz, causando o extravasamento do excesso do material.

Ao final desta etapa, 50 espécimes foram confeccionados, sendo 25 deles com a resina Concept (Vigodent) e 25 com a resina Esthet-X (Dentsply), nas dimensões de 15mmx4mmx5mm (Figura 6).

Figura 6 - Dimensões totais do espécime.

4.4 Armazenamento

Os espécimes foram armazenados em 4mL de água destilada no interior de recipientes plásticos, identificados em função da resina, a temperatura de 37°C e umidade absoluta de 100% por um período de 24 horas.

4.5 Planificação

Os espécimes foram fixados com cera pegajosa Kota (Kota Ind. Bras.) no centro de um disco de acrílico, com auxílio de um instrumento metálico e uma lamparina (JON, Ind. Bras.).

O espécime junto ao disco de acrílico foi levado à politriz metalográfica (APL 4, Arotec, Cotia, SP) (Figuras 7 e 8), para a planificação da superfície avaliada. Foram utilizadas 2 lixas de silicone carbide de granulometria 320 e 600 (Figura 9) e refrigeração constante com água deionizada em baixa velocidade, com peso de 172g durante 20 segundos cada lixa.

Logo após a utilização de cada lixa, o espécime foi levado ao aparelho de ultra-som T7 Thomson (Unique Ind. e Com. De Produtos Eletrônicos Ltda., São Paulo, SP), com frequência de 40KHz, durante 5 minutos para remover os grânulos provenientes das lixas e impedir que interferissem no polimento da lixa seguinte e aferição real da rugosidade de superfície.

4.6 Aferição dos valores de rugosidade inicial

O rugosímetro Hommel Tester T1000 basic (Hommelwerke GmbH ref. # 240851 – Schwenningem – Germany) (Figura 10) foi empregado com a função de verificar os valores de rugosidade superficial do espécime, quantitativamente. Possui

uma ponta sensível de diamante que percorre a superfície numa distância previamente determinada pelo operador do aparelho. Este aparelho apresenta um programa (Turbo Datawin-NT, Versão 1.34, Copyright © 2001) para delimitar os parâmetros no computador e seu uso pode ser dispensável quando opta-se para realizar as leituras em sua própria tela.

Figura 7 – Politriz Metalográfica.

Figura 8 – Espécime inserido à base acrílica.

Figura 9 – Lixas de granulação 320 e 600.

Figura 10 – Rugosímetro Hommel Tester T1000 basic (Hommelwerke GmbH ref. # 240851 – Schwenningem – Germany).

Figura 11 - Ponta apalpadora de diamante em forma triangular.

Figura 12 - Ponta apalpadora percorrendo a superfície do espécime.

Os seguintes parâmetros de mensuração foram selecionados: T mínima= 0,01 μm , T máxima= 8,00 μm Lt= 1,5mm, Lc= 0,25mm (cut-off), Lm= 1,25mm.

Onde: T= tolerância (valores extremos a serem considerados nas leituras), Lt= limite de tracejamento (distância percorrida pela ponta), Lm= limite de medição (extensão real considerada na leitura), Lc= filtragem (cut-off ou comprimento de onda limite).

Posteriormente à ponta cursar o espécime, forma-se um gráfico na tela do aparelho ou do computador. Este gráfico representa a rugosidade da superfície, e o valor da rugosidade aritmética (R_a) é fornecido pelo aparelho, que traduz o valor da média aritmética de todas as distâncias absolutas do perfil de rugosidade desde a linha central, dentro da extensão medida (Lm= 1,25mm).

Ao percorrer o espécime, a ponta apalpadora pode estar sujeita a pequenas vibrações que acarretam em saltos ou ausência de contato da ponta com a superfície, prejudicando a leitura. Desta forma, ao deixar a filtragem (Lc) ajustada para 0.25 mm (cut-off), o programa automaticamente corrige essas deficiências na leitura.

Deste modo, com o aparelho programado, a ponta apalpadora percorre a superfície dos espécimes, determinando picos e vales no gráfico, correspondendo à rugosidade (Figura 13). Foram realizadas três leituras em cada espécime, de forma livre e aleatória, das quais a média obtida foi considerada como o valor de rugosidade para aquela superfície do espécime.

Figura 13 – Gráfico representativo da rugosidade inicial, após polimento.

4.7 Aplicação do selante de superfície

Após a aferição dos valores iniciais de rugosidade procedeu-se à aplicação do selante de superfície. Inicialmente foi realizado o condicionamento ácido da superfície com ácido fosfórico a 37%, seguido da limpeza com jato de água, secagem da superfície e, então, aplicação do selante de superfície de acordo com as instruções do fabricante. Para o selante Fill Glaze, Biscover, Fortify e Lasting Touch fotopolimerizou-se por 20, 30, 10 e 15 segundos respectivamente.

Nestas condições, 50 espécimes foram confeccionados, divididos em 10 grupos com 5 espécimes cada grupo, em função da combinação entre duas resinas compostas e os quatro selantes de superfície, como descrito na tabela 5.

Tabela 5 – Distribuição dos espécimes nos grupos do estudo, em função da resina composta utilizada e do selante de superfície.

Resina composta	Selante de superfície	Grupos	Espécimes
Concept	Controle	G1	5
	Fortify	G2	5
	Biscover	G3	5
	Lasting Touch	G4	5
	Fill Glaze	G5	5
Esthet-X	Controle	G6	5
	Fortify	G7	5
	Biscover	G8	5
	Lasting Touch	G9	5
	Fill Glaze	G10	5

4.8 Aferição dos valores da rugosidade após aplicação dos selantes de superfície

Após a aplicação dos selantes de superfície, os espécimes foram submetidos a novo teste de rugosidade, seguindo os mesmos parâmetros já descritos para as leituras iniciais.

4.9 Armazenamento dos espécimes

Previamente ao procedimento de abrasão, os espécimes foram armazenados em água destilada no interior de recipientes individualizados, identificados em função da resina composta e selante de superfície à temperatura de 37°C e umidade absoluta de 100 % por um período de 7 dias.

4.10 Procedimento de abrasão

Para o teste de escovação simulada, utilizou-se a máquina para simulação de escovação idealizada para esse propósito, adquirida pelo auxílio pesquisa da FAPESP n° 01/04945-2, através do protocolo descrito por Turssi, em 2001 (Figura 14).

Esta máquina possui um motor que produz movimentos em único sentido com extensão de 20 mm em dez braços, onde são acopladas as cabeças das escovas, permitindo a simulação simultânea da escovação em dez espécimes.

Os grupos foram escolhidos aleatoriamente e os espécimes posicionados e estabilizados em uma barra de aço inoxidável que acompanha a máquina, com dez cavidades independentes, com o objetivo de impedir a sua movimentação durante os movimentos. O equipamento possui um sensor de temperatura que permite a

escovação a $37\pm 2^{\circ}\text{C}$, por meio de monitoramento preciso e livre de interferências externas, simulando a temperatura encontrada na cavidade bucal. A velocidade de cada ciclo foi programada para 4,5 ciclos por segundo com carga de 300g. Durante a escovação, a máquina também foi ajustada para ejetar 0,4mL da suspensão abrasiva a cada 120 segundos (Figura 15).

Figura 14 - Máquina de escovação simulada.

Figura 15 – Escova acoplada à máquina de escovação e ejeção da suspensão abrasiva.

A suspensão abrasiva foi obtida com o dentífrico dental Colgate (Colgate Palmolive, Co., Osasco/SP) e água destilada na proporção de 1:2, em peso, sendo pesada e diluída no interior de um Becker com água destilada, de acordo com a especificação 14569-1 da ISO. O preparo da suspensão abrasiva foi realizado imediatamente antes da sua utilização, com a finalidade de preservar suas características.

As escovas dentais utilizadas foram Colgate, de cerdas macias que adaptam-se idealmente à máquina. Foram realizados 100.000 ciclos de escovação para cada grupo, com duração, aproximadamente, de oito horas e as escovas trocadas depois de 50.000 ciclos.

4.11 Limpeza dos espécimes

Ao término dos 100.000 ciclos de escovação, os espécimes foram lavados com água corrente com o auxílio de uma pinça clínica, para a remoção dos excessos mais grosseiros da suspensão abrasiva. Em seguida, foram colocados no interior de um aparelho de ultra-som T7 Thomson (Unique Ind. e Com. de Produtos Eletrônicos Ltda., São Paulo, SP), com frequência de 40KHz, durante 5 minutos com o objetivo de remover as partículas abrasivas do dentífrico.

4.12 Aferição dos valores de rugosidade final

Uma nova mensuração da rugosidade superficial dos espécimes foi realizada, seguindo-se os mesmos critérios anteriormente estabelecidos para a análise da rugosidade superficial inicial, com o objetivo de comparar a influência da aplicação do selante na resistência superficial da resina composta.

4.13 Microscopia Eletrônica de Varredura

Esta etapa, realizada com finalidade ilustrativa, foi realizada por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV – JEOL JLM 5600 LV). Para tanto, selecionou-se um espécime de cada grupo e em cada condição experimental, ou seja, antes e após a escovação simulada. Estes foram metalizados com partículas de ouro para permitir sua visualização em aumento de 500X (Figura 16).

4.14 Análise estatística

Aplicou-se a análise estatística aos resultados, para verificação de diferenças ou não na rugosidade inicial e após o teste de escovação simulada. Para tanto, o teste não paramétrico ANOVA (análise de variância) a três critérios tipo misto foi aplicado. Após essa avaliação, os dados foram submetidos ao teste de Tukey para comparações individuais entre os grupos, com nível de significância de 5%, ($p < 0,05$). O programa estatístico empregado foi Statistica for Windows versão 5.1 (StatSoft Inc., Tulsa/OK – USA).

Figura 16- Fluxograma representativo correspondente às etapas da pesquisa. Onde: **a** - Inserção da resina composta (Esthet X, Dentsply e Concept, Vigodent) no interior da matriz de aço; **b** – Ativação com lâmpada halógena dos incrementos de resina; **c** – Espécime confeccionado nas dimensões 15mmX5mmX4mm; **d** – Armazenamento do espécime em água deionizada por 24 horas a 37°C; **e** – polimento dos espécimes na Politriz Metalográfica com lixas de granulação 320 e 600; **f** – Limpeza dos espécimes no Ultrassom por 5 minutos; **g** – Armazenamento do espécime por 7 dias em água deionizada a 37°C; **h** – Aferição dos valores de rugosidade inicial com o rugosímetro; **i** – Aplicação do selante de superfície para os grupos G2, G3, G4, G5, G7, G8, G9 e G10, sendo G1 e G6 grupos controle; **j** – Aferição dos valores de rugosidade após aplicação do selante; **k** – Procedimento de abrasão através do teste de escovação simulada; **l** – Aferição dos valores de rugosidade final, após abrasão; **m** – Observação em Microscopia Eletrônica de Varredura, com aumento de 500X dos espécimes selecionados aleatoriamente.

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Valores de rugosidade

As médias dos valores de rugosidade de todos os grupos testados estão descritos nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Valores da rugosidade e desvio padrão dos diferentes grupos estudados para a resina Concept.

Grupo	Ra inicial $\pm$ (DP)	Ra após selante $\pm$ (DP)	Ra após escovação $\pm$ (DP)
G1- C	0,1893 Aa $\pm$ 0,0338	0,1893 Aa $\pm$ 0,0338	0,0600 Bab $\pm$ 0,0118
G2- C+F	0,1447 Aa $\pm$ 0,0288	0,0727 Bb $\pm$ 0,0169	0,0740 Bbc $\pm$ 0,0167
G3- C+B	0,1627 Aa $\pm$ 0,0228	0,0147 Bc $\pm$ 0,0045	0,0427 Ca $\pm$ 0,0076
G4- C+LT	0,1580 Aa $\pm$ 0,0177	0,0307 Bc $\pm$ 0,0098	0,1253 Cc $\pm$ 0,0145
G5- C+FG	0,1993 Aa $\pm$ 0,0174	0,0253 Bc $\pm$ 0,0107	0,0933 Cd $\pm$ 0,0244

Tabela 7 – Valores da rugosidade e desvio padrão dos diferentes grupos estudados para a resina Esthet X.

Grupo	Ra inicial $\pm$ (DP)	Ra após selante $\pm$ (DP)	Ra após escovação $\pm$ (DP)
G6- E	0,1947 Aa $\pm$ 0,0607	0,1947 Aa $\pm$ 0,0607	0,1007 Ba $\pm$ 0,148
G7- E+F	0,1567 Aa $\pm$ 0,0349	0,0960 Bb $\pm$ 0,0095	0,0673 Bbc $\pm$ 0,0215
G8- E+B	0,1820 Aa $\pm$ 0,0330	0,0173 Bc $\pm$ 0,0130	0,0440 Bc $\pm$ 0,0224
G9- E+LT	0,1760 Aa $\pm$ 0,0344	0,0333 Bc $\pm$ 0,0085	0,0980 Cab $\pm$ 0,0152
G10- E+FG	0,1540 Aa $\pm$ 0,0219	0,0480 Bbc $\pm$ 0,0201	0,0847 Cab $\pm$ 0,0090

Letras maiúsculas demonstram diferença entre as fases.

Letras minúsculas demonstram diferença entre grupos.

DP= Desvio Padrão; Ra=rugosidade aritmética; C= Concept; B= Biscover; E= Esthet-X; F= Fortify; FG= Fill Glaze e LT= Lasting Touch.

Houve diferença estatisticamente significativa para os valores de rugosidade entre os diferentes grupos testados para a resina Concept (gráfico 2) e Esthet-X (gráfico 3), bem como entre as fases.

Gráfico 1 – Valores da rugosidade de superfície (Ra) para os grupos com a resina Concept (G1, G2, G3, G4 e G5), em todas as fases.

Gráfico 2 – Valores da rugosidade superficial (Ra) para os grupos com a resina Esthet-X (G6, G7, G8, G9 e G10), em todas as fases.

Os valores de rugosidade obtidos após a aplicação dos selantes de superfície foram significativamente menores para todos os grupos (Tabelas 6 e 7). Após a abrasão simulada, o selante de superfície Lasting Touch apresentou a maior rugosidade ($C+LT=0,0980\ \mu\text{m}$, $E+LT=0,1253\ \mu\text{m}$), em contrapartida ao selante Biscover que demonstrou os menores valores ($C+B=0,0427\ \mu\text{m}$, $E+B=0,0440\ \mu\text{m}$). Após a escovação simulada não houve diferença estatística nos valores de rugosidade para o selante Fortify ($C+F=0,0740\ \mu\text{m}$, $E+F=0,0673\ \mu\text{m}$), assim como para selante Biscover associado à resina Esthet X ($E+B=0,0440\ \mu\text{m}$).

Para avaliação dos resultados, aplicou-se a Análise de Variância (ANOVA) a três critérios, que mostrou haver diferenças significantes nos valores para as fases: inicial, após selante e após escovação. A fim de evidenciar tais diferenças e de comparar os grupos entre si, o teste de Tukey ($p\leq 0,05$) foi aplicado.

5.2 Ilustração qualitativa

Amostras representativas de cada material empregado neste estudo, previamente e após a escovação, apresentam características particulares quando analisadas em microscópio eletrônico de varredura. Através da análise das figuras a seguir, pôde-se constatar as alterações superficiais sofridas após a escovação simulada de cada selante e resina composta testados.

Figura 17 – Fotomicrografia da resina composta Concept previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 18 – Fotomicrografia da resina composta Concept após a escovação (MEV original 500X).

Figura 19 – Fotomicrografia da resina composta Esthet-X previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 20 – Fotomicrografia da resina composta Esthet-X após a escovação (MEV original 500X).

Figura 21 – Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Fortify previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 22 – Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Fortify após a escovação (MEV original 500X).

Figura 23 – Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Fortify previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 24 – Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Fortify após a escovação (MEV original 500X).

Figura 25 – Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Biscover previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 26 – Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Biscover após a escovação (MEV original 500X).

Figura 29 – Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Lasting Touch previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 30 – Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Lasting Touch após a escovação (MEV original 500X).

Figura 27 – Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Biscover previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 28 – Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Biscover após a escovação (MEV original 500X).

Figura 31 – Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Lasting Touch previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 32 – Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Lasting Touch após a escovação (MEV original 500X).

Figura 33 – Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Fill Glaze previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 34 – Fotomicrografia da resina Concept com selante de superfície Fill Glaze após a escovação (MEV original 500X).

Figura 35 – Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Fill Glaze previamente à escovação (MEV original 500X).

Figura 36 – Fotomicrografia da resina Esthet X com selante de superfície Fill Glaze após a escovação (MEV original 500X).

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

6.1 Da metodologia

A metodologia aplicada procurou seguir padrões utilizados rotineiramente para a realização de um procedimento restaurador com os materiais propostos. Deste modo, os passos realizados para a confecção dos espécimes, sua armazenagem e aplicação dos testes foram padronizados buscando semelhança àqueles realizados na prática clínica.

No presente estudo, a aplicação do selante de superfície foi realizada conforme as recomendações dos fabricantes, simulando sua execução clínica, e evitar, deste modo, alterações nos resultados. Como o selante de superfície Fill Glaze não pode ser ativado por fonte de luz LED, onde sua fotoativação não seria efetiva, optou-se empregar um aparelho de lâmpada halógena ($500\text{mw}/\text{cm}^2$) padronizando o aparelho fotopolimerizador e a densidade de potência para todos os grupos.

A dimensão total do espécime, era de 4 mm de espessura, 5 mm de largura e 15 mm de comprimento. O preenchimento da matriz com a resina composta foi dividido em quatro etapas, sendo que o primeiro e segundo incrementos 1 e 2 tinham a função de promover suporte e adaptação do espécime à máquina de escovação simulada. Como cada incremento equivalia à metade da espessura total do espécime e à metade da extensão total, ou seja, 2 mm e 7,5 mm respectivamente, a ponteira do aparelho fotoativador era passível de irradiar efetivamente este incremento. O último incremento a ser inserido na matriz era o único que não recebia irradiação adicional além do necessário, sendo ideal para área teste. A aplicação do selante de superfície requer a irradiação de luz para que sua fotoativação seja realizada. Assim, para que o grupo controle não apresentasse diferença neste aspecto, foi realizada, no último incremento, uma fotoativação

adicional equivalente àquela feita para o selante de superfície, permitindo a padronização entre os grupos.

O armazenamento do espécime por 24 horas a temperatura de 37°C e umidade absoluta (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007; PRAKKI; RIBEIRO; CILLI; MONDELLI, 2005), previamente o polimento, foi realizado para que a reação de polimerização fosse completa e houvesse expansão higroscópica pelo material restaurador.

Com relação ao acabamento e polimento, este estudo utilizou lixas de granulação 320 e 600 em uma Politriz Metalográfica, sob irrigação constante de água. Dickinson e Leinfelder, em 1990, utilizaram, *in vitro*, a lixa de granulação 600 em um estudo laboratorial para o acabamento em resinas compostas, previamente à aplicação do selante de superfície, seguido do polimento com pasta de polimento. No presente estudo, optou-se pela não realização do polimento com pastas ou soluções pelo polimento plausível obtido no espécime apenas com a lixa de granulação 600, obtendo valores de rugosidade semelhantes àqueles que fizeram o uso de discos para polimento Sof Lex. Além disso, em estudo piloto para a realização desta pesquisa, o polimento com lixas de granulação 800, 1200 e disco de feltro com pasta e solução de diamante, proporcionou uma superfície de alta lisura, dificultando a adesão do selante de superfície e não correspondendo às condições clínicas. Van Dijken *et al.* (1987), demonstrou a rugosidade para diferentes resinas compostas previamente ao procedimento de abrasão, utilizando discos Sof Lex (3M), e obtiveram valores de rugosidade semelhantes ao deste estudo. Venturini *et al.* (2006), realizaram polimento em resinas compostas e encontraram valores de rugosidade de (Ra) 0,14 µm para discos Sof Lex (3M); (Ra) 0,18 µm para Flexicups (Cosmedent); para a resina composta Filtek A110 e (Ra) 0,12 µm com discos Sof Lex (3M); (Ra) 0,27 µm com Flexicups (Cosmedent) para a resina Filtek Z250.

A máquina de escovação simulada proporcionava movimentos dos braços com 20 mm de amplitude, fundamentados por ser próximo à condição clínica realizada durante a escovação dos dentes além de possibilitar a abrangência total do espécime (TURSSI, 2001). O comprimento percorrido pela escova sob o

espécime pode influenciar no desgaste ocasionado, e varia de 15 mm a 85 mm na literatura científica. Heath *et al.*, em 1976, afirmaram que um maior desgaste pode ser provocado em comprimento de 45 mm percorrido pela escova quando comparado à 15 mm, na presença de abrasivo. O contrário ocorre quando não existe a presença de abrasivo, sendo a amplitude de 15 mm que apresenta maior desgaste. Quanto menor a excursão percorrida pela cerda da escova sob o espécime, sem a presença de um abrasivo, maior o desgaste, pois o tempo de contato entre as superfícies é aumentado. A presença do abrasivo, por sua vez, promove valores de desgaste consideráveis, sendo a pressão das escovas transferida integralmente ao espécime.

Uma carga padronizada de 300 g, correspondente a 3 N, foi aplicada sobre os espécimes durante a escovação simulada, seguindo o protocolo TURSSI (TURSSI, 2001). Segundo Stookey *et al.* (1968), existe íntima correlação entre o aumento progressivo da carga de escovação e os valores de desgaste. Apesar disso, afirma-se que exista um limite de carga correspondendo a 7 N, onde a escova exerce sua função corretamente e, acima desta carga, ocorre um envergamento das cerdas comprometendo sua ação e o teste.

Características como o tipo e tamanho de partícula do dentífrico empregado além da dureza, número e tipo das cerdas da escova dentária devem ser considerados, pois podem afetar no processo de escovação e a alteração provocada no espécime (DE BOER, DUINKERKE, ARENDS, 1985; HARTE, MANLY, 1976). A preocupação com o tipo de diluente utilizado em associação ao dentífrico sucedeu-se em 1972, por Ashmore *et al.*, que testaram a resistência ao desgaste de blocos de dentina ao dentífrico (a base de carbonato de cálcio) associado a dois diluentes, a água e o carboximetilcelulose. Harte *et al.* (1976), avaliaram a dureza das escovas, influência da temperatura, concentração do abrasivo na abrasão da dentina. Segundo os autores, estes fatores podem afetar diferentemente a superfície da restauração, sendo as primeiras consideradas como mais relevantes. Além disso, afirmam que existe significativa relação da concentração do dentífrico com a capacidade de desgaste, sendo menor o desgaste quanto mais diluído o abrasivo. Goldstein *et al.* (1991), avaliaram a alteração de rugosidade de resinas híbridas,

quando submetidas à escovação somente com água deionizada e concluíram que, apesar de ter ocorrido uma pequena alteração de rugosidade, esta foi, em termos estatísticos, insignificante.

A suspensão empregada para os testes deste estudo consistiu de dentifrício (Colgate MFP), considerado de média abrasividade e água destilada deionizada (TURSSI, 2001) na proporção 1:2 em peso (ISO/TS 14569).

O presente estudo padronizou as escovas dentais macias para todos os grupos experimentais, de modo que a alteração na superfície dos espécimes passa, então, a depender de suas características inerentes.

O número de ciclos de escovação *in vitro* e sua equivalência cronológica a estudos *in vivo* tem sido amplamente discutidos. O número de ciclos que simula 1 ano de escovação na cavidade oral pode variar de 4.320 (KANTER; KOSKI; MARTIN, 1982) a 16.000 (AKER, 1982). Segundo Goldstein *et al.*, 100.000 ciclos de escovação simulada equivalem a dez anos de escovação em condições clínicas. Aker relata que o número de ciclos que variam de 4.320 a 16.000 correspondem a um ano de escovação. Heath & Wilson (1974) reportaram que um paciente realiza, em média, 4,5 ciclos de escovação por segundo. Buchalla *et al.* (2000), a partir deste número de ciclos, afirmam que 6.000 ciclos de escovação simulada corresponde a, aproximadamente, 1 a 2 meses de escovação *in vivo*. Os autores supõem que uma pessoa escova, em média, 20 segundos para cada sextante, sendo que, no total deste tempo, realiza-se 90 ciclos (20 segundos multiplicados por 4,5 ciclos). Tomando-se por base este princípio, este estudo realizou o equivalente a aproximadamente 29 meses de escovação *in vivo*.

A rugosidade caracteriza-se por micro irregularidades geométricas presentes numa superfície (CARPINETTI; GONÇALVES; PORTO, 2000). Esta tem sido comumente determinada por diversos autores (ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007; TAKEUCHI; ORBEGOSO; PALMA; PANZERI; LARA; DINELLI, 2003; VAN DIJKEN; RUYTER, 1987; SARAC; SARAC YS; KULUNK; URAL; KULUNK, 2006; KORKMAZ; OZEL; ATTAR; AKSOY, 2008; YAP; WU; CHELVAN; TAN, 2005) por meio de perfilômetros de contato mecânico, ou rugosímetro, que detectam as irregularidades da superfície através do deslizamento de uma agulha de ponta diminuta (CARPINETTI; GONÇALVES; PORTO, 2000). Pode ser quantificada através de

parâmetros relacionados à altura (amplitude) e largura (ou espaçamento) das irregularidades, ou uma combinação desses atributos (CARPINETTI; GONÇALVES; PORTO, 2000).

O parâmetro escolhido para avaliar a rugosidade foi o Desvio Médio Aritmético (Ra), também designado como *Roughness Average* ou CLA (*Center Line Average*), que é a média dos valores absolutos das ordenadas do perfil (picos e vales) registrados à linha média, em um comprimento de amostragem (CARPINETTI; GONÇALVES; PORTO, 2000; ABNT, 1988). A rugosidade aritmética (Ra) é o valor de escolha para critério de especificação de rugosidade pela ABNT, e o mais utilizado segundo a NBR 6405 sendo, deste modo, adotado neste estudo para proporcionar melhores condições comparativas a outros trabalhos semelhantes.

O valor de *cutt-off* utilizado foi de 0,25 mm, em função da rugosidade esperada (ABNT, 1988), o qual determina o filtro utilizado durante a medição, ou seja, comprimentos de onda menores que este valor são utilizados para perfil de rugosidade e comprimento maiores, são utilizados para perfil ondulado (CARPINETTI; GONÇALVES; PORTO, 2000). Esta escala de padrão de filtragem é aplicada para evitar que as irregularidades e possíveis ondulações de superfície se sobreponham, interferindo na análise final da rugosidade superficial e, geralmente, corresponde a, aproximadamente, 25% do comprimento da medição. Leitão *et al.* (1981) ressaltam que uma mesma medida de Ra pode retratar diferentes padrões de irregularidades, por trabalhar com a média, sendo uma limitação deste padrão de medida. Além disso, destaca a importância da seleção de um *cut-off* correto para a leitura de uma superfície para evitar dados numéricos errôneos.

Na tentativa de abranger os valores de rugosidade de toda a superfície, foram realizadas 3 mensurações (Ra) em direções diferentes e o valor total correspondeu à média destes valores. Venturini *et al.* (2006) e Van Dijken *et al.* (1987) adotaram a realização de cinco leituras de rugosidade por corpo de prova. Outros como Turssi (2001), Takeuchi *et al.* (2003), Korkmaz *et al.* (2008) e Duygu *et*

al. (2006) adotaram a realização de três leituras, assim como no presente estudo, tratando-se de um número estatisticamente suficiente.

Todos os materiais possuem um determinado valor de rugosidade, sendo que diversos fatores podem atuar sobre as superfícies acarretando em mudança de suas características (CARPINETTI; GONÇALVES; PORTO, 2000). Neste estudo, certamente, a ação mecânica da escovação aliada à abrasividade do dentífrico foram os fatores responsáveis pela alteração da rugosidade dos materiais resinosos.

A microscopia eletrônica de varredura é um meio qualitativo para avaliação de uma superfície que pode auxiliar no entendimento e confirmação dos resultados obtidos quantitativamente. Deve-se, contudo, considerar que métodos quantitativos permitam uma avaliação mais precisa das superfícies.

6.2 Dos resultados

A manutenção de uma superfície lisa e polida de restaurações de resina composta é fundamental, e dificulta desenvolvimento de biofilme bacteriano e subsequente lesão cáriosa secundária, determinando, muitas vezes, maior longevidade clínica de uma restauração.

Os selantes de superfície apresentam a função de vedar as irregularidades produzidas pelo procedimento de acabamento e polimento e melhorar o selamento marginal, diminuindo a possibilidade de retenção do biofilme bacteriano, ocorrência de lesões cárias secundárias, falha do procedimento restaurador e estímulos nocivos para o órgão pulpar (DICKINSON; LEINFELDER, 1990; DICKINSON; LEINFELDER, 1993; BARROS; AGUIAR; SANTOS; LOVADINO, 2003; BRACKETT; HAISCH; COVERLY, 2000). Sua técnica de aplicação pode ser classificada como simples, além de requerer pouco tempo adicional para o profissional. Dickinson *et al.* (1993) afirmam que o efeito do selante de superfície pode perdurar por até 2 anos, contudo o mesmo deve ser reaplicado anualmente.

Para cumprir seu desempenho, o selante de superfície deve apresentar bom molhamento, baixo ângulo de contato com a superfície da restauração, menor viscosidade e capacidade de penetração nos micro-defeitos existentes (CHIMELLO; DIBB; CORONA; LARA, 2001; DELFINO; DUARTE, 2007; D'ALPINO, PEREIRA; RUEGGEBERG; SVIZERO; MIYAKE; PASHLEY, 2006). Por essa razão, a presença de componentes como monômeros de baixo peso molecular tem sido descrita como imprescindível (D'ALPINO; PEREIRA; RUEGGEBERG; SVIZERO; MIYAKE; PASHLEY, 2006). Dickinson *et al.* (1990), supuseram que um selante de superfície, consistindo Bis-GMA modificado por monômeros de baixo peso molecular como o TEGDMA e THFMA, poderia controlar a viscosidade e molhamento característicos.

Dickinson *et al.* (1990 e 1993) afirmam que o selante de superfície pode ser efetivo na manutenção das restaurações de resinas compostas em dentes posteriores, otimizando sua longevidade clínica. Porém, os autores afirmam que este benefício parece ser dependente no tamanho da partícula de carga, sendo eficiente para resinas compostas com partículas de carga maiores.

Segundo Bollen *et al.* (1997), existiria um limite de rugosidade de superfície para adesão bacteriana ($Ra=0,2 \mu m$). Um aumento da rugosidade acima deste limite resultaria no acúmulo de placa bacteriana, podendo gerar patologias periodontais e lesões cariosas.

Os resultados apresentados na tabela 6 demonstram que os valores de rugosidades para as resinas Concept e Esthet X nas fases: inicial, após a aplicação do selante e após o processo de abrasão foram menores àquele estipulado por Bollen *et al.* em 1997. Estes resultados estão em concordância com Takeuchi *et al.*, em 2003, onde encontraram valores de rugosidade (Ra) menores que $0,2 \mu m$ logo após a aplicação de um adesivo dentinário (Single Bond) ou selante de superfície (Protect It!) específico para este fim após o processo de abrasão. Dos Santos *et al.*, em 2007, encontraram valores de rugosidade superiores àqueles estipulado por Bollen após a aplicação de um selante de superfície (Protect It!).

Os resultados apontaram semelhança para os valores de rugosidade entre as duas resinas compostas utilizadas no estudo, antes e após o procedimento de

abrasão. Resultados semelhantes de rugosidade são obtidos devido a diferentes sistemas de polimento empregados, tipo, tamanho e dureza do abrasivo, característica do substrato, pressão, velocidade e tempo ao qual o mesmo é aplicado ao substrato, além da geometria, constituição e granulação do instrumento empregado (JEFFERIES; 2007; ERGÜCÜ; TÜRKÜN, 2007). Além disso, ambas resinas testadas são nanohíbridas, com partículas de carga inorgânica com tamanhos semelhantes. Não obstante, neste estudo, houve uma padronização no procedimento de polimento para todos os grupos, não havendo discrepâncias significantes dos valores de rugosidade obtidos.

Após o processo de abrasão, a rugosidade superficial das duas resinas compostas diminuiu com relação à rugosidade inicial. Isto ocorre em função das resinas serem nanohíbridas com partículas de carga de tamanho menor e mais homogêneas entre si, sendo que o desgaste também torna-se uniforme. Características como componentes da matriz orgânica e partículas de carga estão intimamente relacionados ao seu desempenho na cavidade oral. Resinas compostas com partículas de tamanho menor promovem “proteção” à matriz resinosa, e, conseqüentemente, melhor desempenho clínico com menor desgaste e melhor polimento (VAN DIJKEN; RUYTER, 1987; CONDON; FERRACANE, 1997).

Logo após a sua aplicação, o selante de superfície diminuiu a rugosidade superficial da resina composta, havendo diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Dos Santos (2007) relatam que, após o processo de escovação, a aplicação do selante de superfície (Protect-It!) diminui os valores de rugosidade superficial das restaurações. O mesmo autor relata que estes baixos valores de rugosidade podem ser otimizados através do repolimento e associado à aplicação do selante de superfície.

Maiores valores de rugosidade, para as resinas Concept e Esthet X, foram encontrados pelo selante Fortify imediatamente após sua aplicação (C+F= 0,0727 μm e E+F= 0,0960 μm). Contudo, após o teste de escovação simulada, este material apresentou resistência ao processo de abrasão, preservando a lisura de superfície para ambas as resinas (C+F= 0,0740 μm e E+F= 0,0673 μm). Em estudo realizado por dos Santos (2003), o selante de superfície Fortify permaneceu na superfície da

resina composta após o processo de abrasão. Apesar de os valores de rugosidade terem aumentado após a escovação, este não foi significativo quando comparado ao grupo controle, Opti Bond e Single Bond, com exceção do Fortify Plus.

Os resultados deste estudo apontam valores inferiores de rugosidade antes e após a escovação para o Biscover quando aplicado sobre as duas resinas testadas, como observado na tabela 6. Para a resina composta Esthet X, este selante, assim como o Fortify, não apresentou diferença nos valores de rugosidade comparados àqueles após a aplicação do selante. Attar, em 2007, avaliou o efeito de diferentes sistemas de polimento e a efetividade da aplicação do selante de superfície (Biscover) na rugosidade de resinas compostas. Concluiu que a aplicação do selante de superfície associado ao sistema de polimento Enhance promoveu uma superfície mais lisa e polida. Sarac *et al.* (2006), avaliaram a rugosidade e variação de cor em resina composta híbrida, microhíbrida e nanohíbrida com o uso de técnicas de polimento e aplicação de selante de superfície (Biscover), utilizando rugosímetro e espectrofotômetro. O uso do selante foi efetivo em diminuir a rugosidade e o valor de delta E, promovendo uma superfície mais uniforme, preenchendo micro defeitos. Davidi *et al.* (2007 e 2008), asseguram que a aplicação de um selante de superfície (Biscover) e agente de união (ESB) na superfície de restaurações provisórias indiretas podem ser efetivos na prevenção da formação de biofilme bacteriano analisando-os após 12 horas. Segundo os autores, o Biscover é capaz de prevenir a formação do biofilme pela inibição da adsorção bacteriana à superfície.

Superfícies mais rugosas foram encontradas para todos selantes após o processo de abrasão simulada, com exceção do Fortify sobre a resina Esthet X. Assim como no presente estudo, Takeuchi (2003) verificou que a escovação promoveu aumento significativo para os valores de rugosidade para um selante (Protec-It!) e um adesivo (Single Bond-SB).

Dickinson *et al.* (1990) afirmaram que o desempenho clínico desses materiais pode ser afetado por alguns fatores, como: modificação química da matriz resinosa, aumento da adesão entre a partícula de carga e o polímero e a melhoria das características da partícula de carga.

Após a aplicação dos selantes Lasting Touch e Fill Glaze, os mesmos apresentaram, para as resinas Concept e Esthet-X, valores de rugosidade inferiores

ao Fortify e superiores ao Biscover. Contudo, após o processo de abrasão, maiores valores de rugosidade foram apresentados pelo selante Lasting Touch, seguido do selante Fill Glaze para as duas resinas testadas. Bertrand *et al.* (2000) relataram que a espessura da camada de selante de superfície sem carga Fortify apresentava variação considerável (0-70 μm), quando analisada em microscopia eletrônica de varredura, sendo praticamente impossível a obtenção de uma camada macroscópica uniforme. Assim, para o Lasting Touch que apresenta nanopartículas como agente de carga em sua composição, a formação de uma camada uniforme seria mais crítica, devido à maior viscosidade e menor capacidade de escoamento deste material, quando comparado com o selante de superfície sem carga.

Apesar de existir aumento na rugosidade superficial para alguns selantes após o processo de abrasão, esta ainda foi menor quando comparada à rugosidade inicial, para todos os grupos testados. Supostamente, estes materiais não foram removidos completamente da superfície dos espécimes (como demonstrado nas microfotografias), cumprindo com sua função de proteção e promovendo superfícies mais lisas.

A microscopia eletrônica de varredura indicou diferenças entre as características das superfícies das resinas compostas e selantes de superfície previamente e após a escovação. Estas características parecem estar relacionadas à composição de cada material testado, bem como o processo de abrasão a que foram submetidos.

Os selantes Lasting Touch e Fill Glaze, após escovação, apresentaram expressiva alteração na aparência de sua matriz orgânica, principalmente quando comparados aos demais selantes deste estudo. A microscopia eletrônica de varredura, neste caso, é concordante com valores de rugosidade encontrados.

As figuras 17 e 19, que representam as fotomicrografias das resinas Concept e Esthet-X, demonstram superfícies lisas, porém com a presença de ranhuras, possivelmente devido à realização procedimento de polimento. Bertrand *et al.* (2000), encontraram superfície semelhante em uma resina composta sem a aplicação do selante de superfície (Fortify). As figuras 18 e 20 demonstram superfícies mais lisas e uniformes após o teste de escovação simulada, fator

intimamente relacionado às características intrínsecas da resina composta que, neste estudo, são nanohíbridas.

A superfície mais uniforme foi obtida pelo selante Biscover, confirmando sua alta lisura de superfície quando submetido à leitura perfilométrica. Pouca alteração pode ser notada nas fotomicrografias antes e depois da escovação para o selante de superfície Fortify, o qual manteve os valores de rugosidade semelhantes após abrasão. Ainda segundo Bertrand *et al.* (2000), a camada de selante permitiu visualizar superfície uniforme de algumas amostras e pouco ou nenhum material em outras. Dos Santos *et al.*, 2003, indicaram superfícies mais uniformes após a aplicação de um selante de superfície (Protect It!). Após a escovação, os autores demonstram, para alguns grupos, alterações na característica superficial destes materiais, traduzindo-se em irregularidades.

Dickinson *et al.*, 1990, ao avaliarem réplicas de restaurações com e sem selante de superfície na microscopia eletrônica de varredura, evidenciaram que as amostras seladas apresentaram maior uniformidade superficial e menor quantidade de defeitos estruturais, no *baseline* e após 12 meses.

O melhor desempenho clínico das restaurações de resinas compostas com a aplicação de selantes de superfície tem sido relatado na literatura. Dos Santos *et al.*, 2003, afirmam que a aplicação de uma resina fluida, sem carga, pode aumentar a resistência ao desgaste de resinas compostas em face à presença de uma fina cama de material orgânico que pode retardar a exposição de partículas de carga subjacente, ou seja, presentes na constituição da resina composta. Dickinson *et al.*, em 1990 e 1993, asseguram a hipótese que o selante de superfície é capaz de promover o preenchimento de defeitos micro estruturais nas resinas compostas e melhorar a resistência ao desgaste deste material desde que aplicado anualmente. Neste estudo *in vivo* os autores encontraram, após um ano, valores de desgaste para restaurações seladas equivalente à metade àqueles encontrados para restaurações não seladas. Kawai & Leinfelder, em 1993, afirmam que a efetividade destes materiais parece estar relacionada ao tamanho das partículas de carga da resina composta, podendo ser dispensado seu uso para resinas com partículas sub-micrométricas e eficientes para resinas com partículas grandes. Prakki *et al.*, 2005, relatam ainda que a aplicação de um selante de superfície (Biscover) pode promover

uma melhor resistência ao desgaste na interface dente/restauração em restaurações indiretas cimentadas.

A comparação entre os inúmeros trabalhos existentes na literatura pode ser considerada, certamente, um desafio. Apesar de metodologias semelhantes, torna-se inevitável a diferença em detalhes.

Através deste estudo *in vitro* pode-se observar que o selante de superfície diminui a rugosidade superficial da resina composta. Contudo, o procedimento de abrasão e condições do ambiente oral pode acarretar em aumento destes valores resultando conseqüências desfavoráveis ao procedimento restaurador, como acima citado. Seria prudente que outros estudos avaliassem a influência do selante de superfície no desgaste das restaurações de resina composta através de metodologias cientificamente aceitas, apesar de ter sido citada como menor, quando do uso destas resinas de baixa viscosidade (DICKINSON; LEINFELDER, 1993; DICKINSON; LEINFELDER; MAZER; RUSSEL, 1990).

Estudos laboratoriais permitem o isolamento de uma determinada condição, por exemplo, testar a influência da escovação na rugosidade da resina composta. Contudo, estes testes podem apenas prever o comportamento do material quando na cavidade oral, confirmando-se apenas após avaliações clínicas em longo prazo (HARTE; MANLY, 1975).

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

A partir da análise estatística e discussão dos resultados obtidos, pode-se concluir, no presente estudo, que:

- 1- A aplicação do selante de superfície influenciou positivamente a rugosidade das resinas compostas testadas.
- 2- A escovação simulada aumentou a rugosidade superficial para todos os grupos, exceto para os grupos do Fortify e Biscover.

Portanto, a hipótese nula estabelecida deve ser rejeitada.

Referências

REFERÊNCIAS

- Aker JR. New composite resins: comparison of their resistance to toothbrush abrasion and characteristics of abraded surfaces. *J Am Dent Assoc.* 1982;105(4):633-635.
- Asenjo-Martínez MAJ. Avaliação do desgaste e da rugosidade superficial de uma resina composta, após escovação simulada, em função de diferentes energias e fontes de luz usadas na polimerização [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2004.
- Ashmore H, Van Abbe NJ, Wilson SJ. The measurement in vitro of dentin abrasion by toothpaste. *Brit Dent J.* 1975;33:337-44.
- Associação Brasileira de Normas e Técnicas. Rugosidade de superfícies: procedimentos. NBR 6405, 1988.
- Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract.* 2007;8(1):27-35.
- Bagheri R, Burrow MF, Tyas MJ. Surface characteristics of aesthetic restorative materials: a SEM study. *J Oral Rehab.* 2007;34(1):68-76.
- Barros GKP, Aguiar FH, Santos AJ, Lovadino JR. Effect of different intensity light curing modes on microleakage of two resin composite restorations. *Oper Dent.* 2003;28(5):642-6.
- Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, Lupi-Pegurier L, Bolla M. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *J Biom Mat Res.* 2000;53(6):658-63.
- Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997;13(4):258-69.
- Brackett WW, Haisch LD, Covey DA. Effect of plasma arc curing on the microleakage of class V resin-based composite restorations. *Am J Dent.* 2000;13(3):121-2.
- Buchalla W, Attin T, Hellwig E. Brushing abrasion of luting cements under neutral and acidic conditions. *Oper Dent.* 2000;25(6):482-7.

Carpinetti LCRC, Gonçalves Filho EV, Porto AJV, Jasinevicius RG. Rugosidade Superficial: conceitos e princípios de medição. São Carlos. Seção de Publicações da EESC-USP, 2000.

Caughman WF, Rueggeberg FA, Curtis JW, Clinical guidelines for photocuring restorative resins. J Am Dent Assoc. 1995;126(9):1280-6.

Cenci MS, Venturini D, Pereira-Cenci T, Piva E, Demarco FF. The effect of polishing techniques and time on the surface characteristics and sealing ability of resin composite restorations after one-year storage. Oper Dent. 2008;33(2):169-76.

Chimello DT, Dibb RGP, Corona SAM, Lara EHG. Assessing wear and surface roughness of different composite. Mat Res. 2001;4(4):285-289.

Condon JR, Ferracane JL. Evaluation of composite wear with a new multi-mode oral wear simulator. Dent Mater. 1996;12(4):218-26.

Condon JR, Ferracane JL. Factors effecting dental composite wear in vitro. J Biomed Mater Res. 1997;38(4):303-13

Cvar JF, Ryge G. Reprint of criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. Clin Oral Invest. 1971/2005;9(4):215-32.

D'Alpino PH, Pereira JC, Rueggeberg FA, Svizero NR, Miyake K, Pashley DH. Efficacy of composite surface sealers in sealing cavosurface marginal gaps. J Dent. 2006;34:252-259.

Dahl BL, Carlsson GE, Ekfeldt A. Occlusal wear of teeth and restorative materials. Acta Odontol Scand. 1993;51(5):299-311.

Davidi MP, Beyth N, Sterer N, Feuerstein O, Weiss EI. Effect of liquid-polish coating on in vitro biofilm accumulation on provisional restorations: Part 1. Quintessence Int. 2007;38(1):591-596.

Davidi MP, Beyth N, Weiss EI, Weiss EI, Eilat Y, Feuerstein O, Sterer N. Effect of liquid-polish coating on in vitro biofilm accumulation on provisional restorations: Part 2. Quintessence Int. 2008;39(1):45-9.

De Boer P, Duinkerke AS, Arends J. Influence of tooth paste particle size and tooth brush stiffness on dentine abrasion in vitro. Caries Res. 1985;19(3):232-9.

Delfino CS, Duarte S, Jr. Effect of the composite surface sealant application moment on marginal sealing of compactable composite resin restoration. *J Mat Scienc.* 2007;18(12):2257-61.

DeLong R. Intra-oral restorative materials wear: Rethinking the current approaches: How to measure wear. *Dent Mat.* 2006;22:702-711.

Dickinson GL, Leinfelder KF, Mazer RB, Russel CM. Effect of surface penetrate sealant on wear rate of posterior composite resins. *J Am Dent Assoc.* 1990;121(2):251-5.

Dickinson GL, Leinfelder KF. Assessing the long-term effect of a surface penetrate sealant. *J Am Dent Assoc.* 1993; 124:68-72.

dos Santos PH, Consani S, Sobrinho LC, Sinhoreti, MAC. Effect of surface penetrating sealant on roughness of posterior composite resins. *Am J Dent.* 2003;16(3):197-201.

dos Santos PH, Pavan S, Assuncao WG, Consani S, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Influence of surface sealants on microleakage of composite resin restorations. *J Dent Child.* 2008;75(1):24-8.

dos Santos, PH. Influência da aplicação de resinas Fluídas com e sem carga na rugosidade de superfície e infiltração marginal de Restaurações de resina composta. [tese] Piracicaba (SP): Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

dos Santos PH, Pavan S, Consani S, Sobrinho LC, Sinhoreti MA, Filho JN. In vitro evaluation of surface roughness of 4 resin composites after the toothbrushing process and methods to recover superficial smoothness. *Quint Int.* 2007;38(5):247-53.

Draghn RA, Harrison A. Relationship between abrasive wear and microstructure of composite resins. *J Prosthet Dent.* 1978;40(2):22-4.

Dunkin RT, Chambers DW. Gingival response to class V composite resin restorations. *J Am Dent Assoc* 1983;106:482-4.

Ergücü Z, Türkün LS. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Oper Dent.* 2007;32(2):185-92.

Ferracane JL. Is the wear of dental composites still a clinical concern? Is there still a need for in vitro wear simulating devices? *Dent Mat.* 2006;22(8):689-92.

Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. J Oral Rehabil 1994;21(4):441-52.

Ferracane JL, Condon JR, Mitchem JC. Evaluation of subsurface defects created during the finishing of composites. 1992;71(9):1628-1632.

Gedik R, Hürmüzlü F, Coskun A, Bektas OO, Ozdemir AK. Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. J Am Dent Assoc. 2005;136(8):1106-12.

Goldstein GR, Lernet T. The effect of toothbrushing on a hybrig composite resin. J Prosthet Dent. 1991;66:498-500.

Gordan VV, Patel SB, Barret AA, Shen CC. Effect of surface finishing and storage media on bi-axial flexure strength and microhardness of resin-based composite. Oper Dent. 2003;28(5):560-567.

Heath JR, Wilson HJ. Abrasion of restorative materials by toothpaste. J Oral Rehab. 1976;3(2):121-38.

Harte DB, Manly RS. Effect of toothbrush variables on wear of dentine produced by four abrasives. J Dent Res. 1975;54(5):993-8.

Heintze SD. How to qualify and validate wear simulation devices and methods. Dent Mater. 2006;22(8):712-34.

Hoelscher DC, Neme AM, Pink FE, Hughes PJ. The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. Oper Dent. 1998;23(1):36-42.

International Organization for Standardization. Dental materials – guidance on testing of wear. Part 1. Wear by tooth brushing. Technical Specification 1999;nº.14569-1.

International Organization for Standardization. Dentistry – guidance on testing of wear. Part 2. Wear by two-and or three body contact. Technical Specification 2001;nº.14569-2.

Jefferies SR. Abrasive Finishing and Polishing in Restorative Dentistry: A State-of-the-Art Review. Dent Clin N Am. 2007;51:370-397.

Jung M. Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. Oper Dent. 1997;22(2):98-104.

- Jung M, Sehr K, Klimek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent*. 2007;32(1):45-52.
- Kanter J, Koski Re, Martin D. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated tooth brushing. *J Prosth Dent*. 1982;47(5):505-13. 1982.
- Karl F. Leinfelder, Aldridge D. Wilder Jr, Luiz C. Teixeira. Wear rates of posterior composite resins. *J Am Dent Assoc*. 1986;112: 829-833.
- Kawai K, Leinfelder KF. Effect of surface-penetrating sealant on composite wear. *Dent Mater*. 1993;9(2):108-13.
- Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Aksoy G. The influence of One-step Polishing Systems on the Surface Roughness and Microhardness of Nanocomposites. *Oper Dent*. 2008;33(1):44-50.
- Lambrechts P, Braem M, Vuysteke-Wauters M, Vanherle G. Quantitative in vivo wear of human enamel. *J Dent Res*. 1989;68:1752-4.
- Lambrechts P, Debels E, Van Landuyt K, Peumans M, Van Meerbeek B. How to simulate wear? Overview of existing methods. *Dent Mater*. 2006;22(8):693-701.
- Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. *Journal Prosthetic Dentistry*. 2005;94(4):370-6.
- Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM. Changes in color and staining of dental composite resins after wear simulation. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2007;82(2):313-9.
- Lee YK, Powers JM. Combined effects of staining substances on resin composites before and after surface sealant application. *J Mater Sci Mater Med*. 2007;18(5):685-91.
- Leinfelder KF, Taylor DF, Barkmeier WW, Goldberg AJ. Quantitative wear measurement of posterior composite resins. *Dent Mat*. 1986;2(5):198-201.
- Leitão J, Heddahl T. On the measuring of roughness. *Acta Odont Scand*. 1981 Dec;39(6): 379-84.
- LeSage BP. Aesthetic Anterior Composite Restorations: A Guide to Direct Placement. *Dent Clin North Am*. 2007;51:359-378.

- Mair LH, Stolarski TA, Vowles RW, Lloyd CH. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. *J Dent*. 1996;24(1-2):141-8.
- May KN, Swift Jr EJ, Wilder Jr AD, Futrell SC. Effect of a surface sealant on microleakage of class V restorations. *Am J Dent*. 1996. 9(3):133-136.
- Mondelli RFL, Wang L, Garcia FCP, Prakki A, Mondelli J, Franco EB, Ishikiriyama A. Evaluation of weight loss and surface roughness of compomers after simulated toothbrushing abrasion test. *J Appl Oral Sci*. 2005;13(2):131-5.
- Moszner N, Salz U. New developments of polymeric dental composites. *Progress in Polymer Science*. 2001; 26(4):535-576.
- O'Brien WJ. Dental materials and their selection. In: O'Brien WJ, editor. *Capítulo 10: abrasion, polishing and bleaching*. Chicago: Quintessence Books;2002, p. 156-64.
- Owens BM, Johnson WW. Effect of new generation surface sealants on the marginal permeability of class V resin composite restorations. 2006;31(4):481-488.
- Pashley EL, Zhang Y, Lockwood PE, Rueggeberg FA, Pashley DH. Effects of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures. *Dent Mat*. 1998;14(1):6-10.
- Perry R, Kugel G, Kunzelmann KH, Flessa HP, Estafan D. Composite restoration wear analysis: conventional methods vs. three-dimensional laser digitizer. *J Am Dent Assoc*. 2000;131(10):1472-7.
- Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct Composite restorative Materials. *Dent Clin North Am*. 2007;51:659-675.
- Prakki A, Ribeiro IWJ, Cilli R, Mondelli RFL. Assessing the Tooth-Restoration Interface Wear Resistance of Two Cementation Techniques: Effect of a Surface Sealant. *Oper Dent*; 2005;30(6):739-746.
- Ramos RP, Chimello DT, Chinelatti MA, Dibb RG, Mondelli J. Effect of three surface sealants on marginal sealing of Class V composite resin restorations. *Oper Dent*. 2000;25(5):448-53.
- Ramos RP, Chinelatti MA, Chimello DT, Dibb RG. Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. *Quint Int*. 2002;33(6):450-6.

- Ratanapridakul K, Leinfelder KF, Thomas J. Effect of finishing on the in vivo wear rate of a posterior composite resin. *J Am Dent Assoc.* 1989;118:333-335.
- Roeder LB, Powers JM. Surface roughness of resin composite prepared by single-use and multi-use diamonds. *Am J Dent* 2004;17:109-12.
- Roeder LB, Tate WH, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of packable composites. *Oper Dent.* 2000;25:534-543.
- Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prost Dent.* 2006;96(1):33-40.
- Schmidlin PR, Gohring TN, Roos M, Zehnder M. Wear resistance and surface roughness of a newly devised adhesive patch for sealing smooth enamel surfaces. *Oper Dent.* 2006;31(1):115-21.
- Shinkai K, Suzuki S, Leinfelder K, Katoh Y. Effect of surface penetrating sealant on wear resistance of luting agents. *Oper Dent.* 1994;25(11):767-771.
- Söderholm KJ, Richards ND. Wear resistance of composites: a solved problem? *Gen Dent.* 1998;46(3):256-265.
- Stookey GK, Muhler JC. Laboratory studies concerning the enamel and dentin abrasion properties of commom dentifrice polishing agents. *J Dent Res* 1968;47(4):524-32.
- Takeuchi CY, Orbegoso Flores VH, Palma Dibb RG, Panzeri H, Lara EH, Dinelli W. Assessing the surface roughness of a posterior resin composite: effect of surface sealing. *Oper Dent.* 2003;28(3):281-6.
- Taylor DF, Bayne SC, Sturdevant JR, Wilder AD. Comparison of direct and indirect methods for analyzing wear of posterior composite restorations. *Dent Mat.* 1989;5(3):157-60.
- Teixeira EC, Thompson JL, Piascik JR, Thompson JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *J Esthet Rest Dent.* 2005;17(3):172-80.
- Tjan AHL, Tan DE. Microleakage at gingival margins of class V composite resin restoration rebonded wuth various low-viscosity resin systems. 1991; 22(7):565-573.

Torsteson B, Brännstroöm M, Mattsson B. A new method for sealing composite resin contraction gaps in lined cavities. *J Dent Res*. 1985;64(3):450-453.

Turkun LS, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent*. 2004;29(2):203-211.

Turssi CP. Micromorfologia superficial de materiais estéticos submetidos a diferentes processos de degradação [dissertação]. Piracicaba (SP): Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 2001.

Turssi CP, Faraoni-Romano JJ, de Menezes M, Serra MC. Comparative study of the wear behavior of composites for posterior restorations. *J Mat Sci*. 2007;18(1):143-7.

Turssi CP, Ferracane JL, Serra MC. Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. *Dent Mat*. 2005;21(7):641-8.

Turssi CP, Rodrigues AL, Jr., Serra MC. Textural characterization of finished and polished composites over time of intraoral exposure. *J Biom Mater Res*. 2006;76(2):381-8.

Uctasli MB, Arisu HG, Omurlu H, Eliguzeloglu E, Ozcan S, Ergun G. The effect of different finishing and polishing system on the surface roughness of different composite restorative materials. *J Cont Dent Pract*. 2007;8(2):89-96.

Uno S, Asmussen E. Marginal adaptation of restorative resin polymerized at reduced rate. *Scand J Dent Res* 1991;99(5):440-4.

van Dijken JWV, Ruyter E. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. *Acta Odont Scand*. 1987;15:337-345.

Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent*. 2006;31(1):11-7.

Wang L, Garcia FC, Amarante de Araujo P, Franco EB, Mondelli RF. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. *J Esthet Restor Dent*. 2004;16(5):303-14.

Yap AU, Ong LF, Teoh SH, Hasting GW. Comparative wear ranking of dental restoratives with the BIOMAT wear simulator. J Oral Rehab. 1999;26(3):228-235.

Yap AUJ, Tan KB, Bhole S. Comparison of aesthetic properties of tooth-colored restorative materials. Oper Dent 1997;22(4):167-72.

Yap AUJ, Wu SS, Chelvan S, Tan ESF. Effect of hygiene maintenance procedures on surface roughness of composite restoratives. Oper Dent. 2005;30(1):99-104.

Apêndices

APÊNDICE A – Aplicação da ANOVA (análise de variância) a 3 critérios, modelo misto.

Análise de variância a 3 critérios modelo misto para comparação entre Resina/Selante/Fase						
Summary of all Effects; design: (selante.sta)						
1-RESINA, 2-SELANTE, 3-FASE						
	df	MS	df	MS		
Effect	Effect	Error	Error	F	p-level	
1	1 0,00071141	40 0,00102437	0,694483	0,4096		
2	4 0,02433044	40 0,00102437	23,75161	0,0000		
3	2 0,15460496	80 0,00046826	330,1696	0,0000		
12	4 0,00086956	40 0,00102437	0,848868	0,5028		
13	2 0,00046896	80 0,00046826	1,001503	0,3719		
23	8 0,01777033	80 0,00046826	37,94978	0,0000		
123	8 0,00140544	80 0,00046826	3,001424	0,0054		

APÊNDICE B – Teste de Tukey demonstrando a comparação entre diferentes grupos (ANOVA; $p < 0,05$).

Entre as resinas no INICIO					
Tukey HSD test; variable R_INIC (selante.sta)					
Probabilities for Post Hoc Tests					
MAIN EFFECT: RESINA					
	{1}	{2}			
	,1708000	,1726667			
1 {1}		0,85197967			
2 {2}	0,85198				
Entre os SELANTES na fase Selante para a Resina 1					
Tukey HSD test; variable R_SELANT (selante.sta)					
Probabilities for Post Hoc Tests					
MAIN EFFECT: SELANTE					
	Contrl {1}	S2_ {2}	S3_ {3}	S4_ {4}	S5_ {5}
	,1893333	,0726667	,0146667	,0306667	,0253333
Contrl {1}		0,00013191	0,0001319	0,00013191	0,000132
S2_ {2}			0,0006548	0,0124656	0,004487
S3_ {3}				0,64113921	0,883434
S4_ {4}					0,98987
S5_ {5}					
Entre os SELANTES na fase Selante para a Resina 2					
Tukey HSD test; variable R_SELANT (selante.sta)					
Probabilities for Post Hoc Tests					
MAIN EFFECT: SELANTE					
	Contrl {1}	S2_ {2}	S3_ {3}	S4_ {4}	S5_ {5}
	,1946667	,0960000	,0173333	,0333333	,0480000
Contrl {1}		0,00045151	0,0001319	0,00013191	0,000132
S2_ {2}			0,0038081	0,02452624	0,118217
S3_ {3}				0,91112423	0,495798
S4_ {4}					0,933437
S5_ {5}					

Entre os SELANTES na fase Escovação para a Resina 1					
Tukey HSD test; variable R_ESCOVA (selante.sta)					
Probabilities for Post Hoc Tests					
MAIN EFFECT: SELANTE					
	Contrl {1}	S2_ {2}	S3_ {3}	S4_ {4}	S5_ {5}
	,0600000	,0740000	,0426667	,1253333	,0933333
Contrl {1}		0,64465857	0,4489091	0,00014818	0,026693
S2_ {2}			0,040432	0,00061363	0,344015
S3_ {3}				0,00013196	0,000691
S4_ {4}					0,035247
S5_ {5}					
Entre os SELANTES na fase Escovação para a Resina 2					
Tukey HSD test; variable R_ESCOVA (selante.sta)					
Probabilities for Post Hoc Tests					
MAIN EFFECT: SELANTE					
	Contrl {1}	S2_ {2}	S3_ {3}	S4_ {4}	S5_ {5}
	,1006667	,0673333	,0440000	,0980000	,0846667
Contrl {1}		0,04484349	0,0005124	0,99919885	0,597107
S2_ {2}			0,2456722	0,07331347	0,523774
S3_ {3}				0,00078958	0,010714
S4_ {4}					0,741086
S5_ {5}					

Comparação entre as 3 fases				S4			
RESINA 1				Tukey HSD test; variable Var.1 (selante.sta)			
Contrl				Probabilities for Post Hoc Tests			
MAIN EFFECT: FASE				MAIN EFFECT: FASE			
	{1}	{2}	{3}		{1}	{2}	{3}
	,1893333	,1893333	,0600000		,1580000	,0306667	,1253333
1 {1}			1 0,0002016	1 {1}		0,00020057	0,0084069
2 {2}			0,0002016	2 {2}			0,0002015
3 {3}				3 {3}			
S2				S5			
Tukey HSD test; variable Var.1 (selante.sta)				Tukey HSD test; variable Var.1 (selante.sta)			
Probabilities for Post Hoc Tests				Probabilities for Post Hoc Tests			
MAIN EFFECT: FASE				MAIN EFFECT: FASE			
	{1}	{2}	{3}		{1}	{2}	{3}
	,1446667	,0726667	,0740000		,1993333	,0253333	,0933333
1 {1}		0,00034857	0,0003716	1 {1}		0,00020057	0,0002114
2 {2}			0,9895012	2 {2}			0,0007504
3 {3}				3 {3}			
S3							
Tukey HSD test; variable Var.1 (selante.sta)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
MAIN EFFECT: FASE							
	{1}	{2}	{3}				
	,1626667	,0146667	,0426667				
1 {1}		0,00020057	0,000201				
2 {2}			0,0476884				
3 {3}							

RESINA 2				S4			
Contrl				Tukey HSD test; variable Var.1 (selante.sta)			
Probabilities for Post Hoc Tests				Probabilities for Post Hoc Tests			
MAIN EFFECT: FASE				MAIN EFFECT: FASE			
	{1}	{2}	{3}		{1}	{2}	{3}
	,1946667	,1946667	,1006667		,1760000	,0333333	,0980000
1 {1}			1 0,0113987	1 {1}		0,00022024	0,0024996
2 {2}			0,0113987	2 {2}			0,0073343
3 {3}				3 {3}			
S2				S5			
Tukey HSD test; variable Var.1 (selante.sta)				Tukey HSD test; variable Var.1 (selante.sta)			
Probabilities for Post Hoc Tests				Probabilities for Post Hoc Tests			
MAIN EFFECT: FASE				MAIN EFFECT: FASE			
	{1}	{2}	{3}		{1}	{2}	{3}
	,1566667	,0960000	,0673333		,1540000	,0480000	,0846667
1 {1}		0,01850247	0,0021729	1 {1}		0,00020158	0,0003127
2 {2}			0,2715667	2 {2}			0,0085551
3 {3}				3 {3}			
S3							
Tukey HSD test; variable Var.1 (selante.sta)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
MAIN EFFECT: FASE							
	{1}	{2}	{3}				
	,1820000	,0173333	,0440000				
1 {1}		0,00020194	0,0002131				
2 {2}			0,2061543				
3 {3}							