



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



FABRICIO RESKALLA AMARAL

**INFLUÊNCIA DOS PROCEDIMENTOS ABRASIVOS E EROSIVOS SOBRE
A MICRODUREZA, RUGOSIDADE SUPERFICIAL E ALTERAÇÃO
DE MASSA DE DIFERENTES COMPÓSITOS**

Araraquara

2015



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



FABRÍCIO RESKALLA AMARAL

**INFLUÊNCIA DOS PROCEDIMENTOS ABRASIVOS E EROSIVOS SOBRE
A MICRODUREZA, RUGOSIDADE SUPERFICIAL E ALTERAÇÃO
DE MASSA DE DIFERENTES COMPÓSITOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas – Área de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para a obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

Araraquara

2015

Amaral, Fabrício Reskalla

Influência dos procedimentos abrasivos e erosivos sobre a microdureza, rugosidade superficial e alteração de massa de diferentes compósitos / Fabrício Reskalla Amaral .-- Araraquara: [s.n.], 2015. 127 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

1. Resinas compostas 2. Abrasão dentária 3. Dureza I. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley C. Chiusoli Montagnoli, CRB-8/5646

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Araraquara / UNESP

FABRÍCIO RESKALLA AMARAL

**INFLUÊNCIA DOS PROCEDIMENTOS ABRASIVOS E EROSIVOS SOBRE
A MICRODUREZA, RUGOSIDADE SUPERFICIAL E ALTERAÇÃO
DE MASSA DE DIFERENTES COMPÓSITOS**

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

2ºExaminador: Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

3ºExaminador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

4ºExaminador: Prof. Dr. Leonardo César Costa

5ºExaminador: Profa. Dra. Patrícia Aleixo dos Santos Domingos

Araraquara, 25 de Março de 2015.

Dados curriculares

Fabício Reskalla Amaral

Nascimento **21/09/1980 - Ubá MG**

Filiação **José Carlos Marcos Amaral**
Helma Reskalla Amaral

2001-2004 **Curso de Graduação**
Faculdade de Odontologia de Valença-RJ

2008-2010 **Curso de Pós-Graduação Mestrado em Clínica**
Odontológica, Área de Concentração:
Dentística Restauradora, pela Faculdade de
Odontologia de Juiz de Fora – UFJF

2010-2012 **Especialização Dentística Restauradora, pela**
Faculdade de Odontologia de Juiz de Fora –
UFJF

2011-2015 **Curso de Pós-Graduação Doutorado em Ciências**
Odontológicas, Área de Concentração: Dentística
Restauradora, pela Faculdade de Odontologia de
Araraquara – UNESP

DEDICATÓRIA

DEDICO ESTE TRABALHO

A DEUS, Pai eterno, que em todo momento nos abençoa com sua infinita sabedoria e amor. Obrigado pelas bênçãos de saúde e paz, da família, dos amigos, e principalmente pela vida. Obrigado por estar sempre presente em meu caminho.

AOS MEUS AMADOS PAIS, JOSÉ CARLOS MARCOS AMARAL E HELMA RESKALLA AMARAL eternos exemplos de vida, dedicação e amor, não medindo esforços para que seus filhos possam estar sempre em busca da conquista de seus sonhos. Obrigado pelo apoio, amor e carinho que sempre tiveram comigo e por acreditarem em mim. Dedico todas minhas conquistas até hoje e futuras a vocês, amo muito vocês.

À MINHA AMADA ESPOSA RAPHAELA, minha companheira sempre presente em todos os momentos, apoiando-me com amor, carinho e compreensão, vibrando com cada vitória. Sua presença foi imprescindível para completar mais esta etapa, essa vitória é nossa, te amo para sempre.

AOS MEUS QUERIDOS IRMÃOS TAIANA E THIAGO que sempre me apoiaram, incentivaram e torceram por mim com todo seu amor, amo vocês. Sinto-me um privilegiado por tê-los ao meu lado, juntos vibramos em cada conquista de nossas vidas.

A TODOS OS MEUS FAMILIARES por todo apoio e confiança em mim depositada.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A meu orientador Prof. Dr. Edson Alves de Campos, pela amizade, por ser meu orientador em uma área de pesquisa diferente da sua. Agradeço o constante apoio e orientação profissional, ensinamentos estes que levarei comigo sempre, isto porque sedimentado não só pela sua forma especial de orientar e seu brilhantismo profissional, mas também pelo humanismo e a sua amizade, muito obrigado.

Ao Coordenador do programa de Pós-graduação em Odontologia, Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Júnior, pelos conhecimentos transmitidos. Um profissional de reputação inquestionável, cuja competência se destaca na coordenação do programa de pós graduação da respeitável Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP. A você, coordenador, meus mais sinceros agradecimentos.

À seção de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, pela honra de estudar nessa instituição de excelência e por possibilitar a realização deste sonho. Mara Cândida Muhoz do Amaral e José Alexandre García pela amizade, pelo profissionalismo e pela atenção sempre carinhosa, MUITO OBRIGADO

Aos queridos funcionários do DEPARTAMENTO DENTÍSTICA, Dona Cida, Priscila, Vanderlei, Marinho e Creuza, pelo carinho e ajuda indispensáveis e AOS COLEGAS DE PÓS GRADUAÇÃO, Mateus Tonetto e Marília Caldonazzo, pelo companheirismo e ajuda ao longo do curso. Com vocês a jornada fica mais alegre!

A todos os professores, cujas disciplinas tive a honra de participar na pós-graduação, em especial ao professor Marcelo Ferrarezi de Andrade e José Roberto Cury Saad, meu mais sincero MUITO OBRIGADO.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, representada pela Senhora Diretora Profa. Dra. Andreia Affonso Barretto Montandon e a vice-diretora Profa. Dra. Elaine Maria Sgavioli Massucato

Aos professores do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Dentística Restauradora, Osmir Batista de Oliveira Júnior, Marcelo Ferrarezi de Andrade, José Roberto Cury Saad, Edson Alves de Campos, Sízenando de Toledo Porto Neto, Alessandra Nara de Souza Rastelli e Andrea Abi Rached Dantas, pelo carinho, amizade e conhecimentos transmitidos

À Faculdade de Odontologia, da Universidade Federal Fluminense UFF, representada pelo Prof. Dr. Eduardo Moreira da Silva, do departamento de Dentística Restauradora e pelo funcionário Sr José Maria

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, representada pela Digníssima Diretora Profa. Dra. Maria das Graças Afonso Miranda Chaves, pelo Prof. Dr Renato Cilli e pelo funcionário Sr Silvério

Ao Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia Sudeste de Minas Gerais, Campus de Juiz de Fora, representada pelos professores LECINO CALDEIRA, ELISON DA FONSECA E SILVA, ELY WAGNER FERREIRA

Aos Profs. Drs. que compõem a banca examinadora, minha eterna GRATIDÃO.

Amaral FR. Influência dos procedimentos abrasivos e erosivos sobre a microdureza, rugosidade superficial e alteração de massa de diferentes compósitos [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2015.

RESUMO

O presente estudo in vitro foi realizado com o objetivo de avaliar qualitativamente e quantitativamente a microdureza, a rugosidade e alteração de massa de resinas compostas convencionais *Filtek Z350XT* (3M ESPE), *Esthet X-HD* (DENTSPLY), *Grandio* (VOCO) e resinas compostas *bulk-fill Surefill SDR* (DENTSPLY) e *X-Trafill* (VOCO), após polimento e desafio químico e mecânico. Foram confeccionados 20 corpos-de-prova (cp) para cada um dos materiais descritos anteriormente, com formato cilíndrico (10,0 mm de diâmetro X 4,0 mm de altura). Após fotopolimerizados, todos os corpos de prova foram armazenados em umidade relativa de 100% por 24h a 37°C para posterior realização do acabamento e polimento de superfície através de lixas d'água com granulação 600, 800, 1200, 2500 e 4000, disco de óxido de alumínio e feltro impregnado com alumina, na velocidade de 600rpm em politriz. Os espécimes foram divididos de forma aleatória, em 2 grupos distintos: grupo controle (GC) e grupo teste (GT). Os espécimes foram avaliados quanto a rugosidade, alteração de massa e dureza em dois momentos: grupo controle (GC) após o período de armazenamento e grupo teste (GT) após imersão em solução ácida (Coca Cola®) e teste de abrasão por escovação simulada. Para análise da microdureza Knoop, utilizou-se microdurômetro SHIMADZU HMV-G 21, com carga de 200g por 15s. Para avaliar a rugosidade superficial utilizou-se o rugosímetro de contato (Mitutoyo modelo surfest-301, com parâmetro de medição Ra e para avaliar alteração de massa utilizou-se uma balança eletrônica Shimadzu AY 220 com precisão de 0,0002g. O desafio erosivo foi realizado com a utilização de bebida da marca Coca Cola®, por um período de 30 dias, sendo a bebida trocada diariamente e seu pH aferido em todas as trocas. Já a degradação mecânica foi avaliada após escovação simulada utilizando dentífrico Colgate® Tripla Ação, sendo as amostras submetidas a 100.000 ciclos de escovação. Os resultados obtidos pelo teste ANOVA de duas vias e pelo teste Post Hoc Scheffé ($p < 0,05$) demonstraram que, em relação à rugosidade, a resina *Filtek*

Z350 apresentou a menor média (0,1607) e a resina SDR apresentou o maior média (0,4032). No que tange à dureza, a resina *X-tra fill* apresentou a maior média (93,83) e a resina *SDR*, a menor média (52,78). Por fim, a resina *X-tra fill* apresentou maior média de massa (0,7849) e a resina SDR a menor média de massa entre as resinas estudadas (0,4711). Conclusão: A degradação química e mecânica acabou por alterar os valores de dureza e rugosidade, promovendo alterações nos valores encontrados entre as resinas. A quantificação de alteração de massa mostrou que houve diferenciação somente pelo tipo de resina utilizada, sendo que a degradação química e mecânica não apresentou relação com os valores obtidos.

Palavras-chaves: Resinas compostas; Abrasão dentária; Dureza.

Amaral FR. Influence of abrasive and erosive procedures on the hardness, surface roughness and mass change of different composites [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2015.

ABSTRACT

This in vitro study was conducted to evaluate qualitatively and quantitatively the microhardness, roughness and mass change of conventional composites Filtek Z350XT (3M ESPE), Esthet-X HD (DENTSPLY), Grandio (VOCO) and composite resins bulk-fill Surefill SDR (DENTSPLY) and X-tra fill (VOCO), after polishing and chemical and mechanical degradation. Hundred cylindrical samples, twenty for each material (10,0 mm in diameter x 4.0 mm in thickness) were prepared. After light cured, all samples were stored at a relative humidity of 100% for 24 hours at 37°C for further steps towards the finish and surface polishing sandpaper d'water granulation 600, 800, 1200, 2500 and 4000, Sof Lex discs and felt impregnated with alumina at a speed of 600rpm in polishing. The specimens were randomly divided in 2 groups: control group (CG) and test group (TG). The specimens were evaluated for roughness, hardness and weight change in two phases: control group (CG) after the storage period and test group (TG) after immersion in acid solution (Coca Cola®) and abrasion test simulated toothbrushing. To analyze the Knoop hardness was used microdurometer Shimadzu HMV-G 21, operating at a load of 200 g for 15 seconds. To evaluation the surface roughness used the contact profilometer (Mitutoyo SurfTest-301 model, with Ra measurement parameter, and to evaluate mass alteration used an electronic scale Shimadzu AY 220 with precision 0,0002g. The erosive challenge was performed with the use of drink Coca Cola®, for a period of 30 days, the drink changed daily and its pH measured in all exchanges. Since the mechanical degradation was evaluated after simulated toothbrushing using toothpaste Colgate Triple Action, and samples submitted to 100,000 brushing cycles. the results obtained by two-way ANOVA and post hoc Scheffé test by ($p < 0.05$). Showed that, in relation to the roughness, Filtek Z350 resin had the lowest mean (0,1607) and the SDR resin had the highest average (0.4032). Regarding the hardness, X-tra fill resin had the highest average (93.83) and the SDR resin, the lowest average (52.78). Finally, the X-tra fill resin showed higher weight average (0.7849) and the lowest SDR resin mass mean of the studied composites (0.4711). Conclusion: The

chemical degradation and mechanical eventually change the values of hardness and roughness, promoting changes in values found among the resins. Quantification of mass change showed that there was differentiation only by the type of resin used, and the chemical degradation is not mechanics were related to the values obtained.

Keywords: Composite resins; Dental abrasion; Toughness.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1. Resina Composta Esthet-X HD (DENTSPLY)
- FIGURA 2. Resina Composta Grandio (VOCO)
- FIGURA 3. Resina Composta X-tra fil (VOCO)
- FIGURA 4. Resina composta Z350 XT (3M ESPE)
- FIGURA 5. Resina composta Surefill SDR (DENTSPLY)
- FIGURA 6. Aparelho fotopolimerizador Poly Wireless KAVO, com potência de 1100 mW/cm²
- FIGURA 7. Molde Cilíndrico Pré-Fabricado
- FIGURA 8. Resina Acrílica (Dencrilay) e bloco de resina acrílica com dimensões 10mm x 4 mm
- FIGURA 9. Silicone de adição Express STD (3M do Brasil, Campinas, SP, Brasil)
- FIGURA 10. Matriz Confeccionada
- FIGURA 11. Inserção das resinas compostas Esthet X-HD, Z350 XT, Grandio e X-Tra fill no interior da matriz
- FIGURA 12. Inserção da resina composta SDR Surefil no interior da matriz
- FIGURA 13. Corpos-de-prova confeccionados
- FIGURA 14. Corpos-de-prova após a polimerização, imersos em água destilada e armazenados em estufa por 24hs e 07 dias
- FIGURA 15. Balança de precisão SHIMADZU AY220.
- FIGURA 16. Rugosímetro Mitutoyo (Registrador e Amplificador)
- FIGURA 17. Unidade de Acionamento
- FIGURA 18. Apalpador Rugosímetro
- FIGURA 19. Microdurômetro Shimadizu HMV-G 21

- FIGURA 20. Corpo-de-prova do grupo controle e do grupo teste imerso em Água Destilada e Coca-Cola por 30 dias
- FIGURA 21. Máquina de escovação ODEME
- FIGURA 22. Escova Oral B, fixada na máquina de escovação
- FIGURA 23. Corpos de provas fixados na superfície metálica para o teste de escovação
- FIGURA 24. Dentifrício Colgate Tripla Ação
- FIGURA 25. Diluição do dentifrício na proporção 2:1
- FIGURA 26. Teste de escovação simulada
- FIGURA 27. Aparelho Metalizador Quarum (Q150R ES) e
- FIGURA 28. Microscópio Eletrônico de Varredura Tescan BRUKER
- FIGURA 29. Descrição das médias da rugosidade superficial de cada resina utilizada
- FIGURA 30. Gráficos das Médias da Rugosidade dos grupos de estudo
- FIGURA 31. Descrição das médias da variação de massa de cada resina utilizada
- FIGURA 32. Descrição das médias da variação de dureza de cada resina utilizada
- FIGURA 33. Gráficos das Médias de Dureza dos grupos de estudo
- FIGURA 34. Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta Esthet-XTM HD do grupo controle
- FIGURA 35. Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta Esthet-XTM HD do grupo teste
- FIGURA 36. Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta Grandio do grupo controle
- FIGURA 37. Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta SDR Surefil do grupo teste
- FIGURA 38. Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta

SDR Surefil do grupo controle

- FIGURA 39. Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta X-Tra fill do grupo controle
- FIGURA 40. Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta X-Tra fill do grupo teste
- FIGURA 41. Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta Z350 do grupo controle
- FIGURA 42. Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta Z350 do grupo teste
- FIGURA 43. Fotomicrografia da resina composta Esthet X-HD do grupo controle (MEV 2.000X original)
- FIGURA 44. Fotomicrografia da resina composta Esthet X-HD do grupo teste após solução ácida e escovação simulada com dentífrício (MEV 2.000X original)
- FIGURA 45. Fotomicrografia da resina composta Z350 do grupo controle (MEV 2.000X original)
- FIGURA 46. Fotomicrografia da resina composta Z350 do grupo teste, após solução ácida e escovação simulada com dentífrício (MEV 2.000X original)
- FIGURA 47. Fotomicrografia da resina composta Grandio do grupo controle (MEV 2.000X original)
- FIGURA 48. Fotomicrografia da resina composta Grandio do grupo teste, após solução ácida e escovação simulada com dentífrício (MEV 2.000X original)
- FIGURA 49. Fotomicrografia da resina composta SDR do grupo controle (MEV 2.000X original)
- FIGURA 50. Fotomicrografia da resina composta SDR do grupo teste, após solução ácida e escovação simulada com dentífrício (MEV 2.000X original)
- FIGURA 51. Fotomicrografia da resina composta X-tra fil do grupo controle (MEV 2.000X original)
- FIGURA 52. Fotomicrografia da resina composta Xtra fil do grupo teste, após solução ácida e escovação simulada com dentífrício (MEV 2.000X original)

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 – Resinas compostas utilizadas com respectivos nomes comerciais, tipos, fabricantes, cores e abreviaturas

Quadro 2 – Composição química das resinas compostas

Quadro 3 – Composição química, pH e Marca Comercial das bebidas utilizadas nos experimentos

Tabela 1- Estatística descritiva Variável dependente: Rugosidade

Tabela 2- Teste Post Hoc Scheffe Variável dependente: Rugosidade

Tabela 3- Estatística Descritiva Variável dependente: Peso

Tabela 4- Teste Post Hoc Scheffe Variável dependente: Peso

Tabela 5- Estatística Descritiva Variável dependente: Dureza

Tabela 6- Teste Post Hoc Scheffe Variável dependente: Dureza

Diagrama 1- Divisão dos grupos de estudo.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SF - Resina Composta SureFil® SDRTM

XT - Resina Composta X-tra fill®

GD - Resina Composta Grandio®

EX - Resina Composta Esthet- X HD

FZ - Resina Composta Filtek™ Z350 XT

GT - Grupo Teste

GC - Grupo Controle

MI - Massa Inicial

RI - Rugosidade Inicial

DI - Dureza Inicial

AD - Água Destilada

SA- Solução Ácida

ES - Escovação Simulada

MF - Massa Final

RF - Rugosidade Final

DF- Dureza Final

Rt - Rugosidade Total

CCD - Imagem Capturada por Câmera

µm – Micrometro

% - Porcento

Cp / cp – Corpos –de-prova

Ra – Rugosidade Superficial

MEV - Microscopia eletrônica de varredura

mm – Milímetros

Rpm – Rotação por Minuto

g – Gramas

mL –Mililitros

G – Grupos de Estudo

+ - Sinal por Adição

°C - Graus Centígrado

1:2- Proporção

= Igualdade

± Mais ou Menos

P - Valor de p

< - menor

n - Número de espécimes por grupo

nº- Número

EAA/ AAA - Envelhecimento Artificial Acelerado

mW/cm² - Miliwatts por centímetro quadrado

Hz- Hertz

MFA - Análises com microscópio de força atômica

KHN - Microdureza Knoop

N - Unidade de peso NEWTON

UDMA- Uretano Dimetacrilato

pH- Potencial Hidrogeniônico

gf- Grama/Força

De - Solução desmineralizadora

Re - Solução remineralizadora

Ca - Cálcio

P - Fósforo

S. mutans- *Streptococcus Mutans*

Cm- Centímetro

3D- Imagem tridimensional

S- Segundo

HEMA - Hidroxi-etil-metacrilato

Bis-GMA -Bisfenol A Glicidilmetacrilato

μm- Micrômetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	20
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	23
2.1 Resinas compostas.....	23
2.2 Mecanismos físicos-químicos das resinas compostas.....	26
2.3 Experimentos	33
3 PROPOSIÇÃO.....	71
4 MATERIAL E MÉTODO.....	72
4.1 Material.....	72
4.2 Confeção da matriz.....	76
4.3 Confeção dos corpos-de-prova.....	79
5 RESULTADO.....	97
5.1 Avaliação quantitativa da resistência ao desgaste químico e abrasivo por análise das alterações de rugosidade superficial.....	97
5.2 Avaliação quantitativa da resistência ao desgaste químico e abrasivo por análise das alterações de massa.....	100
5.3 Avaliação quantitativa da resistência ao desgaste químico e abrasivo por análise das alterações de dureza	102
5.4 Fotomicrografias de dureza	105
5.5 Variação morfológica.....	109
6 DISCUSSÃO.....	113
7 CONCLUSÃO.....	119
REFERÊNCIAS.....	120

1 INTRODUÇÃO

Desde a iniciativa de Bowen⁹ (1956), o uso de resinas compostas foi amplamente difundido na Odontologia, se apresentando como um material apropriado para o reparo de estruturas dentais lesadas ou cariadas, pela fácil aplicação a uma ampla variedade de procedimentos restauradores diretos e pela possibilidade de aderi-las quimicamente aos substratos dentais. A prática de adicionar partículas inorgânicas de tamanho micrométrico à matriz orgânica das resinas tornou-se constante, objetivando aperfeiçoar as propriedades mecânicas dos materiais restauradores, promovendo a formulação de novos produtos odontológico^{5,45,46}.

As resinas compostas quando presentes na cavidade bucal, estão invariavelmente sujeitas aos desafios mecânicos, térmicos e químicos, estes promovendo danos à superfície do material, em um processo denominado degradação^{23,36,53,76}. Muitas são as formas de desgaste às quais não somente as restaurações, mas também os órgãos dentais estão expostos na cavidade oral, dentre eles podemos citar o desgaste por atrição, o desgaste químico e o desgaste abrasivo⁷⁰.

Parte da redução das propriedades mecânicas dos materiais resinosos é atribuída ao processo de degradação química, este causado por desafios ácidos e enzimas salivares provenientes do meio bucal, que ocorre pela difusão das moléculas através da estrutura polimérica. A degradação química compromete a matriz orgânica da resina composta, induzindo o seu amolecimento, altera o grau de conversão e a densidade de ligações cruzadas, promove corrosão e um aumento da Ra, acumula pigmentações extrínsecas e consequentemente desencadeia uma diminuição na resistência do material restaurador^{22,69,70,86}.

Outra forma de desgaste que os materiais restauradores sofrem na cavidade oral é o desgaste abrasivo oriundo da escovação, sendo este intensificado por fatores como: pressão exercida pelo paciente durante a escovação, consistência das cerdas das escovas dentais, momento da escovação, abrasividade dos dentífrícios e fatores específicos relacionados ao material restaurador como a composição orgânica e inorgânica dos materiais, o conteúdo de carga, a força de adesão entre as partículas inorgânicas e a matriz orgânica, a ligação do silano, o

grau de conversão da matriz e a qualidade do acabamento e polimento, influenciando diretamente a resistência ao desgaste abrasivo do material restaurador^{30,35,74,82,85}.

Inúmeras pesquisas tem sido desenvolvidas nas últimas décadas com o intuito de se aprimorar as propriedades físicas, químicas e mecânicas das resinas compostas, buscando um material restaurador que possa reproduzir as características ópticas da estrutura dentária, promover um restabelecimento estético e funcional e apresentar uma alta resistência aos mecanismos de desgaste^{22,36,76}. Com o advento da nanotecnologia na Odontologia, surgiram as resinas compostas nanoparticuladas, proporcionando melhorias significativas nas propriedades físico-químicas, mecânicas e ópticas das resinas compostas, possibilitando sua indicação para restaurações em regiões de grandes estresses mastigatórios (região posterior)^{22,36,72}, e também para região com menos estresse mastigatório (região anterior) por apresentarem alta capacidade de polimento e retenção de polimento^{6,36,44,76,86,87}.

Seguindo os avanços tecnológicos dos materiais restauradores, surgiu recentemente uma nova classe de resinas compostas (*bulk-fill*), ou incremento único, apresentando uma menor tensão de polimerização devido a incorporação de monômeros diluentes com um maior peso molecular. Esta classe de resina pode ser inserida em incremento único de até 4,0 mm de profundidade apresentando uma polimerização eficiente por 10 segundos. Um exemplo de resina *bulk-fill* é a resinas de baixa viscosidade (*Surefil SDR*), apresentando em sua composição um modulador de propagação de cadeias lineares e ramificadas, reduzindo a velocidade da formação das ligações cruzadas, possibilitando a sua formação progressiva e não abrupta, aumentando as chances de haver escoamento viscoso entre as cadeias e propiciando uma redução da tensão gerada no processo. Esse processo não traz prejuízo às propriedades mecânicas do material e pode reduzir em até 60%, a tensão gerada pela polimerização de um compósito tradicional^{10,59,67}, sendo indicadas como material de base. Posteriormente surgiu uma resina que apresenta uma média viscosidade (*X-tra fill*), podendo ser utilizada tanto como material de forramento (base) ou como material para restauração final, sendo indicada para regiões de estresse mastigatório

Frente ao exposto e diante da grande variedade de novas composições de resinas compostas, torna-se relevante avaliar os impactos nas propriedades das resinas compostas *nanoparticuladas* e resinas compostas *bulk-fill*, quando expostas a imersão em bebidas ácida e escovação simulada através da avaliação de sua alteração de massa, rugosidade e dureza superficial

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Resinas compostas

Bowen⁸ (1963), após várias pesquisas, juntou a resina epóxica com a resina acrílica, obtendo o bisfenol A + glicidilmetacrilato (Bis-GMA), um reagente longo e multifuncional, que deu origem à parte orgânica da resina. Com a adição de partículas de quartzo silanizadas a este novo material resinoso obteve-se melhoria das suas propriedades físicas e mecânicas, criando-se, assim, a resina composta. A maioria dos compósitos comercializados possui sua composição baseada na clássica pesquisa de Bowen.

Leinfelder³³ (1985) relata que, nos primeiros dez anos de existência, a maioria das resinas compostas apresentava partículas de quartzo variando em tamanho de 20,0 a 35,0 μm . Subsequentemente, as resinas microparticuladas surgiram como resinas com alto grau de polimento. A variação no tamanho da partícula indiscutivelmente causou confusão nas classificações. Assim, as resinas convencionais apresentam tamanhos de partículas entre 15,0 e 35,0 μm ; as intermediárias, entre 1,0 e 5,0 μm e as microparticuladas, em geral, não ultrapassando o tamanho de 0,04 μm .

Segundo Mitra et al.⁴⁶ (2003), com o aumento da demanda por materiais restauradores diretos extremamente estéticos e com propriedades físicas e mecânicas melhoradas, a última inovação no ramo das partículas de carga é a introdução de resinas compostas nanoparticuladas, através de nanopartículas e nanoaglomerados com tamanho entre 0,1 e 100,0 ηm na matriz resinosa convencional. A nanotecnologia, então, está sendo inserida no desenvolvimento de resinas compostas com intuito de otimizar as propriedades mecânicas como módulo de elasticidade, resistência mecânica, contração de polimerização, além de contribuir nas propriedades ópticas do material devido ao alto grau de polimento que os nanocompósitos oferecem.

Para Rawls, Esquivel-Upshaw⁶⁰ (2005), as partículas de carga das resinas compostas, que constituem a fase inorgânica, são normalmente produzidas

por moagem ou fresagem do quartzo ou vidro para que se produzam partículas com tamanhos variando de 0,1 a 100,0 μm . Já as partículas de carga de sílica submicrométrica de tamanho coloidal (aproximadamente 0,04 μm), chamadas normalmente de micropartículas, são obtidas por um processo pirolítico ou de precipitação, na qual um composto de sílica é queimado em uma atmosfera de oxigênio e hidrogênio para formar cadeias de macromoléculas de sílica. Foram tais componentes, considerados agentes de carga, que proporcionaram, quando unidos, a otimização das propriedades da matriz resinosa como resistência à compressão, resistência à tração e à abrasão e módulo de elasticidade. O quartzo é quimicamente inerte, porém, por ser muito duro, ele é bastante abrasivo e de difícil moagem em partículas bem finas. A dureza também faz com que as resinas com quartzo sejam difíceis de serem polidas e potencialmente abrasivas. No entanto, a conhecida sílica amorfa tem a mesma composição e índice de refração que o quartzo, mas não é cristalina nem tão dura, o que reduz a abrasividade da estrutura superficial da resina composta. Além disso, a radiopacidade dessas partículas é alcançada por uma variedade de vidros e cerâmicas contendo metais pesados como bário, estrôncio e zircônio. O vidro mais comumente utilizado como carga é o de bário.

Segundo Menegazzo⁴⁴ (2007), diferentes combinações entre monômeros e diluentes são encontradas nas resinas compostas disponíveis comercialmente. Como exemplo, o etileno uretano dimetacrilato (UDMA) é um monômero com peso molecular próximo ao Bis-GMA, porém com baixa viscosidade e pode ser utilizado sem a necessidade de se adicionar um diluente. A cadeia alifática de alto peso molecular produz baixa contração de polimerização, além de ser altamente flexível devido à ausência de anéis aromáticos. Para fins de investigação e aplicações clínicas, as resinas compostas são tradicionalmente classificadas em função do tamanho das partículas de preenchimento como: macroparticuladas (com partículas que variam de 8,0-12,0 μm), de micropartículas (0,04-0,4 μm) e híbridas (associação de macro e micropartículas). No entanto, uma nova classificação passou a incluir as nanoparticuladas (20,0-750, ηm), microhíbridas (com partículas menores que 1,0 μm) e nanohíbridas (associação das microhíbridas com as nanopartículas).

De acordo com Campillo et al.¹¹ (2008), a resina composta *flow* com tecnologia SDR incorpora um modulador de propagação de cadeias lineares e

ramificadas, reduzindo a velocidade da formação das ligações cruzadas, possibilitando a formação progressiva e não abrupta, aumentando assim as chances de haver escoamento viscoso entre as cadeias. Isso pode propiciar uma redução da tensão gerada no processo independentemente do percentual de contração do material. Esse processo não traz prejuízo às propriedades mecânicas do material e pode reduzir em até 60% a tensão gerada pela polimerização de um compósito tradicional.

Segundo Drummond¹⁸ (2008), a nanotecnologia permitiu a manipulação de partículas inorgânicas com tamanho variando de 20 a 75 nm, surgindo a resina de nanopartícula, que diminui a contração de polimerização e promove uma rugosidade superficial bastante satisfatória. O termo correto é nanohíbrida, pois apenas 10% das partículas inorgânicas dos compósitos atuais são nanométricas. As partículas nanométricas formam aglomerados de aproximadamente 5,0 µm.

No entendimento de Garcia et al.²¹ (2008), a prática de adicionar partículas inorgânicas de tamanho micrométrico à matriz orgânica das resinas tornou-se constante para busca de aperfeiçoamento das propriedades mecânicas e, conseqüentemente, tem levado à fabricação de novos produtos pelo mercado odontológico nos últimos anos. As resinas compostas são utilizadas amplamente como primeiro material de escolha nas restaurações diretas, especialmente devido à necessidade estética pleiteada pelos pacientes.

Ainda sobre a resina composta *flow*, Reis et al.⁶¹ (2009) descrevem que é um compósito sem Bis-GMA, à base de silorano, com baixa contração de polimerização, aproximadamente 1%, contra os 2% geralmente mensurados, em média, em resinas à base de Bis-GMA. Porém, tal compósito a base de silorano apresenta como desvantagem o fato de ser baseado em monômeros diferentes dos metacrilatos, o que inviabiliza o seu uso em conjunto com compósitos, adesivos, pigmentos e selantes superficiais com base em Bis-GMA ou similar. Este compósito também visa a diminuição da tensão na interface adesiva. Para isso, ele apresenta um automodulador, o monômero uretano dimetacrilato. Tal monômero inserido nas cadeias poliméricas, torna-as mais lineares, e propicia, assim, certo alívio da tensão final gerada pela contração.

De acordo com Baratieri et al.⁵ (2010), as resinas compostas têm sua estrutura formada por vários componentes, sendo quatro os principais: matriz

orgânica, carga inorgânica, agente de união e sistema acelerador-iniciador, sendo as características e os percentuais de cada um deles variáveis de um material para outro. Na matriz orgânica, geralmente um Bis-GMA ou o UDMA, associado a outros monômeros de menor peso molecular, como o trietileno glicol dimetacrilato (TEGDMA), necessário para regular a viscosidade. A carga inorgânica é formada por partículas de vidro, quartzo e/ou sílica, presentes em diferentes tamanhos, formas e quantidades. Está diretamente ligada às propriedades finais do material. A principal classificação baseia-se no tamanho das partículas de carga. Em virtude de sua natureza quimicamente distinta, as partículas de carga não têm adesão direta à matriz orgânica. Por essa razão, durante o processo de fabricação dos compósitos, a superfície das partículas é recoberta por um agente de união, como o silano, uma molécula bifuncional, capaz de se unir à carga inorgânica como à matriz polimérica. O sistema acelerador-iniciador envolve os componentes responsáveis pela reação de polimerização química, a reação inicia-se com a mistura de suas pastas, uma contendo o acelerador (anima orgânico) e outra, o iniciador (peróxido orgânico). Nos materiais fotopolimerizáveis, o acelerador e o iniciador estão presentes na mesma pasta, porém a reação só se inicia quando o iniciador é estimulado por luz de um comprimento de onda específico. O fotoiniciador mais comumente utilizado é a canforoquinona, que tem seu pico de absorção na faixa de luz com comprimento de onda de 470 nm.

2.2 Mecanismos físico-químicos das resinas compostas

Conforme descrito por Heath, Wilson²⁶ (1976), dentre os mecanismos de desgaste aos quais os órgãos dentais e materiais restauradores estão expostos na cavidade bucal, como o desgaste por contato oclusal, a abrasão durante a trituração do bolo alimentar, o desgaste químico, e a abrasão por escovação. Asseveraram os estudiosos que, embora os testes de resistência à abrasão por escovação não englobem todas as situações de desgastes intrabuciais, são de grande valia e permitem a obtenção de resultados comparáveis e fidedignos sobre a resistência à abrasão dos materiais restauradores.

Segundo Leitão, Hegdahl³⁶ (1981), a rugosidade é uma propriedade importante para os fenômenos superficiais, podendo aumentar a área superficial, afetar a fricção, e proporcionar retenção mecânica a materiais, como placa bacteriana. Na literatura ela encontra-se relacionada a fenômenos como acúmulo de placa nos dentes e nos materiais restauradores, eficácia de procedimentos de acabamento e polimento. Muitos métodos são empregados para caracterizar a superfície de acordo com a sua rugosidade, porém o mais aceito é o que determina o perfil ao longo de uma linha na superfície do material usando um traçado mecânico e expressando a rugosidade pelas ondulações no perfil. De modo geral uma superfície é considerada rugosa se ela for caracterizada por protruções e recessões em largas amplitudes e pequenos comprimentos de onda. Se o comprimento de onda for longo, a superfície é tida como lisa, mesmo com aspecto ondulado. O rugosímetro também conhecido como instrumento apalpador elétrico, determina o perfil de uma superfície, expressando numericamente a rugosidade em função das irregularidades presentes no material. Ao optar pelo emprego de um filtro elétrico, podem-se determinar limites para a filtragem, selecionando no aparelho um valor de *cut off*, também chamado de ponto de corte ou comprimento de onda limite, que especifica numericamente qual amplitude das frequências que devem ser desconsideradas. O Rugosímetro permite leituras de diferentes parâmetros de rugosidade, sendo que a Ra é o parâmetro empregado pela grande maioria dos autores que estudam rugosidade superficial dos materiais dentários. Este parâmetro é determinado pela soma dos valores absolutos das ordenações em relação à linha média, dividida pelo número de ordenações, em determinado comprimento de amostragem, determinando a média aritmética dos valores absolutos das ordenações do perfil efetivo.

De acordo com Kanter et al.³⁰ (1982), os resultados dos efeitos abrasivos nas superfícies das restaurações adesivas diretas podem comprometer a longevidade das mesmas devido à perda de forma anatômica das restaurações decorrentes de desgaste, à diminuição do brilho superficial e ao acúmulo de placa bacteriana, pigmentos e detritos alimentares nas lacunas decorrentes do desgaste da matriz orgânica e do deslocamento das partículas de carga dos compósitos.

Leinfelder³³ (1985) relata que o grau de desgaste é fortemente influenciado pelo tamanho, bem como pela dureza da partícula. Partículas grandes,

duras transmitem quantidade considerável do esforço mastigatório através destas dentro da matriz resinosa. Isso leva à microfraturas da matriz. Então, o nível de desgaste pode ser reduzido substancialmente através da diminuição das partículas de carga introduzidas à matriz orgânica por aumentar o número de partículas por volume e, conseqüentemente, reduz consideravelmente a concentração de estresse ao redor de cada partícula.

Segundo Leinfelder³⁴ (1987), o desgaste das resinas compostas posteriores depende das partículas de carga da matriz resinosa que é processada em duas fases: na primeira, uma abrasão seletiva da matriz macia de resina causa a exposição ou projeção das partículas duras de carga, e; após o estresse mecânico, essas partículas são facilmente destacadas. Durante o processo de mastigação, a energia gerada é transmitida diretamente do bolo alimentar para a superfície do compósito. Nas áreas que as partículas estão próximas ou projetadas na superfície, a energia é conduzida pelas partículas até a matriz circundante. Quando as partículas estão anguladas, ocorre concentração de tensões, ocasionando microrrachaduras na matriz, enfraquecendo-a e permitindo o deslocamento definitivo das partículas de carga, aumentando o desgaste da restauração. Dessa forma, o desgaste do compósito pode ser atenuado, diminuindo-se a dureza e o tamanho das partículas. Deste modo, as tensões mastigatórias são parcialmente absorvidas, não sendo conduzidas diametralmente para a matriz, resultando em material mais resistente ao desgaste.

Para Kawaguchi et al.³¹ (1989), um material restaurador para se tornar resistente ao desgaste abrasivo provenientes da cavidade bucal, necessita-se apresentar em sua constituição uma matriz orgânica de qualidade, conferindo uma união satisfatória com as partículas de carga na interface matriz/partículas, pois a matriz orgânica se apresenta mais macia que as partículas de cargas inorgânicas, e ao ser expostas ao desgaste abrasivo se deterioram com maior facilidade levando a exposição das partículas de carga que se deslocam facilmente da superfície aumentando assim o desgaste do material.

Leinfelder³⁵ (1993) observou que o pequeno grau de desgaste observado nas resinas compostas deve-se às deformações ocorridas nos materiais, que podem passar do tamanho de carga de 100,0 µm para 5,0 µm, resultando em cerca de 50% do desgaste. Em seu estudo, a mudança da carga de quartzo para vidros moles tais

como o bário, estrôncio e o silicato de alumínio de lítio, fez com que o impacto da mastigação fosse mais bem assimilado, o que não ocorreu quando a carga era de quartzo. Salientou que outra mudança importante foi o arredondamento das partículas, diminuindo a concentração de estresse entre o material de carga e a matriz orgânica. Essas alterações induziram a uma intensa diminuição no desgaste, reduzindo de 150,0 µm para cerca de 8,0 µm ao ano. Os motivos para esse progresso constituem nas ligações mais fortes entre a matriz orgânica e as partículas de carga e a otimização do tamanho das partículas.

De acordo com Nagem Filho et al.⁵¹ (1993), o desgaste da estrutura superficial das resinas compostas não corresponde apenas ao conceito de abrasão de uma superfície. Sistemas que apresentam resistência ao desgaste aceitável, nos primeiros meses de função, diminuem esta capacidade com o passar do tempo. O processo de degradação é diferente de um sistema para o outro, mas para todos os sistemas, o agente de degradação é a água, e o agente potencializador é o estresse cíclico. Assim as resinas compostas estão susceptíveis ao desgaste, que é influenciado pela presença de água, forças oclusais e pela natureza química de cada tipo de sistema.

No entendimento de Bayne, Taylor⁶ (1995), uma importante razão para diminuir o tamanho das partículas de carga foi a dificuldade encontrada em polir as resinas convencionais ou macroparticuladas. A combinação de partículas de tamanho nano melhora a Ra em relação aos compósitos de micropartículas ou microhíbridos. Para se obter uma restauração com aspecto semelhante à de um dente hígido, como é exigido pela elevada demanda estética, é de extrema importância realizar o tratamento de superfície para o esmalte alcançar a textura adequada e apresentar um brilho natural que permita a reflexão de luz. Os materiais de acabamento e polimento existentes no mercado ainda dispõem de partículas de padrão micrométrico, pois não evoluíram desde o início da década de oitenta, o que torna a rugosidade satisfatória apenas para materiais de carga micrométrica. Também é fundamental lembrar que os dentes apresentam alterações morfológicas com o passar do tempo (senilidade). Essas alterações ocorrem devido a condições variáveis e não variáveis de indivíduo para indivíduo.

Segundo Turssi et al.⁸¹ (2001), a resistência ao desgaste abrasivo por escovação dos materiais restauradores é influenciada por fatores gerais como, por

exemplo, a pressão exercida pelo paciente durante a escovação, a consistência das cerdas das escovas dentais, o momento da escovação e a abrasividade dos dentífricos, e também por fatores específicos, relacionados às características individuais de cada material restaurador. Considerando as resinas compostas, a composição orgânica e inorgânica desses materiais, o conteúdo de carga, a força de adesão entre as partículas inorgânicas e a matriz orgânica, a ligação do silano, o grau de conversão da matriz e a qualidade do acabamento e polimento são alguns dos fatores que influenciam a resistência ao desgaste abrasivo desses materiais.

A ideia principal da nanotecnologia segundo Mitra et al.⁴⁶ (2003), não é somente criar e utilizar materiais a nível molecular com tamanhos entre 0,1 e 100 nm, é também aproveitar as propriedades inerentes a estes, favorecendo a estética, através da cor e translucidez, controlando o índice de refração da carga utilizada. Portanto, os fabricantes têm como meta desenvolver resinas compostas que possam ser utilizadas tanto em dentes posteriores como anteriores, obtendo um alto polimento inicial e com grande capacidade de mantê-lo, característico das microparticuladas, e que tenham propriedades mecânicas excelentes, tornando-as capazes de suportar alto estresse interoclusal, como as resinas compostas híbridas.

Segundo Van Noort⁸³ (2004), a natureza e tamanho das partículas são responsáveis pela rugosidade superficial. As resinas de partículas convencionais apresentam uma superfície rugosa, favorecendo o acúmulo de placa bacteriana, enquanto as resinas de micropartículas apresentam menor rugosidade superficial e maior facilidade de polimento. As resinas de partículas híbridas apresentam acabamento superficial próximo ao das resinas de micropartículas. O desgaste é provocado por fatores físicos, como atrito com o bolo alimentar e escova de dentes, assim como pela ação de produtos químicos e ácidos bacterianos, que promovem o amolecimento da matriz resinosa tornando-a mais susceptível ao desgaste. A taxa de desgaste da área de contato oclusal, in vivo, para os compósitos deve ser comparável à taxa de desgaste por atrito do esmalte.

No entendimento de Pereira⁵⁷ (2004), o sucesso de um material restaurador dentário depende de suas propriedades físicas, mecânicas, químicas e térmicas para suportar o ambiente úmido, com temperatura média de 37°C da cavidade bucal e os estímulos mecânicos (compressão, corte, dilaceração), físicos (calor, eletricidade, frio), bacterianos (toxinas bacterianas e produtos de seu

metabolismo) e químicos (qualquer substância com potencial quimiotático, imunológico ou metabólico) provenientes da alimentação e mastigação, que provocam diversos tipos de degradação como absorção de contaminantes, alteração de cor, desgaste, infiltração marginal e fraturas do material restaurador.

Conforme Rawls, Esquivel-Upshaw⁶⁰ (2005), as resinas tradicionais ou macroparticuladas foram desenvolvidas na década de setenta e não são mais utilizadas com frequência, principalmente pela rugosidade superficial inadequada. Em comparação com a resina acrílica apresentam melhor resistência à compressão, à tração, maior módulo de elasticidade e dureza, menor absorção de água e menor contração de polimerização. As resinas microparticuladas apresentam uma rugosidade superficial adequada, mas alta contração de polimerização devido a menor quantidade de carga. Devido à grande área superficial das partículas é difícil adicionar maior quantidade de carga, assim, é comum obterem novas partículas por meio da moagem de resina pré-polimerizada. Apresentam propriedades físicas e mecânicas, como módulo de elasticidade, dureza e absorção de água, inferiores à resina tradicional. Para obter as vantagens das resinas tradicionais e de micropartículas, foi desenvolvida a resina híbrida, com mistura das partículas. As propriedades físicas e mecânicas das resinas híbridas variam entre as propriedades das resinas de micropartículas e das tradicionais. São amplamente utilizadas, tanto para dentes anteriores como posteriores. A polimerização dos metacrilatos é uma reação de adição, iniciada por radicais livres gerados por ativação química ou por energia externa (calor, luz, microndas). A propagação da polimerização diminui a mobilidade das moléculas, resultando em uma polimerização incompleta, com grupos livres e monômeros não reagidos. A medida percentual das ligações duplas de carbono convertidas em ligações simples, na formação do polímero, é chamada de grau de conversão. As resinas compostas, utilizadas em restaurações diretas, utilizam apenas ativação química, por luz ou combinação das duas.

Segundo Menegazzo⁴⁴ (2007), desde a introdução das resinas compostas fotoativadas, a qualidade da polimerização e suas consequências, tornaram-se uma das grandes preocupações dos pesquisadores, considerando que a adequada polimerização destes compósitos é um fator fundamental para a obtenção de boas propriedades físicas e melhor desempenho clínico das restaurações. Em geral, os compósitos dentais fotoativados alcançam um grau de conversão variando de 43 a

75%, basicamente dependendo da composição do compósito, da intensidade de irradiação e o tempo de exposição. Mais especificamente, são fatores que interferem no grau de conversão: a matriz resinosa, concentração de diluentes, concentração de fotoiniciador e amina, tonalidade e translucidez do material, formato e quantidade das partículas inorgânicas, índices refrativos da matriz e das partículas inorgânicas. E ainda relacionados à fotoativação, pode-se citar o comprimento de onda e a intensidade da fonte de luz, o tempo de irradiação e a distância entre a fonte de luz e a superfície da resina.

De acordo com Baratieri et al.⁵ (2010), a quantidade de carga de uma resina composta é fator determinante de suas propriedades físico-químicas. Sendo assim, quanto maior o percentual de carga inorgânica, maior a resistência, maior módulo de elasticidade e menor contração de polimerização. As primeiras resinas compostas desenvolvidas com um conteúdo inorgânico de macropartículas, apresentavam partículas de quartzo inorgânico ou vidro de estrôncio ou bário consideravelmente grande, de 12 até 50 µm. Devido ao tamanho das partículas apresentavam vários inconvenientes como a dificuldade de obter um bom polimento, além de haver desgaste preferencial da matriz resinosa, expondo as partículas maiores e formando pequenas crateras. Clinicamente apresentavam reduzido brilho, aspecto opaco e irregular, altamente propensa a alteração de cor e desgaste.

Para Rezende⁶² (2012), os compósitos dentais utilizados em restaurações estéticas são formados principalmente por uma matriz polimérica e partículas inorgânicas. Necessitam apresentar propriedades mecânicas e físicas como dureza, resistência ao desgaste e estabilidade de cor, adequadas para suportar as condições adversas do ambiente oral, que favorecem diversos tipos de degradação, como alteração de cor, desgaste e fraturas, que podem ocorrer durante a vida útil do compósito. Os compósitos são constantemente submetidos a testes e modificações no seu processamento buscando melhor desempenho.

Conforme descrito por Tapia et al.⁷⁸ (2012), após a etapa restauradora, é necessário o acabamento da restauração, que visa à redução do contorno grosseiro e à obtenção da forma anatômica desejada, para subsequente realização do polimento. O polimento visa a reduzir a rugosidade das ranhuras deixadas pelos instrumentos grosseiros de acabamento, resultando em uma superfície lisa e brilhante. A execução de um correto acabamento e polimento torna-se um fator

determinante, pois o mesmo reduz o acúmulo de biofilme, melhora a tolerância dos tecidos periodontais e aumenta a resistência dos compósitos à impregnação de corantes e ao desgaste. Esses procedimentos tornam a lisura superficial da restauração semelhante à do esmalte dental, mimetizando a restauração com os demais dentes e devolvendo a harmonia estética.

2.3 Experimentos

Um dos primeiros estudos sobre a ação abrasiva dos dentífrícios, nas restaurações e estruturas dentárias, foi realizado por Miller⁴⁵ (1907), tornando-se assim o marco da Odontologia quanto à investigação e preocupação em relação ao desgaste dentário. Em suas observações clínicas e laboratoriais, destacou o desgaste por abrasão nos elementos dentários submetidos à escovação, com variação de escovas dentárias e substâncias abrasivas aplicadas. De acordo com suas observações concluiu que os ácidos na concentração presente na boca, não são capazes de produzir desgaste, sendo o processo mecânico de escovação dos dentes o maior responsável pela abrasão dos tecidos duros. Este trabalho iniciou uma série de levantamentos e estudos referentes ao desgaste por escovação, considerando diferentes metodologias e substratos a serem pesquisados.

Devido ao estabelecimento empírico da relação de dois mecanismos de desgaste (2 e 3 corpos) com abrasão da cavidade bucal, McCabe, Smith⁴² (1981) propuseram um novo método para medir o desgaste, in vitro, de materiais restauradores que incorporassem abrasão e fadiga, consistindo em vibrar corpos de prova (cp) cilíndricos dentro de um recipiente contendo papel abrasivo de carbide e sílica. Os cp foram armazenados em água por um período de uma semana antes do teste. Cada recipiente sofria vibração por 20 minutos e, depois, os cp eram pesados e os abrasivos trocados. Os testes foram repetidos três vezes, totalizando um período de 320 minutos. O grau de desgaste foi medido pela perda em peso e, em seguida foi calculada a perda em volume. Os resultados encontrados foram semelhantes aos de pesquisas clínicas, pois possivelmente o desgaste clínico do

material ocorre pela combinação de desgaste por abrasão e fadiga, sendo que o método foi válido para prever o valor de desgaste de materiais.

Com o objetivo de avaliar a rugosidade superficial de algumas resinas compostas posteriores após a aplicação de diferentes técnicas de polimento e também a mudança na estrutura superficial depois da escovação, Ruyter, Oysaed⁶⁶ (1987) testaram dez resinas sendo oito de posteriores (Estilux[®], Ful-Fil[®], Heliomolar[®], Isomolar[®], Occlusin[®], P-10[®], P-30[®] e Profile[®]) e duas de anteriores (Concise[®] convencional e Concise[®] híbrida). Foram confeccionados 16 cp cilíndricos de 4,0 mm de diâmetro x 2,0 mm de espessura para cada tipo de resina, utilizando molde de acrílico. Depois de dois dias em todos os cp aplicados, se utilizou lixas d água 1.200 e 4.000. Os materiais foram polidos de duas maneiras: oito cp de cada material com discos de Sof-LexTM e oito cp foram polidos com pasta de diamante de 7,0 µm e 2,5 µm usando escova de polimento seguidos de 1,0 µm e então, de 0,1 µm com taça de borracha 8.000 rpm com baixa rotação. Os cp foram limpos com água, depois com ultrassom e água destilada. Para cada material, cinco cp de cada tipo de polimento foram levadas à uma máquina de escovação com 149 g de pasta Colgate[®] com 150 mL de água destilada, escova Butler gum, sob uma pressão de 427g por 2 horas, alcançando 8000 escovações duplas, o equivalente a escovar os dentes 22 vezes/dia durante um ano. Os gráficos da Ra foram obtidos com rugosímetro e as amostras polidas com Sof-LexTM foram medidas após aplicação de cada disco; as polidas com pasta foram medidas após cada pasta, e as amostras preparadas com os vários métodos foram medidas após a escovação. Cada cp foi medido cinco vezes em vários sentidos. As características da superfície das resinas compostas posteriores depois do desgaste por dentifrício, em grande parte dependem do conteúdo e tamanho das cargas intermediárias. Quanto mais volumosa, mais dura e mais numerosa estas partículas forem, maior é a dificuldade de deixar uma superfície lisa, como as deixadas pelas resinas compostas para dentes anteriores. A escovação depois do polimento com o disco de Sof-LexTM aumentou a Ra de todos os materiais em vários graus.

Para comparar a resistência à abrasão por escovação simulada, Kawai et al.³² (1998) utilizaram sete resinas compostas experimentais com diferenciadas composições das suas matrizes orgânicas. Para a preparação dos materiais foram utilizados os monômeros Bis-GMA, TEGDMA, e trimetilol propano trimetilmetacrilato

(TMPT). Em seguida, foram confeccionados cp que, após duas semanas de armazenamento, foram devidamente pesados em balança de precisão para a apuração dos valores de massa inicial. Todas as amostras foram submetidas ao teste de abrasão por escovação simulada, com escovas macias, sob 400 g de carga e por 100.000 ciclos. Por fim, os cp foram precisamente pesados, isto com a finalidade de aferir os valores finais de massa. A perda de massa foi obtida a partir da diferença entre os valores de massa inicial e da massa final para cada cp. A KHN também foi avaliada, sempre nos momentos pré e pós-escovação simulada, sendo a análise estatística dos dados obtida em nível de significância de 5%. A apuração da estatística foi realizada por meio de testes ANOVA, *Scheffé* e análise de regressão linear. Os resultados indicaram que os compósitos preparados com os monômeros TEGDMA/TMPT demonstraram os mais altos índices de resistência ao desgaste e aqueles baseados em Bis-GMA e UEDMA demonstraram um aumento da resistência ao desgaste de acordo com o aumento no monômero TEGDMA em suas composições. A análise de regressão linear apontou relação inversa entre a dureza e a quantidade de desgaste das resinas compostas.

Para investigar o padrão de Ra de materiais restauradores submetidos à escovação simulada precedida por ciclagem de pH, Turssi et al.⁸¹ (2001) utilizaram uma resina composta microparticulada Renamel[®], uma híbrida Charisma[®], dois compósitos modificados por poliácidos Compoglass-F[®] e Dyract AP[®] e um cimento de ionômero de vidro modificado por resina Fuji II LC[®] (GC). Foram confeccionados vinte cp cilíndricos de cada material e, após o acabamento e polimento, a Ra foi aferida com uma ponta de 2,0 µm de raio do rugosímetro Surfcometer SE1700[®] e com cut-off de 0,08 mm. Os cp foram submetidos, inicialmente, a ciclagem de pH e, posteriormente, a 10.000 ciclos de escovação, em uma máquina de abrasão por escovação automática, com movimentos paralelos à superfície, utilizando escovas de cerdas macias e solução de dentífrico e água destilada e deionizada, na proporção de 1:3. Novas leituras da Ra de ambos os parâmetros foram realizadas. Os mesmos protocolos de ciclagem de pH, escovação simulada e medições da Ra foram repetidos dez vezes. Os dados foram analisados usando os testes estatísticos de ANOVA e *Tukey*, ambos com níveis de significância de 5%. Os resultados demonstraram que a ciclagem de pH seguida por 10.000 ciclos de escovação promoveu um aumento acentuado da Ra dos materiais restauradores, com exceção

do compósito Renamel[®]. Durante todos os períodos subsequentes de escovação simulada, Renamel[®], Charisma[®], Compoglass-F[®] e Dyract AP[®] demonstraram textura constante, enquanto Fuji II LC[®] exibiu um progressivo aumento na Ra. Concluíram que a ciclagem de pH e a escovação simulada promoveram, inicialmente, um aumento acentuado na Ra dos materiais com exceção da resina microparticulada, entretanto, a estabilização ou o aumento progressivo da Ra foi dependente do material restaurador.

Por meio de um teste, in vitro, de escovação simulada, Wang⁸⁴ (2001) avaliou o desgaste por abrasão de cinco diferentes marcas comerciais de resinas compostas “condensáveis” Solitaire[®], SureFil[®] SDR[™], Alert[™], Prodigy Condensable[®] e Filtek[™] P60 em comparação a uma resina composta microparticulada Silux Plus[®] e resina composta microhíbrida Filtek[™] Z100, por análise da alteração de massa e da textura superficial. Também foi feita a correlação direta entre os dois métodos de avaliação. Foram confeccionados 12 cp (5,0 mm diâmetro x 3,0 mm de espessura) de cada material e todos submetidos a acabamento e a polimento. Foram realizados 100.000 ciclos de escovação em uma máquina de escovação simulada, utilizando escovas dentais de cerdas macias infantil (Colgate Classic[®]) sob 200 g de carga, frequência de 374 ciclos/minuto e uma solução de dentífrico (Colgate MFP[®]) e água deionizada na proporção 1:2. A cada 50.000 ciclos, as escovas foram trocadas e, constantemente, a solução era reposta. A alteração de massa foi verificada pela diferença entre as médias de massa inicial (antes da escovação) e final (depois da escovação) em balança analítica Sartorius[®]. A análise da Ra foi determinada pela diferença entre as médias de cinco leituras iniciais e finais, com rugosímetro (Hommel Tester T1000[®]) e por meio de MEV. Os resultados obtidos foram submetidos à análise ANOVA e *Tukey*, apresentando diferenças significantes para a perda de massa e alteração de Ra. As resinas SureFil[®] SDR[™] e Alert[™] apresentaram menor alteração de massa (0,38% e 0,52%), enquanto Solitaire[®], Prodigy Condensable[®] e Silux Plus[®] as maiores (1,51%, 1,55% e 1,70%). Filtek[™] Z100 e Filtek[™] P60 apresentaram alteração de massa intermediária às outras resinas. Diferentemente dos outros grupos Prodigy Condensable[®] e Z100 apresentaram, após a escovação, superfícies mais lisas ($-0,012 \pm 0,058 \mu\text{m}$, $-0,047 \pm 0,103 \mu\text{m}$ e $-0,065 \pm 0,142 \mu\text{m}$, respectivamente), enquanto a Ra aumentou nos demais grupos (Alert[™] = $0,073 \pm 0,327 \mu\text{m}$, Filtek[™] P60 = $0,095 \pm 0,090 \mu\text{m}$,

Solitaire® = $0,158 \pm 0,116 \mu\text{m}$ e SureFil®SDR™ = $0,470 \pm 0,336 \mu\text{m}$). SureFil®SDR™ apresentou a menor perda de massa e a maior variação de Ra comparada às demais resinas testadas. Quando submetido ao teste de correlação de *Pearson*, não foi verificada a existência de correlação entre a massa e a Ra ($p < 0,05$). As análises realizadas em MEV apresentaram-se coerentes com os resultados quantitativos obtidos. De maneira geral, as resinas compostas “condensáveis” apresentaram comportamento semelhante entre si e em relação à resina microhíbrida Filtek™ Z100.

Antoniuzzi, Nagem Filho² (2003) verificaram a resistência ao desgaste de três resinas compostas submetidas a diferentes modos de fotopolimerização e à escovação simulada. Foram utilizados os compósitos Definite® (Degussa), Suprafill® (SS White) e SureFil®SDR™ para a confecção de 48 cp (7,0 mm de diâmetro x 3,0 mm de espessura), divididos aleatoriamente em dois grupos ($n = 16$) e fotopolimerizados com intensidade de luz de 450 mW/cm^2 das seguintes formas: 1) integral com 40 segundos e com a ponta do fotopolimerizador encostada na amostra ($n = 8$), e; 2) gradual, sendo 10 segundos com a ponta do fotopolimerizador encostada na amostra, seguida de 30 segundos a 2,0 mm de distância ($n = 8$). Após a confecção as rebarbas foram retiradas usando uma lixa d'água nº. 500 e os cp foram mantidos em soro fisiológico em estufa a temperatura de $36^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ por seis dias, para a completa hidratação e expansão linear. Após a hidratação, os cp foram pesados em balança digital com precisão de 0,001 g e os valores expressos em gramas. Os valores foram registrados em três pesagens e suas médias aritméticas, que determinaram a massa inicial de cada compósito. Os cp foram submetidos a 100.000 ciclos de escovação a uma velocidade de 374 ciclos/minuto. Foram usadas escovas de cerdas macia/suave (Colgate Plus Twister®) e uma solução de creme dental (Colgate Máxima Proteção Anticáries®) e água destilada na proporção de 1:2, sobre as escovas tinha uma carga de 200 g. Após o término da escovação os cp foram imediatamente lavados em água corrente, para a remoção total do creme dental e armazenados novamente nas mesmas condições e pesados na mesma balança registrando, então, a massa final. A pesagem final das amostras foi registrada e a diferença entre os valores iniciais e finais, multiplicada por cem, representando a porcentagem de desgaste. Os dados foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA a um critério e *Tukey*, com níveis de significância de 5%. Os

valores médios do desgaste da superfície das resinas compostas com polimerização gradual e integral foram, respectivamente: Definite® = $1,735 \pm 0,6533$ e $2,018 \pm 0,4754$; Suprafill® = $1,156 \pm 0,2825$ e $1,266 \pm 0,3629$, e; SureFil®SDR™ = $0,682 \pm 0,0461$ e $1,079 \pm 0,4892$. Não foi identificada diferença estatisticamente significativa no desgaste nos compósitos considerando os dois modos de polimerização. Considerando os materiais, nos dois modos de polimerização as resinas compostas Suprafill® e SureFil®SDR™ não demonstraram diferenças estatisticamente significantes entre si. Entretanto, o compósito Definite® diferiu estatisticamente de SureFil®SDR™ no modo gradual e das duas resinas no modo integral, demonstrando menor resistência ao desgaste. Concluíram que a escovação simulada resultou em desgaste dos três materiais; que os modos de fotopolimerização não interferiram na propriedade de resistência ao desgaste dos materiais, e; os desgastes dos materiais foram relacionados aos diferentes tipos de composições, pois cada material possui um monômero diferente.

A perda de massa e as alterações de Ra de resinas fluídas após teste de escovação simulada foram mensuradas por Garcia et al.²⁰ (2004). As resinas compostas testadas foram: Aeliteflo® (Bisco), Flow-It® (Jeneric Pentron), Flow-It LF® (Jeneric Pentron), Natural Flow® (DFL) e Wave® (SDI) e os compósitos híbrido Filtek™ Z100 (3M ESPE) e microparticulado Silux Plus™ (3M ESPE) serviram como controle. Foram obtidos 12 espécimes de cada material. A massa inicial foi obtida em balança analítica digital e a Ra aferida pelo rugosímetro Hommel Teste T1000® (Hommelwerke). Foram realizados 100.000 ciclos de escovação simulada por espécime. Ao final do teste de escovação, os valores de peso e rugosidade foram novamente aferidos e, juntamente com os valores iniciais, submetidos à análise estatística. Houve diferença estatisticamente significativa de perda de massa dos materiais individualmente, exceto para o compósito Flow-It LF®. Todavia, não foi observada diferenças estatisticamente significativa na comparação de perda de massa entre os materiais testados. Considerando a Ra, todos os materiais apresentaram-se mais rugosos após o teste de escovação, sendo que a resina fluída Wave® foi a que apresentou, a maior Ra. Não houve correlação entre as avaliações de perda de massa e a rugosidade superficial dos compósitos. Concluíram que as resinas compostas fluidas demonstraram inferioridade em relação aos compósitos

híbrido e microparticulado nas avaliações de perda de massa e Ra, devendo-se esperar maior desgaste e rugosidade desses materiais após a ação de escovação.

Visando avaliar a rugosidade superficial de uma resina composta exposta a diferentes meios de imersão, Jaeger et al.²⁹ (2005) utilizaram o compósito microhíbrido Filtek™ Z250 e um agente clareador, uma bebida energética, um refrigerante e um vinho tinto seco. Foram confeccionados quarenta cp medindo 10,0 mm de diâmetro x 2,0 mm de espessura. Cada cp foi confeccionado com um incremento de resina composta inserido em uma matriz de aço inoxidável. As primeira e segunda polimerizações foram realizadas por 30 segundos cada. Os cp foram divididos em quatro grupos: G1 – agente clareador à base de peróxido de carbamida 10% (Whiteness FGM®); G2 – bebida energética (Gatorade®); G3 – refrigerante (Coca-Cola®); G4 – vinho Frei Damião®. Inicialmente, os cp ficaram armazenado em água deionizada por sete dias a uma temperatura de 37°C ± 1°C, para então serem aleatoriamente distribuídos dez cp para cada meio de imersão, para posteriormente ser realizada a leitura inicial (T0) de Ra com rugosímetro (Mitutoyo®), sendo que para cada cp foram feitas três leituras em posições distintas. Na sequência, cada cp foi mergulhado diariamente no meio de imersão por 1 hora a 37°C. Nos tempos sete dias (T1), 15 dias (T2) e trinta dias (T3) foram, novamente, realizadas leituras de Ra. Antes da imersão dos diferentes meios tiveram seu pH avaliado por meio de peagâmetro (Quimis Q4 400®) a fim de auxiliar na interpretação dos resultados. Foram realizados testes estatísticos ANOVA, de *Tukey* ($p = 0,05$) e estudo de regressão. No teste de *Tukey* não foram evidenciadas diferenças, estatisticamente significativas nas médias de Ra entre os grupos nos tempos: inicial, após sete dias e 15 dias. Apenas após trinta dias de exposição aos diferentes meios é que houve diferença significativa entre os grupos, sendo que o G1 apresentou, aos trinta dias, uma média de Ra estatisticamente superior aos demais grupos ($p = 0,0685$). De acordo com o estudo da regressão, o G1 apresentou uma tendência linear crescente, ou seja, a Ra aumentou com o passar do tempo e o G4, uma tendência linear decrescente, a superfície passou a se tornar menor rugosa. Os G2 e G3 apresentaram um tendência a curvatura, sendo que até 15º dia a Ra aumentou, e posteriormente, diminuiu. Concluíram que, embora os achados não possam ser totalmente transportados para prever um desempenho clínico, o estudo serve como alerta para ressaltar a importância da análise dietética dos pacientes,

em busca de possíveis hábitos nocivos que possam levar ao aumento da Ra de restaurações.

Mondelli et al.⁴⁷ (2005) testaram a hipótese de que não haveria diferenças em perda de massa e alterações de rugosidade superficial após avaliar a resistência ao desgaste de compômeros submetidos a um teste escovação simulada. Foram confeccionados dez cp de dos seguintes compômeros comerciais: Dyract[®] (Dentsply), Dyract AP[®] (Dentsply), Compoglass F[®] (Ivoclar), Liberdade[®] (SDI), F2000[®] (3M ESPE), que foram comparados com os compósitos: Filtek[™] Z100 (3M ESPE) e Silux Plus[®] (3M ESPE) que serviram com controles. Para cada material, dez espécimes cilíndricos foram confeccionados com 5,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de espessura. No teste de abrasão foram utilizadas escovas de cerdas macias (Classic[™], Colgate-Palmolive[®]), carga de 200 g e solução de dentifrício (Colgate MFP[®]) e água deionizada, na proporção 1:2. Foram realizados 100.000 ciclos de escovação simulada para cada espécime. A perda de massa foi obtida pela diferença em porcentagem entre a massa inicial (antes da escovação) e final (após a escovação). A Ra foi verificada nos mesmos períodos da avaliação de massa das amostras e foi determinada pela diferença em porcentagem entre as médias de rugosidade inicial e final, após cinco leituras realizadas em rugosímetro (Hommel Tester T1000[®]). A análise estatística (Teste t pareado, ANOVA e Tukey, $p = 0,05$) demonstrou que todos os materiais do estudo apresentaram perda de massa e aumento significativo de Ra. Todos os compômeros apresentaram maior perda de massa em relação às resinas compostas. Entre os compômeros, Freedom[®] e Dyract AP[®] apresentaram a menor perda de massa. F2000[®] apresentou a maior alteração de massa sem diferenças estatísticas quando comparado ao Dyract[®]. Quanto à Ra, Dyract[®], Dyract AP[®], Filtek[™] Z100, Compoglass F[®] e Silux Plus[®] se tornaram mais rugosos, porém sem diferenças estatísticas entre si. Freedom[®] apresentou a maior alteração de rugosidade após o teste de escovação simulada. Concluíram que avaliações clínicas em longo prazo são necessárias para indicar melhor esta categoria de materiais que foram introduzidos no mercado para combinar as vantagens de resinas compostas e os cimentos de ionômero.

Morgado⁵⁰ (2005) avaliou a alteração de massa e de rugosidade superficial de três resinas compostas, uma nanoparticulada Filtek[™] Supreme, uma microhíbrida Filtek[™] Z250 e uma microparticulada Durafill VS[®], após o polimento e

após a escovação simulada. Também foi realizada a análise de KHN. Foram confeccionados 24 cp de cada resina, e divididos em dois grupos aleatoriamente para a realização dos testes de Ra e alteração de massa (G1) e para o teste de KHN (G2). Para a determinação de massa, os cp foram pesados em balança analítica digital e, em seguida foram submetidas às leituras de Ra em rugosímetro Perthometer S8P[®] com sonda óptica acoplada de raio de 1,0 μm , sendo utilizado o parâmetro de medição Ra. Após sete dias, os cp foram submetidos aos procedimentos de polimento com discos de lixa Sof-LexTM por 30 segundos e novamente foram aferidos os valores de massa e Ra. Para o ensaio de abrasão foi utilizada uma máquina de escovação e solução de dentifrício e água deionizada (2:1). Os cp foram submetidos a 100.000 ciclos com uma carga de 250 g, a uma velocidade de 374 ciclos por minuto. Novamente, foram aferidos o peso e a Ra. Os dados obtidos foram encaminhados para os testes estatísticos ANOVA e *Tukey*, ambos com níveis de significância de 5%. Com relação à alteração de massa, não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre os períodos e para os compósitos. Para a Ra, foram constatadas diferenças estatisticamente significantes entre os períodos e materiais estudados: o aumento da Ra das resinas FiltekTM Z250 e Durafill VS[®], após o polimento, foi estatisticamente significativo, sendo que o compósito microparticulado apresentou maior alteração, diferindo estatisticamente das demais. Após a escovação, todas as resinas mostraram alteração de Ra, sendo que a nanoparticulada FiltekTM Supreme apresentou a maior Ra. Concluiu que, de acordo com os resultados de KHN e alteração de massa, a resina composta nanoparticulada pode ser indicada em restaurações posteriores por ter apresentado resultados semelhantes à resina microhíbrida; entretanto, com relação à indicação para as restaurações de dentes anteriores, a alteração significativa na Ra da resina nanoparticulada após a escovação simulada deve ser levada em consideração, demonstrando sua dificuldade em reter o polimento comparado aos outros compósitos e, conseqüentemente, limitando suas indicações na região anterior.

Nicoluzzi⁵² (2005) avaliou a ocorrência de alterações superficiais em resinas compostas fotopolimerizáveis, quando submetidas a tratamento superficial de polimento e envelhecimento artificial acelerado (EAA). As alterações foram quantificadas por análise rugosimétrica e MEV. Foram utilizadas cinco marcas

comerciais de resinas compostas (Filtek™ Z250, Heraeus Kulzer Charisma®, Herculite XRV® e Spectrum TPH® – híbridas; Filtek™ Supreme – nanoparticulada), divididas em quatro grupos, sendo eles, polidos envelhecidos, polidos não envelhecidos, não polidos envelhecidos e não polidos não envelhecidos (controle), somando um total de 160 cp. Para obtenção dos mesmos, foi utilizado uma matriz de teflon com dimensões de 9,0 mm de diâmetro x 2,0 mm de altura, que foram confeccionados em incremento único, utilizando a fotopolimerização indicada por cada fabricante: Filtek™ Z250 = 20 segundos; Filtek™ Supreme = 20 segundos, Heraeus Kulzer Charisma® = 20 segundos, Spectrum TPH® = 20 segundos e Herculite XRV® = 40 segundos, sendo utilizado um fotopolimerizador com intensidade de luz de 600 mW/cm². Para o polimento foi empregado o sistema Sof-Lex™, sendo padronizada a quantidade de dez passagens à superfície, realizando o umedecendo entre a substituição de cada disco de granulação utilizado, perfazendo um total de quarenta passagens por cp. Em seguida oitenta cp, sendo quarenta polidos e quarenta não polidos (8 de cada resina), foram levados ao sistema de envelhecimento artificial acelerado, onde foi fixado um ciclo de 192 horas, que corresponde a cinco anos de envelhecimento, e o outro grupo foi separado. Posteriormente foram realizadas análises ao MEV, e juntamente com os não envelhecidos foram realizadas leituras de 250X, 500X, 1000X e 2000X, perfazendo um total de oitenta leituras. Os 120 cp foram submetidos a análise rugosimétrica (Mitutoyo®), realizada em três leituras paralelas na superfície de cada amostra. O tratamento estatístico realizado foi o teste não paramétrico de *Kruskal Wallis*. Os resultados demonstraram existir diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) somente entre as resinas compostas com ou sem envelhecimento no que tange às medidas da Ra, no caso da Spectrum TPH® e com polimento, em que, as resinas compostas sem envelhecimento apresentaram medidas significativamente menores que aquelas com envelhecimento. Concluiu que: o EAA aumenta a degradação da superfície das resinas compostas; resinas compostas polidas apresentam Ra menores do que as não polidas; as resinas compostas tanto polidas quanto não polidas apresentaram menores valores de Ra quando não envelhecidas artificialmente; na Ra somente a resina Spectrum TPH® com polimento mostrou diferenças significantes quando comparada envelhecida e não envelhecida, e; as imagens da MEV sugeriram a concordância dos resultados obtidos na análise rugosimétrica.

No estudo, in vitro, realizado por Teixeira et al.⁷⁹ (2005) foram avaliados o desgaste e a Ra de duas resinas compostas em diferentes intervalos de ciclos depois de serem submetidas à abrasão por escovação com dentífrício (Close-up®). Vinte espécimes de uma resina composta microhíbrida, Filtek™ Z250 e de uma nanoparticulada, Filtek™ Supreme foram confeccionados conforme as orientações dos fabricantes. Cada espécime foi submetido à abrasão por escovação (com carga vertical de 200 g, usando uma pasta abrasiva constituída de dentífrício e água deionizada e pontas ativas de escovas dentárias (Oral B 40®). Uma sequência de escovação de 10.000, 20.000, 50.000 e 100.000 ciclos foi realizada para todas as amostras em uma velocidade de 1,5 Hz. No grupo controle e em cada intervalo de ciclo, um perfilômetro foi usado para determinar a média de Ra. Nos mesmos intervalos, a perda vertical de material foi medida com um micrômetro de precisão. Os dados foram analisados usando análise de variância com medidas repetidas, com nível de significância de 5%. Análises com microscópio de força atômica (MFA) e MEV foram também realizadas. Depois de 20.000, 50.000 e 100.000 ciclos, Filtek™ Supreme mostrou um desgaste menos significativo do que a Filtek™ Z250. A Filtek™ Supreme teve uma Ra mais alta do que a Filtek™ Z250 depois de 50.000 e 100.000 ciclos. Contudo, as imagens em MEV e com MFA mostraram uma superfície mais uniforme para a Filtek™ Supreme do que para a Filtek™ Z250. O desgaste por abrasão e a Ra aumentaram em cada intervalo de ciclo para ambos materiais. O desgaste acumulado médio entre 10.000 e 100.000 ciclos para Filtek™ Z250 variou de 24,3 para 107,9 µm, enquanto que a Filtek™ Supreme variou de 21,5 para 50,0 µm. Observaram diferenças estatisticamente significativas entre os materiais depois de 20.000, 50.000 e 100.000 ciclos, com Filtek™ Supreme ter menos desgaste por abrasão com a escovação. Filtek™ Z250 mostrou um aumento estatisticamente significativo no desgaste para cada intervalo de ciclo sucessivo. Filtek™ Supreme mostrou um aumento no desgaste para todos os intervalos do ciclo; no entanto, entre 50.000 e 100.000 ciclos, não houve diferença significativa. Entre 10.000 e 100.000 ciclos, os valores de Ra para cada material variou de 0,200 para 0,410 µm e de 0,200 para 0,536 µm para Filtek™ Z250 e Filtek™ Supreme, respectivamente. As diferenças significativas entre os materiais foram observadas em 50.000 e 100.000 ciclos, em que Filtek™ Supreme tiveram maiores valores de Ra. Além disso, houve um aumento estatisticamente significativo de Ra entre os intervalos e de ciclo para

cada material. A análise da topografia mostrou características de superfície semelhantes para ambos os materiais antes da abrasão por escovação, com uma aparência mínima de partículas de carga. Depois da abrasão por escovação, mais partículas de carga de cada material foram expostos. A superfície da Filtek™ Supreme foi homogênea com partículas de carga visivelmente arredondadas, enquanto a do Filtek™ Z250 foi mais variada, com maiores e proeminentes partículas de carga. Concluíram que, mesmo que o desempenho inicial de ambos materiais seja similar, maiores números de ciclos revelaram diferenças entre a resistência ao desgaste e a Ra dos materiais estudados.

Em sua dissertação de mestrado, Nunes⁵³ (2006) avaliou a KHN e o desgaste de uma resina composta, Filtek™ Z250, sob influência de diferentes fontes de luz (LED Ultrablue IS® e Ultralume 5® e halógena VIP®), com variação das densidades de potência (300, 600 e acima de 800 mW/cm²) e energia (6, > 8, 12, > 16, 24 e > 32 J/cm²). Espécimes retangulares (15,0 x 5,0 x 4,0 mm) foram polimerizados, conforme os fatores de variação, totalizando 15 grupos (n = 6). Em seguida receberam acabamento e polimento com lixas de abrasividade decrescente (300, 600, 1200 e 2000), e foram armazenados em água deionizada a 37°C, por sete dias. As mensurações da dureza foram realizadas com auxílio de microdurômetro Shimadzu HMV-2®, com carga estática de 10 g por 5 segundos nas superfícies de topo e 3 lateral (50 µm da superfície). Posteriormente os espécimes foram levados à máquina de ensaios para simulação de desgaste por escovação, utilizando-se escovas dentais macias (Oral B 30 Indicator®) e creme dental (Colgate®) diluído em água deionizada na proporção de 1:2 em peso. Ao final de 100.000 ciclos, a dureza lateral foi novamente mensurada e o desgaste da área escovada foi determinado por meio de perfilometria (Hommel T 1000 basic®). Os dados de KHN e Ra obtidos foram submetidos à ANOVA e ao teste de *Tukey* (p < 0,05). Os resultados evidenciaram que a KHN da resina composta avaliada foi significativamente menor quando da fotoativação com VIP® 300 mW/cm², sendo que os maiores valores foram observados com o aparelho Ultralume 5®. O desgaste superficial foi significativamente influenciado quando da utilização de baixa densidade de potência (30 mW/cm²) e energia de 6 J/cm², tanto com o VIP® como Ultrablue IS®, que demonstraram maior efetividade quando da utilização de densidade de energia acima de 12 J/cm². De forma geral, foi observada correlação negativa quando da

interação dos testes de KHN e Ra, ou seja, quando os valores KHN aumentaram os de Ra diminuíram inferindo, entretanto, que isoladamente o valor de KHN não constituiu em parâmetro para qualificar o desempenho da resina composta quanto à resistência ao desgaste.

O propósito do estudo de Penteado⁵⁶ (2006) foi avaliar, *in vitro*, a rugosidade superficial, por meio de MFA e a alteração de massa da resina composta microhíbrida FiltekTM Z250 (GA) e da nanoparticulada FiltekTM Supreme (GB) submetidas à ciclagem de pH e escovação simulada. Foram confeccionados 12 cp de cada material, sendo os mesmos armazenados em estufa a 37°C por 24 horas. Ambas as resinas compostas foram inseridas em incremento único com auxílio de uma espátula e fotoativadas com o aparelho de lâmpada halógena Demetron Optilux 401[®], com potência entre 700 e 800 mW/cm², que foi estabilizado para que não houvesse alteração da corrente elétrica e variação na intensidade da luz. A potência do aparelho fotopolimerizador foi medida com radiômetro específico Radiometer[®] (Gnatus). O acabamento e o polimento foram realizados depois de 24 horas com discos Sof-LexTM. Foi realizada a análise da Ra inicial pela média de três subáreas por meio do MFA e posterior pesagem inicial em uma balança analítica com precisão de 0,00001 g a partir da média de três pesagens consecutivas. Depois as amostras foram levadas para a ciclagem de pH durante dez dias consecutivos, e então, uma nova pesagem e leitura da Ra foram realizadas. Os espécimes foram submetidos a 50.000 ciclos, com carga de 200 g e velocidade de 374 ciclos por minuto, em máquina de escovação simulada modelo MSet[®] com potência de 1500 W, utilizando escova dental macia (Sanifill Leader Vip[®]) e uma solução de creme dental (Colgate Máxima Proteção Anticáries[®]) e água destilada na proporção 1:2. Novamente as amostras tiveram a rugosidade e o peso avaliados. Os dados obtidos foram submetidos aos testes estatísticos de ANOVA, regressão linear e teste de *Tukey* com nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que a alteração de massa foi significativa entre os grupos, já a Ra não. Ambos os compósitos apresentaram diferença estatística significativa na massa após a ciclagem de pH, e na rugosidade somente após a escovação. Não houve correlação entre peso e Ra. Concluiu que a ciclagem de pH interferiu na massa dos compósitos, porém não influenciou a Ra. A escovação simulada não alterou a massa, mas aumentou a Ra nos dois grupos. Apesar da diferença no tamanho de suas partículas, a resina

composta microhíbrida Filtek™ Z250 e a nanoparticulada Filtek™ Supreme apresentaram comportamentos semelhantes em relação à rugosidade superficial. Não houve correlação entre a Ra e a alteração de massa em todas as amostras e separadamente por grupo.

O objetivo do estudo, *in vitro*, de Rosa⁶⁴ (2006) foi avaliar a Ra após abrasão por escovação de corpo triplo e a KHN de resinas compostas para uso direto com diferentes tamanhos de partículas de carga inorgânica, como a microhíbrida Filtek™ Z250 e as nanoparticuladas Filtek™ Z350 e Filtek™ Supreme XT. Seis cp ($n = 6$) foram confeccionados para cada resina composta e submetidos, na sequência, a cada período simulado de escovação (controle, 6 meses, 1 ano e 2 anos). Foram realizadas três leituras de Ra em cada amostra após cada simulação (total = 216). Foi confeccionado um cp representativo de cada período simulado de escovação para cada resina composta (total = 12), para observação em MEV. Os valores médios mínimos e máximos obtidos foram, respectivamente, de 0,14 μm (controle) para a resina Filtek™ Z350 e 0,21 μm (1 ano) para a resina Filtek™ Z250. Foi aplicada a análise de variância, seguida do teste de *Tukey* ($p = 0,05$) e foi constatado que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. A fim de avaliar a Ra em relação ao tempo e ao tipo de resina composta testada foi aplicado o modelo linear geral, seguido do teste de *Tukey* ($p = 0,05$). Observou uma diferença estatisticamente significativa da Ra no período controle (0,15 μm) em relação ao período de um ano (0,19 μm), com relação ao tipo de resina, ambas nanoparticuladas (0,16 μm) apresentaram-se significativamente menos rugosas que a microhíbrida (0,19 μm). Os aspectos morfológicos superficiais obtidos em MEV mostraram que houve padrões semelhantes de desgaste entre as resinas compostas nos grupos controle. Após os períodos simulados de escovação de seis meses, um ano e dois anos, observou uma superfície mais uniforme para as resinas compostas nanoparticuladas em relação à microhíbrida. Para a KHN, cinco amostras para cada resina composta foram confeccionadas ($n = 5$). As médias (KHN) foram: Filtek™ Z250 = 74,44; Filtek™ Z350 = 73,87, e; Filtek™ Supreme = 78,28. Após análise de variância, não foi observada diferença significativa entre elas. Concluiu que as resinas compostas nanoparticuladas (Filtek™ Z350 e Filtek™ Supreme) obtiveram comportamento similar à microhíbrida (Filtek™ Z250) quanto à KHN, porém, se apresentaram menos rugosas após a abrasão por escovação.

Por um período de 14 dias, Máximo de Araújo et al.⁴¹ (2007) avaliaram os efeitos de três agentes clareadores e um refrigerante à base de cola, sobre a dureza de restaurações de resina composta. Foram utilizados quarenta dentes incisivos bovinos embutidos em resina acrílica, e nas superfícies vestibulares foram realizados preparos cavitários padronizados. As cavidades receberam o sistema adesivo autocondicionante (OneUp Bond F[®]), segundo as instruções do fabricante, e restauração com resina composta (Palfique Estelite[®]), em incremento único, e fotopolimerizadas com aparelho com intensidade de luz de 600 mW/cm² (Curing Light XL 3000[®]). Para o tratamento da superfície, os quarenta cp foram divididos aleatoriamente em quatro grupos, submetidos a leitura inicial da dureza, recebendo a seguir os seguintes tratamentos: G1 – aplicação do gel de peróxido de carbamida 10% (Whiteness Perfect[®]) por 6 horas, seguido pela imersão durante 18 horas em saliva artificial a 37°C em estufa bacteriológica; G2 – os espécimes foram expostos a um refrigerante a base de cola por 2 minutos e 30 segundos; G3 – os espécimes foram submetidos à aplicação do gel de peróxido de carbamida a 37% (Whiteness[®]), ativação com um aparelho híbrido a LED/Laser (Easy Bleach Clean Line[®]) por 30 segundos, e; G4 – foi realizada a exposição dos espécimes ao gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP[®]), ativação com um aparelho híbrido a LED/Laser (Easy Bleach Clean Line[®]) por 30 segundos. Para a avaliação da KHN foi utilizado o microdurômetro (Future Tech FM 700[®]), utilizando-se uma carga de 50 g e tempo de permanência de 10 segundos. Para comparar os efeitos dos diferentes tratamentos sobre a superfície de esmalte e resina composta, os dados foram submetidos aos testes ANOVA e *Tukey*. Verificaram que não houve diferença de comportamento entre o agente clareador e o refrigerante à base de cola nos diferentes tempos de avaliação. As diferenças entre os valores médios de KHN obtidos pelos agentes clareadores e cola no período inicial foi próxima aos valores médios obtidos para os tempos de sete e 14 dias. Concluíram que a superfície das restaurações de resina composta não alteraram a KHN, após exposição por 14 dias ao agente clareador e ao refrigerante a base de cola.

Em um estudo in vitro, Moraes et al.⁴⁹ (2008) avaliaram a alteração de massa e Ra após escovação em quatro diferentes resinas compostas: uma condensável (Solitaire 2[®] Heraeus Kulzer), uma microhíbrida (Charisma[®] Heraeus Kulzer), uma nanohíbrida (Simile[®] Pentron) e uma microparticulada (Durafill VS[®]

Heraeus Kulzer). Foram confeccionados vinte cp de cada resina com o auxílio de um molde com 5,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura. A resina foi inserida de forma incremental, três incrementos foram feitos, sendo cada um fotopolimerizado por 40 segundos. Os cp foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas, e após esse período foram polidos com discos de óxido alumínio Sof-Lex™ nas granulações média, fina e extrafina. Após o polimento os cp foram limpos em ultrassom com água destilada por 10 minutos e armazenados a seco a 37°C. Todos os cp foram pesados em balança de precisão e tiveram a Ra avaliada com rugosímetro Surfcom SE 1700® antes de iniciar o ensaio de escovação. Somente dez cp de cada grupo foram submetidos à escovação. Para este foram utilizadas escovas macias com uma carga de 200 g. Os cp foram imersos em uma solução aquosa de dentifrício (1:2) e foram realizados 60.000 ciclos. Para cada grupo os outros dez cp foram armazenados a 37°C durante o estudo e definidos como grupo controle. Após a escovação os cp foram limpos com jatos de ar/água durante 1 minuto, seguido de lavagem em ultrassom por 10 minutos e secos a 37°C. Novamente foram medidos o peso e a Ra de cada cp. A alteração de massa foi calculada pela diferença entre o peso inicial e o final e expressa em porcentagem. Os resultados foram submetidos aos testes estatísticos de ANOVA, *Tukey* e Correlação de *Pearson*, com nível de significância de 5%. Com relação a alteração de massa, as resinas Solitaire 2® e Charisma® apresentaram maiores perdas, que as resinas Durafill VS® e Simile®. Para a Ra a resina Solitaire 2® apresentou a maior alteração. Concluíram que a escovação causou alteração de massa e Ra em todos os materiais testados. As resinas nanohíbrida e microparticulada apresentaram resultados similares, mostrando menor perda de massa e menor Ra quando comparadas às resinas condensável e microhíbrida.

Pontes et al.⁵⁸ (2009) avaliaram a Ra de resinas compostas microparticulada (Durafill VS®), nanoparticuladas 4 Seasons®, Esthet-X™, Point 4®, Filtek™ Supreme. Foram confeccionadas dez amostras de cada resina composta, a partir de uma matriz metálica bipartida cúbica com 10,0 mm de lado e 10,0 mm de altura interna. Para cada amostra, a superfície interna da matriz foi isolada com vaselina sólida e preenchida com resina acrílica autopolimerizável, até completar 5,0 mm de sua altura. Após a polimerização da resina acrílica, os compósitos foram acomodados em um único incremento, de maneira a preencher os 5,0 mm restantes

da matriz. A inserção das resinas na matriz foi realizada com o auxílio de uma espátula. Em seguida, as amostras foram fotopolimerizadas por 40 segundos, com o auxílio de um fotopolimerizador Ultralux Eletronic® (Dabi Atlante), com intensidade de luz de 400 mW/cm^2 . Após a polimerização, foi medida a Ra de todas as amostras para controle e, em seguida, as mesmas foram submetidas a procedimentos de acabamento e polimento, utilizando-se a seguinte sequência: ponta diamantada de granulação fina 2135 F®; ponta siliconizada Politip® cinza, verde e rosa. Cada etapa da sequência de acabamento e polimento foi executada por um único operador calibrado, com movimentos horizontais e planos, sobre a superfície do compósito por 30 segundos. O operador não teve conhecimento da marca das resinas ao realizar os procedimentos de acabamento e polimento. As medições de Ra foram realizadas após cada etapa da sequência de acabamento e polimento, com auxílio de um rugosímetro (Mitutoyo®). Para cada amostra, após cada tratamento, foram realizadas três medições, sendo uma no centro e as demais paralelas e equidistantes da aferição inicial. O valor de Ra foi obtido pela média aritmética dessas medições. Os valores originais foram submetidos à ANOVA e ao teste de *Tukey* ao nível de significância de 5%. Os resultados demonstraram que as resinas nanoparticuladas e microparticuladas apresentaram diferenças significantes quanto aos valores de Ra em todos os estágios de acabamento e polimento. Concluíram que dentre as resinas compostas avaliadas, as nanoparticuladas e a microparticulada, apresentaram valores de Ra após serem submetidas à fase final de acabamento. As resinas nanoparticuladas, 4 Seasons® e Point 4®, foram as que apresentaram melhor resposta aos procedimentos de polimento, com valores de Ra menores, assim como a resina microparticulada Durafill VS®. As técnicas de polimento com pontas de silicone Politip® demonstraram efetividade no sentido de obter-se uma superfície com menor rugosidade, apresentando diferenças estatisticamente significantes em relação à fase de acabamento em todas as resinas estudadas.

Souza⁷⁶ (2009) comparou o desgaste e a Ra de quatro tipos de resinas compostas (Filtek™ Z350, Opalis®, Z100, e Durafil®) submetidas à escovação simulada. Foram obtidos quarenta cp utilizando uma matriz de aço inoxidável (50,0 x 45,0 x 5,0 mm), que foram divididos em quatro grupos que foram acondicionados em água destilada por sete dias a 37°C com umidade absoluta. A análise da Ra foi

mensurada após a média de cinco leituras utilizando rugosímetro Hommel Tester T1000[®]. A metade de cada cp foi protegida e, a outra, submetida a 100.000 ciclos de escovação com escova dental (Colgate[®]) e dentifrício (Colgate MPA[®]) diluído em água deionizada (1:2). Parte do espécime foi protegida com uma fita isolante de maneira que metade do cp fosse submetida à escovação e a outra metade se mantivesse intacta, a fim de que após a escovação se verificasse, O desgaste superficial foi determinado depois de realizada a média de três leituras em cada espécime. O perfilômetro foi utilizado para verificar a diferença entre a metade protegida e a escovada. A alteração da Ra foi verificada pela diferença entre as médias das leituras iniciais (antes da escovação) e finais (depois da escovação). Os resultados foram submetidos à análise ANOVA e *Tukey* ($p < 0,01$), permitindo observar que a resina Durafil obteve os maiores valores de Ra inicial (0,224 μm) significativamente diferente das demais resinas. Após a escovação simulada, não ocorreu diferença significativa entre as resinas testadas, portanto, a Durafil continuou apresentando os maiores valores. Quanto ao desgaste, FiltekTM Z350 e Z100 obtiveram os menores valores (4,988 μm e 9,536 μm , respectivamente) com o melhor comportamento frente ao teste de escovação, sem diferença significativa entre si. Durafil[®] e Opalis[®] (20,039 μm e 18,354 μm) obtiveram os piores resultados, significativos em relação a FiltekTM Z350 e FiltekTM Z100, porém não significativos entre si. Concluiu então, que as resinas FiltekTM Z100 e FiltekTM Z350 obtiveram os melhores resultados quanto a Ra e desgaste.

Para analisar a contração de polimerização, desgaste, rugosidade, brilho, estabilidade de cor e resistência ao manchamento, Burgess, Cakir¹⁰ (2010), testaram as resinas N'Durance[®], SureFil[®] SDRTM, FiltekTM P90, Heliomolar[®] e FiltekTM Supreme Plus. Para a avaliação da contração de polimerização foi utilizado o aparelho AcuVolTM (Bisco), que permite o cálculo da porcentagem da alteração de volume. O teste de resistência ao desgaste foi realizado em uma máquina de simulação de desgaste com carga de 75 N durante 400.000 ciclos. A quantificação de desgaste por um perfilômetro que realiza o escaneamento da superfície. A sobreposição dos gráficos gerados antes e após o ensaio permitiu a obtenção do volume de material desgastado. O brilho foi mensurado em unidades de brilho e a avaliação da Ra, calculada por rugosidade arTMética, foi feita pelo mesmo perfilômetro utilizado na avaliação de desgaste. A estabilidade de cor foi verificada

por um espectrofotômetro, com leituras realizadas antes e após imersão dos cp em solução corante ou em água em diferentes condições de exposição à luz. Após avaliações estatísticas para os diferentes testes realizados, a resina Filtek™ P90, apresentou baixa contração de polimerização, menor que 1%, porém apresentou os maiores índices de desgastes, significativamente menores que da resina Filtek™ Z250. Para os testes de brilho e Ra, a Filtek™ P90 apresentou baixo brilho superficial e Ra semelhante à resina Heliomolar® e maior que as resinas Filtek™ Supreme Plus e N'Durance®. Concluíram que todas as resinas apresentaram alteração de cor perceptível após armazenamento em solução corante. Para os autores, as novas resinas de baixa contração de polimerização apresentam propriedades físicas e mecânicas semelhantes às já consagradas clinicamente. Assim, ressaltaram que ainda não existe um substituto para as estruturas dentárias perdidas devolvendo a real estética e funcionalidade do elemento dentário natural.

Costa et al.¹³ (2010) avaliaram o efeito de três dentifrícios (Colgate Total® = CT/70, Colgate bicarbonato de sódio e peróxido de branqueamento + CBS/145 e Colgate controle de tártaro e branqueamento = CTW/200) de diferentes valores de abrasividade dentinária relativa (RDA) fornecidos pelo fabricante, e sua ação sobre a Ra e brilho de superfície de quatro resinas compostas (Durafill VS®, Filtek™ Supreme, Filtek™ Z250 e Premisa®), após escovação simulada. Sessenta cp (10,0 mm de diâmetro x 2,0 mm de espessura) foram confeccionados por compósito, cinco amostras de cada compósito foram aleatoriamente selecionadas e receberam acabamento e polimento. Após, os cp foram avaliados quanto à Ra, medida com um perfilômetro de superfície, e brilho. Os cp foram então posicionados em um dispositivo de escovação simulada, com escova de dente de cerdas macias (Oral B®). O dentifrício foi misturado com água na proporção de 1:2 em volume. Após o equivalente a 5.760 ciclos de escovação, os cp foram novamente avaliados para Ra e brilho. Os resultados foram analisado por ANOVA e *Tukey* com nível de significância de 5%. Houve uma redução significativa no brilho após escovação com todos os dentifrícios. A maior redução do brilho foi observada com Filtek™ Z250. Houve aumento significativo na Ra para todos os compósitos depois de escovar com todos os dentifrícios, embora dentifrícios contendo menor número de RDA (CT = 70) tenham promovido menor perda de brilho e menor aumento da Ra. Compósitos contendo menores cargas médias (Durafill VS®, Filtek™ Supreme, e Premisa®)

apresentaram menor redução no brilho e menor aumento na Ra do que os compósitos de maiores cargas (Filtek™ Z250). Concluíram que os dentifrícios contendo um menor número de RDA podem promover menor redução no brilho e menor aumento da Ra para os compósitos de diferentes tamanhos de partículas.

Em um estudo in vitro, Heintze et al.²⁷ (2010) avaliaram a alteração na Ra e brilho de nove resinas compostas (Adoro®, Filtek™ Supreme, Heliomolar®, Four Seasons®, Tetric Evo Ceram®, Compoglass F®, Targis® Tetric Ceram® e Grandio®) e duas cerâmicas (IPS D.Sign® e IPS Empress® polido) após um ensaio de escovação simulada relacionando o tempo de escovação e a carga sobre essa escovação. Foram confeccionados oito amostras de cada material, com o auxílio de um molde metálico cilíndrico com 10,0 mm de diâmetro e 6,0 mm de espessura. As resinas foram posicionadas no molde e fotopolimerizadas pelo Astralis 10® por 40 segundos em cada lado e foram divididas em quatro grupos de acordo com o tamanho de suas partículas de carga: micropartícula (Adoro®, Filtek™ Supreme® e Heliomolar®), microhíbrida (Four Seasons® e Tetric EvoCeram®), híbrida (Compoglass F®, Targis® e Tetric Ceram®) e macrohíbrida (Grandio®). Após sua confecção foram estocados a 37°C por 24 horas e em seguida polidos com lixa 1200, 2500 e 4000 sob água corrente. Uma solução de creme dental com água deionizada na proporção de 2:1 foi preparada, esse creme dental apresentava partículas abrasivas de 10 µm. Para o ensaio de escovação a solução era constantemente substituída, foram utilizadas escovas com cerdas arredondadas e cargas de 100 g, 250 g ou 350 g, por um período de 10 horas (72.000 ciclos), sendo a Ra e o brilho avaliados em intervalos de 1 hora (7.200 ciclos). A rugosidade foi medida antes e após a escovação, com o auxílio de um sensor óptico (FPT MicroProf®) que usava a luz refletida para avaliá-la. O brilho também foi medido com o auxílio de um brilhaômetro (Novo-Curve®) que mede a intensidade de luz refletida e compara com um valor referencial. Os dados foram encaminhados para análise estatística utilizando o teste de ANOVA a dois critérios. Houve interação significativa entre material versus carga bem como entre carga versus tempo de escovação. As resinas microhíbridas e híbridas demonstraram maior deterioração com maior carga, enquanto que com as resinas microparticuladas, Heliomolar® e Adoro acontecia o contrário. Para os materiais cerâmicos pouca ou nenhuma deterioração foi observada com o tempo independente da carga. As imagens do MEV de cinco resinas compostas mostraram

que enquanto a superfície dos materiais microparticulado Adoro e Filtek™ Supreme foram praticamente inalterados após a escovação, os híbridos Targis®, Tetric Ceram®, e o macrohíbrido Grandio® sofreram alterações micromorfológicas devido a desintegração da matriz e da exposição das partículas de carga. Concluíram que para a maioria dos materiais estudados houve aumento na Ra de acordo com o aumento do tempo de escovação e carga, exceto para as resinas Heliomolar® e Adoro® que melhoraram sua Ra com o aumento da carga.

Marghalani⁴⁰ (2010) avaliou e comparou, através de um estudo in vitro, o polimento superficial de algumas resinas diretas após o acabamento e polimento com oito sistemas diferentes. Foram avaliadas seis resinas posteriores, quatro são a base de dimetacrilato, Rok®, Filtek™ P60, Filtek™ Z250 e X-Tra Fil®, uma de composto catiônico, Filtek™ P90 e uma a base de ormocer, Definite®. Oito sistemas de polimento foram usados: Fini®, Sof-Lex™, Flexidisc/Flexiwheel®, Optidisc/Hiluster®, Astropol®, CompoSite®, Enhance® e Occlubrush®. Foram confeccionados 48 cp (10,0 mm x 2,0 mm) em um molde de teflon. Sobre a resina foi posicionada uma matriz de poliéster e sobre ela uma lamínula de vidro para que ocorresse o extravasamento do excesso de material e a superfície ficasse lisa. Os cp foram fotopolimerizados pelo Astralis 10® por 10 segundos em ambos os lados. Após 24 horas os cp foram lixados com lixa 1000 sob água corrente para remoção da camada residual e regularização de superfície. Posteriormente foram armazenados em recipientes escuros com água destilada a 37°C por uma semana. Após esse período os cp foram divididos aleatoriamente em oito grupos. O primeiro e o segundo grupos usaram os sistemas de discos abrasivos, Sof-Lex™ e Fini®, respectivamente, nas granulações média, fina e superfina. O terceiro e quarto grupos usaram sistemas de discos abrasivos (3 granulações) mais borracha polidora, Flexidisc®/Flexiwheel® e o Optidisc®/Hiluster®. O quinto e sexto grupos usaram um sistema de borrachas polidoras e polidores abrasivos como Astropol® e CompoSite®. O sétimo e oitavo grupos usaram um sistema de borrachas polidoras impregnadas com UDMA com duas pastas de polimento (Enhance®) e o outro um sistema de polimento passo-único (Occlubrush®). Todos os procedimentos de polimento foram realizados com contra-ângulo em baixa rotação sob leve pressão e com movimentos circulares. Posteriormente os cp foram lavados em ultrassom com água destilada e a Ra foi aferida com o rugosímetro Surfscorder SE1700® com cut-off

de 0,8 mm e comprimento de avaliação de 4,0 mm. Os dados foram analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e Scheffe. Os parâmetros de Ra mostraram diferença estatística para cada sistema de polimento. A superfície mais lisa foi observada na resina Filtek™ P90 e Definite® quando foram polidas com o Sof-Lex™ e o Astropol®, respectivamente. A maior Ra foi observada na resina Filtek™ P60 quando utilizou o sistema Fini®. Uma menor Ra foi observada quando utilizados os discos de óxido de alumínio comparados as borrachas polidoras de dióxido de zircônia. Concluiu que a Ra é afetada tanto pela composição do material quanto pelo sistema de polimento usado e que as resinas com partículas de carga maiores e maior quantidade de carga apresentam maiores valores de Ra.

Com o objetivo de avaliar a Ra de diferentes resinas compostas em função da técnica de acabamento e polimento, Queiroz et al.⁵⁹ (2010) utilizaram um compósito microhíbrido (Filtek™ Z250 = M1) e três compactáveis (Filtek™ P60 = M2; Prodigy Condensable™ = M3, e; SureFil®SDR™ = M4) com os quais foram confeccionadas 120 amostras divididas em oito grupos: G1 – sem procedimento de acabamento e polimento (M1-T1); G2 – com acabamento e polimento (M1-T2); G3 – sem procedimentos de acabamento e polimento (M2-T1); G4 – com acabamento e polimento (M2-T2); G5 – sem procedimentos de acabamento e polimento (M3-T1); G6 – com acabamento e polimento (M3-T2); G7 – sem procedimentos de acabamento e polimento (M4-T1), e; G8 – com acabamento e polimento (M4-T2). Foram feitas 15 amostras para cada grupo experimental utilizando uma matriz circular de aço inoxidável com orifício no centro, com dimensões de 5,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura cuja resina composta foi inserida em incremento único com auxílio de uma espátula antiaderente (Thompson®) e em seguida foi efetuada a fotopolimerização (KM-200 Bioart®) com intensidade de luz de 650 mW/cm², verificada com a ajuda de um radiômetro (Demetron®). As amostras foram armazenadas individualmente em saliva artificial em estufa a 37°C, por um período de 24 horas. Fora checada a leitura rugosimétrica dos grupos experimentais G1, G3, G5 e G7 sem a realização de acabamento ou polimento superficial (T1) e realizadas as leituras aferidas em três pontos. Nos grupos experimentais G2, G4, G6 e G8, os cp foram submetidos ao procedimento de acabamento e polimento superficial (T2), para posterior avaliação rugosimétrica. O acabamento foi feito na máquina Politriz, com rotação constante de 300 rpm, pressionando-se a amostra por 10 segundos

contra cada granulação de lixa (600, 1.200 e 1.500 μm), sob refrigeração de água; as lixas foram trocadas após o acabamento de três amostras. Em seguida, polimento com disco de feltro associado à pasta de polimento (Artec-Artident[®]) com granulação de 2,0 a 4,0 μm sem água. Os cp foram lavados em água corrente e secos com jato de ar. Foram mensuradas as medidas de Ra da mesma forma para os grupos que não receberam os procedimentos de acabamento ou de polimento. Os valores encontrados foram submetidos a análise estatística mediante a ANOVA, seguido pelo teste de *Tukey* com nível de 5% de significância. A resina composta Prodigy CondensableTM, com partículas menores que 0,8 μm , exibiu menor valor de rugosidade superficial, enquanto o pior resultado foi demonstrado pela SureFil[®]SDRTM, que possui o maior tamanho médio de partículas, em torno de 1,0 μm . As resinas compostas FiltekTM Z250 e P60, com tamanho médio de partículas de 0,6 μm , mostraram comportamento intermediário. A Prodigy CondensableTM (80% de carga) exibiu rugosidade média de 0,11 μm , e a SureFil[®]SDRTM (66% de carga) atingiu o valor médio de rugosidade em torno de 0,18 μm . Já as resinas compostas FiltekTM Z250 e P60, em cuja composição há, respectivamente, 66% e 61% de partículas, evidenciaram valores de rugosidade média intermediários (0,14 e 0,16 μm , respectivamente), deixando claro que resinas com maior volume proporcionam melhor lisura superficial. Concluíram que a Ra foi menor em todas as resinas compostas sem acabamento ou polimento superficial em comparação às superfícies obtidas após o procedimento de acabamento e polimento; a resina composta Prodigy CondensableTM apresentou a menor Ra, a SureFil[®]SDRTM teve a maior Ra e as resinas FiltekTM Z250 e P60 ficaram situadas em estágio intermediário.

O objetivo do estudo desenvolvido por Santos et al.⁶⁷ (2010) foi avaliar a influência de unidades fotoativadoras e meios de imersão na morfologia superficial e química da resina composta de nanopartículas FiltekTM Supreme XT, por meio de microanálise e MEV. Foram utilizadas as unidades fotoativadoras com diferentes densidades de potência e modos de aplicação XL 3000[®] (480 mW/cm²), Jet Lite 4000 Plus[®] (1230 mW/cm²) e Ultralume Led 5[®] (790 mW/cm²); e os meios de imersão foram saliva artificial, Coca-Cola[®], chá e café, totalizando 12 grupos experimentais. Os espécimes confeccionados foram imersos nas respectivas soluções por cinco minutos, três vezes ao dia, durante sessenta dias e armazenados em saliva artificial a 37°C $\pm$ 1°C, entre os períodos de imersão. Por meio de análises químicas e

topográficas qualitativas, observaram que os grupos imersos em saliva artificial apresentaram uma pequena degradação homogênea da matriz, que promoveu a exposição das partículas de carga, e a deposição de cálcio na superfície do material. Quanto ao café, ocorreu uma degradação química moderada com perda de partículas de carga e deposição de íons. Para o chá, uma degradação superficial ocorreu em áreas específicas com deposição de cálcio, carbono, potássio e fósforo. Para a Coca-Cola®, uma degradação excessiva da matriz foi observada, bem como perda de partículas com deposição de cálcio, sódio e potássio. Concluíram que as unidades fotoativadoras não influenciaram na morfologia superficial do compósito testado, ocorrendo o inverso para as bebidas utilizadas como meio de imersão, sendo a Coca-Cola® a que mais afetou a superfície do material.

Em sua tese de doutorado, Davidoff¹⁶ (2011) avaliou os efeitos do desafio químico (ciclagem de pH) e mecânico (abrasão por escovação) na KHN e Ra de diferentes materiais restauradores. Foram confeccionados 16 espécimes de cada material divididos em oito grupos (n = 8) de acordo com o material e o meio de armazenagem: G1 = Ketac Molar Easy Mix® água deionizada; G2 = Ketac Molar Easy Mix® ciclagem de pH; G3 = Vitremer® água deionizada; G4 = Vitremer® ciclagem de pH; G5 = Ketac N100® água deionizada; G6 = Ketac N100® ciclagem de pH; G7 = Filtek™ Z350 água deionizada; G8 = Filtek™ Z350 ciclagem de pH. Os espécimes foram confeccionados em matriz metálica de 6,0 mm de diâmetro x 2,0 mm de espessura, seguindo as especificações do fabricante. Os materiais foram fotoativados com a unidade fotoativadora Elipar Tri-light® com densidade de potência de 800 mW/cm². Os cp foram levados a estufa por 1 hora a 37°C, quando então foram removidos da matriz, identificados e protegidos com vaselina, e armazenados em 100% de umidade relativa a 37°C, durante 24 horas. Foram mensuradas a KHN e Ra (rugosímetro Surfcom SE 1700®) de todos os materiais estudados em três momentos: inicial, após armazenagem por 15 dias e após abrasão por escovação mecânica. Em cada operação de leitura considerada, a Ra, foi representada pela média aritmética entre os picos e valores registrados (3 leituras). As medidas de Ra foram realizadas sempre na metade direita da superfície identificada por entalhe no espécime. Na outra metade da superfície do espécime foi mensurada a KHN com microdurômetro (Shimadzu®), totalizando três endentações para cada espécime, sempre na metade esquerda, a 1,0 mm de distância entre as mesmas, com carga de

50 gF por 10 segundos. A média dos cinco valores obtidos determinou o valor de KHN de cada espécime. Os espécimes da água deionizada foram armazenados em 18 mL de água e a cada 24 horas as soluções foram trocadas, durante 15 dias. Os espécimes do grupo ciclagem de pH permaneceram 6 horas em 9 mL de solução desmineralizante (De) (2,0 mmol L⁻¹ Ca e P, em meio tampão acetato 75 mmol L⁻¹, pH 4.3), então colocados em solução contendo 18 mL de solução remineralizadora (Re) (1,5 mmol L⁻¹ Ca, 0,9 mmol L⁻¹ P, 150 mmol L⁻¹ KCl in Tris buffer, 20 mmol L⁻¹, pH 7.0) por 18 horas. Entre as soluções De e Re, os espécimes foram lavados com água deionizada. Todos os espécimes foram submetidos a 30.000 ciclos de escovação com carga de 200 gF a frequência de 250 ciclos/minutos na máquina de escovação, com escova de cerda macias (Medfio[®]) e dentifrício Colgate[®] diluído em água destilada na proporção de 1:2. Após ciclagem mecânica as amostras foram lavadas em banho de ultrassom por 10 minutos e levemente secas e foram, então, realizadas as mensurações da KHN e Ra, sendo esta mensurada na direção oposta ao movimento de escovação. Para cada grupo, espécimes adicionais (n = 3) foram confeccionados e revestidos por camada de 20 nm de ouro e analisados em MEV com magnitude de 1000X. Os dados foram submetidos a ANOVA de três fatores para medidas repetidas e teste de *Tukey* (p < 0,05). Os resultados mostraram que todos os materiais avaliados apresentaram diminuição dos valores de KHN após ciclagem de pH. O Filtek[™] Z350 após abrasão apresentou os maiores valores de KHN, e os demais materiais tiveram valores equivalentes. O Ketac N100[®] não apresentou alteração na KHN quando submetido a abrasão e ciclagem de pH. O Ketac Molar Easy Mix[®] não apresentou alteração nos valores de Ra após degradação química e mecânica, enquanto os Ketac N100[®], Filtek[™] Z350 e Vitremer[®] apresentaram aumento de Ra. Concluiu que a influência da abrasão por escovação mecânica e da ciclagem de pH na degradação de superfície dos materiais restauradores estéticos está relacionada ao tipo de material: o compósito Filtek[™] Z350 foi o material que exibiu a maior resistência a degradação química e mecânica em relação a Ra e KHN, apresentando menores índices de Ra. O Ketac N100[®] apresentou valores equivalentes de KHN e Ra ao Vitremer[®] após abrasão e ciclagem de pH. O Ketac Molar Easy Mix[®] apresentou diminuição na KHN após abrasão e ciclagem de pH, independente da proteção superficial com vaselina. O Ketac Molar Easy Mix[®] sem proteção superficial com vaselina não apresentou diminuição de Ra após abrasão associada a ciclagem de pH.

Para avaliar quantitativamente o desgaste e a alteração da Ra, Oliveira⁵⁴ (2011) utilizou três resinas compostas com diferentes características de partículas inorgânicas (microhíbrida Filtek™ Z250 e nanoparticulada Filtek™ Z350) e de matriz orgânica à base de silorano também microhíbrida (Filtek™ P90) frente ao teste de escovação simulada; além disso, também avaliou a influência da ciclagem de pH sobre as variáveis Ra e desgaste. Para cada resina foram confeccionados cp retangulares (15,0 x 5,0 x 4,0 mm) e formados dois grupos (n = 10). Após polimerização e polimento adequado dos espécimes, a Ra foi obtida pela média de três leituras com rugosímetro (Hommel T1000®). Metade de cada cp foi protegida com esmalte de unha e um dos grupos de cada resina foi submetido a um protocolo de ciclagem de pH (desmineralização – pH 4.3 e remineralização – pH 7.0). Para o teste de abrasão foram realizados 100.000 ciclos de escovação simulada, permanecendo a metade protegida como grupo controle. Na metade escovada foi verificada a Ra final, seguindo os mesmos parâmetros iniciais, e o desgaste (μm) foi quantificado pela média de três leituras do perfil real abrangendo as duas superfícies (controle e escovada). Os resultados obtidos (ANOVA, teste t *Student* e *Tukey*, $p < 0,05$) mostraram diferenças significantes para o desgaste e alteração de Ra entre as resinas testadas. A maior média de desgaste foi apresentada pela Filtek™ 90 ($11,505 \pm 5,690 \mu\text{m}$) com diferença significativa para Filtek™ Z250 ($4,1914 \pm 1,725 \mu\text{m}$) e para a Filtek™ Z350 ($4,163 \pm 0,947 \mu\text{m}$), sendo que a ciclagem de pH afetou apenas o desgaste da resina Filtek™ P90 ($15,305 \pm 5,409 \mu\text{m}$). Após a escovação simulada foi verificado aumento da média de Ra para as resinas Filtek™ Z250 e Filtek™ Z350, enquanto que a resina Filtek™ P90 apresentou comportamento contrário, com diferenças estaticamente significantes ($p < 0,05$). As imagens de MEV apresentaram-se coerentes com os resultados quantitativos obtidos. Concluiu que todas as resinas apresentaram desgaste após escovação simulada. A resina Filtek™ P90 apresentou média de desgaste superior às resinas de Bis-GMA (Filtek™ Z250 e Filtek™ Z350). Todas as resinas apresentaram alteração de Ra após teste de abrasão por escovação simulada. Sendo que as resinas Filtek™ Z250 e Filtek™ Z350 apresentaram aumento de Ra, enquanto a Filtek™ P90 apresentou comportamento inverso. A variável ciclagem de pH influenciou apenas o desgaste apresentado pela resina à base de silorano (Filtek™ P90). Entretanto, a ciclagem de pH não foi determinante das alterações de Ra verificadas nas resinas testadas.

Paula⁵⁵ (2011) avaliou a morfologia e a Ra de materiais nanoparticulados quando submetidos a biodegradação e abrasão por escovação e, os efeitos do armazenamento em diferentes soluções simuladoras da dieta ácida na rugosidade e KHN de quatro materiais restauradores (Vitremer[®], Ketac N100[®], TPH Spectrum[®] e Filtek[™] Z350[®]). Na primeira etapa do estudo vinte espécimes obtidos de cada material foram divididos em dois grupos de armazenamento (n = 10): umidade relativa e biofilme de *Streptococcus mutans*. Após sete dias, todos os espécimes foram lavados em ultrassom para a mensuração da Ra e avaliação em MEV. Seguidamente, o teste de abrasão por escovação foi conduzido no grupo biodegradado e os espécimes reavaliados. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA de três fatores para medidas repetidas e *Tukey* ($p < 0,05$). Após a biodegradação o Ketac N100[®] apresentou os maiores valores de Ra. Quando as amostras biodegradadas foram submetidas à abrasão por escovação, o compósito Filtek[™] Z350 apresentou os menores valores de Ra. Na segunda etapa foram confeccionados espécimes (5 mm de diâmetro; 2,0 mm de espessura), dos mesmos materiais, os quais foram divididos em quatro grupos (n = 30). Após 24 horas, foram realizados os procedimentos de acabamento e polimento e os testes de KHN e Ra. Seguidamente, cada grupo foi dividido em três subgrupos (n = 10) de acordo com o meio de armazenagem: saliva artificial, suco de laranja e Coca-Cola[®]. A Ra e a KHN dos espécimes foram reavaliadas após trinta dias de armazenamento e os dados submetidos aos mesmos testes da primeira etapa. Os compósitos apresentaram menor Ra e maior KHN que os materiais ionoméricos em todas as situações estudadas. Após a degradação química, a diminuição significativa da KHN foi observada para todos os materiais, enquanto o aumento da Ra foi observado nos materiais ionoméricos armazenados em Coca-Cola[®] e suco de laranja. O compósito Filtek[™] Z350 apresentou valores similares de KHN após a erosão qualquer que fosse a solução de armazenamento. Para os outros materiais, a Coca-Cola[®] e o suco de laranja provocaram maiores reduções nos valores de KHN. Concluiu que nanopartículas incorporadas aos materiais estudados exerceram influência significativa para a obtenção de maior resistência frente à degradação biomecânica. No entanto, a presença de nanopartículas não influenciou na resposta à erosão quanto à Ra e KHN.

Com o objetivo de avaliar, in vitro, a resistência ao desgaste abrasivo de quatro resinas compostas, Rosa⁶³ (2011) confeccionou dez cp de cada material na cor A2, com formato cilíndrico (8,0 mm de diâmetro x 3,0 mm de espessura): FiltekTM Supreme (FS), Esthet-XTM (EX), Durafill VS[®] (DU) e Opallis[®] (OP). Após confecção dos cp, os mesmos foram fotoativados durante 40 segundos com o auxílio de um fotopolimerizador Opitilight Plus[®] calibrado em 450 mW/cm². Terminada a primeira polimerização, os compósitos foram removidos da matriz e fotoativados por mais 40 segundos, pelo lado oposto. Os cp foram removidos da matriz e em seguida foram retiradas as saliências laterais com lixa d'água nº. 1.200 a seco, lavados em água corrente e foram acondicionados em recipientes individualizados, contendo água deionizada suficiente para cobri-los, durante sete dias, em estufa a uma temperatura de aproximadamente 36°C ± 1°C, para a absorção de água e estabilidade da massa. As mensurações iniciais (sem polimento), intermediárias (pós-polimento) e finais (pós-escovação simulada) de massa foram obtidas em balança eletrônica com precisão de 0,0001 g. As aferições da Ra foram feitas por um rugosímetro Surtronic[®], utilizando parâmetro de medição Ra expresso em µm, com *cut-off* de 0,25 mm e extensão de avaliação de 2,5 mm. O teste abrasivo foi realizado em uma máquina de escovação simulada, utilizando escovas dentais de cerdas macias e pontas arredondadas (Colgate Professional Extra-Clean[®]), sob 200 g de carga, com velocidade de 374 ciclos/minuto e solução de dentífrico (Colgate Máxima Proteção Anticáries[®]) e água deionizada na proporção de 1:2. As amostras foram submetidas a 100.000 ciclos de escovação. As escovas foram substituídas a cada 50.000 ciclos e a solução foi constantemente repostada durante o teste. Após o término da escovação os cp foram cuidadosamente removidos da máquina de escovação e lavados em água corrente, com o auxílio da pinça clínica para total remoção do creme dental. Os cp foram armazenados novamente em água deionizada por sete dias em estufa à temperatura de 36° C ± 1°, para a completa hidratação. Os dados foram analisados estatisticamente pelos teste t pareado, *Wilcoxon*, *Kruskal-Wallis*, *Mann-Whitney* e correlação de *Pearson* ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram que todos os materiais apresentaram redução estatisticamente significativa da massa e aumento estatisticamente significativo da Ra após a escovação simulada. Considerando as alterações na massa, a ordem crescente de resistência à abrasão dos materiais avaliados após o polimento foi (FS = DU) > (OP = EX), e após a

escovação foi (FS = DU) > (OP = DE = EX). Com relação às alterações na Ra, a ordem crescente de resistência à abrasão dos materiais avaliados após o polimento foi (FS = OP) < (OP = EX = DU), e após a escovação foi (FS = OP = EX = DU). Concluiu que o processo de abrasão por escovação causou significativa perda de massa e alteração de Ra em todos os materiais estudados. A resina Filtek™ Supreme apresentou menor perda de massa tanto após o polimento quanto após a escovação. A resina Esthet-X™ apresentou a menor Ra tanto após o polimento quanto após a escovação simulada. Não existiu correlação entre perda de massa e alteração de Ra.

Alves¹ (2012) avaliou a ocorrência de alterações superficiais em três resinas compostas disponíveis comercialmente quando submetidas a tratamentos de polimento e jato de bicarbonato. As alterações foram quantificadas por meio de análises rugosimétrica e qualificadas em MEV. Foram testadas as resinas nanohíbrida Filtek™ Z350; microhíbrida Filtek™ Z250, e; microparticulada Durafill®. Para cada resina foram confeccionados 15 cp com o auxílio de uma matriz de aço inox com 7,0 mm de diâmetro x 3,0 mm de espessura em dois incrementos e fotoativadas seguindo as orientações do fabricante. Para a fotopolimerização das resinas compostas foi utilizado um aparelho de LED (Elipar Freelight 2®), com intensidade de potência de 1200 mW/cm². Os cp foram mantidos em água destilada a 37°C por 24 horas. Em seguida foram divididos em três grupos de acordo com os protocolos de acabamento e polimento sendo avaliados o polimento com pontas Enhance® + pontas siliconadas PoGo®, pontas Astropol® e discos Sof-Lex™. Todos os espécimes foram submetidos à ciclagem térmica de 5 a 55°C com tempo de imersão de 1 minuto/1000 ciclos. Após a ciclagem os espécimes foram submetidos a jato de bicarbonato (Ortasonic Ortus®) por 30 segundos. A Ra foi avaliada com o auxílio de um rugosímetro (Mitutoyo®) em três momentos, sendo a primeira leitura, baseline, realizada após 24 horas da confecção dos cp. A segunda, após o polimento dos cp e a terceira, após a profilaxia com o jato de bicarbonato. A Ra foi medida em cinco locais diferentes de cada espécime. Os resultados foram analisados levando em consideração da Ra média. ANOVA mostrou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as resinas ($p = 23,66$), entre os polimentos ($p = 36,43$) e na interação resina x polimento ($p = 6,45$). Para o fator momentos não houve diferença estatisticamente significativa ($p = 1,20$). Para o fator

resina, o valor de *Tukey* ($p = 0,085$) demonstrou não haver diferença estatística entre as resina Filtek™ Z350 e Filtek™ Z250 que apresentaram medidas de Ra de 0,42 e 0,35, respectivamente. A resina Durafill® apresentou maior Ra com valores médios de 0,85, sendo estatisticamente maior que Filtek™ Z350 e Z250. Entre os polimentos, independente da resina e do momento a técnica Astropol® foi a que indicou os maiores valores de Ra, quando comparado com Enhance® + PoGo® e Sof-Lex™ que não diferiram entre si. Concluiu que a resina que apresentou maior Ra foi a microparticulada (Durafill®), as menores Ra foram observadas nas resinas compostas nanoparticulada (Filtek™ Z350) e microhíbrida (Filtek™ Z250). Os discos Sof-Lex™ e as pontas Enhance® e PoGo® produziram superfícies mais lisas do que o sistema de polimento com as pontas Astropol®. Os resultados foram confirmados com a análise em MEV.

Rosa et al.⁶⁵ (2012) avaliaram o comportamento mecânico de uma resina composta nanoparticulada (Filtek™ Supreme XT) e de duas nanohíbridas (Esthet-X™ e Grandio®) com cores de esmalte e de dentina (A2). Dez amostras de cada resina composta foram submetidas aos testes de resistência à compressão, resistência flexural, resistência à tração diametral em uma máquina de ensaio universal. Os dados do teste de módulo flexural foram obtidos a partir dos resultados de resistência flexural. Dez amostras de cada resina composta foram submetidas ao teste de KHN. Uma amostra de cada material foi submetida aos testes de nanodureza e de módulo de elasticidade. Os resultados foram analisados estatisticamente através de ANOVA e de teste de *Tukey* ($p = 0,05$). Uma amostra de cada resina composta foi utilizada para registrar seu conteúdo em peso de carga. Após a análise estatística das médias, observou que a resina composta Grandio apresentou melhor comportamento mecânico para os testes de módulo flexural, KHN, nanodureza, módulo de elasticidade e conteúdo em peso de carga. No que tange à resistência à tração diametral, Grandio® e Filtek™ Supreme XT obtiveram as maiores médias. As três resinas compostas testadas atingiram médias similares estatisticamente para resistência à compressão. No que se refere à resistência flexural, Filtek™ Supreme XT e Esthet-X™ apresentaram as maiores médias. Concluiu que o conteúdo de carga em peso das resinas compostas tem relação direta com suas propriedades mecânicas. O tamanho e a forma das partículas de carga tendem a influenciar no módulo de elasticidade. Partículas maiores tendem a

dar mais resistência ao material e as de formatos irregulares tornam o material com maiores valores de módulo de elasticidade.

Visando comparar, *in vitro*, a KHN superficial e profunda entre uma resina composta microhíbrida e uma resina composta de nanopartículas, Silveira et al.⁷⁴ (2012) confeccionaram quarenta cp (5,0 de diâmetro x 2,0 mm de profundidade), distribuídos em quatro grupos (n = 10/grupo) de acordo com o tipo e a superfície da resina avaliada: Filtek™ Z100 (topo = G1, base = G2) com partículas microhíbridas; Filtek™ Z350 (topo = G3, base = G4), compósito resinoso de nanopartículas, ambas na cor A2. A fotoativação dos espécimes foi realizada pelo tempo de 40 segundos utilizando o aparelho Ultraled® (Dabi Atlante) com comprimento de onda de 450 a 490 nm. As amostras foram armazenadas em um recipiente à prova de luz, em ambiente seco, a uma temperatura de 37°C por 24 horas. Cada superfície testada (topo ou base) foi delimitada em quadrantes, realizando, em cada um, três aferições de KHN e aplicando uma carga de 50 gF, por 45 segundos com o emprego do aparelho Shimadzu HMV-2T®. O cálculo de microdureza de cada espécime foi obtido considerando-se a média das 12 endentações realizadas. Os dados obtidos foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA e *Tukey* (significância de 5%). Os valores médios obtidos pelos grupos testados foram: G1 – Filtek™ Z100 topo = $94,99 \pm 2,70$ MPa; G2 – Filtek™ Z100 base = $74,84 \pm 1,42$ MPa; G3 – Filtek™ Z350 XT topo = $57,53 \pm 1,13$ MPa; G4 – Filtek™ Z350 XT base = $35,37 \pm 4,19$ MPa. Foi observada diferença estatística significativa entre os valores de KHN de ambas as resinas quando avaliada as superfícies topo e base. Concluíram que os maiores valores de KHN foram os obtidos pela resina microhíbrida Filtek™ Z100, demonstrando um melhor desempenho dessa propriedade mecânica para a resina microhíbrida em relação à resina composta nanoparticulada Filtek™ Z350.

Para determinar a influência de bochechos enxaguatórios sobre a Ra de uma resina composta nanoparticulada (Filtek™ Supreme) após a escovação (Colgate Total RDA 70®), Trauth et al.⁸⁰ (2012) prepararam cem espécimes de resina composta (Filtek™ Supreme) que foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos escovado (GA) e não escovado (GB) e, em seguida, atribuídos a cinco subgrupos, de acordo com as soluções enxaguatórias (n = 10): Colgate Plax Fresh Mint®, Oral B®, Cepacol®, Colgate Plax® e saliva artificial. A resina foi manipulada de acordo com as instruções do fabricante e inserida em uma matriz de aço inoxidável (6,0 mm

de diâmetro x 2,0 mm de profundidade) e o compósito foi fotopolimerizado em um aparelho LED com potência de 750 mW/cm² (Ultraled[®]) por 40 segundos. As amostras foram removidas e mantidas durante 24 horas em 100% de umidade relativa a 37°C. Após 24 horas, as superfícies das amostras foram submetidas ao polimento com discos abrasivos sem irrigação contínua em uma peça de mão de baixa rotação. As primeiras medidas da Ra foram obtidas com perfilômetro (Surfcom 480A[®]) (média de 3 medidas em cada espécime). Cada amostra foi imersa em 20 mL dos bochechos durante 1 minuto, cinco dias por semana, duas vezes por dia, durante um período de três semanas. O grupo controle utilizado no estudo foi aquele em que os espécimes não foram submetidos à escovação e permaneceu apenas na saliva artificial. A escovação foi realizada em uma máquina simuladora, seguindo as especificações da ISO/DTS 145.692 para testes de desgaste (Mavtec[®]), a uma velocidade de 356 rpm, com uma suspensão do dentífrício (Colgate Total[®] e água destilada, proporção 1:1). A escova macia Condor[®] foi de 3,8 cm e a carga de escovação foi padronizada em 200 g. Os espécimes foram escovados semanalmente durante 1 minuto, por um período de três semanas (0,356 ciclos), correspondendo a escovagem durante uma semana, duas vezes por dia. As outras leituras de Ra foram realizadas nos 7º, 14º e 21º dias após a escovação e a Ra de cada amostra foi determinada pelo mesmo perfilômetro (média de 3 medidas de cada espécime). Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey. Os valores médios de Ra encontrados para os espécimes não escovados foram: Colgate Plax Fresh Mint[®] = 0,667; Oral B[®] = 0,498; Cepacol[®] = 0,484; Colgate Plax[®] = 0,642 e saliva artificial = 0,649. Já para os espécimes escovados foram: Colgate Plax Fresh Mint[®] = 0,319; Oral B[®] = 0,410; Cepacol[®] = 0,582; Colgate Plax[®] = 0,576 e saliva artificial = 0,493. A análise revelou que houve associação significativa entre escovação e bochechos ($p = 0,0034$). A associação entre a escovação e bochecho com Colgate Plax Fresh Mint[®] produziu a menor RA ($p < 0,05$). Todos os outros grupos testados (Oral B[®], Cepacol[®], Colgate Plax[®] e saliva artificial) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre as superfícies, submetidos à escovação ou não ($p < 0,05$). Concluíram que a Ra do compósito nanoparticulado testado pode ser influenciado pelo bochecho associado com a escovação; no entanto, o bochecho, por si só não afeta a Ra de resinas compostas.

Catalão et al.¹² (2013) avaliaram a influência do método de fotopolimerização na microdureza e na profundidade de polimerização de seis

compósitos bulk-fill (Tetric EvoCeram[®] bulk-fill, X-tra base, X-tra fil[®], Filtek[™] bulk-fill, SonicFill[®] e Surefil SDR[™]). A profundidade de polimerização foi determinada pelo método ISO 4049. Os espécimes foram divididos em 24 grupos de acordo com as combinações possíveis entre compósito e método de fotopolimerização (600 mW/cm² – 20 segundos; 1200 mW/cm² – 10 segundos; 600 mW/cm² – 40 segundos; 1200 mW/cm² – 20 segundos). Foram confeccionados espécimes de dimensão padronizada (2,0 x 2,0 x 7,0 mm), para a determinação da KHN (n = 5), e espécimes cilíndricos com 4,0 mm de diâmetro e 10,0-12,0 mm de altura, para a determinação da profundidade de polimerização segundo a norma ISO 4049 (n = 2). Os dados de microdureza foram analisados com testes não paramétricos Kruskal-Wallis seguido de comparações múltiplas de acordo com o método LSD às ordens ($\alpha = 0,05$). Os valores de microdureza variaram entre 14,2 KHN (Filtek[™] bulk-fill – 1200 mW/cm² – 10 segundos) e 51,4 KHN (SonicFill[®] – 1200 mW/cm² – 20 segundos). O teste de *Kruskal-Wallis* revelou influência estatisticamente significativa ($p < 0,001$) do compósito sobre a microdureza. Os compósitos X-tra base[®], Filtek[™] bulk-Fill e SDR[™] apresentaram valores de microdureza estatisticamente mais baixos ($p < 0,05$) que os compósitos X-tra Fil[®], Tetric EvoCeram[®] Bulk-Fill e SonicFill[®]. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de polimerização ($p = 0,244$). A profundidade de polimerização segundo a ISO variou entre 2,92 mm (Tetric EvoCeram[®] Bulk-Fill – 600 mW/cm² – 20 segundos) e 4,97 mm (X-tra base[®] – 600mW/cm² – 40 segundos). A profundidade de polimerização obtida com o rácio de microdureza variou entre 1,0 mm para o Tetric EvoCeram[®] Bulk-Fill (600mW/cm² – 20 segundos; 1200 mW/cm² – 10 segundos) e 4,0 mm, para os compósitos X-tra Fil[®] (1200 mW/cm² – 20 segundos) e Filtek[™] Bulk-Fill (600 mW/cm² – 20 segundos; 600 mW/cm² – 40 segundos; 1200 mW/cm² – 20 segundos). Concluíram que as resinas compostas utilizadas como Fill apresentaram uma microdureza superior às utilizadas como base. A microdureza das resinas compostas não foi afetada pelo método de polimerização, e nem todos os compósitos apresentam a profundidade de polimerização fornecida pelos fabricantes. O método recomendado pela norma ISO 4049 promoveu uma maior profundidade de polimerização.

Em um estudo in vitro, Cruz¹⁴ (2013) analisou o efeito de três sucos de frutas (cupuaçu, taperebá e laranja) com baixo pH e saliva artificial (controle) sobre materiais restauradores indicados em lesões cervicais não cariosas: resina

composta nanoparticulado (Filtek™ Z350 XT), cimento de ionômero de vidro resino modificado (Vitremer®) e um cimento de ionômero de vidro convencional (Fuji II®). Os materiais foram avaliados quantitativamente, quanto à alteração de peso, Ra e microdureza superficial, e qualitativamente, por MEV. Foram confeccionados 144 cp (8,0 mm de diâmetro x 2,0 mm de altura) para cada teste quantitativo ($n = 12$) e 45 para o MEV ($n = 3$). Os cp foram preparados de acordo com os instrumentos de cada fabricante e fotopolimerizados com luz LED (intensidade de 1100 mW/cm²) por 40 segundos e mantidos em saliva artificial por 24 horas a 37°C. Após esse período, as superfícies dos cp receberam acabamento em politriz (Arotec®) com as lixas d'água Norton® de 600, 1200, 1500 e 200 e lavados em água destiladas no ultrasom (Bio Wash TD30 Plus®) durante 5 minutos, em seguida foram realizadas as leituras iniciais. Durante um período de dez dias consecutivos, os cp foram submetidos ao desafio erosivo nos respectivos sucos de frutas durante 30 minutos, três vezes ao dia, totalizando 90 minutos/dia e mantidos em saliva artificial entre os intervalos. Após o período de ciclagem erosiva, foram realizadas as leituras finais. Os resultados foram submetidos ao teste t, ANOVA e *Tukey*. As médias de alteração entre os valores de peso finais e iniciais demonstraram diferença significativa ($p < 0,01$) nos materiais estudados e em todos os sucos estudados, com do Vitremer® quando imerso no suco de taperebá ($p > 0,01$). As médias de alteração entre os valores de Ra final e inicial demonstraram diferença significativa ($p < 0,01$) para todos os materiais estudados em todos os sucos, exceto a Filtek™ Z350 XT no grupo controle que não apresentou diferença significativa ($p > 0,01$). A comparação entre os valores de microdureza final e inicial demonstrou diferença significativa ($p < 0,01$) entre os materiais estudados em todos os meios de imersão, inclusive no grupo controle. De um modo geral, o suco de taperebá foi o que provocou a maior alteração na superfície dos materiais restaurados quanto ao peso, Ra, microdureza e na MEV. A resina composta Filtek™ Z350 XT foi o material restaurador que menos sofreu alterações de superfície. Concluiu que os sucos de frutas estudados são capazes de alterar os materiais restauradores, sendo que a resina composta foi o material que sofreu menor alteração.

Para avaliar os efeitos de três antissépticos bucais sobre a dureza superficial de uma resina composta microhíbrida e uma nanoparticulada, indicadas para restaurações diretas, Gonçalves et al.²² (2014) confeccionaram quarenta cp para cada um dos materiais restauradores utilizados: resina microhíbrida Filtek™

Z100 e nanoparticulada Filtek™ Z350. Foi utilizada uma matriz bipartida de teflon com seis perfurações circulares de 5,0 mm de diâmetro x 2,0 mm de profundidade, permitindo a confecção de seis cp simultâneos. No interior da matriz existia uma gaveta na qual foram colocadas placas de vidro para microscopia, para se obter pastilhas de resina com a base plana e polida. O espaço interior foi preenchido com resina composta em incremento único. Uma tira de poliéster foi posicionada sobre a superfície de topo e polimerizada por 40 segundos na Filtek™ Z100 e 20 segundos na Filtek™ Z350 de acordo com as recomendações do fabricante com aparelho fotopolimerizador (Ultralux EL Dabi Atlante®) com intensidade de luz de 550 mW/cm². A intensidade de luz foi verificada com um radiômetro digital (Dabi-Atlante). Os cp foram armazenados individualmente por 24 horas em 20 mL de água destilada a 37 ± 2°C e em seguida foram divididos em quatro grupos (n = 10): GI – imersão em 20 mL de água destilada por 12 horas (controle); GII – imersão em 20 mL de Periogard® (Colgate-Palmolive) por 12 horas; GIII – imersão em 20 mL de Listerine® por 12 horas, e; G IV – imersão em 20 mL de Colgate Plax® (Colgate-Palmolive) por 12 horas. As soluções onde os cp ficaram armazenados foram agitadas a cada três horas para evitar equilíbrio químico ao redor do material restaurador. O período de 12 horas de armazenamento corresponde à utilização do antisséptico bucal por 2 minutos durante um ano. Em seguida todos os cp foram submetidos ao KHN, o qual foi realizado com auxílio de um microdurômetro Vickers (Leit Wetlar modelo Durimet®) com carga de 50 gF, durante 15 segundos. Foram realizadas três impressões de microdureza na parte superior dos cp, uma no centro e duas na periferia. Os dados obtidos a partir das médias foram submetidos à análise estatística utilizando-se teste t *Student* para comparação entre grupos e teste ANOVA com pós teste de *Tukey* para comparação intragrupos. A análise estatística mostrou significativa redução na dureza superficial da resina Filtek™ Z350 apenas para o grupo submetido à imersão em solução de Listerine® (p < 0,001). Embora os resultados mostrem um aumento dos valores de dureza da resina Filtek™ Z100 em relação ao grupo controle, não foi observada diferença significativa em nenhum dos seus grupos (p = 0,065). Foi observada também diferença significativa entre os dois compósitos restauradores, a resina Filtek™ Z350 apresentou menores valores de dureza do que a resina Filtek™ Z100 (p < 0,001), independente da solução em que foram imersas. Concluíram que a resina Filtek™ Z100 não sofreu influência dos antissépticos bucais. Já a resina nanoparticulada

Filtek™ Z350 sofreu influência negativa da solução de Listerine® sobre sua dureza superficial.

Monteiro⁴⁸ (2014) avaliou, in vitro, a Ra de duas resinas compostas submetidas à escovação simulada com três diferentes dentifrícios, em períodos de seis meses, um e dois anos. Foram confeccionadas 36 amostras da resina composta Filtek™ Z350 XT e 36 da resina Empress Direct®, sendo divididas aleatoriamente em três grupos (n = 12), conforme o dentifrício utilizado: Colgate Total 12 Clean Mint® (controle; CT12); Colgate Sensitive Pro-Alívio® (CS), e; Oral B Pró-Saúde Whitening® (OBW). As amostras de resinas compostas foram fotopolimerizadas com aparelho de luz LED Radium-cal®, com intensidade de luz de 1200 mW/cm², por 20 segundos a uma distância de 1,0 mm da superfície e, em seguida, foram mantidas em água destilada a 37°C por 24 horas para completar a polimerização e simular as condições do ambiente intrabucal. Inicialmente foi verificada a Ra inicial de cada amostra utilizando o rugosímetro SJ 2001®. Foram realizadas três medições consecutivas, em três diferentes regiões da amostra (central, à direita e à esquerda), com cut-off de 0,25, sendo obtida a média das três medições. As amostras foram submetidas a 5.000, 10.000 e 20.000 ciclos de escovação, com velocidade de 250 ciclos de, de forma cumulativa equivalendo a seus, 12 e 24 meses de escovação, utilizando uma mistura composta de 1 g de pasta e 1 mL de água destilada, empregando escovas de cerdas macias Colgate Classic com carga de 200 g. Após cada ciclo de escovação, as amostras foram lavadas em água corrente e imediatamente limpas em cuba ultrassônica por 10 minutos, seguido de secagem com jato de ar e nova leitura da Ra como descrito para a etapa inicial. A leitura da Ra foi perpendicular ao sentido de escovação das cerdas das escovas. Para o correto posicionamento da amostra na máquina de escovação e para garantir a leitura sempre no mesmo sentido (perpendicular à escovação), foi realizada uma marca com ponta diamantada e caneta de alta rotação em uma das extremidades da amostra. Doze amostras adicionais de cada resina composta foram obtidas como descrito anteriormente, foram divididas aleatoriamente em três grupos (n = 4), sendo cada grupo submetido à escovação simulada com cada dentifrício como descrito anteriormente. Das quatro amostras, uma era analisada em MEV antes da escovação, outra após seis meses de escovação, outra após 12 meses de escovação e, a última, após 24 meses de escovação. Essas foram secas em desumidificadora com gel de sílica durante 72

horas, metalizadas com ouro e observadas em MEV em aumento de 4.000X para análise qualitativa da superfície. Segundo a ANOVA de três fatores, os fatores dentifrício ($p = 0,044$) e tempo ($p = 0,000$) foram significativos. Não houve significância para o fator resina composta ($p = 0,381$) e para a interação entre os fatores ($p > 0,05$). O dentifrício CT12 apresentou a menor média de Ra ($0,269 \mu\text{m}$), não diferindo estatisticamente do dentifrício CS ($0,300 \mu\text{m}$). A maior média de Ra foi obtida com o dentifrício OBW ($0,390 \mu\text{m}$), não diferindo estatisticamente do CS. A maior média de Ra foi obtida após 20.000 ciclos de escovação ($0,584 \mu\text{m}$), diferindo estatisticamente dos outros tempos. As resinas compostas Filtek™ Z350 e Empress Direct® apresentaram Ra semelhante após todos os ciclos de escovação. A Ra das resinas compostas aumentou com o tempo de escovação. O dentifrício clareador OBW causou maior Ra em ambas as resinas compostas.

Silva et al.⁷² (2014) avaliaram a Ra e a topografia de três resinas compostas submetidas à escovação simulada e a bochechos testando as seguintes hipóteses: compósitos microparticulados e nanoparticulados apresentam menor Ra e menor mudança topográfica do que de uma resina composta microhíbrida, e; os enxaguatórios que contêm álcool irão produzir maior Ra e maior mudança topográfica nas resinas compostas. Três resinas compostas com diferentes tipos de partículas de carga foram analisadas (Filtek™ Z350, Durafill® e Empress Direct®) e três enxaguatórios para bochechos com base na concentração de álcool: Plax® (P = pH 5.7) isento de álcool e dois contendo álcool Listerine® (L = pH 4.1) e Plax Menta Fresca® (M = pH 6.5). Saliva artificial foi utilizada como controle (AS = pH 6.4). O pH foi medido em triplicata usando peagâmetro (HI 1131®) em 20 mL de cada uma das substâncias. Vinte espécimes em forma de disco (8,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de altura) para cada resina composta foram construídos usando uma matriz de anel de teflon. Depois de a matriz ser preenchida com cada compósito, as amostras foram, em seguida, fotopolimerizadas com uma irradiância de 650 mW/cm^2 durante 40 segundos. Depois de 24 horas de armazenamento em água a 37°C , todos os espécimes foram polidos sequencialmente com lixas d'água 1200 e 4000 (Arotec®), sob irrigação constante. Após o polimento, os espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos ($n = 5$) de acordo com o antisséptico bucal e saliva artificial. Todos os espécimes tiveram a Ra média avaliada utilizando um rugosímetro (201 SurfTest SJ®). A análise topográfica foi realizada utilizando uma imagem tridimensional (3D) de perfilometria (Form Talysurf 60i®). Na primeira

semana, os espécimes foram submetidos diariamente à escovação simulada do seguinte modo: armazenamento durante 4 horas em 2 mL de saliva artificial, a 37°C, escovando (20 ciclos com escova Oral B 30[®]), armazenamento em saliva artificial a 37°C durante 8 horas, escovação (20 ciclos), e armazenamento em saliva artificial a 37°C durante a noite (12 horas). A escovação foi realizada usando uma máquina de escovação (MEV2, Odeme) e uma suspensão de pasta de dentes (Paradontax[®]) e água destilada na proporção de 1:2. Após cada escovagem, os espécimes foram lavados abundantemente com água destilada e imersos em 2 mL de solução para bochechar ou saliva artificial (controle) durante 2 minutos. As amostras foram então lavadas em água destilada e substituídas para a saliva artificial. A partir da segunda à nona semana, os espécimes foram mantidos em saliva artificial por sete dias e submetidos a 280 ciclos da escovação e imersos por 28 minutos em enxaguatório bucal ou saliva artificial (controle). A Ra foi reavaliada no final de cada semana e a topografia, após a nona semana. Os dados obtidos foram analisados usando teste de *Shapiro-Wilk* e teste de *Levene*. Os dados de Ra foram analisados pela ANOVA e teste de *Tukey post hoc*. Todas as análises foram realizadas em um nível de significância de $p = 0,05$. Em todos os enxaguatórios, Empress Direct[®] apresentou maior rugosidade do que Durafill[®] ($p < 0,05$). O valor mais alto de Ra foi apresentado por Empress Direct[®] imerso em L ($p < 0,05$). Os menores valores de Ra foram apresentados por Durafill[®] ($p < 0,05$). As três resinas compostas apresentaram a maior rugosidade após imersão em bochechos que continham álcool (PM e L) ($p < 0,05$). Para os três compósitos de resina, o aumento da Ra foi notado após a quinta semana. A análise topográfica mostrou que as superfícies mais suaves estavam presentes após imersão em SA. Concluíram que a resina microparticulada apresentou o melhor comportamento (Ra inferior e menos alterações topográficas), sugerindo que é a mais adequada para ser usada em restaurações anteriores; enxaguatórios contendo álcool pode aumentar a Ra de resinas compostas.

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar qualitativamente e quantitativamente os danos causados pelos desafios erosivos e abrasivos nas propriedades físico-químicas, mecânicas de cinco resinas nanoparticuladas, sendo duas *bulk-fill* (*SureFil[®] SDR[™]* e *X-tra fill[®]*) e três convencionais *nanoparticuladas* (*Grandio[®]*, *Esthet-X[™]* e *Filtek[™] Z350*), visando:

- a) Examinar as topografias das resinas antes e após os procedimentos erosivos e abrasivos;
- b) Avaliar a alteração de massa das resinas antes e após os procedimentos erosivos e abrasivos;
- c) Aferir a rugosidade superficial dos materiais antes e após os procedimentos erosivos e abrasivos;
- d) Analisar a dureza das resinas antes e após os procedimentos erosivos e abrasivos.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

Para a realização deste estudo foram utilizadas cinco resinas compostas, sendo uma flow e uma híbrida (*SDR SureFil*[®] TM e *X-tra fill*[®]) classificadas como *bulk-fill* e três convencionais nanoparticuladas (*Grandio*[®], *Esthet-X*TM *HD* e *Filtek*TM *Z350 XT*).

O Quadro 1 apresenta os nomes comerciais, tipos, fabricantes, cores e abreviaturas adotadas dos compósitos utilizados.

Quadro 1 – Resinas compostas utilizadas com respectivos nomes comerciais, tipos, fabricantes, cores e abreviaturas.

Resina	Tipo	Fabricante	Cor	Abrev.
SDR TM Surefil [®]	Flow bulk-fill	Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil	U	SF
X-tra fill [®]	Híbrido bulk-fill	Voco do Brasil Ltda., Porto Alegre, RJ, Brasil	U	XT
Grandio [®]	Nanohíbrida	Voco do Brasil Ltda., Porto Alegre, RJ, Brasil	A2	GD
Esthet-X TM HD	Nanohíbrida	Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil	A2	EX
Filtek TM Z350 XT	Nanoparticulada	3M do Brasil, Campinas, SP, Brasil	A2	FZ

Fonte: Dados da pesquisa.

A composição química das resinas compostas *bulk-fill Surefil*[®] *SDR*TM (SF) e *X-tra fill*[®] (XT) e das nanoparticuladas convencionais *Grandio*[®] (GD), *Esthet-X*TM *HD* (EX) e *Filtek*TM *Z350 XT* (FZ) estão demonstradas no Quadro 2.

Todas as resinas compostas são fotopolimerizáveis e estão disponíveis no mercado nacional (Figuras 1 a 5). Para a fotopolimerização das resinas foi utilizado o aparelho de polimerização por emissão de luz LED azul com comprimento

de onda entre 420-480 nm (Poly Wireless, Fábrica KaVo do Brasil Ind. Com. Ltda., Joinville/SC), na densidade de potência de 1100 mW/cm² (Figura 6).

Quadro 2- Composição química das resinas compostas

Resina	Composição química
SF	Vidro de bário boro flúor alumínio silicato; vidro de estrôncio, alumínio flúor silicato; resina dimetacrilato uretano modificada; bisfenol A dimetacrilato etoxilado (EBPADMA); trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA); canforoquinona; fotoiniciador; butil hidroxitolueno; estabilizantes UV; dióxido de titânio; pigmentos de óxido de ferro.
XT	BIS-GMA; uretano dimetacrilato (UDMA); TEGDMA; Contém 86 % de materiais de preenchimento inorgânicos (que corresp. a 70,1 Vol. %)
GD	Contém 87% w/w de tampões inorgânicos (71,4 Vol. %) numa matriz de metacrilato (Bis-GMA, TEGDMA)
EX	Dimetacrilato carboxílico modificado (resina TCB), resina acrílica fosfatada modificada (PENTA); UDMA; TEGDMA; 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA); estabilizadores; etil-4-dimetilaminobenzoato canforoquinona, sílica amorfa funcionalizada.
FZ	Bis-GMA; BIS-EMA; UDMA; TEGDMA; zircônia sílica; uretano dimetacrilato, trietileno glicol dimetacrilato

Figura 1- Resina composta Esthet-X HD (DENTSPLY)



Figura 2- Resina composta Grandio (VOCO)



Figura 3- Resina composta X-tra fil (VOCO)



Figura 4- Resinas composta Z350 XT (3M-ESPE)



Figura 5- Resina composta Surefill SDR (DENTSPLY)



Figura 6 - Aparelho fotopolimerizador Poly Wireless KAVO.



4.2 Confeção da matriz

Em nosso experimento a matriz que proporcionará a obtenção dos corpos-de-prova foi confeccionada através da utilização de um molde cilíndrico pré-fabricado apresentando 10,0mm de largura e 4,0mm de altura (Figura 7), uma resina acrílica Dencrilay (Dencril Comércio de Plásticos Importação e Exportação Ltda., São Paulo, SP, Brasil) que posteriormente deu origem a um bloco acrílico que servirá de modelo (Figura 8), um silicone de adição Express STD (3M do Brasil, Campinas, SP, Brasil) (Figura 9), e por fim a matriz confeccionada apresentando 10,0mm de diâmetro e 4,0mm de espessura (Figura 10).

Figura 7- Molde Cilíndrico Pré-Fabricado



Figura 8- Resina Acrílica (Dencrilay) e o bloco modelo de resina acrílica com dimensões 10 x 4 mm



Figura 9 - Silicone de adição Express STD (3M do Brasil, Campinas, SP, Brasil)



Figura 10 - Matriz Confeccionada



4.3 Confeção dos corpos-de-prova

As resinas compostas *nanoparticuladas* e *bulk-fill* (*Esthet X-HD*, *Z350*, *Grandio* e *X-tra fill*), foram inserida com uma espátula para compósitos utilizando a técnica incremental 2mm por incremento e fotopolimerizadas por 20 segundos para as resinas nanoparticuladas, e a resina *Bulk fill* (*X-tra fill*), sendo inserida em incrementos de 4mm e polimerizadas por 10s (Figura 11). Já resina composta bulk-fill (*SDR Surefill*) foi inserida em incremento de 4mm, através de um dispensador pertencente ao Kit da resina, fotopolimerizadas por 10 segundos (Figura 12). A fotopolimerização para todos corpos-de prova foi realizada com aparelho de luz LED Poly Wireless (KAVO), com intensidade de luz de 1100 mW/cm^2 (Figura 6), a uma distância de 1mm da superfície da resina composta. Durante a confecção das amostras, foram mantidas as condições ambientais de temperatura e umidade exigidas pela especificação própria emitida pela ADA (American Dental Association)

Após a fotopolimerização, os corpos de prova (Figura 13), foram acondicionados em frascos individualizados, imersos em água destilada e mantidos a 37°C em estufa por 24 horas para a absorção de água e estabilidade da massa⁴⁸. Os frascos foram identificados com as abreviaturas dos materiais e grupos de estudado (Figura 14).

Após 24h, realizou-se planificação dos corpos-de-prova através do lixamento manual utilizando-se lixas d'água com granulações 400, 600, 800, 1200, 2500 e 4000 (3M do Brasil, Sumaré, SP, Brasil), discos Sof Lex (3M do Brasil, Sumaré, SP, Brasil) e disco de feltro com pastas de alumina (Arotec), na velocidade de 600rpm em politriz (Panambra Struers DP-10- Panambra, São Paulo, Brasil) por 30s. Ao final de cada lixa d'água e entre as etapas de polimento, os corpos de prova foram lavados em água corrente por 1min.

Após o período de acabamento e polimento, todos os cp ficaram armazenados por um período de (7dias) em uma estufa a 37°C até ocorrer à estabilização de massa dos materiais. Passado este período os corpos-de-prova do grupo controle foram secos com papel absorvente por 2 minutos e em seguida, deu-se início a análise dos valores de massa inicial dos cp do grupo controle. Já os cp do grupo teste foram acondicionado em recipientes identificados, imersos em bebida ácida por

um período de 30 dias e posteriormente expostos a degradação mecânica através de escovação simulada, caracterizando a degradação química e mecânica que será descrita posteriormente.

Figura 11 - Inserção das resinas compostas *nanoparticuladas* (*Esthet X-HD*, *Z350*, *Grandio*) e a resina *bulk fill* (*X-tra fill*) no interior da matriz



Figura 12 - Inserção da resina composta (*Surefil SDR*), no interior da matriz

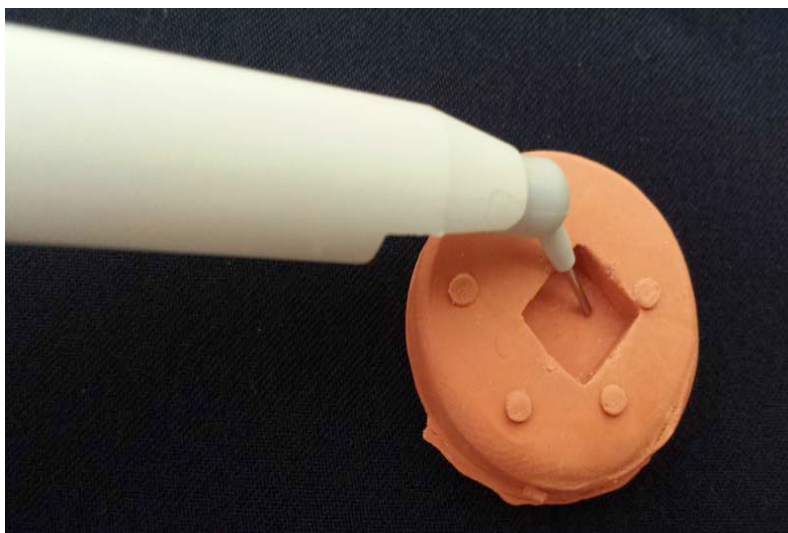


Figura 13 - Corpos-de-prova confeccionados

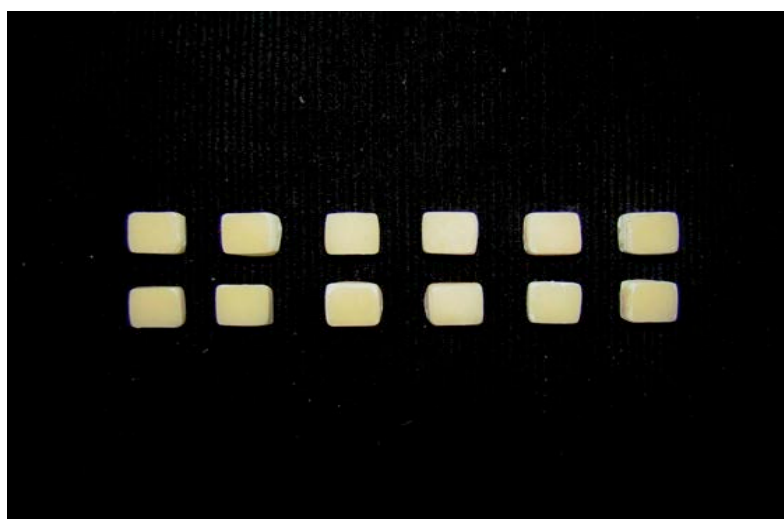


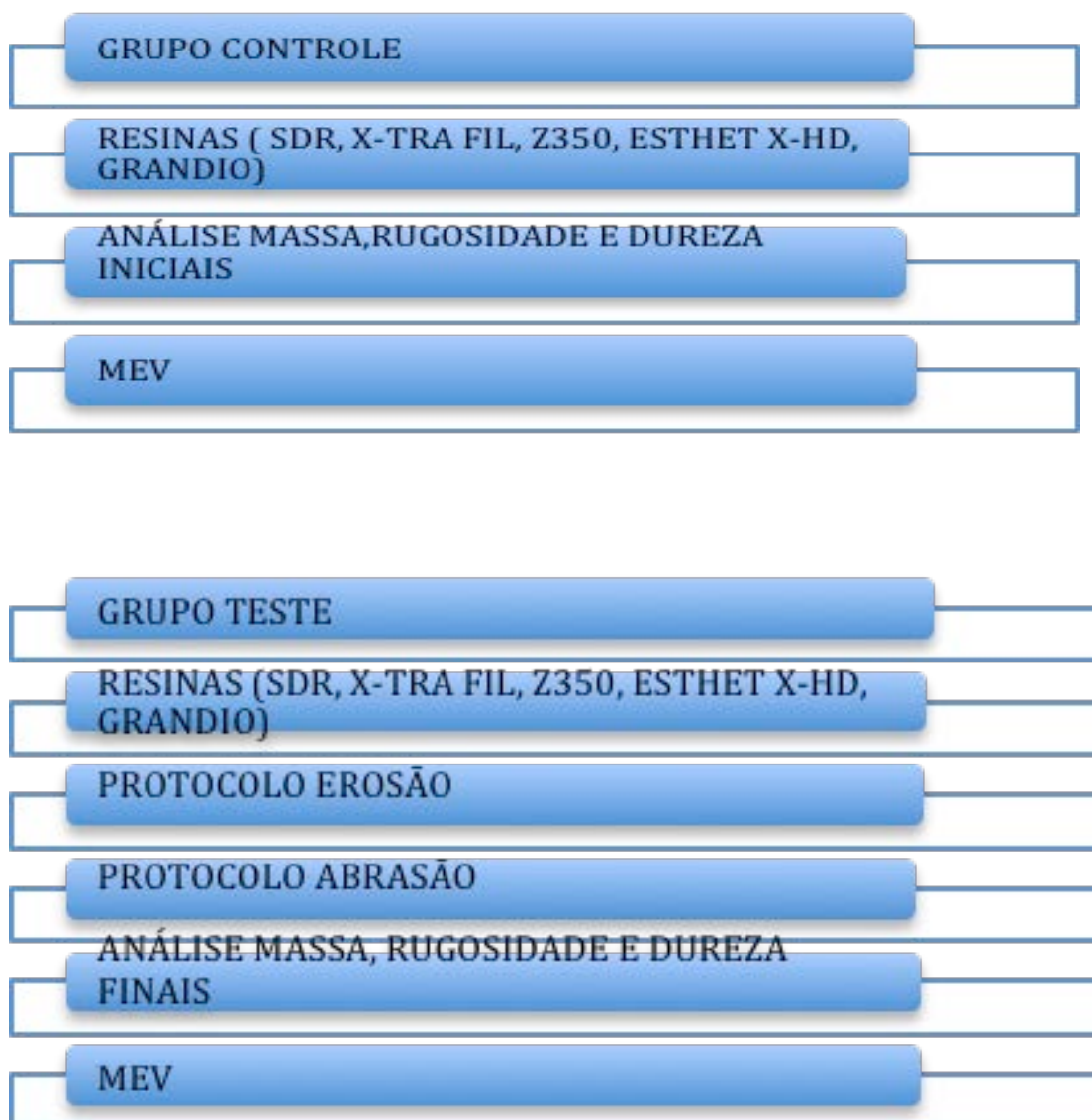
Figura 14- Corpos-de-prova após a polimerização, imersos em água destilada e armazenados em estufa por 24hs e 07 dias



DIVISÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS

Para este experimento foram confeccionados um total de 100 corpos-de-prova, sendo 20 para cada material restaurador (Figura 13), sendo divididos em 2 grupos de estudo, onde cada grupo foi composto por 5 resinas compostas com $n=10$ para cada resina exemplificados a seguir no Diagrama 1.

Diagrama 1- Divisão dos grupos de estudo.



DETERMINAÇÃO DA MASSA INICIAL

Os valores obtidos durante a análise de massa dos corpos-de-prova é expresso em gramas. Após os 7 dias de armazenamento, os corpos-de-prova foram secos com papel absorvente por 30 segundos e em seguida pesados em uma balança analítica de precisão (Shimadzu do Brasil LTDA, modelo AY 220, número de série D451700026, cap. 220g, sens.0,0001g-) (Figura 15). A pesagem foi realizada até alcançar-se estabilidade da massa do corpo-de-prova^{36,84}, com variação aceitável de no máximo de 0,0002g. Após a obtenção dos valores estáveis, registramos a média das três últimas pesagens como valor representativo da massa inicial (MI)⁴⁵ de cada cp. Durante o processo de análise da massa dos corpos-de-prova, a porta de acesso ao interior da balança permaneceu fechada para evitar interferência do meio externo.

Figura-15 – Balança de precisão SHIMADZU AY220.



DETERMINAÇÃO DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL INICIAL

A rugosidade superficial foi verificada em dois momentos: inicial (RI) após o período de armazenamento e avaliação de massa inicial (MI) e final (RF) após o processo de degradação química e mecânica e verificação da massa final (MF). Os cp foram fixados em uma matriz confeccionada para a estabilização do corpo-de-prova, com o intuito de impedir a presença de alguma oscilação na leitura. Foi utilizado um rugosímetro de contato (Mitutoyo modelo surfest-301. N° de série 15700438. Japão) (Figura 16 a 18).

Os aparelhos para avaliação da textura superficial são compostos das seguintes partes:

- Apalpador – Também chamado de “pick-up”, desliza sobre a superfície que será verificada, levando os sinais da agulha apalpadora, de diamante, até o amplificador.
- Unidade de acionamento – Desloca o apalpador sobre a superfície, numa velocidade constante e por uma distância desejável, mantendo-o na mesma direção.
- Registrador – é um acessório do amplificador (em certos casos incorpora a ele) e fornece a reprodução, em papel, do corte efetivo da superfície.

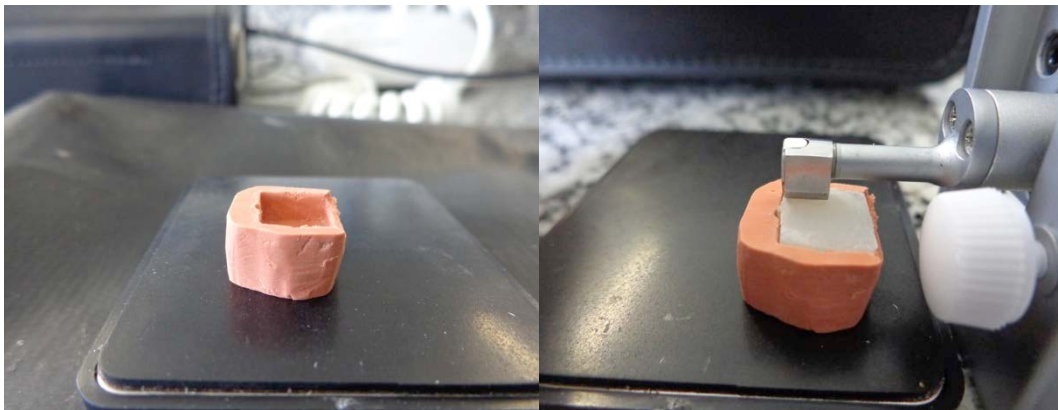
Figura 16 – Rugosímetro Mitutoyo (Registrador e Amplificador)



Figura 17- Unidade de Acionamento



Figura 18 - Matriz e Apalpador



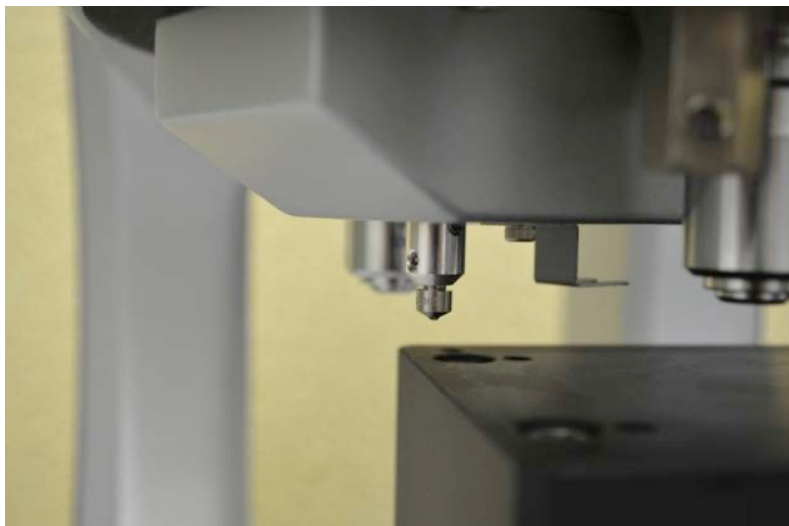
Foram realizadas três leituras distribuídas sobre a superfície de cada cp, onde a ponta apalpadora tendo como referência o centro do corpo-de-prova, abrangeu o máximo da extensão da superfície, onde por fim obtivemos uma média aritmética das três leituras, determinando assim a RI(Rugosidade Inicial) (Ansenjo-Martinez,⁴ 2004).

ANÁLISES DA MICRODUREZA

A microdureza Knoop foi verificada em dois momentos: inicial (MI) após o período de armazenamento, e final (MF) após o processo de degradação química e

mecânica e posteriormente as avaliações de rugosidade final (RF). Para a mensuração da dureza utilizou-se microdurômetro SHIMADZU (HMV-G 21) (Figura 19), com penetrador diamantado piramidal do tipo Knoop, apresentando um software de computador que realiza automaticamente a medição das diagonais da penetração a partir da imagem capturada com a câmera CCD, nos proporcionando um resultado estável e sempre obtido sem erro particular do operador. Foram realizadas três indentações sobre a superfície de cada amostra usando uma carga estática de 200 gf, a qual foi aplicada por aproximadamente 15 segundos.

Figura 19 - Microdurômetro Shimadzu HMV-G 21



PROTOCOLO DE IMERSÃO NAS SOLUÇÕES LÍQUIDAS

Os cp do grupo teste foram submetidos á imersão em 10ml de refrigerante Coca-Cola (Coca-Cola Corporation, Ribeirão Preto, Brasil) (pH=2,6), (Quadro 4), à 37°C, por um período de 30 dias, sendo que as bebida foi trocada e o pH medido diariamente. Antes e após o periodo de imersão, todos os corpos de prova foram lavados em água corrente por 10 segundos e secos com papel absorvente. Os corpos-de-prova do grupo controle ficaram imersos em 10 ml de água destilada (Probem, Catanduva, Brasil) (pH=7,3), sendo a solução trocada e o pH medido diariamente,(Figura 20).

Após o término dos 30 dias de imersão, os corpos de prova do grupo teste que foram imersos em Coca-Cola foram lavados com água corrente e armazenados em recipientes plásticos fechados com água destilada e conservados em estufa até a realização do processo de degradação mecânica.

Quadro 4 – Composição química, pH e Marca Comercial das bebidas utilizadas no decorrer do experimento

Nome comercial	Fabricante	Composição Química	pH
Coca- Cola	Coca Cola Company	Água carbonatada, açúcar: 2400g, água suficiente para dissolver, caramelo: 37g, cafeína: 3,1g, ácido fosfórico: 11g, folha descocainizada de coca: 1,1g, noz de cola: 0,37g	2,60
Água destilada	Probem	Água destilada	7,30

Figura 20 - Corpo-de-prova do grupo controle imerso em Água Destilada e do grupo teste imerso em Coca-Cola por 30 dias



PROTOCOLO DE ABRASÃO

Os corpos-de-prova do grupo teste (GT) foram submetidos a 100.000 ciclos de escovação que corresponde em média 10 anos de escovação^{31,45}, com uma carga de 200 gf, simulando as condições clinicas exercidas durante um processo de escovação, em uma máquina de escovação ODEME (Figura 21), desenvolvida para

esse procedimento com regulagem de 1.000 a 100.000 ciclos, apresentando frequência de trabalho, 120 ciclos por minuto e fusível contra sobrecargas de energia.

O equipamento consiste de um motor que produz movimentos de vai-vem em seis braços, nos quais foram fixadas as cabeça da escova dental sensitive P-35 (Oral B) (Figura 22), onde nos permitindo realizar uma escovação simultânea de dez corpos-de-prova. A base do equipamento é de aço inoxidável e possui seis dispositivos independentes para o posicionamento dos corpos-de-prova. As cabeças das escovas dentais sensitive P-35 (Oral B), foram cortadas e fixadas de forma a garantir seu alinhamento paralelo à base. Os corpos-de-prova foram fixados com Gel Super Bonder (LOCTITE), em uma base metálica integrante da máquina de escovação (Figura 23). A máquina possui um sensor de temperatura que viabilizou a escovação sob uma temperatura de 24,5⁰C. Os corpos-de-prova do grupo teste foram escovados com dentifrício (Colgate tripla ação-Colgate Palmolive, Co.Osasco-SP, Brasil), classificado como de média abrasividade, apresentando a seguinte composição: 1500 ppm de flúor, carbonato de cálcio, água, sorbitol, lauril sulfato de sódio, aroma, carboximetilcelulose, goma xantana, sacarina sódica, silicato de sódio, triclosan, metilparabeno, propilparabeno, bicarbonato de sódio, corante azul CI 74160, corante verde CI 74260 (contém monofluorofosfato de sódio) (Figura 24).

O dentifrício foi pesado e diluído em água destilada no interior de um Becker de acordo com a especificação da ISO 14569-1 (International Organization for Standardization 1999) na proporção de 1:2 em peso, onde essa proporção destina-se simular a diluição causada pela saliva na cavidade oral e, conseqüentemente, diminuir a ação dos agentes abrasivo contidos no dentifricio (Ansenjo-Martinez⁴, 2004) (Figura 25). Depois de diluído, o dentifrício foi inserido nos recipientes onde estavam fixados os corpos-de-prova e iniciou-se o ensaio de escovação simulada perfazendo-se 100.000 ciclos de escovação (Figura 26).

Figura 21 - Máquina de Escovação ODEME



Figura 22 - Escova Oral B, fixada na máquina de escovação



Figura 23 - CP fixados na superfície metálica para o teste de escovação



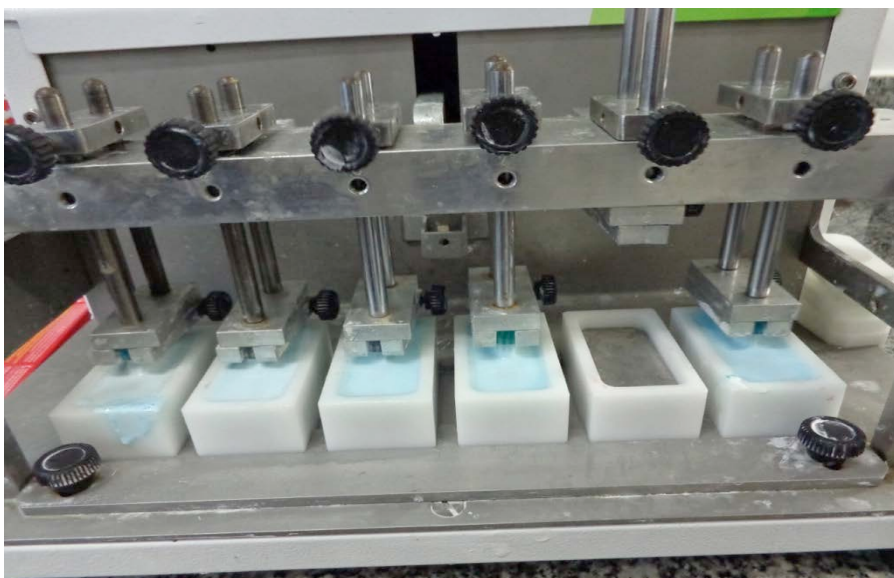
Figura 24 - Dentifrício Colgate Tripla Ação



Figura 25 - Diluição do dentífrico e água destilada na proporção 2:1



Figura 26 - Teste de escovação simulada



Após a realização da escovação, os espécimes foram cuidadosamente removidos dos recipientes metálicos e de maneira imediata passaram pelo processo de limpeza, em uma cuba ultra-sônica por um período de 10 minutos com o intuito de remover as partículas abrasivas do dentífrico. Posteriormente os corpos-de-prova foram armazenados novamente em seus recipientes como já descrito anteriormente, para as análises finais de massa, dureza e rugosidade.

DETERMINAÇÃO DA MASSA, RUGOSIDADE E DUREZA APÓS DEGRADAÇÃO QUÍMICA E MECÂNICA.

Após o procedimento de degradação abrasiva (escovação simulada), os corpos-de-provas do grupo teste (GT), foram retirados dos seus recipientes, secos e analisados para a obtenção dos valores finais de peso, rugosidade e dureza obedecendo as mesmas metodologias descritas anteriormente na obtenção dos valores iniciais

MORFOLOGIA INICIAL E FINAL

O estudo em MEV foi empregado para uma análise descritiva da superfície dos corpos-de-prova, sendo preparados 2 cp (1 do grupo controle de cada resina e 1 do grupo teste), totalizando 10 corpo-de-prova, onde verificaremos o aspecto superficial das resinas sem o processo de degradação química e mecânica e pós degradação química e mecânica.

Os corpos-de-prova foram revestidos com uma liga de ouro-paládio em uma metalizadora Quorum (Q150R ES) 10 minutos (Figura 27). Posteriormente, as imagens foram obtidas por meio do Microscópio Eletrônico de Varredura Tescan BRUKER, na potência de 20 Kv, em aumento de 2000 vezes (Figura 28).

Figura 27- Aparelho Metalizador Quarum (Q150R ES) (continua)



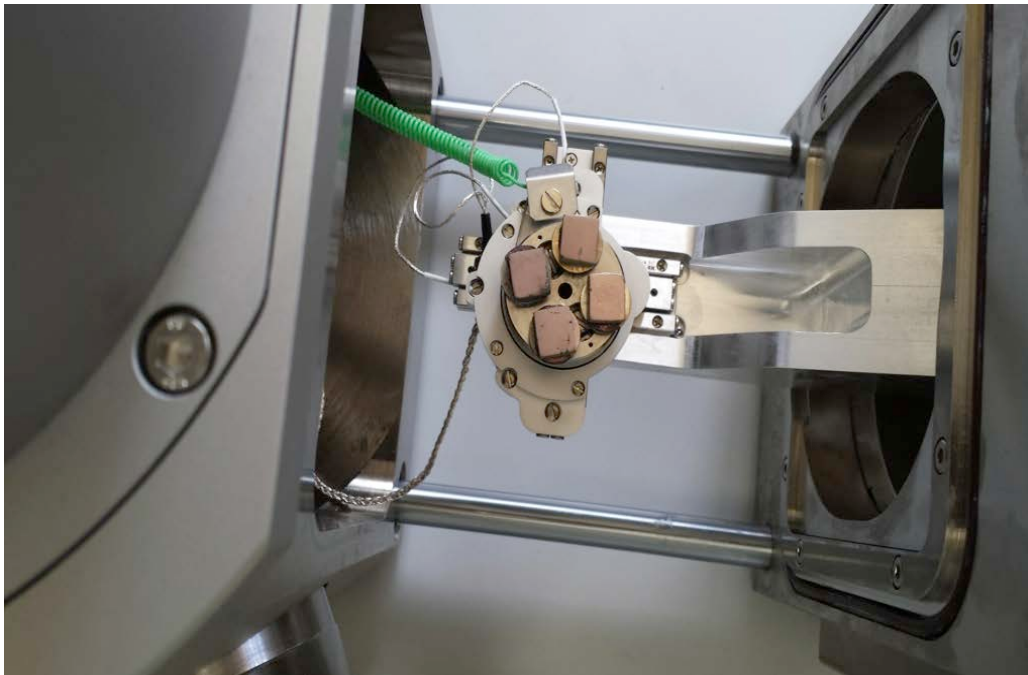
Figura 27- Aparelho Metalizador Quarum (Q150R ES) (conclusão)



Figura 28- Microscópio Eletrônico de Varredura Tescan BRUKE (continua)



Figura 28- Microscópio Eletrônico de Varredura Tescan BRUKE (conclusão)



ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados qualitativos (tratamento, tipo de resina) foram descritos utilizando frequências e percentuais. Os dados quantitativos, no caso as demais variáveis, foram descritas utilizando-se médias e desvio padrão. A fim de se constatar diferenças de cada uma das variáveis ao longo dos diferentes fatores sejam eles o tratamento / não tratamento e o tipo de resina, utilizou-se análise de variância de duas vias. Esta análise é capaz de identificar diferenças entre os grupos bem como interação entre os fatores, ou seja se as diferenças entre os grupos de uma variável muda ao longo das categorias de outra. A fim de se identificar diferenças entre as categorias de uma determinada variável utilizou-se o teste Post-Hoc de Scheffe. O nível de significância empregado foi $p < 0,05$. Utilizou-se o software SPSS-15 para a realização das análises.

5 RESULTADO

A análise dos dados obtidos nessa pesquisa será apresentada em partes, onde serão analisados respectivamente os dados referentes a: 5.1- rugosidade superficial, 5.2 - variação de massa, e 5.3 - microdureza das resinas compostas. Para a visualização morfológica em MEV das resinas compostas será exposto as ilustrações das resinas de cada grupo antes e após sofrerem degradação química e mecânica

5.1 Avaliação quantitativa da resistência ao desgaste químico e abrasivo por análise das alterações de rugosidade superficial

As média de rugosidade superficial, expressas em micrometros (μm), obtidas para cada resina composta do grupo controle (GC) e após a degradação química e mecânica grupo teste (GT), dessa pesquisa foram analisados estatisticamente através do teste ANOVA de duas vias, com nível de significância de 5% (Tabelas 1 e 2), e demonstrado nos gráficos (Figura 29 a 30).

Tabela 1- Estatística descritiva / Variável dependente: Rugosidade

Tipo específico de resina	Grupo	Média	Desvio padrão	n
EXHD	SEM TRATAMENTO	,1490	,02704	10
	COM TRATAMENTO	,3903	08738	10
GRANDIO	SEM TRATAMENTO	,1677	03378	10
	COM TRATAMENTO	,5580	12885	10
Z350	SEM TRATAMENTO	,0893	,02586	10
	COM TRATAMENTO	,2320	,03147	10
X-TRA FIL	SEM TRATAMENTO	,1443	,02749	10
	COM TRATAMENTO	,3520	02681	10
SDR	SEM TRATAMENTO	,1477	,03625	10
	COM TRATAMENTO	,6587	,07163	10
Total	SEM TRATAMENTO	,1396	,03948	50
	COM TRATAMENTO	,4382	,17093	50
	Total	,2889	,19429	100

Figura 29- Descrição das médias de rugosidade superficial de cada resina utilizada

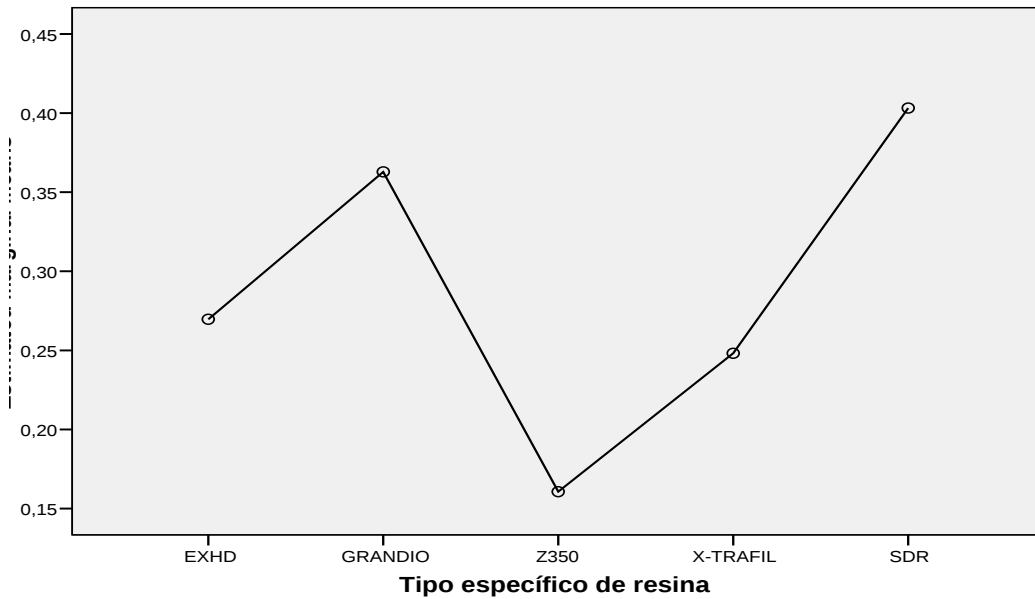
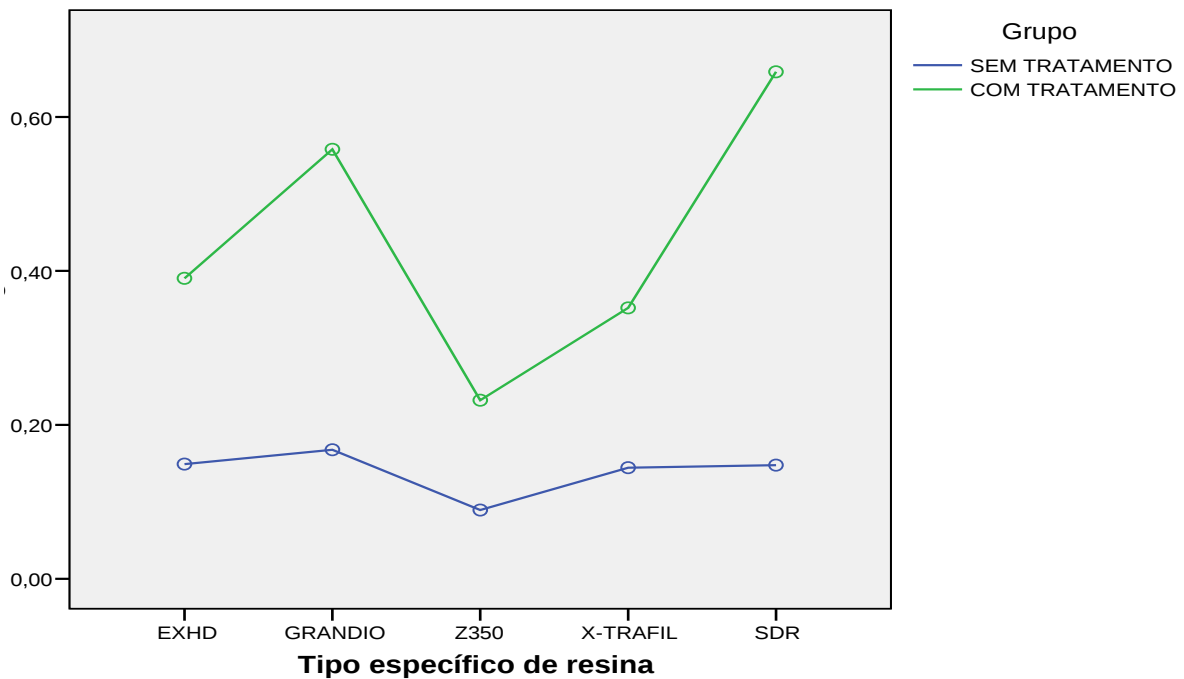


Tabela 2- Teste Post Hoc Scheffé / Variável Dependente: Rugosidade

(I) Tipo específico de resina	(J) Tipo específico de resina	Média	Desvio padrão	Sig 5%
EXHD	EXHD			
	GRANDIO	-,0932(*)	,01889	,000
	Z350	,1090(*)	,01889	,000
	X-TRA FIL	,0215	,01889	,861
	SDR	-,1335(*)	,01889	,000
GRANDIO	EXHD	,0932(*)	,01889	,000
	GRANDIO			
	Z350	,2022(*)	,01889	,000
	X-TRA FIL	,1147(*)	,01889	,000
	SDR	-,0403	,01889	,343
Z350	EXHD	-,1090(*)	,01889	,000
	GRANDIO	-,2022(*)	,01889	,000
	Z350			
	X-TRA FIL	-,0875(*)	,01889	,001
	SDR	-,2425(*)	,01889	,000
X-TRA FIL	EXHD	-,0215	,01889	,861
	GRANDIO	-,1147(*)	,01889	,000
	Z350	,0875(*)	,01889	,001
	X-TRA FIL			
	SDR	-,1550(*)	,01889	,000
SDR	EXHD	,1335(*)	,01889	,000
	GRANDIO	,0403	,01889	,343
	Z350	,2425(*)	,01889	,000
	X-TRA FIL	,1550(*)	,01889	,000
	SDR			

Figura 30 - Gráficos das Médias da Rugosidade dos grupos estudados.



As alterações foram verificadas estatisticamente através da análise de variância de duas vias (ANOVA) e as comparações múltiplas entre os 02 grupos, foram obtidas através do teste de Scheffé, ambos com nível de significância de 5%.

Os resultados indicam que a média dos valores obtidos para o grupo controle (GC) e para o grupo teste (GT) revelaram diferenças estatisticamente significantes, sendo que em relação ao grupo teste (GT) que sofreu degradação química através da imersão em bebida ácida e mecânica através da escovação, observou-se aumento na rugosidade superficial das resina composta (Tabela 1), deduzindo-se que os valores se diferem devido a variável independente (tratamento), apresentando a resina Z350 (3M ESPE) o menor valor de rugosidade superficial e a resina SDR Surefill o maior valor.

5.2 Avaliação quantitativa da resistência ao desgaste químico e abrasivo por análise das alterações de massa

As médias de massa, expressas em gramas (g), obtidas para cada resina composta do grupo controle (GC) e após a degradação química e mecânica grupo teste (GT), dessa pesquisa foram analisados estatisticamente através do teste ANOVA de duas vias, com nível de significância de 5% (Tabelas 3 e 4), e demonstrado no Gráfico (Figura 31).

Tabela 3- Estatística Descritiva/ Dependente Variável: Peso

Tipo específico de resina	Grupo	Média	Desvio Padrão	n
EXHD	SEM TRATAMENTO	,7105	,02757	10
	COM TRATAMENTO	,6732	,03385	10
	Total	,6918	,03562	20
GRANDIO	SEM TRATAMENTO	,7317	,04958	10
	COM TRATAMENTO	,7153	,04629	10
	Total	,7235	,04744	20
Z350	SEM TRATAMENTO	,6171	,03292	10
	COM TRATAMENTO	,6049	,03333	10
	Total	,6110	,03285	20
X-TRA FIL	SEM TRATAMENTO	,7926	,07151	10
	COM TRATAMENTO	,7772	,07000	10
	Total	,7849	,06933	20
SDR	SEM TRATAMENTO	,4712	,04869	10
	COM TRATAMENTO	,4710	,10876	10
	Total	,4711	,08201	20
Total	SEM TRATAMENTO	,6646	,12229	50
	COM TRATAMENTO	,6483	,12296	50
	Total	,6565	,12228	100

Figura 31- Descrição das médias das variações de massa de cada resina utilizada

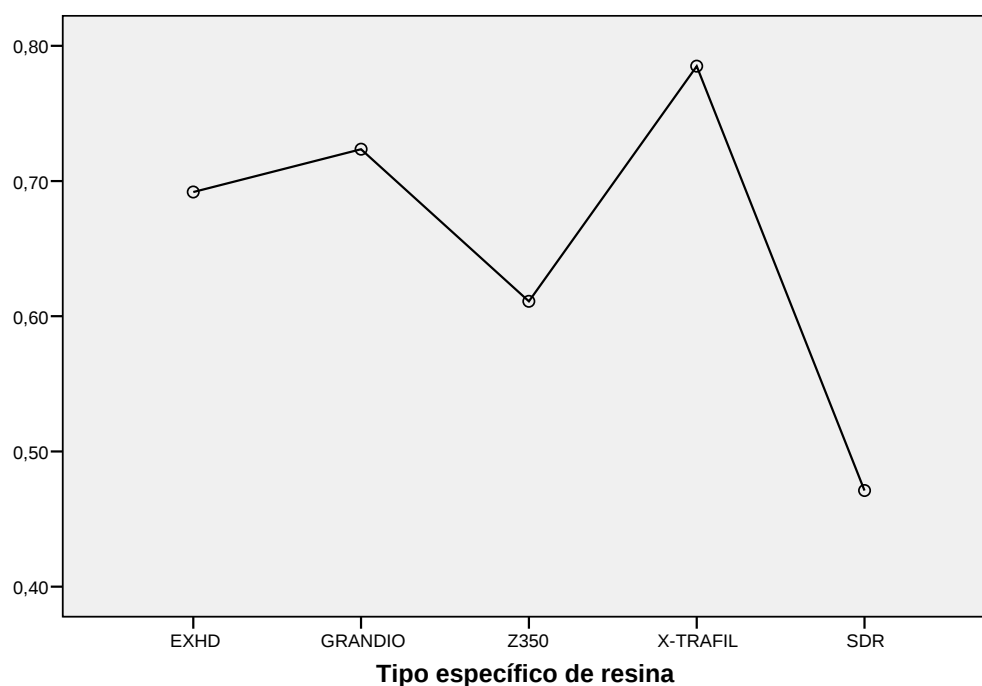


Tabela 4- Teste Post Hoc Scheffé / Dependente Variável Peso

(I) Tipo específico de resina	(J) Tipo específico de resina	Média	Desvio padrão	Sig. 5%
EXHD	EXHD			
	GRANDIO	-,0317	,01796	,543
	Z350	,0808(*)	,01796	,001
	X-TRA FIL	-,0931(*)	,01796	,000
GRANDIO	SDR	,2208(*)	,01796	,000
	EXHD	,0317	,01796	,543
	GRANDIO			
	Z350	,1125(*)	,01796	,000
Z350	X-TRA FIL	-,0614(*)	,01796	,025
	SDR	,2524(*)	,01796	,000
	EXHD	-,0808(*)	,01796	,001
	GRANDIO	-,1125(*)	,01796	,000
X-TRA FIL	Z350	-,1739(*)	,01796	,000
	SDR	,1399(*)	,01796	,000
	EXHD	,0931(*)	,01796	,000
	GRANDIO	,0614(*)	,01796	,025
SDR	Z350	,1739(*)	,01796	,000
	X-TRA FIL			
	SDR	,3139(*)	,01796	,000
	EXHD	-,2208(*)	,01796	,000
	GRANDIO	-,2524(*)	,01796	,000
	Z350	-,1399(*)	,01796	,000
	X-TRA FIL	-,3139(*)	,01796	,000
	SDR			

Os valores obtidos, tanto do grupo controle quanto do grupo teste, não apresentaram relação com a variável independente (tratamento). Todavia, obtivemos valores diferentes no que concerne ao tipo de resina empregado. As alterações, foram verificadas estatisticamente através da análise de variância de duas vias (ANOVA) e as comparações múltiplas entre os 2 grupos foram obtidas através do teste de Scheffé, ambos com nível de significância de 5%.

A resina *X-tra fill* (VOCO) apresentou a maior média de massa entre as resinas avaliadas, sendo a resina composta SDR Surefill a de menor valor de massa. Estatisticamente as resinas *Esthet X-HD* (Dentsply) e *Grandio* (VOCO) podem ser consideradas estatisticamente semelhantes.

5.3 Avaliação quantitativa da resistência ao desgaste químico e abrasivo por análise das alterações de dureza

As médias demicrodureza superficial, expressas em gramas (g), obtidas para cada resina composta nos momentos iniciais (pré- imersão em solução ácida e escovação simulada) e finais (pós- imersão em solução ácida e escovação simulada) dessa pesquisa foram analisadas estatisticamente através da análise de variância de duas vias (ANOVA) e as comparações múltiplas entre os 02 grupos, foram obtidas através do teste de Scheffé, ambos com nível de significância de 5% (Tabelas 5 e 6), e demonstrado no gráficos (Figura 32 a 33).

Tabela 5- Estatística Descritiva/ Variável Dependente: Dureza

Tipo específico de resina	Grupo	Média	Desvio Padrão	n
EXHD	SEM TRATAMENTO	78,8667	4,69357	10
	COM TRATAMENTO	62,6000	2,05961	10
	Total	70,7333	9,05965	20
GRANDIO	SEM TRATAMENTO	104,5333	9,32036	10
	COM TRATAMENTO	82,2667	9,47094	10
	Total	93,4000	14,63258	20
Z350	SEM TRATAMENTO	75,3333	3,38114	10
	COM TRATAMENTO	60,8667	4,17872	10
	Total	68,1000	8,29225	20
X-TRA FIL	SEM TRATAMENTO	111,1000	9,61487	10
	COM TRATAMENTO	76,5667	1,42335	10
	Total	93,8333	18,93618	20
SDR	SEM TRATAMENTO	61,9333	2,65646	10
	COM TRATAMENTO	43,6333	2,42645	10
	Total	52,7833	9,70879	20
Total	SEM TRATAMENTO	86,3533	19,76694	50
	COM TRATAMENTO	65,1867	14,41736	50
	Total	75,7700	20,23391	100

Figura 32- Descrição das médias das variações de dureza de cada resina utilizada

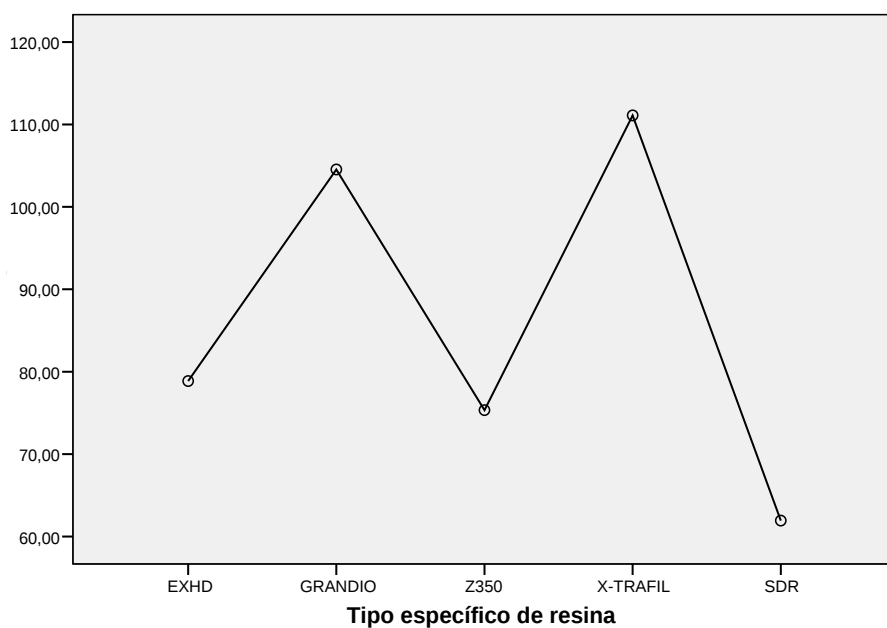
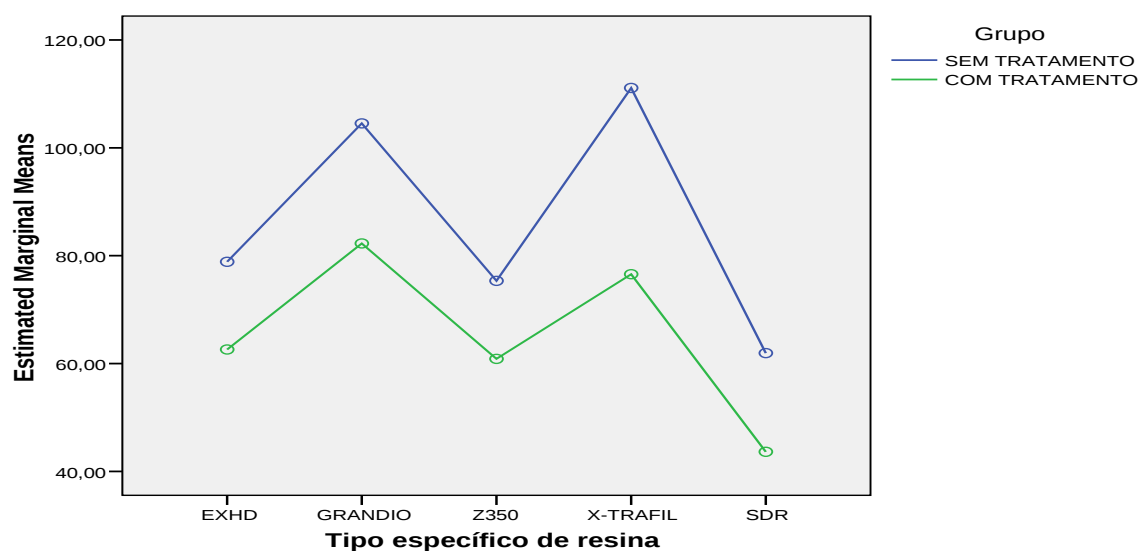


Tabela 6- Teste Post Hoc Scheffé/ Variável Dependente: Dureza

(I) Tipo específico de resina	(J) Tipo específico de resina	Média	Desvio padrão	Sig 5%
EXHD	EXHD			
	GRANDIO	-22,6667(*)	1,84160	,000
	Z350	2,6333	1,84160	,728
	X-TRA FIL	-23,1000(*)	1,84160	,000
GRANDIO	SDR	17,9500(*)	1,84160	,000
	EXHD	22,6667(*)	1,84160	,000
	GRANDIO			
	Z350	25,3000(*)	1,84160	,000
Z350	X-TRA FIL	-,4333	1,84160	1,000
	SDR	40,6167(*)	1,84160	,000
	EXHD	-2,6333	1,84160	,728
	GRANDIO	-25,3000(*)	1,84160	,000
X-TRA FIL	Z350			
	X-TRA FIL	-25,7333(*)	1,84160	,000
	SDR	15,3167(*)	1,84160	,000
	EXHD	23,1000(*)	1,84160	,000
SDR	GRANDIO	,4333	1,84160	1,000
	Z350	25,7333(*)	1,84160	,000
	X-TRA FIL			
	SDR	41,0500(*)	1,84160	,000
	EXHD	-17,9500(*)	1,84160	,000
	GRANDIO	-40,6167(*)	1,84160	,000
	Z350	-15,3167(*)	1,84160	,000
	X-TRA FIL	-41,0500(*)	1,84160	,000
	SDR			

Figura 33 - Gráfico das Médias de Durezas dos grupos de estudo.



Pode-se observar que houve diferenças entre os grupos controle e o grupo teste, além de valores diferentes entre as cinco resinas estudadas. O grupo que sofreu degradação química e mecânica apresentou menores valores de dureza, destacando a resina composta X-Tra fill (VOCO) apresentou o maior valor de dureza e a resina composta SDR Surefil (DENTSPLY), apresentou o menor valor de dureza.

5.4 Fotomicrografias de dureza

As ilustrações abaixo (Figuras 34 a 42) ilustram e exemplificam a impressão realizada pela ponta diamantada *Knoop* do microdurômetro HMV-G21 registrada, microscopicamente, pela lente objetiva de magnitude 40 X do próprio aparelho.

Figura 34- Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza *Knoop* em uma amostra da resina composta *Esthet-XTM HD* do grupo controle.

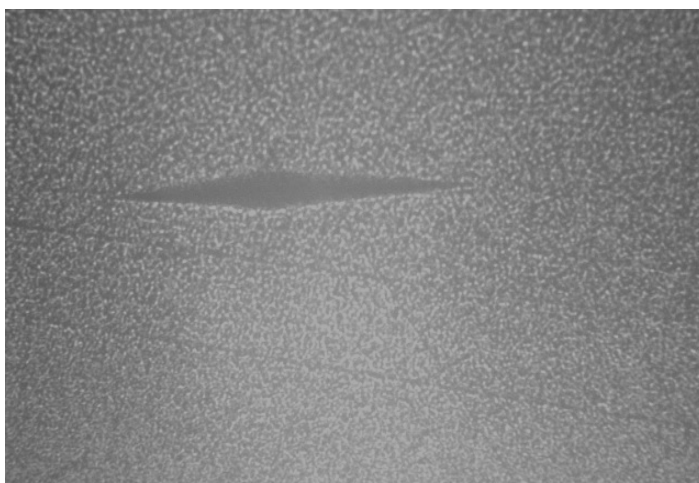


Figura 35- Impressão registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza *Knoop* em uma amostra da resina composta *Esthet-XTM HD* do grupo teste.



Figura 36 - Impressão registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza *Knoop* em uma amostra da resina composta *Grandio* do grupo controle e do grupo teste.



Figura 37 - Impressão registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza *Knoop* em uma amostra da resina composta *Surefil SDR* do grupo teste.

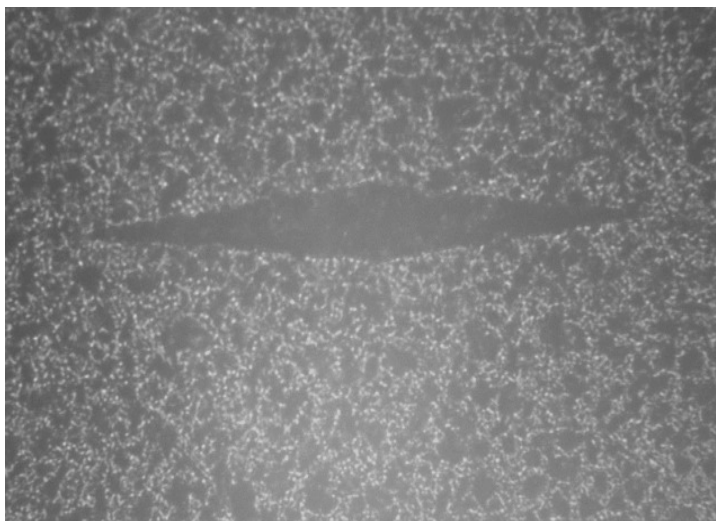


Figura 38 - Impressão registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza *Knoop* em uma amostra da resina composta *Surefil SDR* do grupo controle.

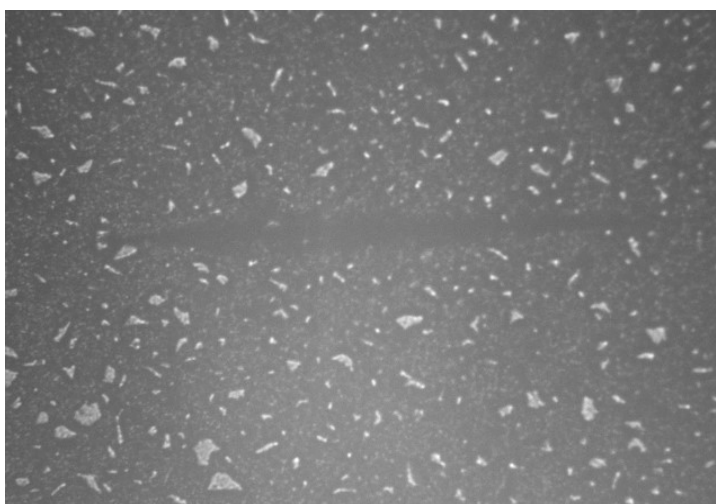


Figura 39 - Impressão registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza *Knoop* em uma amostra da resina composta *X-tra fill* do grupo controle.

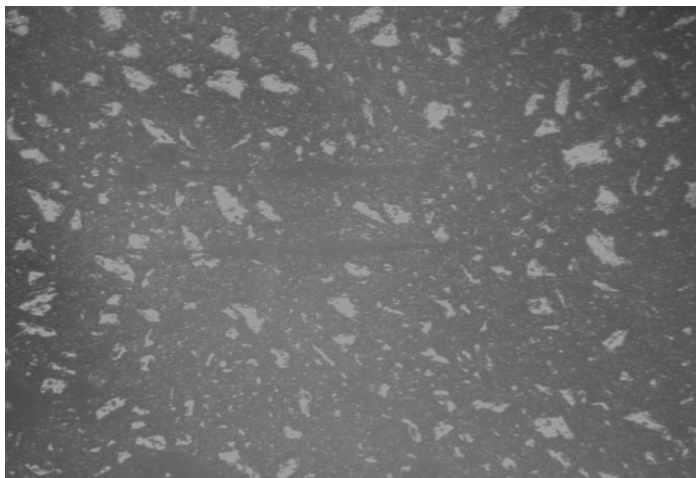


Figura 40 - Impressão, registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza Knoop em uma amostra da resina composta *X-tra fill* do grupo teste

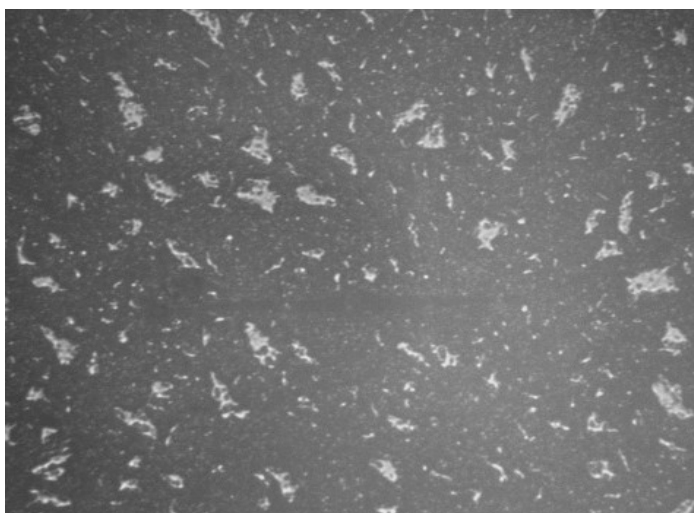


Figura 41 - Impressão registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza *Knoop* em uma amostra da resina composta Z350 do grupo controle.

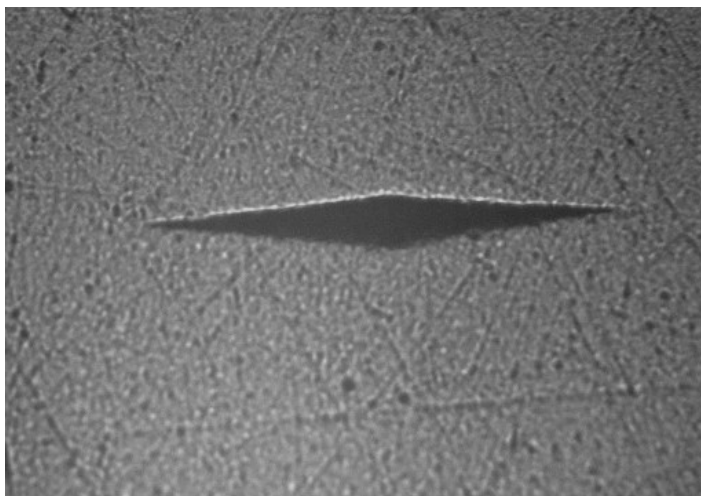


Figura 42 - Impressão registrada em 40 X de aumento, realizada no teste de microdureza *Knoop* em uma amostra da resina composta Z350 do grupo teste.



5.5 Variação morfológica

Os aspectos morfológicos, obtidos em MEV nos momentos pré e pós-degradação química e mecânica (Figuras 43 a 52) das superfícies de cada compósito, estão expostos a seguir e demonstram que a degradação química e abrasiva acarretou danos estruturais, promovendo a fragmentação das partículas inorgânicas e da matriz orgânica.

Figura 43 - Fotomicrografia da resina composta Esthet X- HD do grupo controle (MEV 2.000X original).

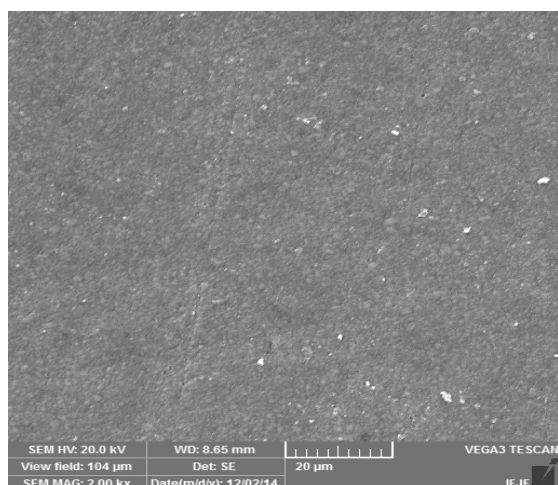


Figura 44 - Fotomicrografia da resina composta Esthet X- HD do grupo teste após solução ácida e escovação simulada com dentífrício (MEV 2.000X original).

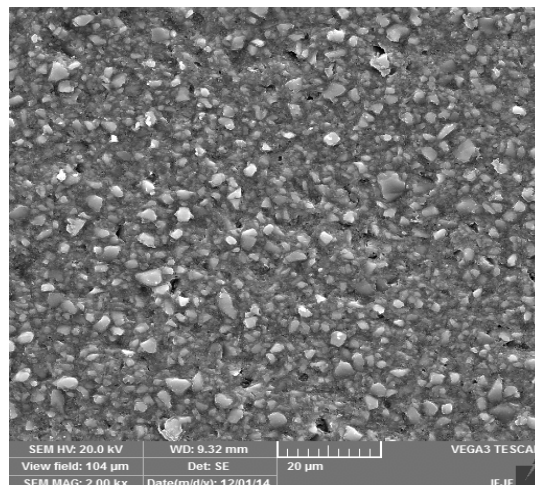


Figura 45 - Fotomicrografia da resina composta Z350 do grupo controle (MEV 2.000X original).

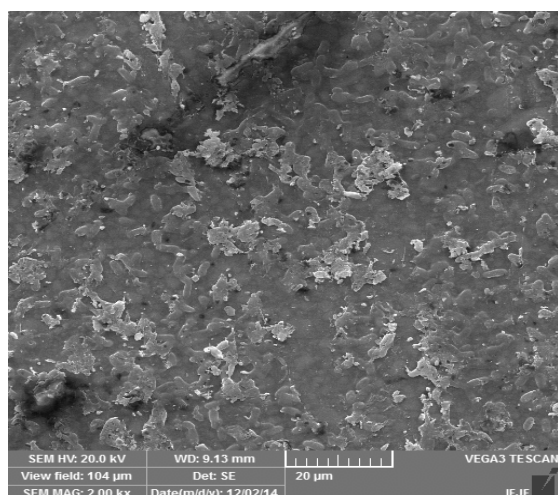


Figura 46 - Fotomicrografia da resina composta Z350 do grupo teste, após solução ácida e escovação simulada com dentífrício (MEV 2.000X original).

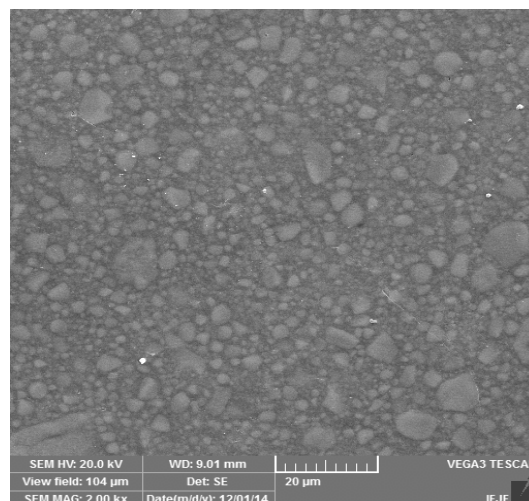


Figura 47 - Fotomicrografia da resina composta Grandio do grupo controle (MEV 2.000X original).

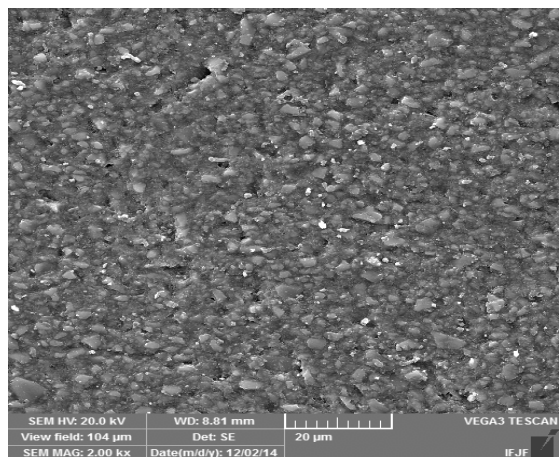
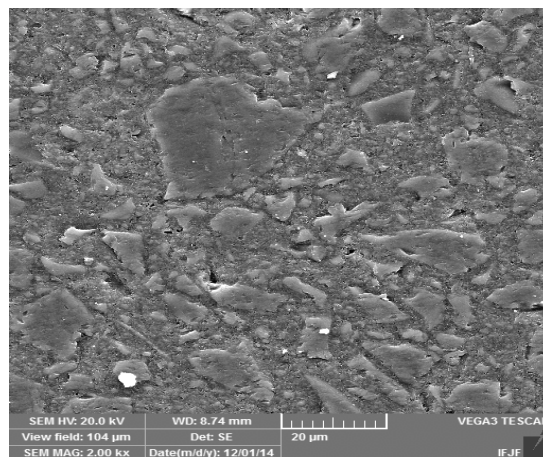


Figura 48 - Fotomicrografia da resina composta Grandio do grupo teste, após solução ácida e escovação simulada com dentífrício (MEV 2.000X original).



111

Figura 49 - Fotomicrografia da resina composta Surefil SDR do grupo controle (MEV 2.000X original).

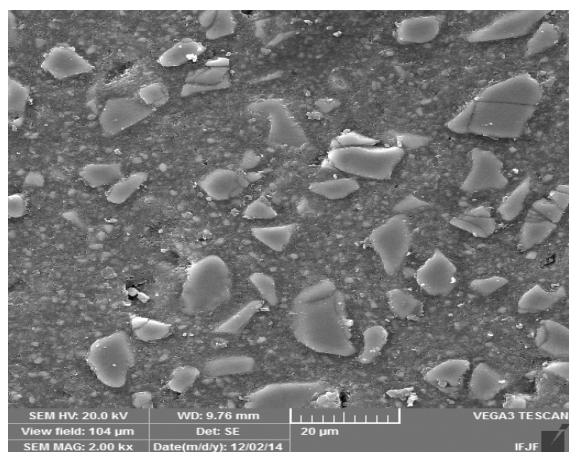


Figura 50 - Fotomicrografia da resina composta Surefil SDR do grupo teste, após solução ácida e escovação simulada com dentífrício (MEV 2.000X original).

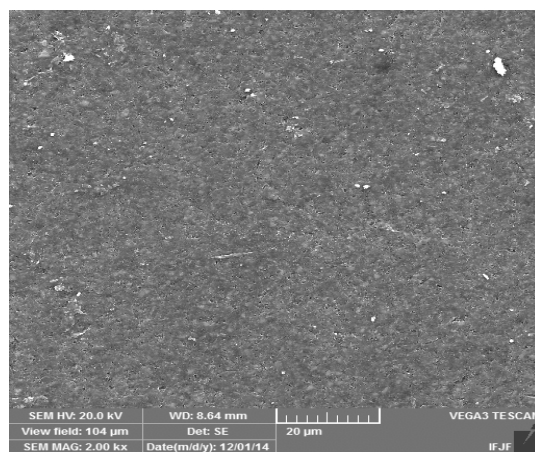


Figura 51- Fotomicrografia da resina composta X-tra fil do grupo controle, (MEV 2.000X original).

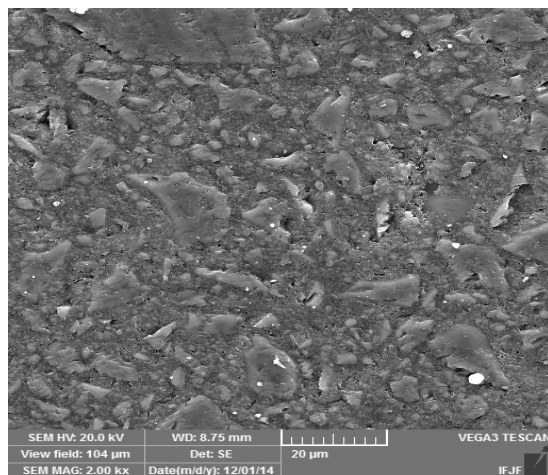
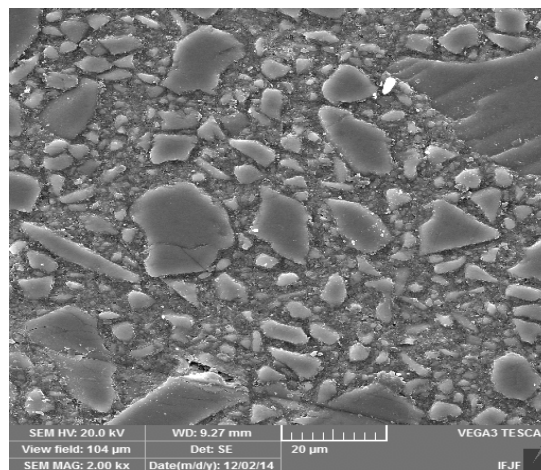


Figura 52 - Fotomicrografia da resina composta X-tra fil do grupo teste, após solução ácida e escovação simulada com dentifrício (MEV 2.000X original).



6 DISCUSSÃO

O avanço da Odontologia Estética tem sido estimulado pela introdução dos compósitos *nanoparticulados* e dos compósitos *bulk-fill* que, por sua vez, têm evidenciado adequado desempenho mecânico, apresentando-se resistentes aos desgaste e excelentes características ópticas. Porém, conforme já destacado por Paula⁵⁴ (2011), deve-se levar em conta que os materiais restauradores, quando inseridos na cavidade bucal, estão sujeitos aos desafios térmicos, mecânicos e químicos, o que pode acarretar danos a estes materiais, em um processo denominado degradação^{37,76}.

A degradação química, causado por desafios ácidos e enzimas salivares, compromete a matriz, o grau de conversão e a densidade de ligações cruzadas, proporcionando o amolecimento da matriz orgânica, a corrosão e um aumento da Ra das resinas, acarretando uma diminuição da resistência do material^{22,69,70,84}. A resistência à degradação no ambiente bucal é essencial para a longevidade das restaurações em resina composta^{33,34}. Neste estudo, com o propósito de simular o efeito da umidade da cavidade bucal e da temperatura sobre a dureza dos materiais restauradores foi selecionada a água destilada e uma bebida amplamente utilizada pela população (Coca-Cola[®]), como meios de imersão para avaliação da degradação hidrolítica das resinas a uma temperatura de 37°C.

Outro desgaste proveniente da cavidade oral é o desgaste mecânico (abrasão), podendo induzir a perda de textura superficial, aumento na Ra, alteração da anatomia e brilho das restaurações, acúmulo de placa bacteriana na superfície do compósito, causando irritações gengivais ou problemas mais severos como cárie dentária ou doença periodontal. O teste de escovação simulada é considerado um importante fator de desgaste in vitro, apresentando a peculiaridade de simular uma condição clínica, sendo um método já consagrado na literatura, e escolhido para o presente estudo^{29,31,74,80,83}. De acordo com a literatura, 100.000 ciclos de escovação simulada é equivalente a um período médio de 10 anos de escovação in vivo^{31,45}. Quanto maior o número de ciclos durante uma escovação simulada, maiores são as diferenças entre a resistência ao desgaste e a Ra dos materiais estudados⁷⁹. Após os períodos simulados de escovação por seis meses, um ano e

dois anos, Rosa⁶³ (2006) observou uma superfície mais uniforme para as resinas compostas nanoparticuladas em relação à microhíbrida. Assim, concluiu que as resinas compostas nanoparticuladas (FiltekTM Z350 e FiltekTM Supreme) obtiveram comportamento similar à microhíbrida (FiltekTM Z250) quanto à KHN, porém, se apresentaram menos rugosas após a abrasão por escovação. Já Moraes et al⁴⁸. (2008) observaram que a escovação causou alteração de massa e Ra em todos os materiais testados. As resinas nanohíbridas e microparticuladas apresentaram resultados similares, mostrando menor perda de massa e menor Ra quando comparadas às resinas condensáveis e microhíbridas. Monteiro⁴⁷ (2014) encontraram nas resinas compostas nanoparticuladas, entre elas a FiltekTM Z350, Ra semelhante após todos os ciclos de escovação. Ressaltou que a Ra das resinas compostas aumentou com o tempo de escovação. Costa et al.¹² (2010) concluíram que os dentifrícios contendo um menor número de RDA podem promover menor aumento da Ra para os compósitos de diferentes tamanhos de partículas.

No presente estudo, as 5 resinas compostas utilizadas foram submetidas a 100.000 ciclos de escovação simulada, perfazendo um total de 10 anos de escovação in vivo, utilizando o dentifrício Colgate Tripla Ação, seguindo as especificação da ISO 14569-1 (International Organization for Standardization 1999), diluindo o dentifrício na proporção de 1:2 em peso, onde essa proporção destina-se simular a diluição causada pela saliva na cavidade oral e, conseqüentemente, diminuir a ação dos agentes abrasivo contidos no dentifrício^{4,45}

A resistência ao desgaste neste estudo foi avaliada através de três análises distintas, sempre após polimento e após degradação química e mecânica. Uma destas análises se deu pela avaliação da alteração de massa, por meio da pesagem dos corpos-de-prova^{41,63,83}. O outro método para analisar o desgaste sofrido pelos materiais restauradores foi através das alterações na rugosidade superficial das resinas compostas^{2,48,49}. E o último método de avaliação do desgaste dos materiais se deu pela análise da microdureza Knoop.

A proposta do nosso estudo busca avaliar o comportamento dos materiais restauradores (resinas compostas) atuais aos mecanismos de desgastes presentes na cavidade oral, onde destacamos o desgaste químico e o desgaste mecânico²⁵

Em nosso estudo utilizamos 5 tipos de resinas compostas atuais, sendo 2 resinas compostas denominadas *bulk-fill* (*Surefill SDR* e *X-tra fill*) e três resinas compostas denominadas *nanoparticuladas*, (*Esthet- X HD*, *Z350* e *Grandio*), que de acordo com alguns autores, são materiais que possuem excelentes propriedades físicas, químicas e mecânicas, menor tensão e contração de polimerização, proporcionando melhores resultados de resistência ao desgaste. As 5 resinas compostas foram submetidas a procedimentos de polimento com lixas d'água 600, 800, 1200, 2500 e 4000, discos de óxido de alumínio e feltro com pasta de alumina, posteriormente os cp foram submetidos a degradação química pela imersão em soluções ácidas por um período de 30 dias e por degradação mecânica através de 100.000 ciclos de escovação simulada.

As resinas compostas *bulk-fill*, surgiram devido as constantes evoluções tecnológicas na Odontologia, apresentando uma matriz orgânica com monômeros de alto peso molecular (Bis-GMA, TEGDMA, UDMA e EBPDMA), partículas inorgânicas variando entre 45 a 70,1% em volume e 68 a 86% em peso, conferindo assim ao material restaurador uma menor contração de polimerização, reduzindo em até 60% a tensão de polimerização gerada na interface dente/restauração¹².

Quando uma resina é submetida a um teste de escovação simulada, a perda de massa pode ser considerada uma consequência previsível^{44,70}. Entretanto, as resinas compostas avaliadas na presente pesquisa foram submetidas a 100.000 ciclos de escovação simulada, que correspondem a aproximadamente 10 anos de escovação in vivo, e nesse período torna-se aceitável que as resinas compostas apresentem resultados significativos de desgaste em decorrência de forças abrasivas.

Nesse estudo houve uma variação de perda de massa das resinas compostas do grupo teste, sendo submetidas à degradação química e mecânica em comparação ao grupo controle, mas não houve diferenças estatisticamente significantes entre elas, sendo a composição de cada resina um fator preponderante para as alterações de massa², onde a resina composta *bulk-fill Surefill SDR* obteve a menor média de massa e as resinas compostas *Bulk fill (X-tra fill)* e a nanoparticulada (*Grandio*) apresentaram os menores índices de perda de massa, obtendo as maiores medias de massa.

Para medição da rugosidade superficial das resinas compostas, podem ser usados diferentes sistemas de leitura. A análise pode ser qualitativa ou quantitativa. Para uma análise quantitativa, encontra-se o método de análise da rugosidade superficial Ra através do rugosímetro^{1,13,16,18,19,47,48,54,55,83}. A rugosidade aritmética (Ra) é expressa em micrômetros (μm) e obtida pela média aritmética entre os picos e vales percorridos pela ponta do aparelho aferidor, sendo que valores baixos de Ra indicam uma superfície mais lisa⁵⁴. Dentro deste contexto, as medições de rugosidade superficial neste estudo foram realizadas através do rugosímetro Hommel Tester T1000 (Hommelwerk, GmbH), sendo realizadas três leituras de rugosidade superficial na superfície dos materiais restauradores antes e após os períodos de degradação^{48,80}. A resina que se apresentou com a maior média de rugosidade superficial entre os grupos controle e teste foi a resina *SDR Surefil* (0,4032) e a resina composta Z350 apresentou a menor média de rugosidade superficial entre os grupos (0,1607) corroborando com o trabalho que afirma que superfícies com rugosidade superficial acima de $0,20\mu\text{m}$ facilitam o acúmulo de placa, elevando assim o risco de ocorrência de cárie e inflamação periodontal, além da diminuição da resistência do material.^{47,54,83}

A dureza de um compósito é uma propriedade que influencia diretamente sua longevidade clínica. Por definição, é a capacidade de um material resistir à penetração por ponta dura, sendo diretamente proporcional à sua resistência mecânica e resistência ao desgaste^{31,64,82}. Um excelente método para avaliar a profundidade de polimerização de compósitos é a KHN^{16,40,49,52,54,73}. Este método tem como vantagem a correlação entre a dureza e o grau de conversão do monômero, pois esta constitui um importante aspecto na determinação do sucesso clínico das restaurações diretas com resinas compostas^{49,52,54,73}. Por estes motivos, esta pesquisa utilizou medidas de KHN como meio de analisar o comportamento das resinas ao longo do tempo quanto à degradação em Coca-Cola® e por escovação simulada, isto com o intuito de melhor compreender o comportamento clínico destes compósitos amplamente utilizados em Odontologia. Utilizou-se microdurômetro SHIMADZU (HMV-G 21), (Figura 19), com um penetrador diamantado piramidal do tipo Knoop, apresentando um software de computador que realiza automaticamente a medição das diagonais da penetração a partir da imagem capturada com a câmera

CCD, nos proporcionando um resultado estável e sempre obtido sem erro particular do operador. Foram realizadas três indentações sobre a superfície de cada amostra usando uma carga estática de 200 gf, a qual foi aplicada por aproximadamente 15 segundos, constatando que as resinas composta *bulk-fill* obtiveram a maior e a menor média de dureza respectivamente *X-tra fil* (93,83) e *Surefil SDR* (52,78), corroborando com estudo de Campos et al.¹⁹ (2014), onde relata que as resinas compostas Bulk-fil tem obtido resultados satisfatórios no que tange as propriedades mecânicas, em comparação com outras resinas convencionais

Para uma análise qualitativa no que tange o desgaste de materiais restauradores as imagens obtidas pelo MEV e a combinação de medições quantitativas com rugosímetro Ra fornece uma caracterização fiel do desgaste sofrido pelos materiais^{1,26,47,51,63,66,78,83}. Em vista disso, nesta pesquisa, a avaliação qualitativa deu-se pela MEV.

Por meio da análise das imagens obtidas, observou-se que todas as resinas expostas a degradação química e mecânica (GT), apresentaram maior irregularidade de superfície, com maior desgaste de matriz resinosa e exposição das partículas de carga, sendo esses padrões de análises de desgaste comumente encontrados em avaliações em MEV, após ensaios químicos e abrasivo^{51,63,78}

Em relação à significância clínica do presente estudo, torna-se evidente que a rugosidade superficial e a dureza das resinas compostas estudadas foram alteradas em função da imersão em solução ácida e exposição aos ciclos com substância abrasiva, apresentando uma maior capacidade de danificar a superfície das resinas compostas sendo as resinas híbrida e nanohíbrida que melhor se comportaram frente a estes processos de degradação^{2,18,27,46,}

Não existe ainda um material ideal, mas os materiais restauradores estéticos atuais são de alta qualidade, quando usados adequadamente, apresentando excelentes resultados clínicos e longevidade adequada. No mercado altamente competitivo, as resinas compostas continuam a evoluir para produzir materiais mais resistentes aos desgastes e retenções do polimento. No entanto, conforme encontrado neste estudo, a resina composta nanoparticulada *Filtek™ Z350* se

apresentou como melhor indicação para restaurações diretas em dentes anteriores e a híbrida *X-tra fill*[®] para restaurações diretas em dentes posteriores.

7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no experimento que propusemos a realizar, podemos concluir que:

- a) examinando as topografias das resinas, após os procedimentos erosivos e abrasivos, constatamos que houve alteração na morfologia de todas as resinas compostas;
- b) não houve alteração nos valores de massa provenientes da degradação erosiva e abrasiva, sendo a alteração de massa diretamente dependente da composição da resina;
- c) a rugosidade superficial das resinas compostas sofreu um aumento de valor quando submetidas ao desgaste abrasivo e erosivo;
- d) a dureza das resinas compostas sofreu uma diminuição no valor quando submetidas ao desgaste abrasivo e erosivo.

8 REFERÊNCIAS*

1. Alves CB. Avaliação *in vitro* da rugosidade superficial de resinas compostas, comparando diferentes sistemas de acabamento e polimento e após a profilaxia com jato de bicarbonato [Dissertação de Mestrado] São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2012.
2. Antoniazzi RG, Nagen Filho H. Avaliação do desgaste de superfície das resinas compostas com diferentes técnicas de polimerização. Rev Bioc. 2003 9(4): 11-8.
3. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. J Dent. 2011; 39(1): 9-17.
4. Asenjo-Martinez 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 de Mestrado] São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.
5. Baratieri LN, Monteiro Jr S, Melo TS, Rocha KBF, Hilgert LA, Schlichting LH, et al. Resinas compostas. In: Baratieri LN, Monteiro Jr S, Melo TS, Rocha KBF, Hilgert LA, Schlichting LH, et al. Odontologia restauradora: fundamentos e técnicas. São Paulo: Santos; 2010. v.1, cap. 6, p. 113-9.
6. Bayne SC, Taylor D F. Dental materials. In: Sturdevant CM, Roberson TM, Heymann HO. The art and science of operative dentistry. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 1995. cap. 6, p. 206-87.
7. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. Dent Mater. 2007; 23(1): 51-9.
8. Bowen RL. Properties of silica-reinforced polymer of dental restorations. J Am Dent Assoc. 1963; 66 (1): 57-64.

*De acordo com o manual da FOAr/UNESP, adaptadas das normas Vancouver.
Disponível no site:

9. Bowen RL. Use of epoxi resins in restorative materials. *J Dent Res.* 1956; 35(3): 360-9.
10. Burgess J, Cakir D. Comparative properties of low-shrinkage composite resins. *Comp Contin Educ Dent.* 2010; 31 (2): 10-5.
11. Campillo M, Sabatini C, Bush P, Dias WR, Munoz C. Gap formation on occlusal surfaces using a novel resin composite [Abstract 0407]. . In: *Annals for 86th General Session & Exhibition of the IADR, 2008 July 2-5, Toronto, Canada.* *J Dent Res.* 2008; 87(Spec Iss B).
12. Catalão F. Efeito do método de polimerização na profundidade de polimerização de compósitos bulk-fill. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac.* 2013; 54(1): 7.
13. Da Costa J, Adams-Belusko A, Riley K, Ferracane JL. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent.* 2010; 38 (2): 123-8.
14. Cruz AFS. A ação de sucos de frutas sobre materiais restauradores utilizados em lesões cervicais não cariosas [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2013.
15. Cunha LG, Alonso RC, Sobrinho LC, Sinhoreti MA. Effect of photoactivation methods on composites Knoop hardness. *PGR Pós-Grad Rev Fac Odontol.* 2001; 4 (3): 36-42.
16. Davidoff DCO. Degradação de materiais restauradores estéticos em um modelo de ciclagem de pH e abrasão por escovação [Tese de Doutorado] Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 2011.
17. De Gee AJ, Harkel-Hagenaar HC, Davidson CL. Structural and physical factors affecting the brush wear of dental composite. *J Dent.* 1985; 13 (1); 60-70.
18. Drummond JL. Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *J Dent Res.* 2008; 87(8): 710- 9.
19. Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent.* 2014; 42 (5): 575-81.
20. Garcia FC, Wang L, D'Alpino PH, Souza JB, Araújo PA, Mondelli RF. Evaluation of the roughness and mass loss of the flowable composites after simulated toothbrushing abrasion. *Braz Oral Res.* 2004; 18(2): 156-61.

21. Garcia RN, Souza CRS, Mazucco PEF, Justino LM, Schein MT, Giannini M. Avaliação da resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes – revisão de literatura e aplicação do ensaio de microcissalhamento. *Rev Sul-Bras Odontol.* 2007; 4(1): 37-45.
22. Gonçalves AR. Influência de antissépticos bucais sobre a dureza de resinas compostas diretas. *Rev Odontol Bras Central.* 2014; 23(65): 100-3.
23. Gonçalves F, Pfeifer CS, Ferracane JL, Braga RR. Contraction stress determinants in dimethacrylate composites. *J Dent Res.* 2008; 87(4): 367-71.
24. Hamouda MI. Current perspectives of nanoparticles in medical and dental biomaterials. *J Biomed Res.* 2012; 26 (3):143-51.
25. Harrington E, Jones PA, Fisher SE, Wilson HJ. Toothbrush-dentifrice abrasion. A suggested standard method. *Br Dent J.* 1982; 153(4):135-8.
26. Heath JR, Wilson HJ. Abrasion of restorative materials by toothpaste. *J Oral Rehabil.* 1976; 3(2):121-38.
27. Heintze SD, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dent Mater.* 2010; 26(4): 306-19.
28. Jaarda MJ, Wang RF, Lang BR. A regression analysis of filler particle content to predict composite wear. *J Prosthet Dent.* 1997; 77(1): 57-67.
29. Jaeger F, Pozzobon RT, Souza NC. Análise da rugosidade superficial de uma resina composta expostas a diferentes meios de imersão e tempos. *Rev Inst Ciênc Saúde.* 2005; 23(2):115-9.
30. Kanter J, Koski RE, Martin D. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated toothbrushing. *J Prosthet Dent.* 1982;47(5): 505-13.
31. Kawaguchi M, Fukushima, T, Horibe T. Effects of monomers structure on the mechanical proprieties of light-cured composite resins. *Dent Mater.* 1989; 8(1): 40-5.
32. Kawai K, Iwami Y, Ebisu S. Effect of resin monomer composition on toothbrush wear resistance. *J Oral Rehabil.* 1998; 25 (4): 264-8.
33. Leinfelder KF. Composite resins. *Dent Clin North Am.* 1985; 29(2): 359-71.
34. Leinfelder KF. Wear patterns and rates of posterior composite resins. *Int Dent J.* 1987; 37(3): 152-7.
35. Leinfelder KF. Posterior composite state-of-the-art clinical application. *Dent Clin North Am.* 1993; 37(3): 411-8.

36. Leitão J, Hegdahl T. On the measuring of roughness. *Acta Odontol Scand*. 1981; 39(6): 379-84.
37. Lim BS, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. *Dent Mater*. 2002; 18(1): 1-11.
38. Loretto SC, Silva AKS, Brandão RKZ, Carneiro MCM, Junior MHSS . Avaliação *in vitro* da fenda de contração de polimerização formada por diferentes resinas compostas universais. *Rev Sul-Bras Odontol*. 2010; 7(4): 430-8.
39. Maresca C, Pimenta LA, Heymann HO, Ziemiecki TL, Ritter AV. Effect of finishing instrumentation on the margin integrity of resin-based composite restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2010; 22(2): 104-12.
40. Marghalani HY. Effect of finishing/polishing systems on the surface roughness of novel posterior composites. *J Esthet Restor Dent*. 2010; 22(2):127-38.
41. Máximo de Araújo R, Torres CRG., Máximo de Araujo MA. Microdureza de restaurações de resina composta expostas a agentes clareadores e coca cola. *Rev Odonto*. 2007;15(30): 27-33.
42. McCabe JF, Smith BH. A method for measuring the wear of restorative material in vivo. *Br Dent J*. 1981; 151(3): 123-6.
43. McKinney JE, Wu W. Chemical softening and wear of dental composites. *J Dent Res*. 1995; 64(11):1326-31.
44. Menegazzo LM. Estudo do grau de conversão e dureza em compósitos odontológicos fotopolimerizáveis [Dissertação de Mestrado] Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia da UNESP; 2007.
45. Miller WD. Experiments and observations on the wasting of tooth tissue variously designated as erosion, abrasion, chemical abrasion, denudation, etc. *Dent Cosmos*. 1907; 49(1): 1-23.
46. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*. 2003; 134 (10): 1382-90.
47. Mondelli RF. Evaluation of weight loss and surface roughness of compomers after simulated toothbrushing abrasion test. *J Appl Oral Sci*. 2005; 13(2): 131-5.
48. Monteiro B. Avaliação *in vitro* da rugosidade superficial de resinas compostas após escovação simulada com diferentes dentifrícios [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre :Faculdade de Odontologia da PUC; 2014.

49. Moraes RR, Ribeiro Ddos S, Klumb MM, Brandt WC, Correr-Sobrinho L, Bueno M. In vitro toothbrushing abrasion of dental resin composites: packable, microhybrid, nanohybrid and microfilled materials. *Braz Oral Res.* 2008; 22(2): 112-8.
50. Morgado GL. Avaliação da microdureza, rugosidade superficial e alteração de massa de diferentes compósitos submetidos à escovação simulada [Dissertação de Mestrado]. Taubaté: Faculdade de Odontologia; 2005.
51. Nagem Filho H, Castaneda JC, Maia HP. Degradação de resinas compostas. *Rev Bras Odontol.* 1993; 5(5): 43-5.
52. Nicoluzzi A. Análise do comportamento superficial de resinas compostas polidas e não polidas submetidas a envelhecimento artificial acelerado (E.A.A) [Dissertação de Mestrado]. Três Corações: Universidade Vale do Rio Verde UNINCOR; 2005.
53. Nunes MCP. Avaliação da microdureza e desgaste por escovação simulada de uma resina composta, em função de diferentes fontes de luz e energia de ativação [Tese de Doutorado] Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.
54. Oliveira GU. Avaliação do desgaste e da alteração da rugosidade superficial em resinas compostas de diferentes características submetidas à escovação simulada e ciclagem de pH [Dissertação de Mestrado] Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 2011.
55. Paula AB. Resistência à degradação biológica, química e mecânica de materiais resinosos nanoparticulados [Tese de Doutorado] Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 2011.
56. Penteado RAPM. Avaliação da rugosidade superficial e alteração de massa de duas resinas compostas por meio de microscopia de força atômica [Dissertação de Mestrado] Taubaté: Faculdade de Odontologia da Universidade Taubaté; 2006.
57. Pereira JC. Tratamentos conservadores da vitalidade pulpar: princípios biológicos e químicos. *Biodonto.* 2004; 2(3): 24.
58. Pontes AP. et al. Rugosidade superficial de compósitos microparticulados e nanoparticulados após acabamento e polimento. *Rev Gauch Odontol.* 2009; 57(2): 179-82.
59. Queiroz RS, Sorte DB, Silva MAB, Ribeiro BCI, Neto STP, Andrade MF. Análise comparativa da rugosidade superficial de resinas compostas de alta densidade. *Rev Sul-Bras Odontol.* 2010; 7(4): 414-21.
60. Rawls HR, Esquivel-Upshaw J. Resinas restauradoras. In: Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips materiais dentários.* Rio de Janeiro: Elsevier; 2005. cap. 15, p. 375-417.

61. Reis AF, Alexandre RS, Santana VB, Bertrand S, Dai Q, Jin X, et al. Bond performance of a low-stress composite in Class I cavities [Abstract 2848]. In: Annals for 87th General Session & Exhibition of the IADR, 2009 Apr 1-4, Miami, Florida. J Dent Res. 2009; 88(Spec Iss A)
62. Rezende RR. Estudo da degradação provocada por agentes físicos em resinas compostas utilizadas em restaurações dentárias diretas [Dissertação de Mestrado] Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais; 2012.
63. Rosa RG. Avaliação da resistência ao desgaste abrasivo de diferentes resinas compostas antes do polimento, após o polimento e após a escovação simulada [Dissertação de Mestrado] Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo; 2011.
64. Rosa RG. Comparação da rugosidade após abrasão por escovação e da microdureza entre resinas compostas nanoparticuladas e microhíbrida [Dissertação de Mestrado] Porto Alegre: Faculdade de Odontologia PUC; 2006.
65. Rosa RS, Balbinot CE, Blando E, Mota EG, Oshima HM, Hirakata L, Pires LA, Hübner R. Evaluation of mechanical properties on three nanofilled composites. Stomatologija. 2012; 14(4):126-30.
66. Ruyter IE, Oysaer H. Composites for use in posterior teeth: composition and conversion. J Biomed Mater Res. 1987; 21(1): 11-23.
67. Santos PA, Garcia PP, De Oliveira AL, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG. Chemical and morphological features of dental composite resin: influence of light curing units and immersion media. Microsc Res Tech. 2010; 73(3): 176-81.
68. Schattenberg A, Busemann I, Willershausen B, Ernst C-P. Determination of polymerization stress in low shrinkage resin composites [Abstract 1818]. In: Annals for 86th General Session & Exhibition of the IADR, 2008 July 2-5, Toronto, Canada. J Dent Res. 2008; 87(Spec Iss B)
69. Scheibe KG, Almeida KG, Medeiros IS, Costa JF, Alves CM. Effect of different polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. J Appl Oral Sci. 2009; 17(1): 21-6.
70. Schneider LFJ, Cavalcante LM, Silikas N. Shrinkage stresses generated during resin-composite applications: a review. J Dent Biomech. 2010; 1(1): 1-14.
71. Schmidlin PR, Sener B, Lutz F. Cleaning and polishing efficacy of abrasive-bristle brushes and a prophylaxis paste on resin composite material in vitro. Quintessence Int. 2002; 33(9): 691-9.

72. Silva EM, de Sá Rodrigues CU, Dias DA, da Silva S, Amaral CM, Guimarães JG. Effect of toothbrushing-mouthrinse-cycling on surface roughness and topography of nanofilled, microfilled, and microhybrid resin composites. *Oper Dent*. 2014; 39 (5): 521-9.
73. Silva EM, Poskus LT, Guimarães JGA. Influence of light-polymerization modes on the degree of conversion and mechanical properties of resin composites: a comparative analysis between a hybrid and a nanofilled composite. *Oper Dent*. 2008; 33 (3): 287-93.
74. Silveira RR, Castro JCO, Pompeu JGF, Brandim AS, Araújo AAVL, Barros GA. Análise comparativa da microdureza superficial e profunda entre uma resina composta microhíbrida e uma resina composta de nanopartículas. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr*. 2012; 12 (4): 529-34.
75. Söderholm KJ, Lambrechts P, Sarrett D, Abe Y, Yang MC, Labella R, Yildiz E, Willems G. Clinical wear performance of eight experimental dental composites over three years determined by two measuring methods. *Eur J Oral Sci*. 2001; 109(4): 273-81.
76. Souza AA. Avaliação do desgaste e da rugosidade superficial de 4 tipos de resinas compostas, submetidas à escovação simulada [Dissertação de Mestrado]. Campinas : São Leopoldo Mandic; 2009.
77. Stansbury JW, Trujillo-Lemon M, Lu H, Ding X, Lin Y, Ge J. Conversion-dependent shrinkage stress and strain in dental resins and composites. *Dent Mater*. 2005; 21(1): 56-67.
78. Tapia LR, Amaral FLB, França FMG, Flório FM, Rodrigues JA, Basting RT. Rugosidade de resinas compostas submetidas a diferentes métodos de acabamento e polimento. *Rev Odontol UNESP*. 2012; 41(4): 254-9.
79. Teixeira EC, Thompson JL, Piascik JR, Thompson JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *J Esthet Restor Dent*. 2005; 17(3): 172-80.
80. Trauth KG, Godoi AP, Colucci V, Corona SA, Catirse AB. The influence of mouthrinses and simulated toothbrushing on the surface roughness of a nanofilled composite resin. *Braz Oral Res*. 2012; 36(3): 209-14.
81. Turssi CP, de Magalhães CS, Serra MC, Rodrigues Júnior AL. Surface roughness assessment of resin-based materials during brushing preceded by pH-cycling simulations. *Oper Dent*. 2001; 26 (6): 576-84.
82. Turssi CP, Ferracane JL, Serra MC. Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. *Dent Mater*. 2005; 21(7): 641-8.
83. Van Noort R. Introdução aos materiais dentários. Porto Alegre: Artmed; 2004. p. 55-77, 99-146.

84. Wang L. Avaliação comparativa da resistência à abrasão de resinas compostas “condessáveis”, submetidas à escovação simulada, através da alteração de massa e da rugosidade superficial [Dissertação de Mestrado] Bauru : Faculdade de Odontologia da USP; 2001.
85. Yap AU. Occlusal contact area (OCA) wear of two new composite restoratives. J Oral Rehabil. 2002; 29 (2): 194-200.
86. Yesil ZD, Alapati S, Johnston W, Seghi RR. Evaluation of the wear resistance of new nanocomposite resin restorative materials. J Prosthet Dent. 2008; 99 (6): 435-43.
87. Zhang Y, Lim CT, Ramakrishna S, Huang ZM. Recent development of polymer nanofibers for biomedical and biotechnological applications. J Mater Sci Mater Med. 2005; 16(10): 933-46.