

SARINA MACIEL BRAGA PEREIRA

**EFEITO DA ESCOVAÇÃO ASSOCIADA À DENTIFRÍCIO
BRANQUEADOR NA DEGRADAÇÃO SUPERFICIAL E FORMAÇÃO DE
BIOFILME EM MATERIAIS CERÂMICOS**

Dissertação apresentada à Faculdade Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Prótese Dentária.

SARINA MACIEL BRAGA PEREIRA

**EFEITO DA ESCOVAÇÃO ASSOCIADA À DENTIFRÍCIO
BRANQUEADOR NA DEGRADAÇÃO SUPERFICIAL E FORMAÇÃO DE
BIOFILME EM MATERIAIS CERÂMICOS**

Dissertação apresentada à Faculdade Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Prótese Dentária.

Orientador Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli

São José dos Campos

2007

Apresentação e normalização gráfica de acordo com:

Bellini AB. Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2006

Pereira, Sarina Maciel Braga

Efeito da escovação associada à dentifrício branqueador na degradação superficial e formação de biofilme em materiais cerâmicos / Sarina Maciel Braga Pereira; orientador Carlos Augusto Pavanelli. __ São José dos Campos, 2007.

117p. ; IL.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, Especialidade em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 11/ 06 / 2007

Assinatura :

E-mail: sarambp@yahoo.com.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Pereira, SMB. Efeito da escovação associada à dentifrício branqueador na degradação superficial e formação de biofilme em materiais cerâmicos. [dissertação]. São José dos Campos, UNESP; 2007. 117f.

São José dos campos, 11 de junho de 2007

Banca examinadora

1)Prof. Dr Carlos Augusto Pavanelli

Titulação: Professor Doutor

Julgamento: Aprovada

Assinatura:

2)Prof. Dr Marco Antonio Bottino

Titulação: Professor Doutor

Julgamento: Aprovada

Assinatura:

2)Prof. Dr^a Karla Zanini Kantorski

Titulação: Professora Doutora

Julgamento: Aprovada

Assinatura:

DEDICATÓRIA

A Deus, pelo Dom precioso da vida. Obrigado por guiar meus passos, me conduzir pelo caminho da verdade e dar-me luz e força para a realização de meus objetivos. Que Tua presença constante ilumine minha vida e meu caminho.

Aos meus pais José Braga Pereira e Eneide Maciel Pereira, exemplos de dedicação, amor incondicional e honestidade. Mesmo na distância, estiveram sempre presentes em meus pensamentos e em cada momento de minha vida. Não mediram esforços na minha formação. Sei que a cada sonho ou objetivo meu realizado, é um imenso orgulho para eles. Aos meus queridos pais meu eterno amor.

Aos meus irmãos, Joaquim David e José Frederico, pelo carinho, amor e incentivo na realização dos meus objetivos. Amo muito vocês.

A Pedro Pontes, por todo seu amor, companheirismo, imenso carinho e paciência em todos os momentos. Seu apoio foi fundamental na realização desta conquista

A toda minha família, alicerce da minha vida, por toda a força, ajuda, carinho e interesse no meu futuro. Sou imensamente grata pelo apoio.

*Para tudo há um tempo determinado, sim, há um tempo para todo assunto
debaixo dos céus:*

tempo para nascer e tempo para morrer;

tempo para plantar e tempo para desarraigar o que se plantou;

tempo para matar e tempo para curar;

tempo para derrocar e tempo para construir;

tempo para chorar e tempo para rir;

tempo para lamentar e tempo para salutar;

tempo para lançar fora pedras e tempo para reunir pedras;

tempo para abraçar e tempo para manter-se longe dos abraços;

tempo para procurar e tempo para dar por perdido;

tempo para guardar e tempo para lançar fora,

tempo para rasgar e tempo para costurar;

tempo para ficar quieto e tempo para falar;

tempo para amar e tempo para odiar;

tempo para guerra e tempo de paz.

Eclesiastes 3, 1-8

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador o professor Assistente Dr. **Carlos Augusto Pavanelli**, agradeço o apoio, a disposição em me orientar, por todos os comentários e considerações durante essa etapa de minha realização profissional. Meus sinceros agradecimentos.

Ao professor Adjunto Dr. **Marco Antonio Bottino**, exemplo de profissional que com competência e dedicação conduz a pós-graduação em Prótese Dentária. Sou inteiramente grata pela oportunidade, confiança, incentivo e carinho. Meu respeito e gratidão.

Ao professor Titular Dr. **Antonio Olavo Cardoso Jorge**, pela sua atenção e disponibilidade. Agradeço a maneira como me recebeu no Departamento de Biociências e Diagnóstico Bucal/ Disciplina de Microbiologia e Imunologia.

A **Karla Zanini Kartorski** e **Luiz Felipe Valandro** pela atenção com que sempre me receberam. Agradeço o indispensável apoio, orientação e colaboração com as suas observações e sugestões em diversos momentos durante o mestrado e, principalmente, na execução desse trabalho. Minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa do Diretor Professor Adjunto **Paulo Villela Santos**.

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, Especialidade Prótese Dentária, coordenado pelo Professor Adjunto **Clóvis Pagani**, pela oportunidade concedida.

Aos docentes do Departamento de Materiais Dentários e Prótese, **Estevão Tomomitsu Kimpara, Sigmar de Mello Rode, Rubens Nisie Tango, Tarcísio José Arruda Paes-Júnior, Alexandre Luiz Souto Borges, Fernando Eidi Takahashi, Renato Sussumo Nishioka, Osvaldo Daniel Andreatta Filho, Lafayette Nogueira Júnior, Eduardo Shigueyuki Uemura, José Eduardo Junho de Araújo, Marcos Yasunóri Maekawa**, pelos ensinamentos e convívio durante esses anos.

Aos docentes do Departamento de Biociências e Diagnóstico Bucal/ Disciplina de Microbiologia e Imunologia, **Juliana Campos Junqueira e Cristiane Yumi Koga Ito**, por todo apoio e maneira prestativa com que me receberam.

À Dr^a **Luciane Dias Oliveira** pela disponibilidade e atenção dispensada. Meus agradecimentos.

Às minhas amigas, em especial **Juliana Santiago** e **Carolline Cárin**, pela amizade, carinho, apoio nos momentos que mais precisei. Meus sinceros agradecimentos.

Às minhas queridas amigas: **Susana, Vanessa e Karla**, pela amizade, cumplicidade, carinho e companheirismo durante os anos de convivência em São José dos Campos. Levarei na lembrança todos os momentos compartilhados.

A **Nilza e Aparecido**, pela amizade, grande apoio, carinho e atenção nesse último ano do curso de mestrado. A vocês minha gratidão e carinho.

À minha querida amiga **Cristiane Fonseca**, por todo apoio nesse período. Por toda sua ajuda e acolhida em Volta Redonda. Levarei nossa amizade por toda a vida.

Aos meus queridos amigos nordestinos: **Rodrigo Othávio, Sheila, Aleska, Helga, Fabíola, Márcia e Carol**. A distância de nossos familiares e amigos nos aproximou. Vocês fizeram parte dessa jornada e só tenho que agradecer o apoio e amizade.

Aos amigos do curso de mestrado e doutorado: **Silvia Massae, Geraldo, Sandra, Aline, Regina, Gustavo, Guilherme, Lucas, Silvia Barbosa, Fernanda Pelogia, Renata Faria, Alberto, Alfredo, Renata Melo e Graziela**, pela convivência e amizade.

Aos amigos **Anderson, Andréia e Renzo**. Agradeço todo o carinho, atenção e amizade de vocês.

Às funcionárias da biblioteca da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos/UNESP, por toda a maneira prestativa na atenção de minhas necessidades.

Às funcionárias da secção de pós-graduação **Liliam, Rose, Erena e Cidinha** da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos/UNESP, pelas informações e serviços prestados.

Ao professor **Ivan Balducci** pelas orientações e realização da análise estatística de minha tese e de outros trabalhos no decorrer do curso de mestrado. Meus sinceros agradecimentos.

Aos funcionários **Eliane, Susana, Marili, Inês, Miguel e Fernando**, do Departamento de Prótese Dentária da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, por toda a disponibilidade e carinho com que sempre me receberam.

Aos funcionários do Departamento de Biociências e Diagnóstico Bucal/ Disciplina de Microbiologia e Imunologia, **Sérgio Alves e Sílvia Scarpel**, por toda atenção durante esse período.

Ao funcionário do escritório de assessoria e fomento, **Carlos Alberto Guedes**, por todo apoio e atenção.

Aos técnicos do MEV, **Amir Alves** da CSN e da UFSM, por toda disponibilidade e atenção durante a realização das microscopias desse estudo.

Ao Laboratório de Medições de Superfícies Ópticas, nas pessoas de **Álvaro José Damião** e **Fábio Dondeo Origo**, pela utilização do rugosímetro a laser.

À empresa **Johnson & Johnson** pela doação de parte do material utilizado neste trabalho.

A bibliotecária **Ângela de Brito Bellini**, da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, por todas as correções feitas com bastante dedicação e atenção.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** pela concessão da bolsa de estudo para a realização deste curso de pós-graduação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	16
RESUMO.....	17
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 Rugosidade e perda de massa em materiais restauradores.....	21
2.1.1 Efeito da escovação.....	21
2.1.2 Efeito do polimento.....	35
2.2 Formação, <i>in situ</i> , de biofilme dentário em materiais restauradores.....	39
3 PROPOSIÇÃO.....	56
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
4.1 Materiais.....	57
4.2 Método.....	58
4.2.1 Obtenção das amostras cerâmicas.....	58
4.2.2 Obtenção das amostras de esmalte.....	60
4.2.3 Simulação da escovação.....	60
4.2.4 Avaliação da rugosidade superficial.....	63
4.2.5 Avaliação da perda de massa.....	63
4.2.6 Análise do biofilme dentário inicial formado sobre os materiais “in situ”.....	64
4.2.6.1 Seleção e informação dos voluntários.....	64
4.2.6.2 Confeção do dispositivo bucal e fixação das amostras.....	64
4.2.6.3 Análise em microscopia eletrônica de varredura.....	66
4.2.7 Planejamento experimental.....	67

4.2.7.1 Análise dos dados.....	68
5 RESULTADOS.....	70
5.1 Perda de massa.....	70
5.2 Rugosidade Superficial.....	73
5.3 Biofilme.....	77
5.3.1 Análise quanto à presença e ausência de bactérias.....	77
5.3.2 Análise quanto ao número de bactérias.....	79
5.4 Correlação entre rugosidade superficial e formação de biofilme	81
5.4.1 Correlação entre a rugosidade superficial e presença de bactérias.....	81
5.4.2 Correlação entre a rugosidade superficial e número de bactérias.....	82
5.5 Análises em microscopia eletrônica de varredura.....	83
5.5.1 Topografia da superfície.....	83
5.5.2 Biofilme dentário inicial <i>in situ</i>	84
6 DISCUSSÃO.....	93
6.1 Simulação da escovação <i>in vitro</i>	93
6.2 Formação de biofilme <i>in situ</i>	99
7 CONCLUSÃO.....	103
8 REFERÊNCIAS.....	105
ANEXO.....	114
APENDICE.....	115
ABSTRACT.....	117

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-	Matriz metálica utilizada para confecção das amostras cerâmicas.....	59
FIGURA 2-	Máquina simuladora de escovação.....	62
FIGURA 3-	Dispositivo contendo as amostras e adaptado à máquina.....	62
FIGURA 4-	Dispositivo bucal (A - vista oclusal do dispositivo; B - vista lateral do dispositivo com as amostras fixadas).	65
FIGURA 5-	Desenho representativo da distribuição dos campos analisados sobre cada amostra (A - superfície da amostra, B - região usada para seleção aleatória dos campos).....	67
FIGURA 6-	Gráfico das médias de perda de massa das cerâmicas VM7 e VM13 nas diferentes condições de escovação.....	72
FIGURA 7-	Gráfico das médias de rugosidade superficial das cerâmicas VM7 e VM13 considerando os fatores tempo e condição de escovação.....	76
FIGURA 8-	Gráfico das médias do percentual do escore de presença de bactérias no esmalte e nas cerâmicas VM7 e VM13 considerando as condições de escovação.	79
FIGURA 9-	Gráfico das médias dos escores do número de bactérias no esmalte e nas cerâmicas VM7 e VM13 considerando as condições de escovação.	81
FIGURA 10-	Micrografias representativas das superfícies da cerâmica VM7: a) sem escovação; b) escovação sem	

	dentifrício; c) escovação dentifrício convencional; d) escovação dentifrício branqueador.....	85
FIGURA 11-	Micrografias representativas das superfícies do esmalte: a) sem escovação; b) escovação sem dentifrício; c) escovação dentifrício convencional; d) escovação dentifrício branqueador.....	86
FIGURA 12-	Micrografias representativas das superfícies da cerâmica VM13: a) sem escovação; b) escovação sem dentifrício; c) escovação dentifrício convencional; d) escovação dentifrício branqueador...	87
FIGURA 13-	Micrografias representativas da presença de bactérias na VM7: a) sem escovação; b) escovação sem dentifrício; c) escovação dentifrício convencional, d) escovação dentifrício branqueador. Presença de bactérias (agregados de cocos, bastonetes curtos e longos) aderidas na superfície da VM7.....	88
FIGURA 14-	Micrografias representativas da presença de bactérias no esmalte: a) sem escovação; b) escovação sem dentifrício; c) escovação dentifrício convencional; d) escovação dentifrício branqueador. Presença de bactérias associadas à superfície do esmalte apresentando irregularidades.....	89
FIGURA 15-	Micrografias representativas da presença de bactérias na VM13: a) sem escovação; b) escovação sem dentifrício (estreptococos); c) escovação dentifrício convencional; d) escovação dentifrício branqueador. Presença de bactérias aderidas na superfície da VM13.....	90
FIGURA 16-	Micrografias representativas de material granular recobrendo a superfície dos materiais: a) esmalte; b)	

	VM7; c) VM13.....	91
FIGURA 17-	Micrografias representativas de material fibrilar recobrando a superfície dos materiais: a) esmalte; b) VM7; c) VM13.....	92
FIGURA 18-	Micrografias representativas de bactérias aderindo-se ao material por meio de fímbrias: a) VM7; b) VM13	92

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1-	Materiais, marca e fabricantes, e indicação.....	57
Quadro 2-	Ciclo de sinterização e do autoglaze para a cerâmica VM7.....	59
Quadro 3-	Ciclo de sinterização e do autoglaze para a cerâmica VM13.....	59
Quadro 4 –	Grupos do estudo considerando o tipo de material (VM13, VM7, esmalte) e a condição experimental (1, 2, 3, ou 4).....	61
Tabela 1-	Média e desvio padrão dos valores de perda de massa (mg) dos diferentes substratos nas diferentes condições de escovação.....	70
Tabela 2-	Análise de Variância (dois fatores) dos dados de perda de massa (mg).....	71
Tabela 3-	Teste de Tukey (5%) para as variáveis: substrato versus condição de escovação versus tempo.....	71
Tabela 4-	Médias e desvio padrão dos valores de rugosidade superficial (μm) dos diferentes substratos, antes e após as condições de escovação.....	73
Tabela 5-	Análise de Variância (três fatores) dos dados derugosidade superficial (μm).....	74
Tabela 6-	Teste de Tukey para as variáveis: substrato versus condição de escovação versus tempo.....	75
Tabela 7-	Média (\pm desvio padrão) dos valores percentuais do escore de presença de bactérias dos diferentes substratos nas diferentes condições de escovação.....	77
Tabela 8-	Análise de Variância (dois fatores) dos valores percentuais do escore de presença de bactérias.....	78

Tabela 9-	Teste de Tukey para a variável substrato.....	78
Tabela 10-	Média (\pm desvio padrão) dos escores do número de bactérias dos diferentes substratos e nas diferentes condições de escovação.....	80
Tabela 11-	Valores de correlação linear de Pearson para os valores de rugosidade (Ra) e valores percentuais do escore de presença (%) e teste de significância (<i>p-valor</i>) para as condições experimentais.....	82
Tabela 12-	Valores de correlação ordinal de Pearson (ou Spearman) para os valores de rugosidade (Ra) e escores do número de bactérias e teste de significância (<i>p-valor</i>) para as condições experimentais.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ELS = energia livre de superfície

g = grama

l = litro

MEV = microscópio eletrônico de varredura

mg = miligrama

min= minuto

ml = mililitro

mm = milímetro

N = Newton

Pa = Pascal

Ra = Rugosidade

UFC = unidade formadora de colônia

% = percentual

°C = grau Celsius

µm = micrometro

Pereira, SMB. Efeito da escovação associada à dentifrício branqueador na degradação superficial e formação de biofilme em materiais cerâmicos. [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007. 117f.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da escovação associada a dentifrícios convencional e branqueador na rugosidade superficial, perda de massa e formação de biofilme *in situ* em diferentes materiais. Amostras das cerâmicas feldspáticas (VM7, VM13) e de esmalte humano foram confeccionadas em formato de disco (5mmx2mm) e submetidas às condições experimentais (n=12): a) sem escovação; b) escovação sem dentifrício; c) escovação com dentifrício convencional; d) escovação com dentifrício branqueador. A simulação da escovação foi feita em máquina simuladora. As amostras das condições b, c e d foram avaliadas, quanto à rugosidade e perda de massa, antes e após a escovação. Para o estudo *in situ*, 10 pacientes utilizaram um dispositivo bucal durante 8 horas. Uma amostra de cada material para cada condição foi fixada no dispositivo. Na avaliação da formação do biofilme, as amostras foram analisadas em MEV. Os dados de rugosidade, perda de massa e biofilme foram analisados estatisticamente com os testes ANOVA e Tukey. O teste de Kruskal-Wallis foi também utilizado para análise de biofilme. Os resultados demonstraram que o esmalte apresentou os maiores valores de perda de massa (1,58 mg) e rugosidade (2,39 μm), independente das condições experimentais. O dentifrício branqueador causou efeito significativo na perda de massa nas cerâmicas (VM7=0,29 mg; VM13=0,35 mg). Foram observadas alterações significantes ($p<0,05$) na rugosidade das cerâmicas em algumas condições experimentais. Nenhuma correlação significativa foi observada entre a rugosidade e biofilme. Concluiu-se que a formação de biofilme não foi influenciada pelas condições de escovação nos diferentes substratos.

PALAVRAS CHAVE: Cerâmicas; escovação dentária; dentifrícios; biofilme.

1 INTRODUÇÃO

A evolução da odontologia restauradora tem procurado oferecer técnicas mais conservadoras que preservem as estruturas dentárias e, concomitantemente, contemplem as exigências estéticas, cada vez maiores, dos pacientes de hoje. Neste contexto, materiais estéticos vêm sendo ainda mais utilizados, tendo as cerâmicas odontológicas atraído grande interesse e alcançado elevado nível de desenvolvimento tecnológico.

A diversidade de materiais restauradores cerâmicos estimula pesquisas clínicas e laboratoriais, e a combinação de materiais e técnicas une as vantagens de cada um (Qualtrough e Piddock⁵¹).

Cerâmicas odontológicas apresentam alta qualidade nos aspectos de durabilidade físico-mecânica, estabilidade química, resistência, biocompatibilidade aos tecidos adjacentes, estética e índice de formação de biofilme. Entretanto, apresentam como desvantagem o desgaste de dentes antagonistas em certas condições (Anusavice⁷, Craig¹⁹, Mclean⁴³).

No ambiente bucal, os materiais restauradores sofrem degradações ocasionadas por forças mecânicas, ataque químico ou a combinação desses efeitos. Dessa forma, a estabilidade química e a capacidade de resistir ao desgaste são importantes requisitos (Correr Sobrinho et al¹⁸), sendo as cerâmicas consideradas o material dentário mais inerte (Anusavice⁸).

As principais doenças bucais, cárie e doença periodontal, são causadas por bactérias que se aderem às superfícies dos dentes ou materiais restauradores formando o biofilme dentário. A remoção mecânica do biofilme, por meio da escovação, consiste no principal método de prevenção dessas patologias. Todavia, a escovação pode

causar dano na superfície dos dentes e materiais restauradores, alterando suas propriedades (Aker², Heath e Wilson²⁹).

Neste contexto, o estudo do efeito da escovação nas alterações superficiais de materiais restauradores tem sido investigado (Aker², Anil e Bolay⁶, Heintze e Forjanic³¹, Tanoue et al.⁶⁵, Teixeira et al.⁶⁶, Wang et al.⁶⁸, Yesil Duymus et al.⁷⁴). A abrasão consequência da associação entre escovação e dentifrícios convencionais (Goldstein e Lerner²⁵) e dentifrícios branqueadores (Amaral et al.⁵, Whitehead et al.⁷⁰;) tem recebido grande destaque.

Para analisar essas alterações, parâmetros como a perda de massa (Garcia et al.²³, Kanter et al.³⁷, Mondelli et al.⁴⁵, Wang et al.⁶⁸), perda de espessura (Jones et al.³⁶; Teixeira et al.⁶⁶), alterações na rugosidade superficial (Goldstein e Lerner²⁵; Johansen et al.³⁵; Wang et al.⁶⁸), e alterações na topografia superficial, avaliadas por meio de microscopia de força atômica e microscopia eletrônica de varredura (Teixeira et al.⁶⁶), têm sido mais utilizadas.

O aumento da rugosidade superficial de materiais restauradores no ambiente bucal pode apresentar consequências clínicas relevantes. Superfícies mais rugosas afetam a estética e a qualidade das restaurações (Heintze e Forjanic³¹), além de aumentarem os riscos de cárie recorrente e doença periodontal (Quirynen et al.⁵⁶)

A rugosidade superficial dos materiais parece ser uma propriedade que desempenha papel fundamental na adesão bacteriana. Associação entre quantidade de biofilme dentário e rugosidade superficial foi avaliada em diferentes materiais odontológicos como cerâmicas, titânio, resinas compostas, resinas acrílicas, amálgama entre outros (Adamczyk e Spiechowicz¹, De Wet e Ferreira²¹, Quirynen et al.⁵⁵, Rimondini et al.⁵⁸, Tanner et al.⁶⁴, Yamamoto et al.⁷³).

O processo de adesão bacteriana inicia-se nas irregularidades e subsequentemente expande-se para toda a superfície dentária (Lie⁴¹, Nyvad e Fejerskov⁴⁸). Nestas irregularidades, as bactérias

ficam protegidas das forças de remoção presentes na cavidade bucal (Quirynen et al.⁵⁵) e a maturação do biofilme nestas áreas ocorre mais rapidamente, tornando-o mais patológico (Rimondini et al.⁵⁸).

Várias metodologias têm sido utilizadas para avaliar a formação de biofilme em materiais restauradores (Auschill et al.⁹, Gatewood et al.²⁴, Hannig²⁷, Konishi et al.³⁹, Lie⁴², Rimondini et al.⁵⁷⁻⁵⁸, Tanner et al.⁶⁴) e diferenças têm sido observadas entre diferentes materiais. Essas diferenças parecem ser conseqüências de propriedades físico-químicas das superfícies dos materiais (Quirynen e Bollen⁵³, Quirynen et al.⁵⁴), como energia livre superficial (ELS) e rugosidade superficial (Nassar et al.⁴⁶, Pratt-terpstra et al.⁵⁰).

Considerando a importância das alterações das características superficiais dos materiais restauradores após escovação, a proposta desse estudo foi avaliar o efeito escovação associada à dentifício branqueador na rugosidade superficial, perda de massa e formação inicial de biofilme *in situ* em materiais cerâmicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Rugosidade e perda de massa em materiais restauradores

2.1.1 Efeito da escovação

Aker et al.³ avaliaram o efeito da abrasão da escovação em três cerâmicas dentais (Vita VMK, Biobond e Ceramco). Amostras dos materiais foram confeccionadas, seguindo as recomendações do fabricante, e divididas em três grupos conforme aplicação de pigmento e métodos de queima: G1) pigmento aplicado e queima na temperatura recomendada para o auto-glaze, seguido de uma camada de glaze e queima na temperatura recomendada para glaze; G2) pigmento aplicado e queima na temperatura recomendada para auto-glaze por três minutos sem vácuo; G3) porcelana auto-glazeada na temperatura recomendada por três minutos, seguido da aplicação do pigmento e queima na temperatura recomendada. Escovas dentais e amostras dos materiais foram adaptadas a uma máquina simuladora de escovação contendo solução de dentífrico/água (1:1). As amostras foram submetidas à escovação a velocidade de 66 ciclos/min, sob carga de 450 mg. Avaliação da abrasão foi realizada após 6 horas do início do experimento e a cada hora subsequente. Escovas e solução de dentífrico foram trocadas a cada 15 horas, enquanto a característica do pigmento não tinha sido abrasada. Os autores observaram que a escovação associada à solução de dentífrico removeu a camada de pigmento das superfícies das amostras. Para as amostras de G1 o tempo necessário para remover o pigmento foi maior que em G2 e G3. Os outros dois métodos (G2 e G3) foram estatisticamente iguais.

Em 1982 Kanter et al.³⁷ observaram os efeitos da escovação associada a dentifrício em resinas compostas (Prestige, Isopast, Exact, Concise e Profile). Amostras padronizadas dos materiais foram confeccionadas conforme recomendações dos fabricantes, polidas em lixas de diferentes granulações (240, 320, 400, 600), e armazenadas por 48 horas a temperatura de 38°C. Perda de massa e rugosidade superficial foram avaliadas antes e após cada um ano de simulação da escovação (4.320 ciclos) com solução de dentifrício, sendo o período total de avaliação de cinco anos. Os resultados indicaram que: a resina Prestige obteve a maior porcentagem de perda de massa; a resina Isopast exibiu redução da rugosidade associada a perda de massa no primeiro ano; as resinas Profile e Isopast obtiveram a menor porcentagem de perda de massa no tempo total de cinco anos; a resina Exact manteve os valores de rugosidade inicial após simulação de um ano de escovação. Os autores concluíram que houve tendência das resinas testadas em apresentar decréscimo do desgaste superficial com o aumento do período de escovação.

Jones et al.³⁶, avaliaram a abrasividade de diferentes dentifrícios em materiais restauradores quando submetidos à escovação. Amostras padronizadas de duas resinas compostas (Delphic e Orion) foram confeccionadas e armazenadas em água a 37° C por sete dias. Após esse período, foram realizadas avaliações de peso, rugosidade superficial, e espessura. As amostras foram adaptadas em máquina simuladora de escovação e submetidas a 60.000 ciclos de escovação associada a diferentes dentifrícios. Em seguida os mesmos parâmetros foram novamente avaliados. Os autores observaram que a maioria dos dentifrícios produziu aumento na rugosidade dos materiais, e que geralmente os dentifrícios que produziram maior perda de espessura também produziram superfícies com maiores valores de rugosidade.

A resistência à abrasão de três diferentes materiais de recobrimento estético foi avaliada por Staffanou et al.⁶³. Amostras

padronizadas de material de recobrimento a base de metil metacrilato (Pyroplast), de um material resinoso teste (Isosit) e porcelana (Vita porcelain) foram confeccionados. O teste de resistência à abrasão foi realizado em máquina simuladora de escovação com escovas dentais adaptadas. Amostras dos materiais foram adaptadas na máquina e imersas em solução de dentífrico/água (1:1). Antes e após simulação da escovação (75.000 ciclos), amostras foram avaliadas quanto à perda de peso e de volume. Os resultados demonstraram diferenças significantes entre os materiais sendo que a cerâmica apresentou a menor perda de volume, seguida do material resinoso e do material de recobrimento a base de metil metacrilato.

Bativala et al.¹⁰ estudaram a camada de pigmento na superfície da porcelana após glaze e avaliaram o efeito quantitativo de dentífricos fluoretados na perda dessa camada após escovação. Blocos padronizados de cerâmica Ceramco foram confeccionados, polidos com discos de diamante, pigmentados (Biobond) e glazeados. O estudo foi realizado em três partes (experimentos I, II e III). Para avaliar a camada de pigmento na superfície das cerâmicas, blocos cerâmicos foram seccionados a fim de serem examinados em microscópio. Vinte mensurações foram realizadas através do comprimento de cada secção (20 µm). No experimento I e II, foram avaliados respectivamente: a espessura da camada do pigmento e sua relação com a superfície da porcelana com diferentes intensidades do pigmento, e a espessura da camada de pigmento e sua relação com superfície da porcelana com diferentes queimas. Na terceira parte do estudo (experimento III), foi avaliado o efeito da escovação com dentífrico fluoretado nas cerâmicas. Amostras foram confeccionadas, pigmentadas e glazeadas. A seguir, as amostras foram adaptadas à uma cuba contendo solução de dentífrico/água (1:1) em uma máquina simuladora de escovação. Escovas foram também adaptadas à máquina e as amostras foram submetidas a 120.000 ciclos de escovação, sob peso de 250mg.

Substituição das escovas ocorreu a cada 20.000 ciclos. Avaliações da espessura da camada de pigmento, e das características superficiais por meio de microscopia eletrônica de varredura foram realizadas nas amostras escovadas e não escovadas. Algumas amostras foram submetidas a mais 160.000 ciclos de escovação e analisadas microscopicamente. No experimento I foi verificado que a camada de pigmento não foi uniforme na superfície das cerâmicas. No experimento II, foi observado aumento da espessura da camada do pigmento com o aumento da intensidade do pigmento. No experimento III, não foram verificadas diferenças significantes na espessura da camada de pigmento entre as amostras não escovadas e escovadas com 120.000 ciclos. Análise em MEV mostrou pequena alteração na textura das superfícies das amostras escovadas. Com 160.000 ciclos houve maior alteração na textura das superfícies com evidente perda do glaze, quando comparadas à superfície das amostras submetidas a 120.000 ciclos de escovação.

Goldstein e Lerner²⁵ observaram o efeito de vários dentífrícios na superfície de resina composta híbrida. Amostras da resina foram adaptadas em um dispositivo de resina acrílica e submetidas à simulação de escovação (20.000 ciclos), testando-se soluções (1:1) de oito dentífrícios. Inicialmente, as amostras da resina composta foram submetidas a 10.000 ciclos de escovação em água utilizando diferentes escovas dentais, para se determinar se o tipo de escova poderia alterar a topografia da superfície. Análise de rugosidade superficial foi realizada nas amostras de resina composta e também no dispositivo acrílico após a escovação. Os resultados demonstraram que no teste inicial, após 10.000 ciclos de escovação não foram observadas diferenças significantes na rugosidade superficial entre as diferentes escovas. Diferenças significantes foram observadas, após 20.000 ciclos de escovação, entre os dentífrícios na resina composta e na resina acrílica. Os autores concluíram que a topografia da superfície da resina composta híbrida foi alterada pela escovação contínua; o efeito do dentífrício Colgate

proporcionou uma superfície mais lisa quando comparado aos outros dentífricos; os dentífricos Colgate, Crest, Viadent e Supersmile promoveram menor alteração na topografia da superfície da resina acrílica quando comparados aos dentífricos mais abrasivos: Shane, Sensodyne, Rembrandt, e Topol.

Johannsen et al.³⁵ avaliaram as alterações da superfície de diferentes materiais restauradores após escovação simulada com dentífricos. Diferentes materiais como titânio, ouro, materiais de recobrimento acrílico (SR Isosit PE, SR Isosit N, K+B+, Multiplus, K+B+ Paste) e cerâmica (Ceram) foram utilizados. Amostras dos materiais foram confeccionadas e submetidas à escovação, com solução de dentífrico/água (1/2) em máquina simuladora, sob carga constante de 2,35 N por 12.000 ciclos. Dois dentífricos foram avaliados: Clinomyn e Colgate. Alterações da superfície dos materiais foram avaliadas quanto à rugosidade superficial, dureza Vickers e reflexão de luz a laser. Após escovação com os dentífricos Colgate e Clinomyn, a maior rugosidade foi observada para o material de recobrimento acrílico K+B+, e a menor para o ouro. Amostras de titânio e cerâmica não foram influenciadas pela escovação, entretanto esses materiais apresentaram os maiores valores iniciais de rugosidade.

Di Creddo et al.²² avaliaram alterações de superfícies cerâmicas após imersão: em soluções de água com dentífricos fluoretados e não fluoretados; em soluções de fluoretos para bochechos; em géis de flúor neutro e acidulado; e após escovação em máquina simuladora. Amostras cerâmicas (Vita VMk 68 e Biobond) foram produzidas, pigmentadas (Vitachrom L 712) e glazeadas. As amostras foram imersas por 5 meses em soluções de dentífrico/água destilada, soluções de flúor para bochecho e água destilada. Outras amostras foram submetidas à escovação simulada (180.000 ciclos, carga de 200 g) associada às soluções de dentífricos fluoretados e não fluoretados. Além disso, para verificar o efeito do fator tempo de escovação na abrasão da

superfície cerâmica, oito amostras de cada material foram escovadas por 540.000 ciclos. Antes e após cada experimento, a rugosidade superficial foi avaliada. Em uma terceira fase do estudo, 20 amostras receberam uma camada protetora de cera na metade da superfície e foram submetidas à imersão em gel de fluorfosfato acidulado 1,23% e gel de fluoreto de sódio 2%, pH neutro. Após 30 dias, a cera foi removida e a rugosidade superficial foi avaliada. Análise visual foi realizada nas amostras submetidas à escovação associada às soluções de dentifrícios e nas amostras imersas nos géis de flúor, pela atribuição de escores (0, 1, 2), conforme alteração do aspecto superficial. Algumas amostras de cada grupo ainda foram observadas no microscópio ótico e fotografadas. Os autores concluíram que: a abrasão com dentifrícios fluoretados e não fluoretados, realizado com escovas de cerdas macias, removeu a pigmentação extrínseca e aumentou o polimento da superfície das duas cerâmicas. Apesar das alterações da rugosidade nem sempre terem sido significantes, a análise microscópica permitiu a visualização de alterações promovidas pela abrasão com dentifrícios. O efeito abrasivo da escovação com dentifrícios foi cumulativo ao longo do tempo; a imersão em soluções de dentifrícios fluoretados e não fluoretados não alterou a textura ou aparência das cerâmicas.

Tanoue et al.⁶⁵ avaliaram a influência da escovação no desgaste abrasivo e na rugosidade superficial de resinas compostas indicadas para coroas, prótese fixas parciais, *inlays* e *onlays*. Foram avaliadas sete resinas compostas (Artglass, Axis, Cesead II, Conquest Sculpture, Estenia, Infis e Targis) e um material cerâmico usinável (Cerec 2 Vitablocs) foi utilizado como controle. Amostras padronizadas dos materiais foram confeccionadas conforme recomendações dos fabricantes e a seguir, foram desgastadas e polidas para produzir superfícies lisas e uniformes. As amostras foram submetidas ao teste de escovação (20.000 ciclos, 140 ciclos/min, carga de 350 mg) associada à solução de dentifrício (1:1) contendo abrasivos de hidróxido de alumínio. A

rugosidade superficial e a quantidade de perda vertical (desgaste) de cada amostra foram determinadas em rugosímetro. Os autores observaram que os materiais Targis e Estenia foram mais resistentes que as demais resinas; já a Artglass e Conquest Sculpture foram os menos resistentes, apresentando maior abrasão. Dentre as resinas, a Conquest Sculpture apresentou a menor rugosidade e o Cesead II apresentou a maior rugosidade. O material cerâmico controle (Cerec) apresentou significativamente menor rugosidade e desgaste que os outros materiais.

Correr Sobrinho et al¹⁸ avaliaram a influência da escovação mecânica na rugosidade superficial de materiais restauradores estéticos. Três materiais restauradores indiretos foram testados: Targis, Artglass e Sculpture, nas condições com acabamento/polimento e sem acabamento/polimento. Antes e após escovação, amostras dos materiais foram analisadas quanto à rugosidade superficial. O ensaio de escovação mecânica foi realizado em máquina simuladora de escovação (Equilibrador). Escovas dentais foram adaptadas nos recipientes de escovação da máquina que continha solução de dentífrico (1:1). Foram realizados 30.000 ciclos por amostra, sob carga de 200 g, simulando a pressão existente nos procedimentos de higiene bucal. Comparando as amostras que não receberam acabamento/polimento, o Targis apresentou média de rugosidade estatisticamente superior em relação ao Sculpture. Nenhuma diferença estatística foi observada entre o Targis e o Artglass, e entre o Artglass e o Sculpture. Após a escovação, nenhuma diferença foi observada. Comparando as amostras que receberam acabamento/polimento, nenhuma diferença foi observada antes ou após a escovação entre os materiais. Para todos os materiais, os resultados indicaram que a escovação promoveu aumento da rugosidade nas amostras sem acabamento/polimento e redução nas amostras com acabamento/polimento, com diferença estatisticamente significativa, exceto para o material Artglass com polimento.

Em 2002, Anil e Bolay⁶ determinaram o efeito da escovação na perda de massa e rugosidade de cerâmica feldspática e esse efeito na mudança de cor. Amostras da cerâmica Ceramco foram confeccionadas e divididas em 4 grupos: a) pigmento aplicado sobre a camada de porcelana de esmalte; b) pigmento interposto entre porcelana de dentina; c) pigmento aplicado diretamente na camada de opaco; d) sem pigmento. As amostras foram submetidas ao teste de escovação (120.000 ciclos, carga de 600g) associada à solução de dentifício/saliva artificial (1:1). As escovas e a solução de dentifício foram trocadas a cada 20.000 ciclos. Antes e após teste de escovação, o peso, a espessura, a rugosidade e a análise espectrofotométrica das amostras foram medidas. Os autores observaram diminuição significativa na espessura, peso e rugosidade das amostras após escovação. A alteração de cor das amostras pigmentadas na porcelana de dentina e na de esmalte foi afetada significativamente após escovação.

A abrasão da superfície de resina acrílica, cerâmica feldspática e resinas compostas micro-particuladas, após escovação associada a dentifícios foi avaliada por Yesil Duymus et al.⁷⁴. Dez amostras padronizadas de cada material foram preparadas. As amostras de resina acrílica e resinas compostas foram polidas com métodos convencionais, e as amostras de cerâmica foram glazeadas. Escovas dentais foram adaptadas à máquina simuladora de escovação e as amostras foram submetidas à escovação por 75.000 ciclos, sob carga constante de $1,37 \times 10$ Pa. Para avaliação do efeito da escovação e do efeito do abrasivo do dentifício, metade das amostras foi submetida apenas à escovação com água e a outra metade à escovação com solução de água e dentifício (1:1). Antes e após a escovação, as amostras foram pesadas para avaliação da perda de massa. Microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para avaliação das características das superfícies após escovação. Os resultados demonstraram que a cerâmica foi o material que teve menor abrasão. A resina acrílica apresentou maior

abrasão. Os autores concluíram que a cerâmica é o material estético ideal e que obteve a melhor resistência à abrasão pela escovação.

Garcia et al.²³ estudaram a perda de massa e as alterações de rugosidade superficial de compósitos após escovação simulada com dentífrico. As seguintes resinas compostas foram testadas: Aeliteflo (Bisco), Flow-It (Pentron), Flow-It LF (Pentron), Natural Flow (DFL), Wave (SDI), Z100 (3M/ESPE), e Silux Plus (3M/ESPE). Amostras padronizadas dos materiais foram confeccionadas, seguindo as recomendações dos fabricantes. Após, foram submetidas a 100.000 ciclos de escovação em máquina simuladora contendo solução de dentífrico/água (1:2), sob carga de 200g e velocidade de 374 ciclos/min. Antes e após o teste de escovação, as amostras foram avaliadas quanto ao peso em balança analítica (0,0001g) e quanto à rugosidade em rugosímetro. Quanto à perda de massa, todas as resinas testadas apresentaram diferença estatística significante entre o peso inicial e o peso final, com exceção a Flow-It LF, entretanto não houve diferença estatística significante entre os materiais. Quanto à rugosidade superficial, todos os materiais apresentaram-se mais rugosos após escovação. Aeliteflo e Natural Flow não apresentaram diferença estatística significante entre a rugosidade inicial e final. A resina Wave foi a única que apresentou diferença estatística significante na rugosidade final comparada com os outros materiais, apresentando-se mais rugosa.

Wang et al.⁶⁸ avaliaram a resistência à abrasão de resinas compostas após escovação em máquina simuladora. Os materiais avaliados foram: SureFil, Alert, Filtek P60, Prodigy Condensable, Solitaire, Z100 e a Silux Plus. Amostras padronizadas dos materiais foram confeccionadas, seguindo as recomendações do fabricante, e em seguida receberam acabamento e polimento. Escovas dentais Colgate Classic e solução de água e dentífrico Colgate MFP (2:1) foram utilizadas. As amostras foram submetidas a 100.000 ciclos de escovação sob carga constante de 200 g, sendo as escovas substituídas a cada 50.000 ciclos.

Antes e após serem submetidas à escovação, as amostras foram pesadas em balança analítica (0,0001 g de precisão) a fim de determinar a perda de massa, e submetidas à análise de rugosidade superficial. Microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para avaliar as alterações da superfície dos materiais antes e após escovação. Os resultados demonstraram diferenças estatísticas significantes com relação à perda de massa após escovação para todos os materiais. SureFil e Alert apresentaram os menores valores de perda de massa, seguidas da Z100 e Filtek P60. A Solitaire, Prodigy Condensable e a Silux Plus apresentaram as maiores perda de massa. Com relação à rugosidade superficial, após escovação, diferentes padrões foram observados, alguns materiais tornaram-se mais rugosos e outros mais lisos. Alert, Filtek P60, Silux Plus e SureFil apresentaram-se mais rugosos após escovação, já a Prodigy Condensable, Solitaire e Z100 menos rugosas. Apenas para a Filtek P60, Silux Plus e SureFil apresentaram diferença significativa, antes e após escovação. A microscopia eletrônica de varredura revelou alterações na textura da superfície para todas as resinas compostas.

O efeito da escovação simulada associada a dentifrício na rugosidade superficial de materiais restauradores foi avaliado por Heintze e Forjanic³¹. Foram avaliados 4 cerâmicas, 16 resinas compostas e 1 amálgama. Esmalte e dentina foram utilizados como controle. Amostras padronizadas dos materiais foram confeccionadas seguindo as recomendações de cada fabricante. As superfícies das amostras dos materiais restauradores foram polidas com lixas de diferentes granulações (1200, 2500, 4000). Escovas foram adaptadas à máquina simuladora de escovação e as amostras adaptadas ao reservatório da máquina, contendo solução de dentifrício/água (2:1). Em seguida, as amostras foram submetidas à escovação durante 36.000 ciclos sob carga constante de 1,7 N. Antes e após simulação da escovação, a rugosidade superficial foi avaliada. Após simulação da escovação, esmalte, dentina e cerâmicas (Empress, d.SIGN) apresentaram redução na rugosidade, sendo que esta

redução não foi estatisticamente significativa para a cerâmica d.SIGN. Para a cerâmica Eris e para a cerâmica experimental a base de dissilicato de lítio, observou-se aumento na rugosidade, entretanto esse aumento foi significativo apenas para a cerâmica Eris. Antes da escovação, as amostras de Empress glazeadas apresentaram-se mais rugosas do que as amostras de Empress polidas. Para o amálgama, resina composta Esthet-X, resina composta TPH Spectrum, os resultados demonstraram que não houve diferenças significantes para os valores de rugosidade, antes e após a escovação simulada.

Mondelli et al.⁴⁵ avaliaram a resistência ao desgaste de materiais restauradores após escovação simulada. Os materiais avaliados foram compômeros (Dyract, Dyract AP, Compoglass F, Freedom e F2000) e resinas compostas (Z100 e Silux Plus). Para o teste de abrasão, foi utilizada uma máquina de escovação com escovas macias adaptadas e solução de dentífrício em água (50 g/100 g). Amostras dos materiais foram submetidas a 100.000 ciclos de escovação, sob carga de 200g. Antes e após a escovação, as amostras foram pesadas e analisadas quanto à rugosidade superficial a fim de se determinar a perda de massa e a alteração da rugosidade. Todos os materiais apresentaram significativa perda de massa e aumento da rugosidade após a escovação. A resina Z100 foi o material mais resistente e o compômero F200 o menos resistente. Entre as resinas Z100 e Silux Plus não foi encontrada diferença estatística significativa. Também não houve diferença para os compômeros Freedom, Dyract, Dyract AP e Compoglass F. Com relação à rugosidade superficial, Dyract e Dyract AP, Z100, Compoglass F e Silux Plus apresentaram a menor alteração, já o F2000 e Freedom as maiores alterações.

Teixeira et al.⁶⁶ estudaram o efeito da escovação associada a dentífrícios na abrasão de duas resinas compostas (Filtek Z250 e Filtek Supreme). Amostras padronizadas dos materiais foram confeccionadas seguindo as recomendações dos fabricantes, e polidas

em diferentes seqüências de lixas abrasivas. Máquina simuladora de escovação associada a escovas dentais (Oral-B) foi utilizada. As amostras foram adaptadas à máquina submersas em solução de dentífrico (Close-Up) com água (1:1). Em seguida, as amostras foram submetidas ao ensaio de escovação durante 10.000, 20.000, 50.000 e 100.000 ciclos, sob carga vertical de 250 g. Antes e após cada período de ciclos de escovação, as amostras foram avaliadas quanto à rugosidade superficial e quanto à perda vertical de espessura. Adicionalmente, análise da topografia da superfície foi realizada por meio de microscopia eletrônica de varredura e microscopia de força atômica, antes e após 100.000 ciclos de escovação. Os resultados demonstraram que para as duas resinas, o desgaste e a rugosidade superficial aumentaram após 10.000, 20.000, 50.000 e 100.000 ciclos de escovação associada a solução de dentífrico. A Z250 mostrou aumento significativo no desgaste a cada intervalo de ciclos de escovação. A Filtek Supreme também mostrou aumento no desgaste, entretanto entre 50.000 e 100.000 não foi significativo. Com relação à rugosidade superficial diferenças significativas entre os materiais foram observadas a 50.000 e 100.000 ciclos e a Filtek Supreme apresentou os maiores valores.

O efeito de dentífricos branqueadores na rugosidade superficial de diferentes materiais restauradores estéticos foi avaliado por Amaral et al.⁵. Amostras padronizadas de resinas compostas (Esthet-X, Durafil VS) e cimento de ionômero de vidro (Vitremmer) foram confeccionadas seguindo as recomendações dos fabricantes. Escovação simulada foi realizada utilizando diferentes dentífricos branqueadores (Crest Regular, Crest Extra Whitening, Dental Care A & H, Rembrandt Plus Whitening e dentífrico experimental). As amostras foram submetidas a 7.500 ciclos. Avaliação da rugosidade superficial foi realizada antes e após a escovação simulada. Os resultados demonstraram menores alterações na rugosidade superficial para o dentífrico Rembrandt Plus Whitening (contendo peróxido de carbamida com alumina e sílica) e para

o dentífrico experimental (contendo carbonato de cálcio). Os dentífricos Crest Regular, Crest Extra Whitening e Dental Care A & H foram mais abrasivos. Os autores concluíram que os dentífricos branqueadores contendo sílica ou carbonato de cálcio foram menos abrasivos nos materiais restauradores do que os dentífricos que continham bicarbonato de sódio.

Hossain et al³² realizaram estudo com os objetivos de investigar o efeito da escovação na morfologia e composição de superfícies de titânio fundido, e de elucidar as interações entre o metal e o material abrasivo do dentífrico. Espécimes padronizados de titânio CP foram fundidos, desgastados e polidos, obtendo-se espessura final de 0,7 mm. Para que a corrosão não influenciasse nos resultados, dois dentífricos sem fluoreto foram selecionados. Dois dentífricos foram avaliados: um contendo fosfato de cálcio dihidratado cristalino ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) como abrasivo; e outro contendo partículas e dióxido de silício (SiO_2) como abrasivo. Soluções de cada dentífrico em água destilada (15g / 30 ml) foram obtidas. Os espécimes foram fixados na máquina de escovação e submetidos a 350.400 ciclos a velocidade de 120 ciclos/min, sob carga de 2,45 N. As escovas foram trocadas na metade do teste de escovação. As superfícies escovadas e não-escovadas foram caracterizadas por meio de médias de *SPM*, *SE*, *EPMA*, e de *XPS*. A análise *SPM* foi conduzida para avaliar a rugosidade superficial; a análise *EPMA* foi realizada para comparar morfologicamente as superfícies escovadas por meio de imagens *SE*; e a análise *XPS* foi usada para analisar os elementos químicos presentes. Independente dos dentífricos, a escovação promoveu aumento significativo na rugosidade do titânio. O dentífrico contendo fosfato de cálcio dihidratado cristalino promoveu superfícies mais rugosas do que o dentífrico contendo partículas dióxido de silício. As micropartículas abrasivas de dióxido de silício tiveram dimensões da ordem do micrômetro ao sub-micrômetro. Os autores concluíram que a superfície do titânio foi abrasionada e apresentou

aumento da rugosidade dependente do tipo de agente abrasivo no dentífrico; a composição de superfície foi alterada. Alterações na morfologia e na composição da superfície do titânio podem influenciar respostas biológicas deste material no ambiente bucal. Dentífrico com menor abrasividade deve ser indicado para a higiene bucal em pacientes com dispositivos dentais de titânio.

O efeito pH do dentífrico na superfície do titânio foi avaliado por Hossain et al³³. Amostras de titânio foram preparadas a partir titânio CP (T-alloy M, GC, Japan). As amostras foram submetidas à escovação simulada (350.400 ciclos, velocidade de 120 ciclos/min, carga de 2,45N). Dentífrico sem fluoreto contendo partículas de fosfato de cálcio dihidratado cristalino ($\text{CaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), e dentífrico sem fluoreto contendo partículas de dióxido de sílica (SiO_2) foram usados. Soluções dos dentífricos em água destilada (30 ml / 15 g) foram obtidas com valores de pH de 7,8 e 9,8 respectivamente. Os dentífricos também foram tamponados com ácidos, obtendo-se soluções com pH de 6,8 e 4,8. A textura e a composição das superfícies de titânio escovadas foram caracterizadas por meio de análises *SPM* e *EPMA*. A análise *SPM* foi conduzida para avaliar a rugosidade da superfície e a análise *EPMA* para uma comparação morfológica das superfícies escovadas. Por meio de imagens *SE* foram analisadas a distribuição de cálcio, fósforo e silício. Os abrasivos da pasta também foram avaliados através das imagens em *SE*. Os resultados encontrados foram: todas as superfícies escovadas foram mais rugosas que o controle (não escovadas) e os dentífricos com pH ácido diminuíram significativamente os valores de rugosidade. Os autores concluíram que a escovação com dentífricos neutros ou alcalinos alterou a textura e a composição da superfície de titânio e que dentífricos ácidos revelaram uma limpeza química da superfície como uma textura relativamente lisa, apesar das interações mecânicas entre titânio e partículas abrasivas.

2.1.2 Efeito do polimento

Scurria e Powers⁶⁰, em 1994, avaliaram a rugosidade superficial de duas cerâmicas utilizando diferentes sistemas de polimento. Discos da cerâmica feldspática Ceramco e da cerâmica vítrea usinada Dicor MGC foram fabricados e polidos com diferentes combinações de instrumentos. Pontas diamantadas, géis de polimento, pontas de silicone, pontas de óxido de alumínio, e pastas de óxido de alumínio foram utilizados. Após, a rugosidade foi avaliada. A microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para observação da topografia da superfície desses materiais após polimento. Os resultados indicaram diferenças significantes nas médias de rugosidade entre as cerâmicas e as técnicas. As pontas diamantadas e os géis produziram superfícies mais lisas nos dois materiais, entretanto as pontas de óxido de alumínio e as pastas foram estatisticamente semelhantes para a cerâmica Dicor.

Al-Wahadni⁴ avaliou, *in vitro*, as alterações na rugosidade superficial de diferentes cerâmicas glazeadas, não glazeadas e polidas. Amostras padronizadas das cerâmicas IPS Empress 2 e In-Ceram Alumina/Vitadur Alpha foram confeccionadas. Após, as amostras foram desgastadas com rodas abrasivas e lixas de silicone a fim de se obter superfícies planas, e divididas conforme o polimento realizado: glaze, polimento com diferentes pontas do Kit Shofu para porcelana (1 min em cada seqüência) e não glazeadas. Em seguida, as amostras foram avaliadas quanto à rugosidade superficial. Os resultados demonstraram diferenças significantes na rugosidade entre as cerâmicas e entre as técnicas. Observou-se menor rugosidade nas amostras glazeadas de IPS Empress 2 quando comparadas às não glazeadas; e com a seqüência de pontas do Kit Shofu rugosidades intermediárias, entre as amostras glazeadas e não glazeadas de IPS Empress 2, foram verificadas. Para as amostras de In-Ceram/Vitadur Alpha glazeadas foi verificada menor rugosidade quando comparada às não glazeadas. A seqüência de pontas

do Kit Shofu também promoveu rugosidades intermediárias, entre as amostras glazeadas e não glazeadas de In-Ceram/Vitadur Alpha. A rugosidade das amostras não glazeadas de IPS Empress 2 foi maior do que as amostras não glazeadas de In-Ceram/Vitadur Alpha. As amostras glazeadas da In-Ceram/Vitadur Alpha foram mais rugosas do que as amostras glazeadas de IPS Empress 2.

A influência de diferentes métodos de acabamento e polimento na rugosidade superficial de cerâmicas foi avaliada por Bottino et al.¹³. Discos padronizados de cerâmica feldspática Vitadur Alpha foram confeccionados, polidos com lixas abrasivas em diferentes granulações e glazeados (glaze Vita Akzent 24). Após as amostras foram divididas em grupos conforme o tipo de acabamento e polimento usado: G1 - controle (glaze); G2 – broca; G3 - broca e pontas de silicone; G4 - broca, pontas de silicone e discos de feltro com pasta diamantada; e G5 - broca, pontas de silicone e discos de feltro impregnados com pasta diamantada. Avaliação da rugosidade superficial e análise topográfica das superfícies por meio de microscopia eletrônica de varredura foram realizadas. Os resultados demonstraram que G1 apresentou a menor rugosidade e G2 apresentou a maior. Somente um método de polimento (G4) promoveu rugosidade similar ao glaze (G1). G3 apresentou rugosidade significativamente maior que G4 e G5, os quais foram semelhantes entre si.

Kantorski et al.³⁸ estudaram a rugosidade de superfície de 2 cerâmicas feldspáticas (VM7 e Vitadur Alpha) e 3 cerâmicas com alto conteúdo cristalino (Vita In-Ceram Alumina, Vita In-Ceram Zircônia e Cerec InLab). Amostras padronizadas de cada cerâmica foram confeccionadas e glazeadas de acordo com as especificações do fabricante. A rugosidade superficial dos materiais foi avaliada. Os resultados demonstraram diferença significativa entre os grupos. A cerâmica feldspática VM7 obteve os menores valores de rugosidade e as

cerâmicas Vitadur Alpha, Vita In-Ceram Alumina, Vita In-Ceram Zircônia e Cerec InLab não diferiram entre si.

Sasahara et al.⁵⁹ analisaram a rugosidade superficial de diferentes porcelanas com diferentes microestruturas, utilizando diferentes técnicas de acabamento e polimento. Amostras padronizadas de quatro cerâmicas (IPS d.Sign-D, Finesse-F, Super Porcelain-N, e Symbio-S) foram confeccionadas de acordo com as recomendações dos fabricantes, desgastadas com lixas de diferentes granulações (180, 320 e 600) e divididas em grupos conforme o tipo de acabamento e polimento usado: a) glaze; b) polimento com pontas de borracha antes do glaze; c) re-glazeamento; d) pontas de borracha, e) pontas de borracha e pasta diamantada; f) discos de lixa; g) discos de lixa e pasta diamantada. Os tratamentos de c) a g) foram realizados após remoção da camada do glaze com broca diamantada. Análise de rugosidade superficial e microdureza foram realizadas. Análise microestrutural das cerâmicas foi realizada por meio da avaliação do conteúdo de leucita e tamanho das partículas. Microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para avaliar as alterações topográficas da superfície após cada tratamento. Os resultados demonstraram que para o grupo a), a porcelana Finesse apresentou maior rugosidade quando comparada com a Super Porcelain e a Symbio. Para o grupo b), as porcelanas IPS d.Sign, Finesse e Super Porcelain apresentaram rugosidade similar; e a Symbio apresentou o menor valor de rugosidade. Para o grupo c), a cerâmica Finesse apresentou maior rugosidade quando comparada ao demais materiais. Para os grupos d), e), f) e g), as cerâmicas Finesse e Symbio apresentaram os menores valores de rugosidade. Dentre os grupos, o menor valor de rugosidade foi encontrado no grupo a para a cerâmica Symbio, e o maior valor de rugosidade foi observado no grupo c para a cerâmica Finesse. O conteúdo de leucita na porcelana IPS d.Sign foi estatisticamente maior que nas demais cerâmicas. Com relação ao tamanho de partículas foi observado diferença significativa entre os materiais, sendo que as maiores

partículas foram verificadas na Finesse, seguidas da IPS d.Sign, Super Porcelain e Symbio. Com relação a dureza, o maior valor foi para a IPS d.Sign, seguidas da Finesse, Super Porcelain e Symbio.

Tholt de Vasconcellos et al.⁶⁷ pesquisaram a rugosidade superficial de cerâmicas após diferentes técnicas de polimento intra-oral, utilizando microscopia de força atômica e rugosímetro. Diferentes cerâmicas foram avaliadas: Vitadur Alpha, IPS Empress 2 e AllCeram. Espécimes cerâmicos padronizados foram confeccionados conforme as recomendações dos fabricantes, e submetidos a diferentes tratamentos de superfície: G1) glaze (controle); G2) glaze, desgaste e polimento com o sistema Eva; G3) glaze, desgaste e polimento com o sistema Identoflex; G4) glaze e polimento com o sistema Identoflex; G5) glaze, desgaste e polimento com o sistema Shofu. Os desgastes das amostras foram realizados com partículas diamantadas de 90 μm , 38 μm e 25 μm . Dois instrumentos de medição da rugosidade foram utilizados: rugosímetro e microscopia de força atômica. Para o padrão Ra no rugosímetro a cerâmica IPS Empress 2 apresentou-se mais lisa nos grupos 1, 3, 4 e 5 do que no grupo 2. As cerâmicas Vitadur Alpha e AllCeram apresentaram-se mais lisas nos grupos 1, 2, 4 e 5 do que no grupo 3. Considerando o padrão Ry no rugosímetro, a cerâmica AllCeram 3 foi mais rugosa no grupo 3 quando comparada aos demais grupos (1, 2, 4, 5), e considerando somente o grupo 3, a cerâmica AllCeram 3 foi mais rugosa do que as cerâmicas IPS Empress 2 e Vitadur Alpha. Para o padrão Ra no microscópio de força atômica, a cerâmica IPS Empress 2 foi mais rugosa no grupo 2, seguido do grupo 3; não houve diferenças entre os grupos 1, 4 e 5. Para a Vitadur Alpha, o grupo 1 foi mais liso quando comparado aos grupos 2 e 5. A AllCeram obteve superfície mais rugosa no grupo 3 do que nos grupos 1, 2 e 4. Com relação ao parâmetro Ry no microscópio de força atômica, nas três cerâmicas as superfícies do grupo 1 apresentaram mais lisas, seguidas do grupo 4. A cerâmica IPS Empress 2 foi mais rugosa que a Vitadur Alpha e AllCeram no grupo 2. O grupo 3

da Vitadur Alpha teve superfície mais lisa que a AllCeram. Os autores concluíram que o parâmetro Ra, avaliado no rugosímetro e na microscopia de força atômica, indicou que algumas técnicas de polimento produziram superfícies semelhantes às glazeadas. O parâmetro Ry avaliado no rugosímetro não indicou correlação com o obtido pela microscopia de força atômica.

2.2 Formação, *in situ*, de biofilme dentário em materiais restauradores

Wise e Dykema⁷¹ estudaram a capacidade de retenção do biofilme formado *in situ* sobre materiais restauradores. Amostras padronizadas de ouro tipo III, liga de ouro para revestimento cerâmico, cerâmica de revestimento a vácuo e resina acrílica foram confeccionadas e polidas. Dez estudantes, com idades entre 22 e 34 foram selecionados para o estudo. Dispositivos bucais individualizados, nos quais as amostras dos materiais foram fixadas, foram usados pelos participantes por 48 horas. Durante este período, a dieta não foi controlada e as amostras não foram submetidas à limpeza. Decorrido o período experimental, as amostras foram removidas. Nas amostras de três pacientes, o biofilme formado foi avaliado quanto aos tipos bacterianos presentes. As demais amostras foram submetidas a ciclos de escovação em dispositivo contendo escova acoplada a um pêndulo que permitia controlar a pressão com que a escova atuava sobre o biofilme. Inicialmente, o biofilme formado sobre as amostras foi corado com violeta genciana e fotografado. A amostra foi submetida à escovação no dispositivo. A cada 6 passagens da escova, a amostra foi avaliada quanto a quantidade de biofilme presente. O processo foi repetido até que

nenhum biofilme corado fosse observado. Quanto a composição bacteriana do biofilme avaliada em três pacientes, foram encontrados cocos Gram-negativos e Gram-positivos, microrganismos filamentosos Gram-positivos e Gram-negativos e bastonetes. Após 48 horas, a liga de ouro para revestimento cerâmico e a liga de ouro tipo III acumularam mais bactérias do que a resina acrílica. Para a cerâmica, foi observado um valor intermediário, entretanto, não foi observada diferença significativa entre as amostras de resina acrílica e cerâmica; ou entre cerâmica, liga de ouro para revestimento cerâmico e liga de ouro tipo III. A resina acrílica e a cerâmica necessitaram um menor número de ciclos de escovação para remover o biofilme quando comparadas à liga de ouro para revestimento cerâmico. Não houve diferença estatística significativa entre resina acrílica, cerâmica e liga de ouro tipo III; ou entre a liga de ouro tipo III e o liga de ouro para revestimento cerâmico.

Lie⁴⁰ avaliou a morfologia da película adquirida formada sobre hidroxiapatita e resina epóxi após 2, 4, 6, 12, 24 e 48 horas na cavidade bucal, utilizando microscopia eletrônica de varredura e transmissão. Amostras de hidroxiapatita e resina epóxi foram fixadas nas superfícies vestibulares de molares e pré-molares em seis estudantes. Nenhum método de higiene bucal foi realizado durante o experimento. Os autores observaram três tipos morfológicos de película: globular, fibrilar e granular. A película globular observada nos estágios iniciais, continha estruturas redondas e ovais em íntimo contato com a superfície dos materiais, ou mostrando inserção por estrutura semelhante a um pedículo. Na maioria dos casos, apresentou regularidade, mas também foi visualizada com glóbulos apresentando diversidade de forma e dimensão. Seu crescimento ocorreu, em alguns casos, pelo aumento da espessura, e, em outros casos, os glóbulos foram cobertos por camada granular que mascarava seus contornos proporcionando aparência mais densa e homogênea. A película fibrilar foi caracterizada como uma mistura de grandes e pequenos glóbulos conectados por uma rede fibrilar. O terceiro

tipo de película foi observado como um filme liso e homogêneo. Em algumas amostras dos materiais, mesmo após 24 e 48 horas, a película adquirida apresentava-se de várias formas o que justificava sua divisão em diferentes tipos. Gradual aumento na espessura foi observado nas primeiras 6 horas. Entre 6 e 12 horas, houve leve redução, e a partir de 12 horas, novamente foi observado aumento da espessura.

Em 1978 Lie⁴¹ investigou a morfologia do biofilme formado sobre hidroxiapatita e resina epóxi utilizando microscopia eletrônica de transmissão. Amostras dos materiais foram fixadas nas faces vestibulares de molares e pré-molares em seis estudantes. Após 2, 4, 6, 12, 24 e 48 horas as amostras foram processadas e avaliadas em microscopia eletrônica de transmissão. Nenhum método de higiene foi realizado durante os experimentos. Bactérias foram inicialmente observadas após quatro e seis horas, como células individuais ou pequenos grupos de células de igual morfologia. As primeiras bactérias foram cocos Gram-positivos, mas bastonetes curtos também foram encontrados. A película apresentou-se com aspecto globular, granular ou fibrilar. O modo mais freqüente de adesão dos microrganismos foi pelo contato direto da parede celular bacteriana e a película. Bactérias também foram visualizadas a alguma distância da superfície da película, mas com finas fibrilas entre a parede celular e a película. Microrganismos também foram observados totalmente embebidos na película. Pequenas irregularidades na superfície do dispositivo de resina epóxi utilizado para a fixação das amostras de hidroxiapatita foram rapidamente cobertos por material similar ao da película e nas irregularidades mais amplas, colonização bacteriana foi observada. Caracteristicamente, as bactérias apresentaram-se mais densamente agrupadas nestes defeitos quando comparadas às áreas lisas.

De Wet e Ferreira²¹, avaliaram a formação do biofilme dentário sobre resina composta não glazeada, glazeada ou polida.

Amostras padronizadas de resina composta foram confeccionadas e divididas em grupos de acordo com o tipo de acabamento e glaze (Adaptic Glaze, Concise Enamel Bond, Nuval-Seal, Finite). Em seguida, uma amostra de cada grupo foi selecionada e submetida à escovação manual com escova dental nova e dentífrico por 500 e 5000 ciclos. A rugosidade superficial das amostras submetidas ou não à escovação foi examinada. Avaliação da formação de biofilme *in vivo* foi realizada em cem pacientes com restaurações classe IV. A superfície vestibular do dente restaurado foi dividida em duas partes, sendo A – glazeada e B – não glazeada. A presença ou ausência de placa foi avaliada em 3 meses, 6 meses e um ano. Também foi realizada a comparação da formação de placa em uma paciente que permaneceu sem realizar higiene bucal por 10 dias. Os resultados demonstraram que amostras glazeadas apresentaram média de rugosidades superficiais menores quando comparada às amostras não glazeadas. Superfícies cobertas pelo glaze Finite foram significativamente mais rugosas do que as superfícies cobertas pelo outros glazes, polidas ou polimerizadas sobre placa de vidro. Após cinco mil ciclos de escovação, os glazes Concise Enamel Bond e Nuval-Seal apresentaram aumento na rugosidade superficial. *In vivo*, foi observado pouco acúmulo de biofilme sobre superfícies glazeadas (parte A). Nas superfícies não glazeadas (parte B), a quantidade de biofilme foi significativa. Quantidades similares de biofilme foram observadas sobre os diferentes glazes, exceto para o glaze Finite que apresentou maior acúmulo de biofilme após três meses.

Brecx et al.¹⁴ investigaram os mecanismos que envolvem o crescimento inicial do biofilme dentário. Filmes plásticos foram aplicados na superfície vestibular de pré-molares em quatro indivíduos. A formação de biofilme foi permitida sem interferência de procedimentos de higiene bucal por 4, 8 e 24 horas. Em uma segunda parte do estudo, filmes plásticos foram novamente aplicados e biofilme foi formado sem interferência por 4 horas. Após este período, membrana com poros de 0,2

um foi fixada sobre o filme plástico impedindo a adesão de novas bactérias provenientes da saliva. O conjunto filme plástico, biofilme e membrana permaneceram na cavidade bucal por mais 4 e 20 horas. Decorridos os períodos experimentais, as amostras foram desidratadas e coradas para análise em microscópio eletrônico. O número de bactérias aumentou de 4 para 8 horas e de 8 para 24 horas. Nenhuma diferença foi verificada entre o número de bactérias nas amostras que permaneceram por 8 horas e nas amostras cobertas pela membrana após 4 horas e que permaneceram na cavidade bucal por mais 4 horas (4 + 4). O mesmo foi observado nas amostras de 24 horas quando comparadas àquelas cobertas pela membrana após 4 horas e que permaneceram por mais 20 horas na cavidade bucal (4 + 20). Nenhuma diferença foi observada quanto ao número de células epiteliais ou leucócitos em qualquer período. Esses resultados permitiram concluir que a multiplicação desempenha papel principal na formação inicial do biofilme dentário.

Em 1986 Chan e Weber¹⁷ avaliaram, por meio de estudo clínico, a retenção do biofilme em dentes restaurados com diferentes materiais. Foram selecionados dezenove pacientes, com idade entre 25 e 56 anos, que haviam recebido coroas de cerâmica (Cerestore) cimentadas nos últimos quatorze meses. Dois examinadores foram treinados para avaliarem o índice de placa proposto por Silness e Løe. Para cada dente foram atribuídos escores para as superfícies mesial, distal, vestibular e lingual. O índice de placa para cada dente foi obtido pela média dos escores das quatro superfícies. O estudo foi realizado em 150 coroas, sendo 50 coroas de Cerestore, 68 metalo-cerâmica, 13 de ouro e 19 de resina acrílica. Como controle, 248 dentes hígidos foram avaliados. Foi observado que no mesmo paciente havia diferenças nos índices de placa nos quadrantes, confirmando que algumas áreas são higienizadas de forma mais adequada que outras. Por este motivo o índice de placa de uma coroa foi comparado com o índice de placa do quadrante a que estava inserido. Os resultados demonstraram que o

índice de placa da coroa em relação ao seu quadrante foi de 32% para as coroas de Cerestore, 90% para as metalo-cerâmicas, 148% para as de ouro e 152% para as coroas de resina acrílica. Os dentes naturais apresentaram valores de 110%. Segundo os autores, a alta taxa de biofilme encontrada na coroas metalo-cerâmicas pode ter ocorrido devido ao fato de que a maioria apresentava somente a face vestibular coberta por cerâmica e as demais cobertas com metal. Coroas de ouro acumularam mais biofilme que o esperado, provavelmente porque foram utilizadas em áreas posteriores não estéticas e também mais difíceis de serem higienizadas. Coroas de Cerestore foram utilizadas em regiões anteriores e posteriores e mantiveram baixo índice de biofilme em qualquer localização.

Nyvad e Fejerskov⁴⁸ avaliaram a colonização microbiana inicial (4 a 48 horas), sobre esmalte e superfície radicular por meio de microscopia eletrônica de varredura. Amostras de esmalte e superfície radicular (terceiros molares não erupcionados extraídos) foram fixadas na face vestibular de dispositivos bucais confeccionados para seis indivíduos. Nas primeiras 8 horas, os indivíduos realizaram bochechos com solução de sacarose a 10% por 2 minutos, logo após a colocação do dispositivo e em intervalos de uma hora e trinta minutos sendo que nenhuma ingestão de alimentos foi realizada. Posteriormente, para períodos breves de alimentação, o dispositivo foi removido e mantido em umidade. Nenhum procedimento de higiene bucal foi realizado. Após o término de cada período experimental, as amostras foram removidas e processadas para microscopia. Em 4 horas no ambiente bucal, as superfícies de esmalte encontraram-se parcialmente cobertas por material granular, que foi particularmente evidente nas áreas irregulares. Poucos cocos foram visualizados nas áreas irregulares. Após 8 horas, microcolônias de cocos e bastonetes foram visualizadas nas irregularidades. Bactérias esparsas foram observadas no restante da superfície. Em 12 horas, o número de colônias bacterianas aumentou de forma significativa.

Proliferação bacteriana em monocamada foi observada, colônias vizinhas pareciam se fundir. No período de 24 a 48 horas, foi verificado predomínio de cocobacilos com projeções granulares múltiplas da parede celular. Entre ilhas espalhadas de cocos, bastonetes e filamentosos estendiam-se perpendicularmente à superfície. Ocasionalmente, depósitos bacterianos foram superpostos por uma estrutura granular rugosa.

Utilizando a mesma metodologia descrita na pesquisa anterior, Nyvad e Fejerskov⁴⁹ avaliaram o biofilme dentário formado sobre amostras de esmalte e cimento por meio de microscopia eletrônica de transmissão. No período de 4 horas, as superfícies de esmalte e cimento apresentaram-se cobertas por material granular de baixa densidade eletrônica com bactérias isoladas. Grupos ocasionais de microrganismos também foram visualizados. Bactérias presentes foram cocos e bastonetes curtos Gram-positivos. Microrganismos maiores contendo vacúolos de variados tamanhos também foram visualizados. A maioria das bactérias conectou-se à película por meio de fímbrias, porém bactérias com parede celular espessa não apresentaram esta característica. Poucos microrganismos apresentaram septo indicativo de divisão celular. Após 12 horas, o número de bactérias aumentou significativamente. Vários microrganismos apresentam septo indicativo de divisão celular. No esmalte, áreas com micro-colônias alternadas por áreas pouco colonizadas foram observadas. Frequentemente, as micro-colônias foram associadas com depressões na superfície do esmalte. Em contrapartida, a superfície do cimento pareceu completamente coberta por microrganismos. Em 48 horas, as superfícies de esmalte e cimento foram completamente cobertas por espessos depósitos bacterianos. Sobre o esmalte, a espessura da cobertura bacteriana variou dentro da mesma superfície e entre superfícies de diferentes indivíduos. Sobre o cimento, a espessura dos depósitos bacterianos foi homogênea, sendo que quantitativamente, o cimento foi mais intensamente colonizado quando comparado ao esmalte. Independente do material, a estrutura dos

depósitos bacterianos foi similar. Pequenas colônias de microrganismos Gram-positivos e negativos foram observadas na porção mais interna. Microrganismos coco-bacilos Gram-positivos foram visualizados em áreas com uma fina borda de material granular representando a película. Na porção mais externa, grupos de pequenas bactérias Gram-positivas com parede celular extremamente fina foram visualizados. Eventualmente, filamentos Gram-negativos perpendiculares à superfície também foram observados. A microbiota mais superficial apresentou-se coberta por fino material granular.

Por meio de estudo *in vivo* e *in vitro*, Yamamoto et al.⁷³ avaliaram a aderência de estreptococos orais em resina composta. Amostras da resina Palfique Light foram confeccionadas. Parte das amostras foi fixada na superfície vestibular de primeiros molares superiores de 12 voluntários, e após 2 horas, as amostras foram removidas e analisadas para identificação de estreptococos. Outra parte das amostras foi utilizada para o teste de aderência de estreptococos orais *in vitro*. Os resultados do estudo *in vivo* mostraram que a frequência de detecção de cocos Gram positivos foi 62,1%, sendo que 52,8% *S. mitior*, 20,2% *S. sanguis*; 8,6% *S. oralis*; 1% *S. salivarius*; e 0,3% *S. anginosus*. A frequência de detecção de bastonetes Gram positivos foi de 15,7%. Os resultados do teste de aderência *in vitro* mostraram que *S. mitior* foi o mais aderente e *S. anginosus* o menos aderente.

Em 1990 Quirynen et al.⁵⁵ avaliaram, *in vivo*, o efeito da energia livre de superfície e da rugosidade na formação de biofilme sobre dois materiais. Amostras de cada material foram divididas em uma parte lisa ($R_a = 0,1 \mu\text{m}$) e outra rugosa ($R_a = 2,2 \mu\text{m}$). As amostras foram fixadas na face vestibular dos incisivos centrais superiores de 16 estudantes por 3 e 6 dias. Os autores verificaram menor quantidade de biofilme sobre a parte lisa do material com baixa ELS, entretanto não encontraram diferenças na parte rugosa das amostras entre os dois

materiais. Sobre as superfícies rugosas, maior quantidade de biofilme foi observada, caracterizado por poucos cocos e alta proporção de bastonetes. Os autores sugeriram que a rugosidade superficial é uma propriedade mais importante do que a ELS na formação e composição do biofilme.

Adamczyk e Spiechowicz¹ pesquisaram o biofilme dentário formado sobre coroas totais de diferentes materiais restauradores. Inicialmente, vinte pacientes que precisavam de tratamento restaurador receberam coroas totais de resina acrílica, liga de prata-paládio e cerâmica (Vita VMK 68). Através do índice de placa e técnica de visualização fluorescente, foi avaliada a quantidade de biofilme formado sobre toda a dentição em vários períodos após a cimentação (1, 3, 24, 48 horas, 3 e 7 dias). Raspagem e limpeza foram realizadas após cada avaliação. Na segunda parte do estudo, três tipos de restaurações (metálica, resina acrílica, cerâmica) foram realizadas em dez pacientes e cimentadas provisoriamente. A quantidade de biofilme formado sobre as coroas provisórias foi avaliada nos períodos de 1, 3 e 24 horas através de MEV. Amostras de biofilme coletadas em 24 horas foram avaliadas quanto a sua composição química. Os resultados demonstraram que superfícies dentárias naturais de pacientes que receberam restaurações cerâmicas apresentaram menos biofilme em todos os períodos. Os achados com MEV confirmaram os resultados clínicos. Coroas metálicas apresentaram maior quantidade de biofilme distribuído de forma densa. Coroas de resina acrílica também apresentaram grande quantidade de biofilme, mas frouxamente distribuído. Nas coroas cerâmicas, o biofilme apresentou-se mais frouxamente distribuído e em menor quantidade. Foi verificado que a variável paciente também influenciou no resultado, pois durante o mesmo período experimental e sobre o mesmo material, diferentes pacientes acumularam diferentes quantidades de biofilme. Análise da composição química verificou biofilme constituído de substância orgânica composta principalmente de carbono, hidrogênio,

nitrogênio e oxigênio. Remanescentes inorgânicos também foram detectados.

Em 1991 Siegrist et al.⁶¹ avaliaram, *in vivo*, a formação de biofilme dentário sobre vários materiais restauradores. Três indivíduos, que necessitavam de tratamento protético, foram selecionados para o estudo. Facetas de ligas de prata-paládio (AgPd), de cromo-cobalto (CrCo), de cromo-cobalto-titânio (CrCoTi), de ouro (50% e 85%), amálgama, cerâmica, esmalte e dentina foram fixadas da face vestibular de pânticos. Após 4 e 24 horas, foram realizadas avaliações microbiológicas e análises em MEV do biofilme formado sobre os materiais. Os resultados demonstraram que de 4 para 24 horas houve aumento de trinta vezes na contagem total de bactérias. No período de 4 e de 24 horas e para todos os materiais testados, observou-se principalmente cocos e bacilos facultativos. Os bacilos facultativos Gram-positivos encontrados foram principalmente espécies de *Actinomyces*. Microrganismos anaeróbios foram detectados em porcentagens muito baixas. Após 4 horas, a dentina apresentou mais alta contagem total de bactérias seguida pelo amálgama. No MEV, observou-se que o amálgama e o esmalte acumularam mais biofilme, seguidos pela cerâmica e ligas. Em 24 horas, o amálgama foi o material que acumulou a maior quantidade de biofilme, seguido pela liga de AgPd, esmalte, dentina, cerâmica e liga de ouro a 85%. As ligas de ouro (50%), de CrCo e de CrCoTi acumularam a menor quantidade de biofilme. Foi concluído que a cerâmica, a liga de AgPd e as duas ligas de ouro foram os materiais que acumularam menor número de células bacterianas com valores próximos aos verificados no esmalte e dentina.

Hahn et al.²⁶ investigaram a formação do biofilme dentário e a vitalidade de bactérias em diferentes materiais restauradores. Os materiais testados foram: porcelana prensada (Dicor), porcelana sinterizada (Flexo-Ceram), cimento resinoso dual e esmalte utilizado

como controle. Dez pacientes participaram do estudo e receberam *inlays* de ouro cimentadas temporariamente em pré-molar ou molar. Facetas dos materiais testes foram adaptadas na área interproximal das *inlays*. A extensão vertical das facetas foi padronizada, terminando 1 mm coronal a gengiva interproximal e a extensão horizontal foi preparada de acordo com a extensão de cada *inlay* individual. Após três dias de acúmulo de biofilme, facetas dos materiais foram removidas e o biofilme foi coletado com cureta estéril. Uma alíquota foi utilizada para avaliar a contagem total de bactérias em microscopia de campo escuro e outra para avaliar as unidades formadoras de colônias (UFC). Por meio da técnica de fluorescência vital, foi avaliada a contagem total de bactérias viáveis sobre os materiais. Os resultados mostraram que ambas as cerâmicas avaliadas apresentaram valores significativamente mais baixos de UFC e contagem total de bactérias quando comparadas ao esmalte ou cimento resinoso. Não foram encontradas diferenças entre as duas cerâmicas.

Castellani et al.¹⁶ estudaram a formação do biofilme dentário sobre cerâmica feldspática (Vita Zahnfabrik GmbH) e cerâmica vítrea (Dicor). Dez indivíduos sem sinais de doenças bucais foram selecionados para o estudo. Espécimes padronizados, glazeados e não glazeados da cerâmica feldspática, e caracterizados e não caracterizados da cerâmica vítrea, foram confeccionados. Estes espécimes foram seccionados em duas partes iguais e fixados na face vestibular de um dispositivo bucal individualizado. Os indivíduos usaram o dispositivo por períodos de 4, 12, 24 e 48 horas, nos quais nenhum procedimento de higiene bucal foi realizado. A seguir, amostras do biofilme foram obtidas da superfície dos espécimes e também do esmalte de dentes hígidos. Cultura bacteriana foi realizada para determinar o número de bactérias aeróbias e anaeróbias. Os resultados indicaram que incluindo o esmalte, todos os materiais mostraram um aumento progressivo de microrganismos aeróbios e anaeróbios. As superfícies mais rugosas apresentaram maior número de bactérias quando comparadas às

superfícies mais lisas dos materiais correspondentes (cerâmica vítrea caracterizada e cerâmica feldspática glazeada) no intervalo de 12 e 24 horas. Nenhuma diferença foi encontrada entre o número de bactérias aeróbias e anaeróbias sobre cerâmica vítrea caracterizada e cerâmica feldspática glazeada ou entre a cerâmica vítrea não caracterizada e cerâmica feldspática não glazeada neste mesmo intervalo. Maior número de microrganismos foi relacionado à rugosidade superficial e não ao tipo de material.

Hannig²⁷ estudou, *in vivo*, as características película salivar formada sobre materiais restauradores e esmalte bovino, por meio de microscopia eletrônica de transmissão. Amostras de diferentes materiais foram obtidas (resina composta, resina acrílica, titânio, amálgama, cerâmica feldspática e cerâmica vítrea) e submetidas a uniforme procedimento de desgaste e polimento. Três estudantes, com adequado padrão de higiene bucal participaram do estudo. Dispositivos bucais individualizados foram confeccionados. Amostras dos materiais foram fixadas no dispositivo na região vestibular e lingual dos primeiros molares superiores. Os voluntários usaram o dispositivo por períodos de 2 e 6 horas. Durante os períodos experimentais, ingestão de líquidos ou alimentos e procedimentos de higiene oral não foram permitidos. Após, as amostras foram removidas e processadas para análise em microscopia eletrônica de transmissão. Não foram observadas diferenças na película adquirida formada nos diferentes materiais. Contudo, diferenças foram verificadas entre amostras fixadas na face vestibular e palatina do dispositivo. Após 2 horas, as superfícies de todas as amostras fixadas na face palatina do dispositivo estavam cobertas por fino filme microgranular. Próximo à superfície dos materiais foi observada uma camada basal eletro-densa e superficialmente uma camada granular homogênea menos densa. A espessura da película formada sobre as amostras palatinas raramente excedia 100 nm depois de 6 horas. As amostras vestibulares foram cobertas por camada basal granular fina de alta

densidade eletrônica. Sobre esta camada, uma segunda camada heterogênea de baixa densidade eletrônica estava presente. Em 2 e 6 horas, a espessura variou de 100 a 1000 nm.

Rimondini et al.⁵⁸ avaliaram a influência da rugosidade superficial de titânio na colonização bacteriana. Discos de titânio foram obtidos e submetidos a três diferentes procedimentos de acabamento e polimento obtendo-se três grupos de discos com diferentes rugosidades superficiais. Oito voluntários, com adequado padrão de higiene bucal foram selecionados para o estudo. Dispositivos bucais individualizados foram confeccionados para a fixação dos discos. Após 24 horas no ambiente bucal, os discos foram removidos e processados para análise em MEV. Os autores observaram diferença significativa entre os grupos com relação à rugosidade de superfície. Nas amostras lisas, houve menor acúmulo de bactérias, sendo que somente cocos foram verificados. Nas amostras com rugosidade intermediária, foram encontrados bastonetes curtos e longos. Nas amostras rugosas, caracterizadas pela presença de ranhuras e depressões, foram observados cocos, bastonetes curtos e longos agregados ou em camadas. Assim, como cocos são considerados espécies pioneiras, e bastonetes espécies subseqüentes na colonização, a presença de bastonetes longos foi considerada, pelos autores, como avanço no estágio de maturação do biofilme sobre as superfícies rugosas.

A primeira pesquisa que avaliou biofilme dentário, utilizando a técnica de fluorescência vital, em conjunto com análise em microscópio confocal laser, foi realizada em 1998 por Netuschil et al⁴⁷. Seis estudantes com adequado padrão de higiene bucal foram selecionados para o estudo. Amostras de esmalte e vidro foram fixadas em dispositivos bucais confeccionados em acrílico para cada indivíduo. Os dispositivos foram mantidos no ambiente bucal por 1, 2 e 3 dias. O valor máximo da espessura do biofilme formado sobre o esmalte dentário foi de 8, 35 e 45 μm para os períodos de um, dois e três dias, respectivamente. Já para o vidro, a espessura variou de sete a 32 μm

após três dias. Mesmo em uma única amostra a espessura do biofilme foi variável, com valores de zero a 32 μm . Foi verificada baixa viabilidade das bactérias nesta fase inicial de formação do biofilme. As análises revelaram que microrganismos viáveis localizavam-se no topo de uma camada de células mortas.

A formação de biofilme dentário inicial sobre esmalte e materiais restauradores foi avaliada, por meio de microscopia eletrônica de transmissão por Hannig²⁸. Amostras de esmalte, amálgama, ligas fundidas, titânio, cerâmicas feldspáticas, cerâmica vítrea, resinas compostas e resinas não particuladas foram fixadas na área vestibular e palatina de dispositivos bucais confeccionados para três indivíduos com adequado padrão de higiene bucal. O dispositivo foi usado por 24 horas, sendo removido durante as refeições e armazenado em ambiente com umidade. Após as refeições, os indivíduos realizaram higiene bucal sem dentífrico, e nenhum procedimento de limpeza foi realizado no dispositivo. Após 24 horas, as amostras foram removidas e processadas para microscopia eletrônica de transmissão. Os resultados não indicaram diferenças quanto ao biofilme inicial nos diferentes materiais. Contudo, foram observadas diferenças no biofilme entre amostras fixadas na vestibular e palatina do dispositivo. Amostras palatinas apresentaram-se completamente cobertas por película granular homogênea (20 a 250 nm de espessura). Próximo a superfície das amostras, uma camada eletrodensa foi observada. A colonização bacteriana esteve relacionada com irregularidades nas superfícies. A colonização pareceu não se estender para as áreas lisas. Poucos cocos isolados foram verificados nestas áreas. Amostras vestibulares apresentaram película com estrutura globular. A espessura da película adquirida, livre de bactérias, foi de 100 nm a 23 μm . Próximo a superfície do material havia uma camada eletrodensa de 10 a 20 μm . Em todas as amostras vestibulares, havia multicamadas de microrganismos que cobriam parcialmente ou totalmente a superfície. Cocos predominaram. Agregação bacteriana ou adesão às

superfícies foi mediada por fímbrias ou filamentos da parede celular. Foi concluído que a formação inicial do biofilme parece ser influenciada mais pelo ambiente bucal do que pelas propriedades dos materiais.

Auschill et al.⁹ investigaram a formação de biofilme dentário sobre diferentes materiais restauradores. Os materiais testados foram: amálgama, ouro, cerâmica, resina composta, compômero e cimento de ionômero de vidro. Amostras padronizadas dos materiais foram confeccionadas e fixadas em dispositivos bucais individualizados para três estudantes selecionados para participarem do estudo. Os dispositivos foram mantidos na cavidade bucal por 5 dias. Decorrido este período, as amostras foram removidas e o biofilme formado foi corado com diacetato fluorescente e brometo de etídeo (técnica de coloração vital), para visualizar a porcentagem de bactérias viáveis e não viáveis. Em seguida, foi realizada análise em microscópio confocal laser. Amostras de resina composta (Pertac II) e cerâmica (IPS Empress) apresentaram proporção de bactérias viáveis em torno de 4 a 21% e de 34 a 86%, respectivamente. Espessura do biofilme variou de 1 a 6 µm sobre a cerâmica e resina composta, respectivamente. A área da superfície da amostra coberta por biofilme também variou de acordo com os materiais. Metais e compômeros mostraram alto valor de área coberta por biofilme, enquanto a resina composta e a cerâmica mostraram redução na área coberta e aumento da vitalidade do biofilme. Quando foi comparada a espessura, a vitalidade das bactérias e a área coberta por biofilme nenhum modelo pode ser estabelecido. Contudo, as cerâmicas mostraram uma menor área coberta com a mais alta taxa de vitalidade bacteriana. Quando a vitalidade das bactérias foi comparada com a espessura verificou-se que as cerâmicas apresentaram o biofilme mais fino, mas com maior taxa de vitalidade bacteriana.

A colonização bacteriana sobre superfícies de titânio e de cerâmica de zirconia foi avaliada *in vitro* e *in vivo* por Rimondini et al.⁵⁷.

Para o estudo *in vitro*, sete amostras padronizadas de cada material foram avaliadas quanto à adesão dos seguintes microrganismos: *Porphyromonas gingivalis*, *S. mutans* (ATCC 25175), *S. sanguis*, *Actinomyces. naeslundii* e *A. viscosus*. A adesão bacteriana aos materiais foi quantificada através de avaliação espectrofotométrica. Para o estudo *in vivo*, dez indivíduos com adequado padrão de higiene bucal foram selecionados. Dispositivos bucais foram confeccionados e uma amostra de cada material foi fixada na região de molares e pré-molares. O dispositivo foi usado por período de 24 horas pelos indivíduos, sendo que nenhum procedimento de higiene bucal foi realizado. A seguir, as amostras foram removidas e analisadas em microscopia eletrônica de varredura. Cinco campos (20 x 25 µm) foram randomicamente selecionados de modo que uma área total de 100 x 125 µm foi avaliada em cada amostra. Escores foram usados para avaliar presença e quantidade de microrganismos em cada campo. *S. mutans* aderiu mais à cerâmica de zirconia quando comparado ao titânio, enquanto *S. sanguis* pareceu aderir mais facilmente ao titânio. Nenhuma diferença foi observada quanto à adesão de *P. gingivalis* e *Actinomyces* spp. *In vivo*, foi observado que significativamente menor número de bactérias aderiu à superfície cerâmica, com predomínio de cocos e ausência de bastonetes. Os autores concluíram que a cerâmica de zircônia pode ser considerada um material adequado para a confecção de abutments de implantes, pois apresenta baixo potencial de colonização bacteriana.

Konishi et al.³⁹ avaliaram, *in vivo*, a formação inicial de biofilme dentário em resina composta e esmalte humano utilizando microscópio confocal laser. Três voluntários foram selecionados para o estudo. Amostras padronizadas dos materiais foram confeccionadas e fixadas nas superfícies vestibulares de primeiros molares superiores. Após 4, 8 e 24 horas, as amostras foram removidas e processadas para análise em microscópio confocal laser. Para a análise quantitativa do biofilme formado sobre as amostras, secções ópticas foram realizadas e

imagens do biofilme foram obtidas para cada secção. A proporção da área ocupada por bactérias em relação à área total visualizada em cada secção foi calculada usando um sistema de análise das imagens e expressa em porcentagem. A espessura do biofilme em cada secção também foi avaliada. Os autores observaram diferenças na morfologia dos microorganismos entre os materiais, no esmalte houve predomínio de cocos e na resina composta foram verificados cocos e bastonetes. A espessura e densidade do biofilme aumentaram com o tempo. Não houve diferença na espessura entre os materiais. A resina composta apresentou maior quantidade de bactérias aderidas do que o esmalte. Os autores sugeriram que pode existir diferença na composição bacteriana do biofilme em diferentes materiais.

Tanner et al.⁶⁴ compararam, *in vivo*, a formação de biofilme dentário inicial em diferentes materiais restauradores. Amostras padronizadas de compósito reforçado por fibras de vidro, compósito reforçado por fibras de polietileno, cerâmicas e resinas compostas foram confeccionadas. Rugosidade superficial dos materiais foi avaliada em estudo anterior, sendo 0,05 para a cerâmica; 0,05 para a resina composta; 0,07 para o compósito reforçado por fibras de vidro e 0,51 para compósito reforçado por fibras de polietileno. As amostras foram fixadas nas superfícies vestibulares dos molares superiores de quatorze indivíduos por 24 horas. Estreptococos do grupo mutans e microbiota facultativa total foi avaliada. O biofilme sobre compósito reforçado por fibras de polietileno apresentou significativamente mais estreptococos do grupo mutans quando comparados aos demais materiais. Para a microbiota facultativa total, compósito reforçado por fibras de polietileno apresentou os valores mais altos, e as cerâmicas os valores mais baixos. Os autores concluíram que no ambiente bucal, compósitos reforçados por fibras de polietileno promoveram maior adesão de estreptococos do grupo mutans quando comparados às cerâmicas, resinas compostas e aos compósitos reforçados por fibras de vidro.

3 PROPOSIÇÃO

As proposições foram:

- a) avaliar a rugosidade superficial de materiais cerâmicos e de esmalte dentário humano, antes e após serem submetidos à escovação simulada sem dentífrico, com dentífrico convencional e dentífrico branqueador;
- b) avaliar a perda de massa de materiais cerâmicos e do esmalte dentário humano submetidos às diferentes condições de escovação;
- c) avaliar o biofilme dentário inicial formado *in situ* sobre materiais cerâmicos e esmalte dentário humano não escovados e submetidos às diferentes condições de escovação;
- d) correlacionar rugosidade superficial de materiais cerâmicos e esmalte dentário humano não escovados e submetidos às diferentes condições de escovação com biofilme dentário formado *in situ*.

Dessa forma, propôs-se testar as seguintes hipóteses:

- a) a escovação associada a dentífrico branqueador, altera a rugosidade e promove perda de massa de materiais cerâmicos e de esmalte;
- b) os materiais cerâmicos acumulam menos bactérias que o esmalte;
- c) existe correlação entre rugosidade e formação de biofilme.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Materiais

Os materiais utilizados para a realização dos experimentos são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Materiais, marca e fabricantes, e indicação

Material	Marca / Fabricante	Indicação
Cerâmica feldspática micro-particulada	VM13 (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha)	Recobrimento de ligas nobres e não nobres
Cerâmica feldspática micro-particulada	VM7 (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha)	Confecção de restaurações livres de metal
Dentífrico convencional	Colgate Máxima Proteção Anticáries (Colgate-Palmolive, São Bernardo do Campo, Brasil)	Higienização mecânica
Dentífrico branqueador	Colgate Ultra-Branqueador (Colgate-Palmolive, São Bernardo do Campo, Brasil)	Higienização mecânica
Escova dental	Professional (Johnson & Johnson, Reach®, São José dos Campos, Brasil)	Higienização mecânica

4.2 Método

4.2.1 Obtenção das amostras cerâmicas

Quarenta e oito amostras em cerâmica VM7 e 48 amostras em cerâmica VM13 foram confeccionadas, seguindo as recomendações do fabricante, em tamanho padronizado (forma de disco, diâmetro de 5mm, espessura de 2mm).

Para isso, foi utilizada uma matriz metálica (Figura 1) com dimensões aumentadas em aproximadamente 12% (5,6 mm e 3 mm), a fim de compensar a contração de sinterização da cerâmica. A matriz metálica foi posicionada sobre uma base; o pó e o líquido modelador da cerâmica foram misturados em uma placa de vidro; e a massa cerâmica foi aplicada nos espaços da matriz com espátula de teflon. O excesso de líquido foi eliminado com papel absorvente. Após modelagem, a massa cerâmica foi removida da matriz para ser submetida ao processo de cocção em forno Vacumat 40 (Vita Zahnfabrik), segundo os ciclos e temperaturas recomendadas pelo fabricante tanto para a cerâmica VM7 (Quadro 2), quanto para a cerâmica VM13 (Quadro 3). Finalizada a sinterização, e decorrido o tempo de 10 minutos para o resfriamento, as superfícies testes das amostras foram regularizadas utilizando-se lixas de papel de diversas graduações (360, 600, 1200) (3M do Brasil Ltda, Brasil). A seguir, as amostras foram limpas em ultrassom imersas em água destilada por 5 minutos, e vitrificadas usando auto-glaze (Vita Zahnfabrik) (Quadros 2 e 3).

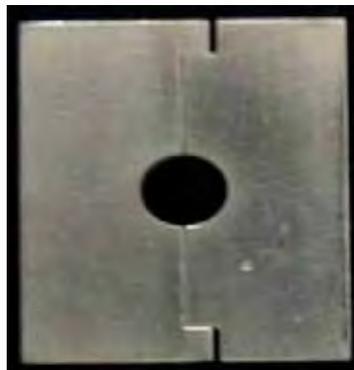


FIGURA 1 - Matriz metálica utilizada para confecção das amostras cerâmicas

Quadro 2 - Ciclo de sinterização e do autoglaze para a cerâmica VM7

	Temperatura Inicial	Tempo de secagem	Temperatura de aquecimento por minuto	Temperatura inicial sob vácuo	Tempo sob vácuo
Dentina	500° C	6 min	55° C	910° C	7:27
Vitrificação auto-glaze	500° C	0 min	80° C	900° C	-

Quadro 3 - Ciclo de sinterização e do autoglaze para a cerâmica VM13.

	Temperatura Inicial	Tempo de secagem	Temperatura de aquecimento por minuto	Temperatura inicial sob vácuo	Tempo sob vácuo
Dentina	500° C	6 min	55° C	880° C	6:55 min
Vitrificação auto-glaze	500° C	0 min	80° C	880° C	-

4.2.2 Obtenção das amostras de esmalte

Amostras de esmalte foram obtidas a partir de dentes humanos extraídos. A forma e tamanho padronizados foram obtidos usando broca diamantada cônica número 4137 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) montada em aparelho de alta rotação (EXTRAtorque® 603, Kavo do Brasil Ind. Com. Ltda, Joinville, SC, Brasil) sob constante refrigeração em água destilada. A superfície teste das amostras não foi desgastada sendo mantida suas características.

4.2.3 Simulação da escovação

Amostras em cerâmicas VM13 e VM7 e de esmalte humano foram submetidas a 4 condições experimentais: a) sem escovação; b) escovação sem dentifrício; c) escovação associada a dentifrício convencional; d) escovação associada a dentifrício branqueador. Os grupos experimentais conforme o material e a condição de escovação estão apresentados no Quadro 4:

Quadro 4 – Grupos do estudo considerando o tipo de material (VM13, VM7, esmalte) e a condição experimental (1, 2, 3, ou 4)

Material	Condição Experimental	Grupos	Nº de amostras
VM13	1) Sem escovação	G1	12
	2) Escovação sem dentífrico	G2	12
	3) Escovação + dentífrico convencional	G3	12
	4) Escovação + dentífrico branqueador	G4	12
VM7	1) Sem escovação	G5	12
	2) Escovação sem dentífrico	G6	12
	3) Escovação + dentífrico convencional	G7	12
	4) Escovação + dentífrico branqueador	G8	12
Esmalte	1) Sem escovação	G9	12
	2) Escovação sem dentífrico	G10	12
	3) Escovação + dentífrico convencional	G11	12
	4) Escovação + dentífrico branqueador	G12	12

Para simulação da escovação, foi utilizada a Máquina Simuladora de Escovação da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos para simulação das condições experimentais (Figura 2).

Para a fixação das amostras na máquina simuladora de escovação, um dispositivo em resina contendo seis orifícios padronizados foi confeccionado. As amostras foram posicionadas nos orifícios e o dispositivo foi adaptado à máquina, sendo o conjunto submerso em cuba pertencente ao corpo da máquina simuladora de escovação. Esta cuba foi utilizada para conter a solução de dentífrico em água destilada (1:2) (Hossain et al.³²⁻³³, Johannsen et al.³⁵, Mondelli et al.⁴⁵) (Figura 3). Escovas dentárias foram adaptadas à máquina simuladora e realizaram movimentos lineares sob carga axial de 200g (Correr Sobrinho et al.¹⁸, Garcia et al.²³, Wang et al.⁶⁸, Mondelli et al.⁴⁵). As amostras foram

submetidas a 400.000 ciclos, a uma velocidade aproximadamente de 410 ciclos/min. A substituição das escovas ocorreu a cada 80 minutos, o que correspondeu a três meses de escovação.



FIGURA 2 – Máquina simuladora de escovação



FIGURA 3 – Dispositivo contendo as amostras e adaptado à máquina

As medições do pH das soluções de dentífrico foram realizadas em Phmetro, sendo obtido pH de 9,39 para o convencional e de 9,63 para o branqueador.

A obtenção do diâmetro da partícula abrasiva dos dentifrícios foi feita por meio da análise de lâminas contendo os dentifrícios em microscópio óptico. Tais lâminas foram preparadas com pequena quantidade de dentifrício disperso por toda lâmina com o auxílio de outra lâmina de vidro friccionando-as, para obtenção de uma fina camada dos grânulos. Em seguida, fotografou-se tais lâminas em microscópio de luz Axiophot 2 acoplado à câmera digital Sony Cybershot DSC-S85. Fotografou-se também uma lâmina com graduação micrométrica. As imagens foram analisadas no programa de domínio público Image J com ferramenta de medida linear após a calibragem do programa com a graduação micrométrica.

As amostras das condições experimentais 2, 3 e 4 (G2, G3, G4, G6, G7, G8, G10, G11 e G12) foram analisadas antes e após simulação da escovação, quanto a rugosidade superficial e perda de massa.

4.2.4 Avaliação da rugosidade superficial

Análise quantitativa da rugosidade superficial (Ra) (Correr Sobrinho et al.¹⁸, Garcia et al.²³, Mondelli et al.⁴⁵, Wang et al.⁶⁸) foi realizada com ponta analisadora em rugosímetro de ponta a laser (Mahr-Perthen, S8P, Göttingen, Alemanha), por um único examinador pré-calibrado (Figura 4). Quatro mensurações foram realizadas sobre a superfície das amostras conforme o parâmetro Ra (μm): duas medidas em uma direção, e duas medidas em direção perpendicular as primeiras. Um valor médio para cada amostra foi obtido a partir das quatro medidas. A seguir, foi obtida a média para cada grupo.

4.2.5 Avaliação da perda de massa

Para o cálculo da perda de massa, as amostras foram pesadas em balança digital (Metler Toledo, AB204, Suíça) com 0,1 mg de precisão (Garcia et al.²³, Wang et al.⁶⁸, Mondelli et al.⁴⁵). Cada amostra foi pesada antes e após simulação da escovação. O peso antes da simulação da escovação foi denominado W1 e após, W2. A perda de massa foi obtida pela subtração de $W2 - W1$.

4.2.6 Análise do biofilme dentário inicial formado sobre os materiais “*in situ*”

4.2.6.1 Seleção e informação dos voluntários

Dez voluntários, alunos da Pós Graduação da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos/UNESP, foram selecionados para o estudo. Os voluntários apresentavam boa saúde geral e adequado padrão de higiene bucal. Foram excluídos indivíduos que apresentavam hábitos relacionados ao fumo e álcool, usuários de medicamentos que interferem na secreção salivar e ainda, indivíduos que fizeram uso de antibióticos nos três meses prévios ao início do estudo (Hannig²⁷).

Os voluntários foram informados da pesquisa, concordaram em participar, e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A).

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP, sendo cumprido integralmente o disposto na Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Anexo A).

4.2.6.2. Confecção do dispositivo bucal e fixação das amostras

Inicialmente, os voluntários foram submetidos ao procedimento de moldagem da arcada superior utilizando-se alginato (Jeltrate, Dentsply Ind. e Com. Ltda. Petrópolis, RJ, Brasil).

Um modelo de gesso especial (Durone, Dentsply Ind. e Com. Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) foi obtido para a confecção de um dispositivo bucal personalizado de resina fotopolimerizável (Stern Tek, Sterngold, Alemanha). Este dispositivo recobriu a coroa dos molares e pré-molares superiores. Em seguida, as amostras foram limpas em ultrassom por 5 min e autoclavadas. Uma amostra de cada grupo (12 amostras) foi fixada na face vestibular do dispositivo, sendo 6 no lado direito e 6 no lado esquerdo (Figura 4).

Para avaliar o biofilme dentário inicial formado *in situ* sobre os diferentes materiais, os participantes usaram o dispositivo por período de 8 horas. Antes do experimento, os voluntários realizaram higiene bucal como de costume, sem o uso de dentífrício. Nenhuma ingestão de líquido ou alimentos foi realizada durante o período experimental.

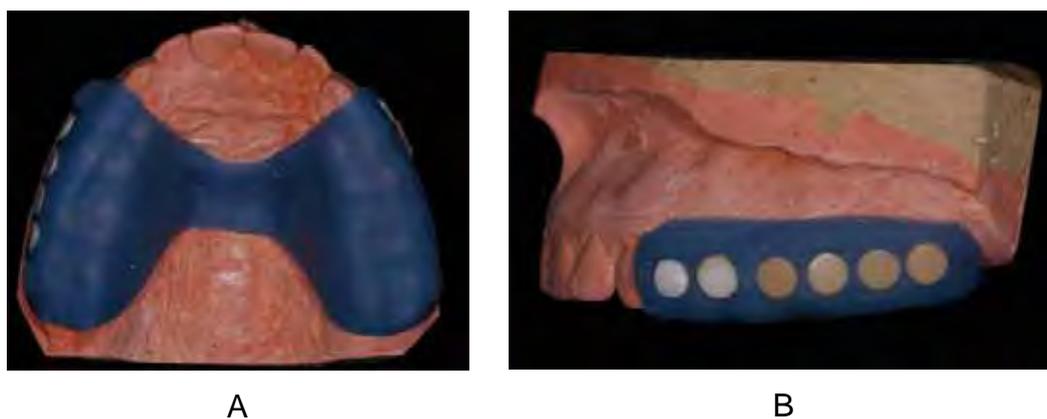


FIGURA 4 – Dispositivo bucal (A - vista oclusal do dispositivo; B - vista lateral do dispositivo com as amostras fixadas).

4.2.6.3 Análise em microscopia eletrônica de varredura

Decorrido o período experimental de 8 horas, as amostras foram cuidadosamente removidas e processadas para análise no microscópio eletrônico de varredura (Jeol 5400, Jeol Ltda, Japão).

Inicialmente, as amostras foram fixadas em solução de glutaraldeído 2,5% tamponado em cacodilato de sódio 1M por 24h. A seguir, foram lavadas em água e desidratadas subsequentemente, por uma série de passagens em concentrações crescentes de álcool etílico (50%, 70%, 80%, 90% e 100% por 40 minutos cada) (Nyvad e Fejerskov⁴⁸, Rimondini et al.⁵⁷⁻⁵⁹).

Após 24 horas em temperatura ambiente, as amostras foram fixadas em *stubs*, usando fita adesiva dupla-face de carbono (SPI, West Chester, PA, USA), e metalizadas com liga de ouro-paládio (Polaron SC 7620 Sputter Coater, Quorum Technologies, Newhaven, UK) (tempo: 130 segundos, corrente de 10-15 mA, vácuo de 130 mTorr, taxa de metalização: 3,5 nm/minuto, camada de Pd-Au de aproximadamente 80 Å). O microscópio eletrônico de varredura está sendo operado em 10 e 15 kV.

Inicialmente, foi realizada análise descritiva do material formado sobre as amostras. Cada amostra foi avaliada de modo a verificar todas as características do material depositado, como presença de bactérias isoladas e/ou agregados, morfologia bacteriana e características do material acelular presente.

A seguir, uma área global de 100 x 125 µm foi avaliada sobre cada amostra, quanto à presença de bactérias e quanto ao número de bactérias. A área global foi composta por cinco campos de 20 x 25 µm selecionados aleatoriamente sobre a superfície de cada amostra (Rimondini et al.⁵⁷⁻⁵⁸) (Figura 5).

Para cada campo, escores foram atribuídos para avaliar:

a) presença de bactérias:

- sim: escore 1; e não: escore 0

b) número de bactérias:

- escore 1: 1-9 bactérias

- escore 2: 10-19 bactérias

- escore 3: 20-29 bactérias

- escore 4: 30 ou mais bactérias

O escore para o número de bactérias na área global de cada amostra foi obtido pela soma dos escores de cada campo (Rimondini et al.⁵⁷⁻⁵⁸).

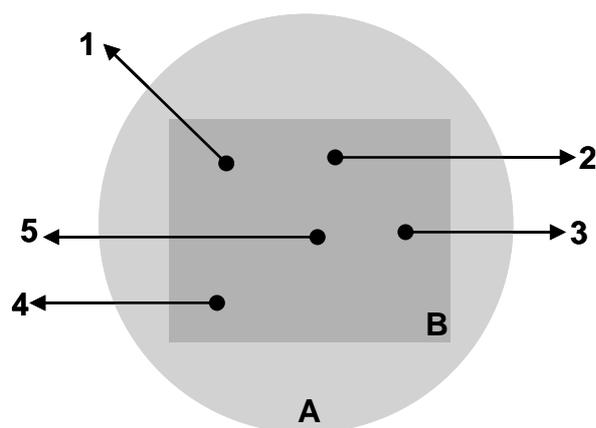


FIGURA 5 – Desenho representativo da distribuição dos campos analisados sobre cada amostra (A - superfície da amostra, B - região usada para seleção aleatória dos campos).

4.2.7 Planejamento experimental

Os fatores avaliados no presente estudo foram:

a) substrato (três níveis): esmalte, VM7 e VM13,

b) tempo (dois níveis): antes e após escovação,

c) condição de escovação (três níveis): escovação sem dentífrico, escovação com dentífrico convencional e escovação com dentífrico branqueador.

As variáveis respostas consideradas foram: perda de massa, rugosidade superficial, formação de biofilme e correlação entre rugosidade superficial e biofilme.

A amostra foi considerada a unidade experimental.

4.2.7.1 Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio de programas computacionais: MINITAB (Minitab, version 14.12, 2004), STATISTICA (StatSoft, version 5.5, 2000) e STATISTIX (Analytical Software, version 8.0, 2003).

Os valores médios obtidos de perda de massa foram submetidos ao teste de análise de variância (ANOVA) dois fatores: condição de escovação e substrato, e ao teste de comparação múltipla de Tukey

Os valores médios obtidos de rugosidade superficial foram submetidos ao teste de análise de variância de medidas repetidas, (ANOVA) três fatores, onde a variável tempo foi considerado como o fator repetido, e ao teste de comparação múltipla de Tukey.

Os valores médios percentuais do escore de presença de bactérias foram submetidos ao teste análise de variância (ANOVA) dois fatores: condição de escovação e substrato, e ao teste de comparação múltipla de Tukey.

Os valores médios dos escores da quantidade de bactérias foram submetidos ao Teste não paramétrico ANOVA de Kruskal-Wallis.

A correlação linear de Pearson foi aplicada para os valores de rugosidade superficial e percentual dos escores de presença de bactérias.

A correlação ordinal de Pearson (ou Spearman) foi aplicada para os valores de rugosidade superficial e escores de quantidade de bactérias.

A análise descritiva dos dados consistiu no cálculo de média e desvio padrão e representação gráfica (gráfico de colunas).

Nível de significância de 5% foi utilizado para todos os testes estatísticos.

5 RESULTADOS

5.1 Perda de massa

As médias e desvios padrões dos valores de perda de massa dos diferentes substratos nas diferentes condições de escovação estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos valores de perda de massa (mg) dos diferentes substratos nas diferentes condições de escovação

Substrato	Condição de escovação			linha (média ± dp)
	Sem dentifrício	Dentifrício convencional	Dentifrício branqueador	
Esmalte	0,31 ± 0,13	0,88 ± 0,74	3,57 ± 1,15	1,58 ± 1,63
VM7	0,04 ± 0,06	0,12 ± 0,09	0,29 ± 0,20	0,15 ± 0,17
VM13	0,08 ± 0,14	0,08 ± 0,12	0,35 ± 0,15	0,17 ± 0,18
coluna	0,14 ± 0,16	0,36 ± 0,56	1,40 ± 1,69	

Tendo sido comprovado pela análise descritiva e teste estatístico que o esmalte apresentou maior perda de massa, comparado às cerâmicas VM7 e VM13, excluimos o substrato esmalte das comparações entre as cerâmicas VM7 e VM13.

Os dados de perda de massa (mg) para as cerâmicas (VM7, VM13) foram submetidos à Análise de Variância dois fatores: condição de escovação e substrato (Tabela 2). Por meio da Análise de Variância foi observado que: o fator condição de escovação foi estatisticamente significativa, independente do substrato ($p=0,0001$),

sendo aplicado o teste Tukey para verificar as diferenças de perda de massa entre os grupos experimentais (Tabela 3); o fator substrato não apresentou significância estatística ($p=0,5600$), pois a média de perda de massa da cerâmica VM7 ($0,15 \pm 0,17$) não diferiu da média da cerâmica VM13 ($0,17 \pm 0,18$); a interação dos fatores condição de escovação e substrato não apresentou significância estatística ($p=0,5240$).

Tabela 2 - Análise de Variância (dois fatores) dos dados de perda de massa (mg)

Efeito	GI	SQ	QM	F	p
Condição	2	0,92924	0,464618	23,42	0,0001*
Substrato	1	0,00681	0,006806	0,34	0,5600
Condição*Substrato	2	0,02590	0,012951	0,65	0,5240
Resíduo	66	1,30917	0,019836		
Total	71	2,27111			

gl: grau de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: quadrado médio; *significância estatística ($p<0,05$).

Tabela 3 - Teste de Tukey (5%) para as variáveis: substrato versus condição de escovação versus tempo

Substrato	Condição de escovação	Média (mg)	Grupos Homogêneos
VM7	Sem Dentifício	0,04	A
VM7	Dentifício Conv.	0,12	A
VM7	Dentifício Branq.	0,29	B
VM13	Sem Dentifício	0,08	A
VM13	Dentifício Conv.	0,08	A
VM13	Dentifício Branq.	0,35	B

*médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatística.

Mediante o teste de Tukey (Tabela 3) foi observado que a perda de massa nas cerâmicas submetidas à escovação com dentifrício branqueador foi estatisticamente maior que a perda de massa nas cerâmicas submetidas à escovação sem dentifrício ou com dentifrício convencional. Não foi observada diferença entre cerâmicas escovadas sem dentifrício ou escovadas com dentifrício convencional. Valores médios de perda de massa para as cerâmicas nas diferentes condições de escovação estão representados graficamente na Figura 6.

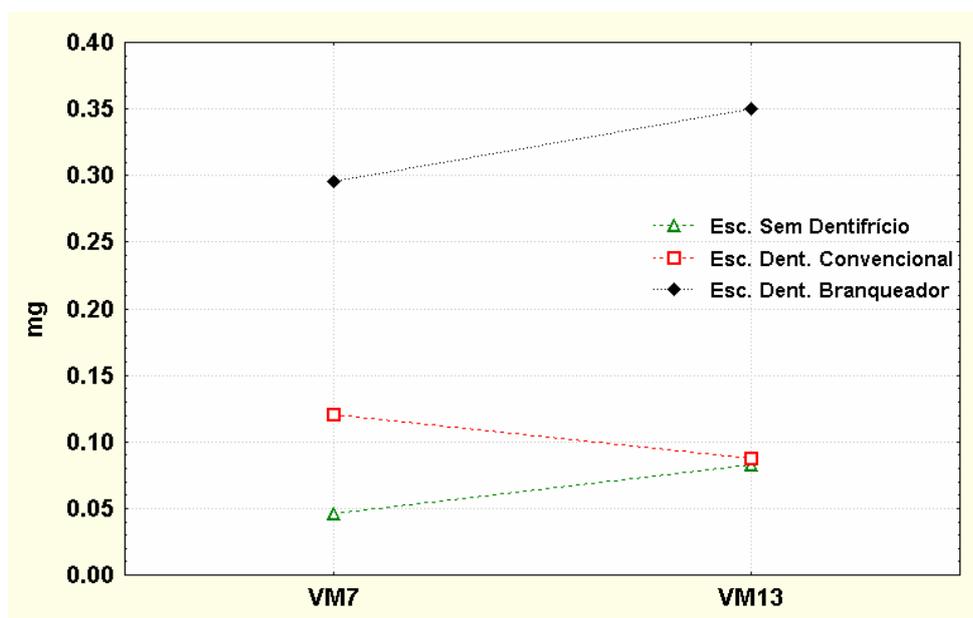


FIGURA 6 - Gráfico das médias de perda de massa das cerâmicas VM7 e VM13 nas diferentes condições de escovação.

A hipótese de que a escovação associada a dentifrício branqueador promove perda de massa de materiais cerâmicos e de esmalte foi aceita.

5.2 Rugosidade superficial

As médias e desvios padrões dos valores de rugosidade superficial dos diferentes substratos, antes e após as diferentes condições de escovação estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias e desvio padrão dos valores de rugosidade superficial (μm) dos diferentes substratos, antes e após as condições de escovação.

Tempo	Substrato	Condição de Escovação		
		Sem dentifrício	Dentifrício convencional	Dentifrício branqueador
Antes	Esmalte	2,30 \pm 0,86	2,25 \pm 0,86	2,81 \pm 1,34
	VM7	0,07 \pm 0,07	0,08 \pm 0,05	0,07 \pm 0,01
	VM13	0,13 \pm 0,02	0,14 \pm 0,02	0,13 \pm 0,01
Depois	Esmalte	2,89 \pm 1,30	1,70 \pm 0,73	2,59 \pm 1,74
	VM7	0,08 \pm 0,01	0,15 \pm 0,02	0,12 \pm 0,03
	VM13	0,14 \pm 0,04	0,24 \pm 0,03	0,23 \pm 0,08

Tendo sido comprovado pela análise descritiva e teste estatístico que o esmalte apresentou rugosidade superior às cerâmicas VM7 e VM13, excluímos o substrato esmalte das comparações entre as cerâmicas VM7 e VM13.

Os dados de rugosidade superficial para as cerâmicas (VM7, VM13) foram submetidos à Análise de Variância três fatores: condição de escovação, substrato e tempo. Por meio da Análise de Variância (Tabela 5) foi observado que: os fatores condição de escovação ($p=0,0001$), substrato ($p=0,0001$), e tempo ($p=0,0001$) foram

estatisticamente significantes, sendo aplicado o teste Tukey para verificar as diferenças de rugosidade superficial entre os grupos experimentais (Tabela 6); a interação dos três fatores: condição de escovação, substrato e tempo não apresentaram significância estatística ($p=0.4301$).

Tabela 5 - Análise de Variância (três fatores) dos dados de rugosidade superficial (μm)

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	p
Condição (A)	2	0,04862	0,02431	15,75	0,0001*
Substrato (B)	1	0,19803	0,19803	128,33	0,0001*
A*B	2	0,00402	0,00201	1,30	0,2790
Resíduo I	66	0,10184	0,00154		
Tempo (D)	1	0,10890	0,10890	78,46	0,0001*
A*D	2	0,03875	0,01937	13,96	0,0001*
B*D	1	0,00667	0,00667	4,81	0,0319*
A*B*D	2	0,00237	0,00119	0,85	0,4301
Resíduo II	66	0,09161	0,00139		
Total	143	0,60080			

* Significância estatística ($p<0,05$).

Tabela 6 - Teste de Tukey para as variáveis: substrato versus condição de escovação versus tempo

Substrato	Condição de escovação	Tempo	Média (μm)	Grupos Homogêneos		
VM7	Sem dentifrício	Antes	0,08	A		
VM7	Sem dentifrício	Depois	0,08	A		
VM7	Dent. convencional	Antes	0,08	A		
VM7	Dent. convencional	Depois	0,15	C		
VM7	Dent. branqueador	Antes	0,08	A		
VM7	Dent. branqueador	Depois	0,12	A	B	C
VM13	Sem dentifrício	Antes	0,14	B C		
VM13	Sem dentifrício	Depois	0,15	C		
VM13	Dent. convencional	Antes	0,14	B C		
VM13	Dent. convencional	Depois	0,24	D		
VM13	Dent. branqueador	Antes	0,14	B C		
VM13	Dent. branqueador	Depois	0,23	D		

*médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatística.

Mediante o teste Tukey (Tabela 6), aplicado para os grupos experimentais estabelecidas pelas variáveis: condição de escovação versus tempo versus substrato (Tabela 6), foi observado que antes da simulação da escovação, a rugosidade da cerâmica VM7 foi significativamente menor que a rugosidade da cerâmica VM13.

A rugosidade da cerâmica VM13 antes da escovação foi significativamente menor que a rugosidade após escovação com dentifrício convencional e branqueador, não havendo diferenças entre os tipos de dentifrícios.

Para a cerâmica VM7, a rugosidade antes da escovação foi significativamente menor que a rugosidade após a escovação com dentifrício convencional, entretanto, não foram observadas diferenças entre as condições: antes da escovação e após escovação sem dentifrício e escovação com dentifrício branqueador.

Pela representação gráfica (Figura 7) pode-se verificar que o mesmo relacionamento entre as cerâmicas VM7 e VM13 foi observado quanto à interação das variáveis: condição de escovação e tempo.

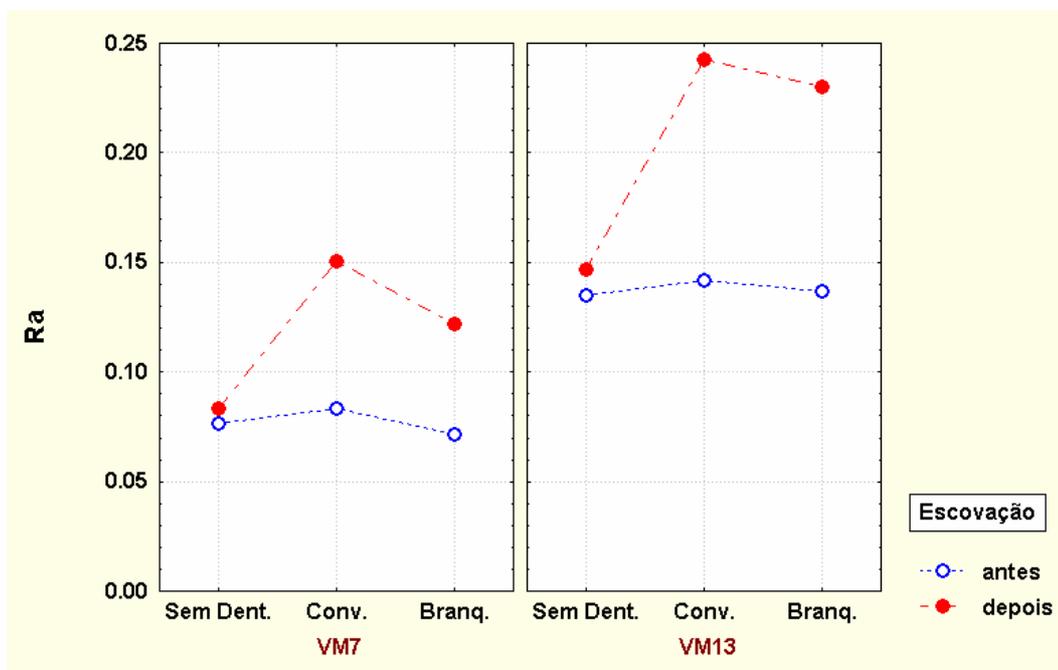


FIGURA 7 - Gráfico das médias de rugosidade superficial das cerâmicas VM7 e VM13 considerando os fatores tempo e condição de escovação.

A hipótese de que a escovação associada a dentifrício branqueador altera a rugosidade de materiais cerâmicos e de esmalte não foi confirmada.

5.3 Biofilme

5.3.1 Análise quanto à presença e ausência de bactérias

As médias e desvios padrões dos valores percentuais do escore de presença de bactérias nas amostras dos diferentes substratos e nas diferentes condições de escovação estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Média (\pm desvio padrão) dos valores percentuais do escore de presença de bactérias dos diferentes substratos nas diferentes condições de escovação

Substrato	Condição de escovação				
	Sem escovação	Sem dentifrício	Dentifrício convencional	Dentifrício branqueador	linha
Esmalte	78 \pm 28,98	84 \pm 20,66	90 \pm 14,14	82 \pm 22,01	83 \pm 21,67
VM7	64 \pm 37,5	74 \pm 31,34	70 \pm 30,18	54 \pm 28,36	65 \pm 31,70
VM13	66 \pm 28,36	60 \pm 38,90	58 \pm 41,6	80 \pm 21,08	66 \pm 33,34
coluna	69 \pm 31,40	72 \pm 31,72	72 \pm 32,58	72 \pm 26,57	

Os dados percentuais do escore de presença de bactérias nas amostras foram submetidos Análise de Variância dois fatores: condição de escovação e substrato (Tabela 8). Por meio da Análise de Variância foi observado que: o fator substrato apresentou significância estatística ($p=0,0102$), sendo aplicado o teste Tukey para verificar as diferenças entre esmalte (0.8350) e as cerâmicas VM7(0.6550) e VM13

(0.6600) (Tabela 9); o fator condição de escovação não foi estatisticamente significativo ($p=0,9676$); a interação dos fatores condição de escovação e substrato não apresentou significância estatística ($p=0,3722$) (Tabela 8).

Tabela 8 - Análise de Variância (dois fatores) dos valores percentuais do escore de presença de bactérias

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	p
Substrato (A)	2	0,8407	0,42033	4,78	0,0102*
Condição (B)	3	0,0227	0,00756	0,09	0,9676
Condição*Substrato	6	0,5753	0,09589	1,09	0,3722
Resíduo	108	9,4880	0,08785		
Total	119	10,9267			

gl: grau de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: quadrado médio; *significância estatística ($p<0,05$).

Tabela 9 - Teste de Tukey para a variável substrato.

Substrato	Média	Grupos Homogêneos
Esmalte	0.8350	A
VM7	0.6550	B
VM13	0.6600	B

*médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatística.

Mediante o teste Tukey aplicado para a variável substrato (Tabela 9), foi observado que para o esmalte, independentemente da condição de escovação, os valores percentuais do escore de presença de bactérias foi significativamente maior que nas cerâmicas VM7 e VM13.

Valores médios do percentual do escore de presença bactérias no esmalte e nas cerâmicas VM7 e VM13 considerando as condições de escovação estão representados graficamente na Figura 8.

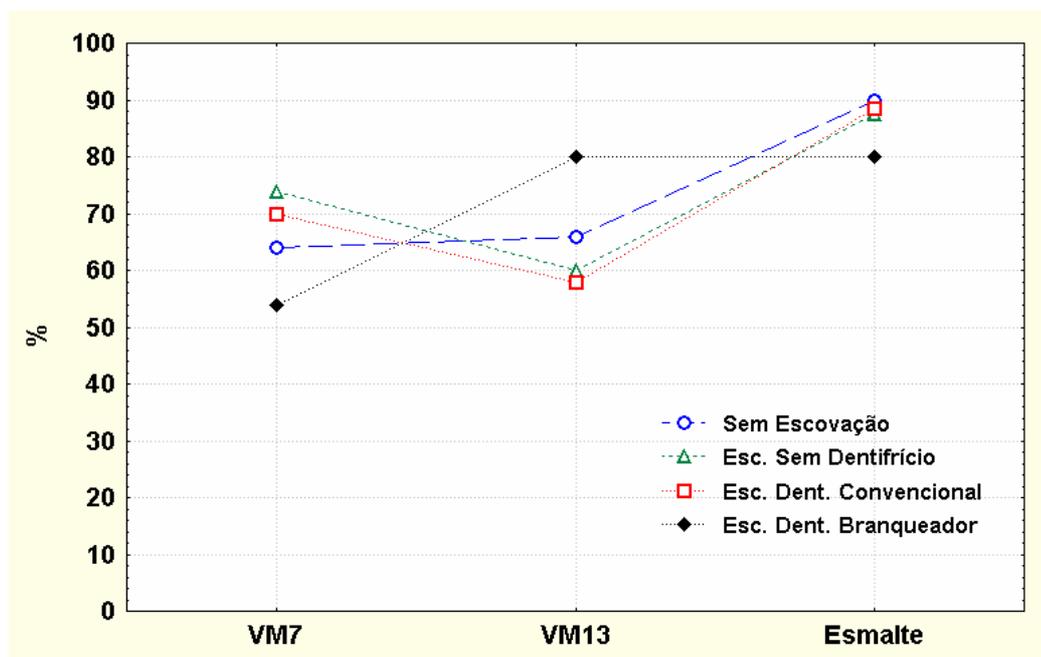


FIGURA 8 - Gráfico das médias do percentual do escore da presença de bactérias no esmalte e nas cerâmicas VM7 e VM13 considerando as condições de escovação.

5.3.2 Análise quanto ao número de bactérias

As médias e desvios padrões dos escores do número de bactérias nas amostras dos diferentes substratos e nas diferentes condições de escovação estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Média (\pm desvio padrão) dos escores do número de bactérias dos diferentes substratos e nas diferentes condições de escovação

Substrato	Condição de escovação				
	Sem escovação	Sem dentifrício	Dentifrício convencional	Dentifrício branqueador	linha
Esmalte	4,90 \pm 1.44	5,00 \pm 1.56	7,30 \pm 2.66	6,00 \pm 3.33	5,8 \pm 2,25
VM7	3,90 \pm 2.60	5,40 \pm 3.66	5,70 \pm 4.06	3,30 \pm 1.88	4,57 \pm 3,05
VM13	4,30 \pm 2.83	3,50 \pm 2.55	5,60 \pm 4.55	5,70 \pm 2.05	4,77 \pm 2,99
coluna	4,36 \pm 1,71	4,63 \pm 2,59	6,2 \pm 3,75	5 \pm 2,42	

Os valores médios dos escores do número de bactérias nas amostras foram submetidos ao Teste não paramétrico ANOVA de Kruskal-Wallis. Foi observado que para os doze grupos experimentais não houve diferença ($kw = 16,02$; $gl = 11$; $p = 0,140$). Também não foi observada diferença entre as quatro condições de escovação para a cerâmica VM7 ($kw = 2,68$; $gl = 3$; $p = 0,443$) e para a cerâmica VM13 ($kw = 4,04$; $gl = 3$; $p = 0,257$). Comparando-se os três substratos, independentemente das condições de escovação, também não houve diferença ($kw = 4,81$; $gl = 2$; $p = 0,090$).

Valores médios dos escores da quantidade de bactérias no esmalte e nas cerâmicas VM7 e VM13 considerando as condições de escovação estão representados graficamente na Figura 9.

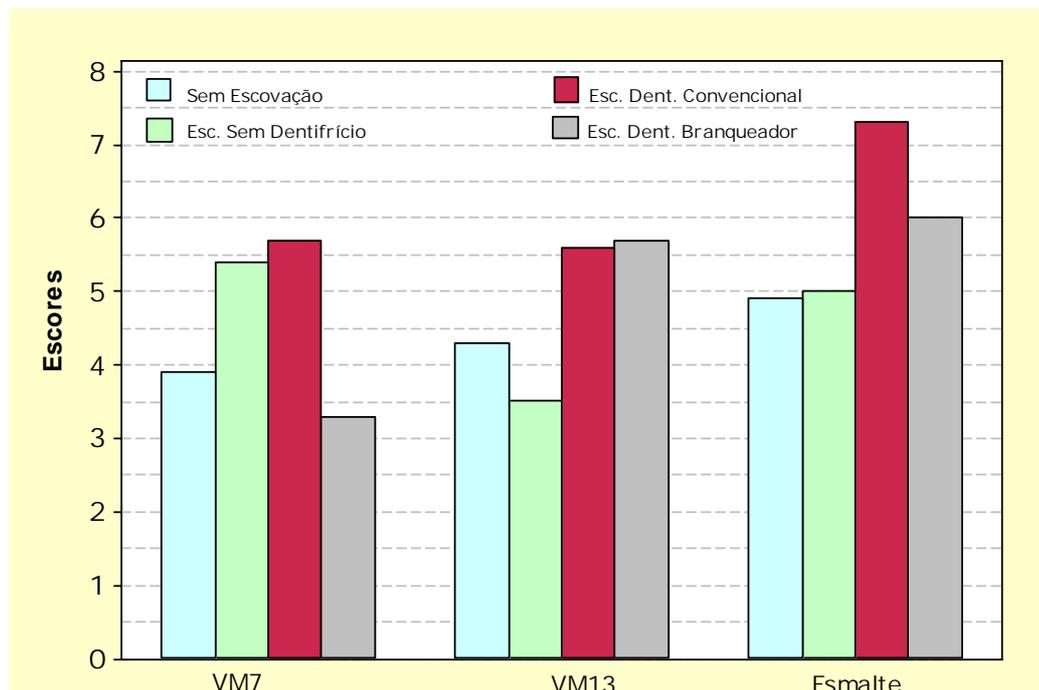


FIGURA 9 - Gráfico das médias dos escores do número de bactérias no esmalte e nas cerâmicas VM7 e VM13 considerando as condições de escovação.

A hipótese de que os materiais cerâmicos acumulam menos bactérias que o esmalte não foi confirmada.

5.4 Correlação entre rugosidade superficial e formação de biofilme.

5.4.1 Correlação entre a rugosidade superficial e presença de bactérias

A correlação linear de Pearson foi aplicada para os valores de rugosidade superficial e valores percentuais do escore de presença de bactérias nas amostras, sendo observado nenhuma correlação estatisticamente significativa (Tabela 11).

Tabela 11. Valores de correlação linear de Pearson para os valores de rugosidade (μm) e valores percentuais do escore de presença (%) e teste de significância (*p-valor*) para as condições experimentais.

Substrato	Condição de escovação			
	Sem escovação	Sem dentifrício	Dentifrício convencional	Dentifrício branqueador
Esmalte	0,156 (0,67)	-0,187 (0,61)	-0,153 (0,67)	-0,042 (0,91)
VM7	-0,228 (0,52)	-0,004 (0,99)	0,060 (0,87)	-0,521 (0,12)
VM13	-0,091 (0,80)	0,243 (0,49)	-0,230 (0,52)	-0,070 (0,84)

5.4.2 Correlação entre a rugosidade superficial e número de bactérias

A correlação ordinal de Pearson (ou Spearman) foi aplicada para os valores de rugosidade superficial e valores médios dos escores do número de bactérias nas amostras sendo observado nenhuma correlação estatisticamente significativa (Tabela 12)

Tabela 12. Valores de correlação ordinal de Pearson (ou Spearman) para os valores de rugosidade (μm) e escores do número de bactérias e teste de significância (*p-valor*) para as condições experimentais.

Substrato	Condição de escovação			
	Sem escovação	Sem dentífrico	Dentífrico convencional	Dentífrico branqueador
Esmalte	-0,012 (0,97)	-0,037 (0,92)	-0,378 (0,28)	-0,280 (0,42)
VM7	-0,209 (0,56)	-0,112 (0,75)	-0,183 (0,61)	-0,673 (0,06)
VM13	-0,134 (0,70)	0,273 (0,42)	0,019 (0,94)	0,262 (0,45)

A hipótese de que existe correlação entre rugosidade superficial e formação de biofilme não foi confirmada.

5.5 Análises em microscopia eletrônica de varredura

5.5.1 Topografia da superfície

As microscopias para os diferentes substratos nas diferentes condições de escovação mostraram diferentes características superficiais (Figura 10, 11, 12). As cerâmicas VM7 e VM13 apresentaram alterações após escovação com dentífrico convencional e com dentífrico branqueador. Essas alterações foram mais marcantes para a cerâmica VM13 após escovação com dentífrico branqueador. O esmalte apresentou-se mais liso após escovação com dentífrico branqueador.

5.5.2 Biofilme dentário inicial *in situ*

Após 8 horas no ambiente bucal, pode-se observar a presença de cocos e bastonetes curtos e longos, isolados e agregados aderidos na superfície do esmalte e das cerâmicas VM7 e VM13 (Figura 13, 14, 15). Os morfotipos bacterianos mais encontrados foram cocos e bastonetes curtos. Também pode ser observado material granular e material fibrilar recobrimo a superfície dos materiais (Figura 16, 17). Bactérias aderindo-se ao material por meio de fímbrias também foram observadas nas superfícies da VM7 e VM13 (Figura 18).

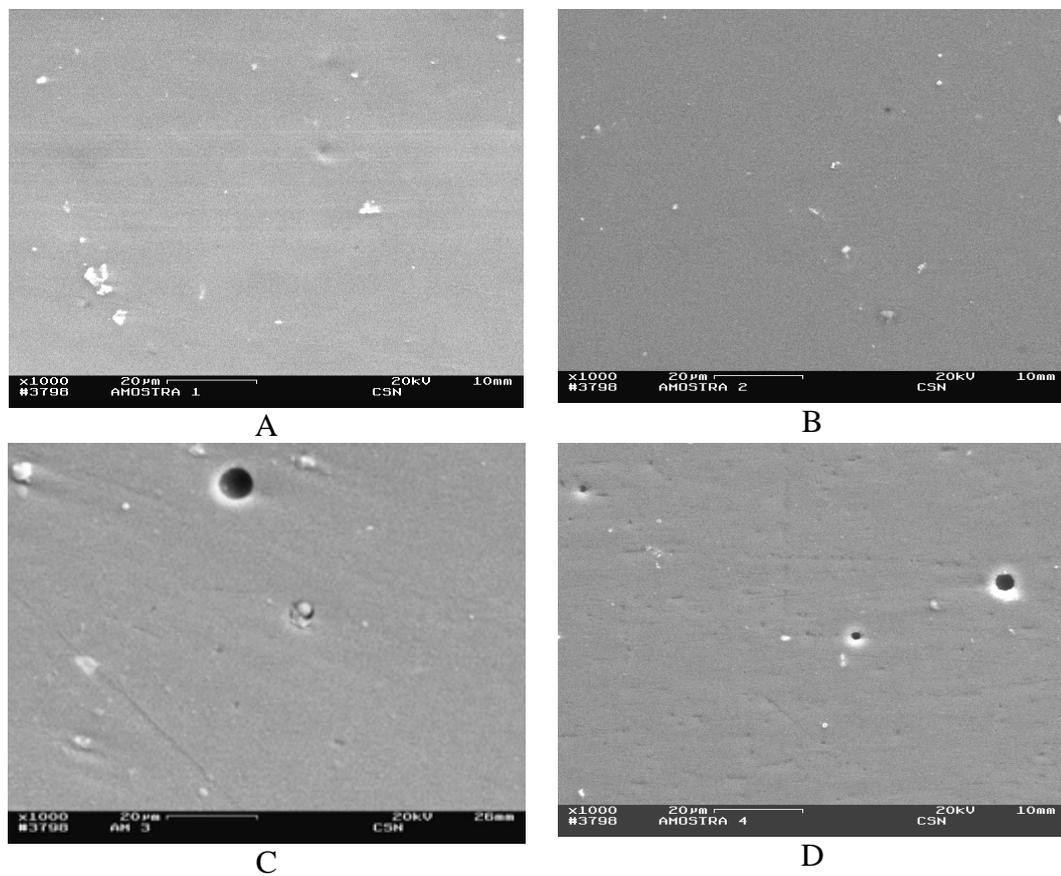


FIGURA 10 - Micrografias representativas das superfícies da cerâmica VM7: a) sem escovação; b) escovação sem dentífrico; c) escovação dentífrico convencional; d) escovação dentífrico branqueador.

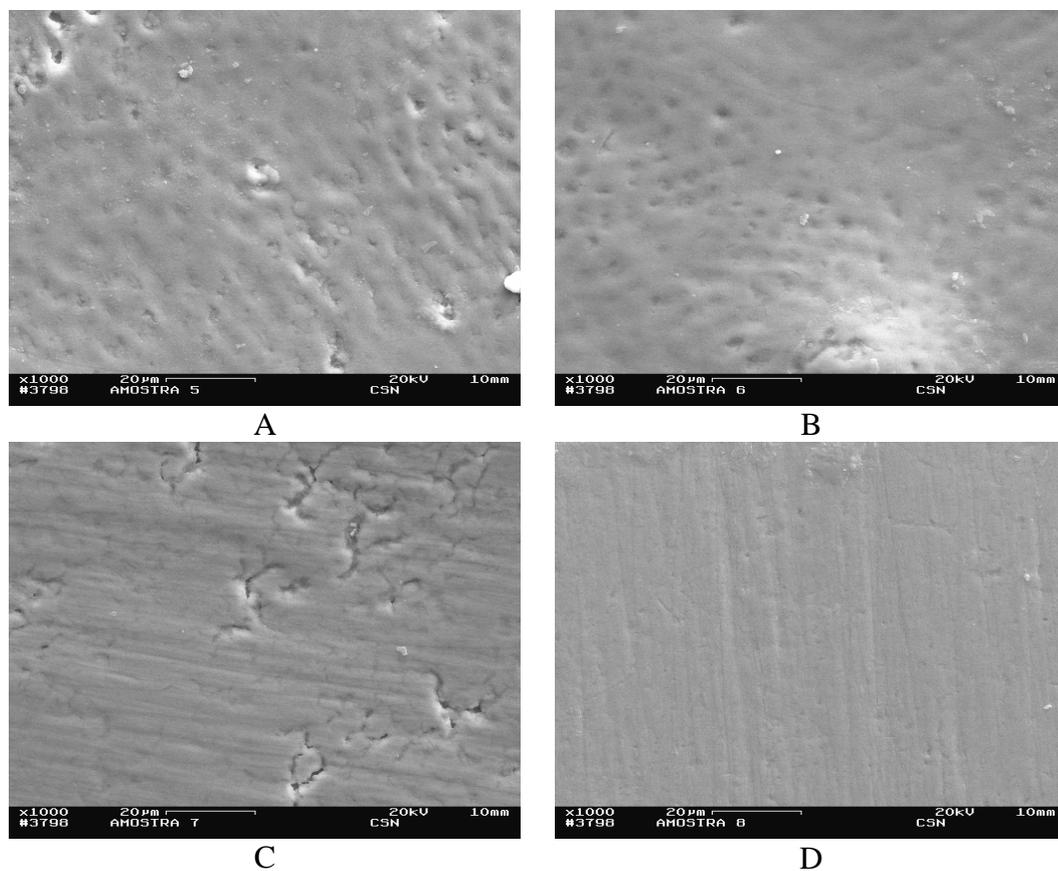


FIGURA 11 - Micrografias representativas das superfícies do esmalte: a) sem escovação; b) escovação sem dentífrico; c) escovação dentífrico convencional; d) escovação dentífrico branqueador.

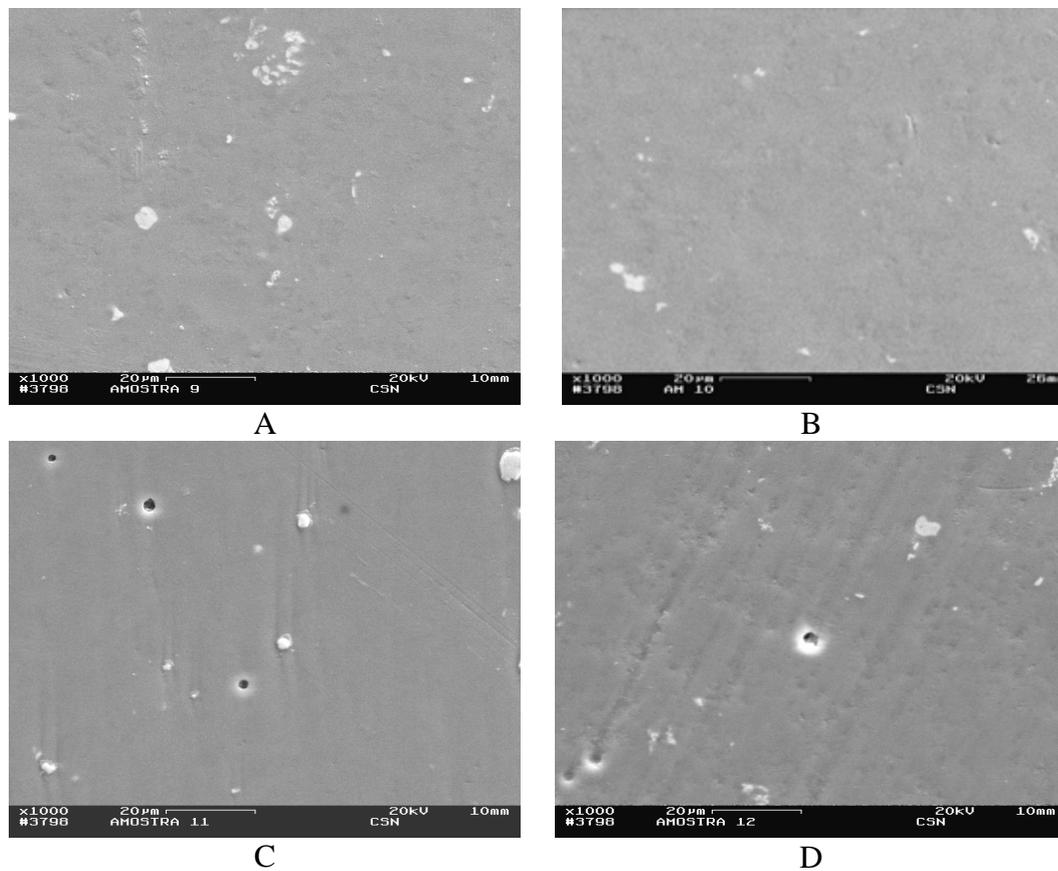


FIGURA 12 - Micrografias representativas das superfícies da cerâmica VM13: a) sem escovação; b) escovação sem dentífrico; c) escovação dentífrico convencional; d) escovação dentífrico branqueador.

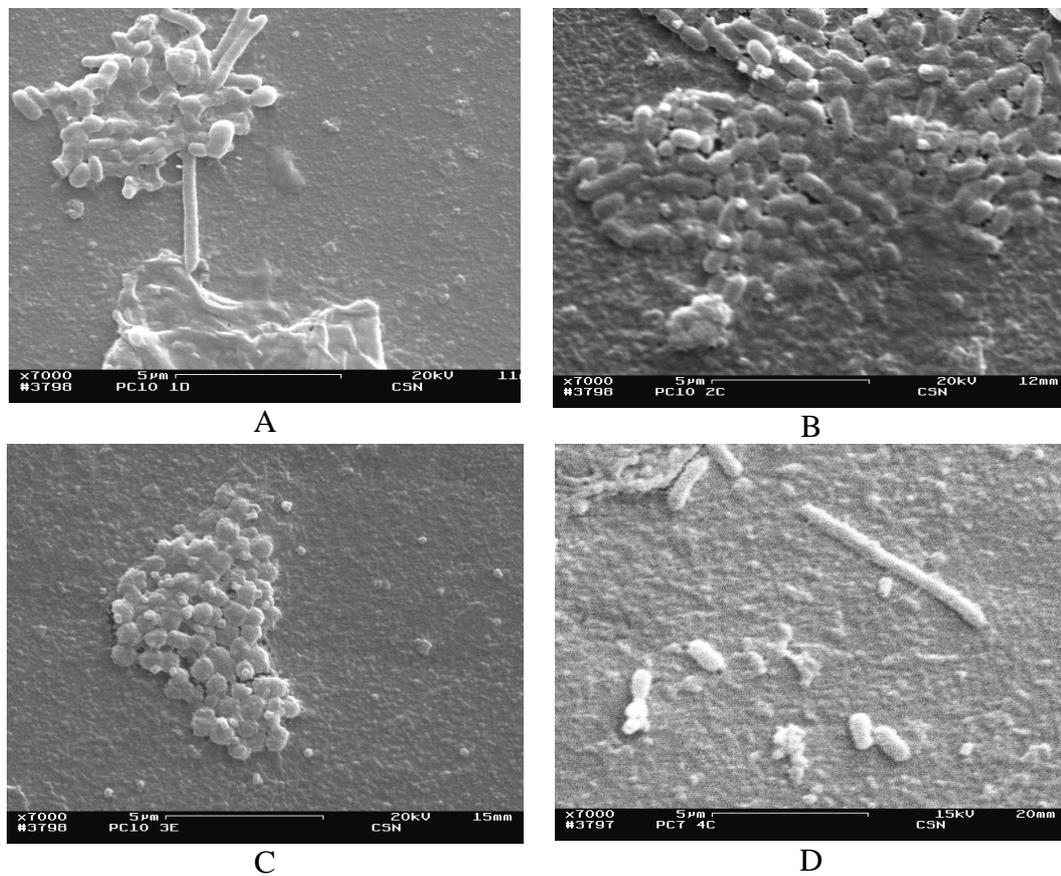


FIGURA 13 - Micrografias representativas da presença de bactérias na VM7: a) sem escovação; b) escovação sem dentífrício; c) escovação dentífrício convencional, d) escovação dentífrício branqueador. Presença de bactérias (agregados de cocos, bastonetes curtos e longos) aderidas na superfície da VM7.

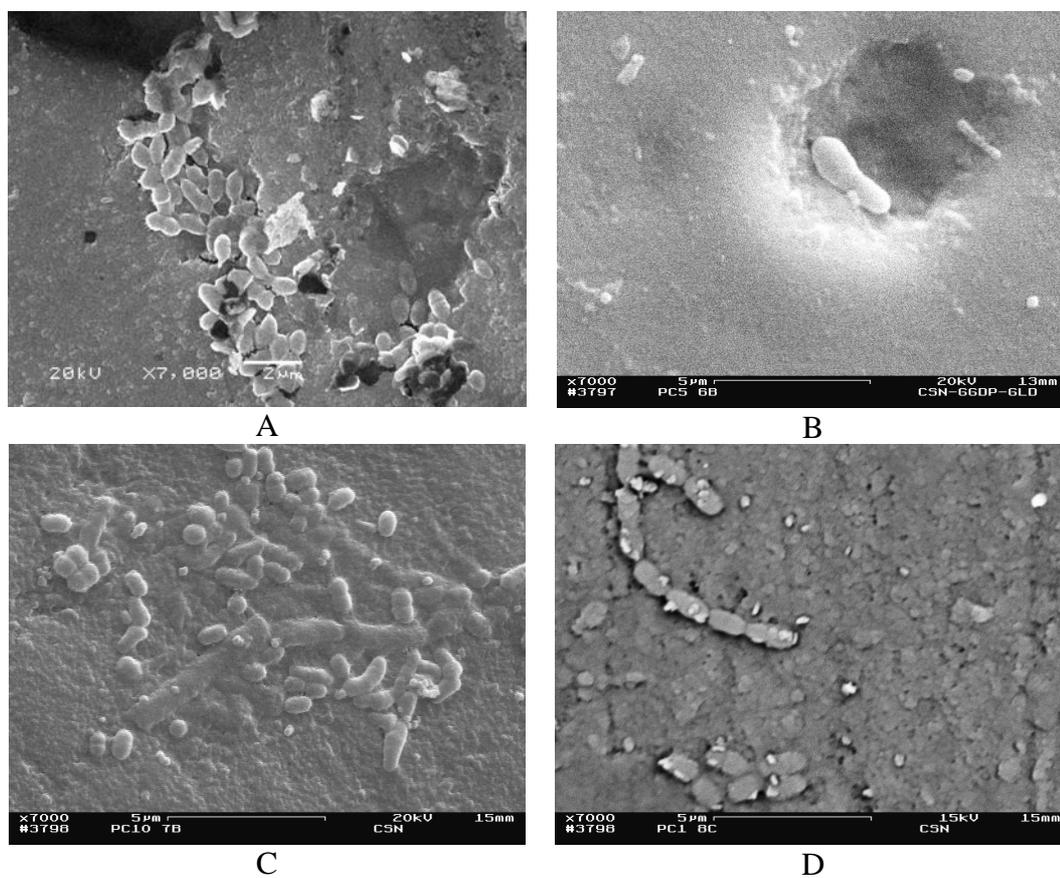


FIGURA 14 - Micrografias representativas da presença de bactérias no esmalte: a) sem escovação; b) escovação sem dentífrico; c) escovação dentífrico convencional; d) escovação dentífrico branqueador. Presença de bactérias associadas à superfície do esmalte apresentando irregularidades.

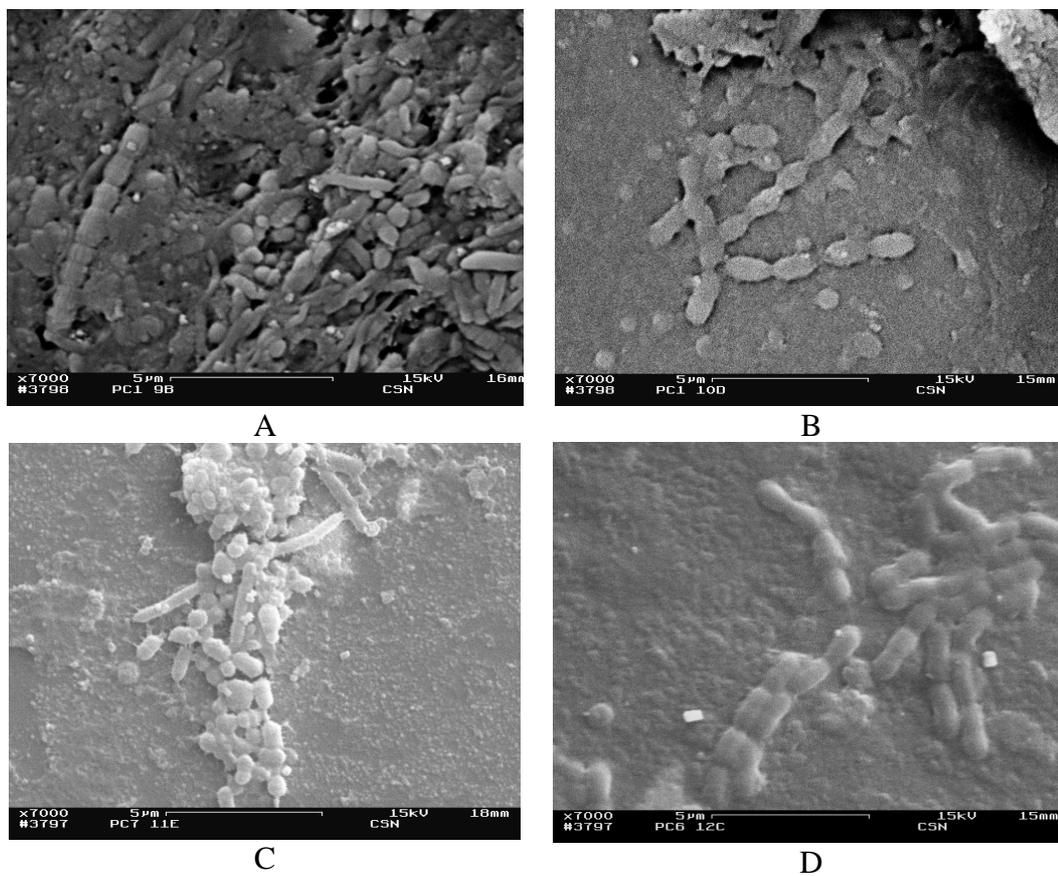


FIGURA 15 - Micrografias representativas da presença de bactérias na VM13: a) sem escovação; b) escovação sem dentífrico (estreptococos); c) escovação dentífrico convencional; d) escovação dentífrico branqueador. Presença de bactérias aderidas na superfície da VM13.

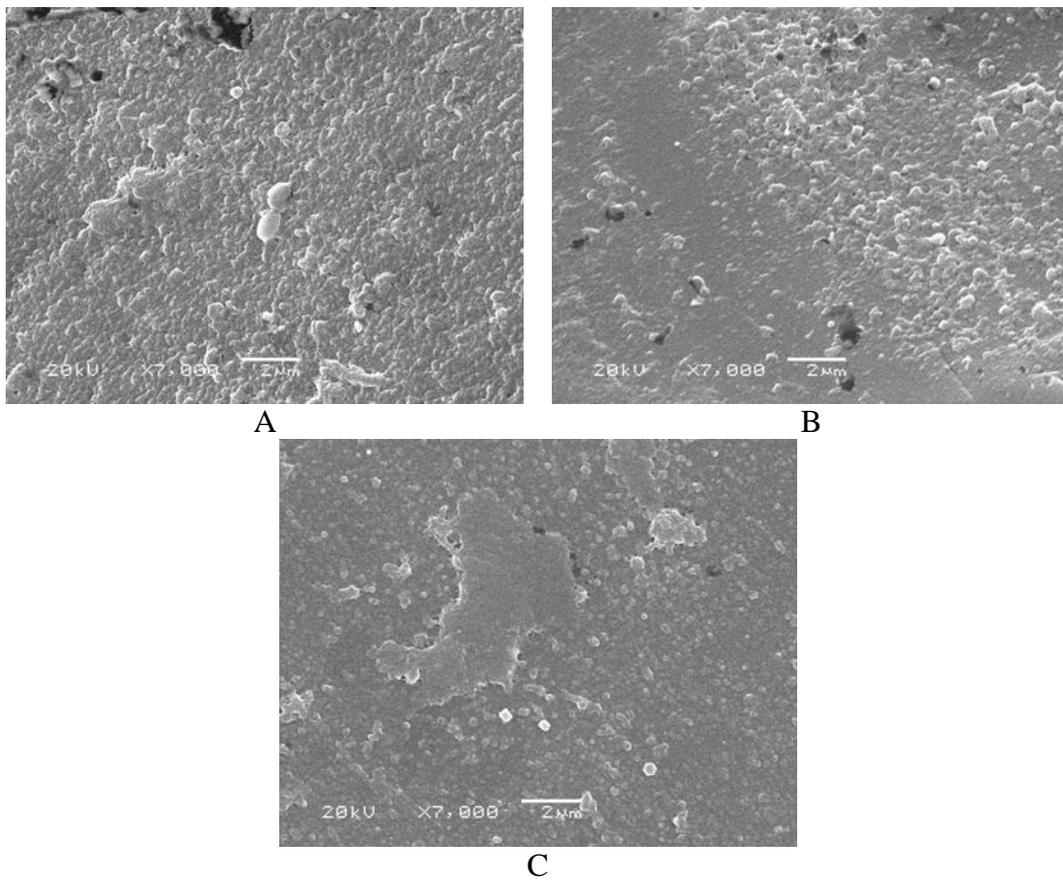


FIGURA 16 - Micrografias representativas de material granular recobrimdo a superfície dos materiais: a) esmalte; b) VM7; c) VM13.

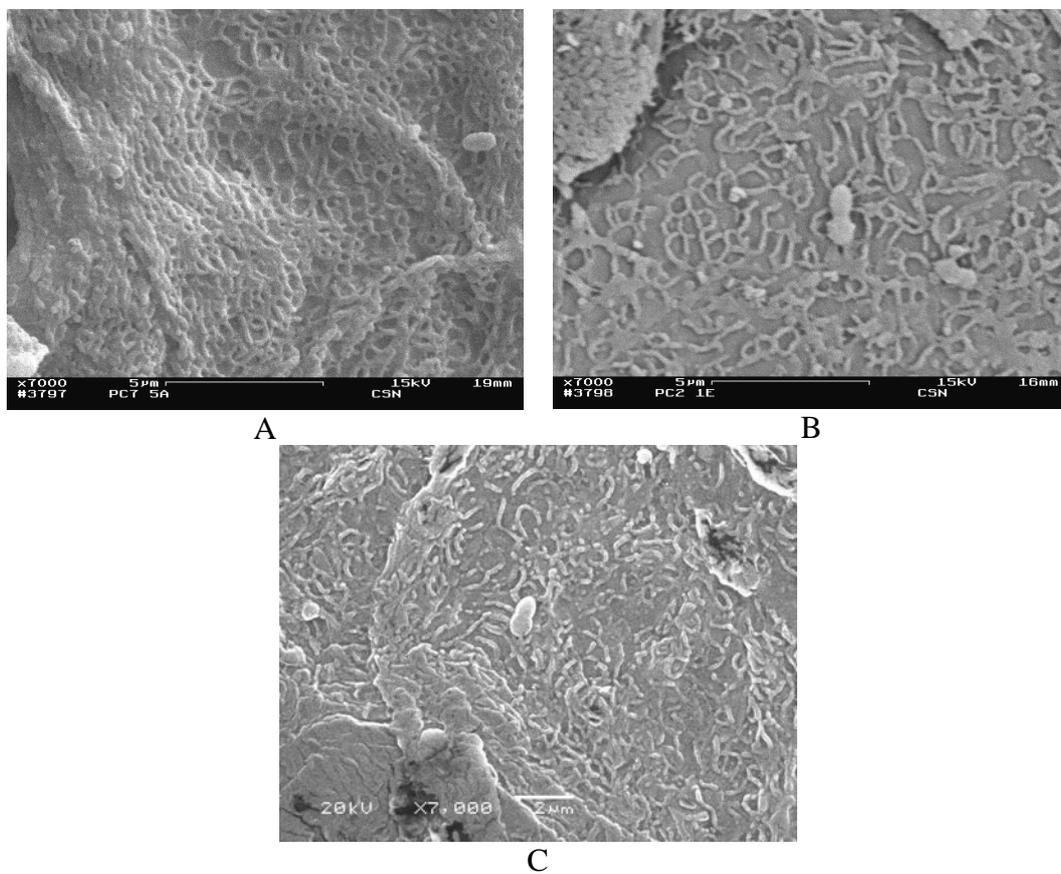


FIGURA 17 - Micrografias representativas de material fibrilar recobrando a superfície dos materiais: a) esmalte; b) VM7; c) VM13.

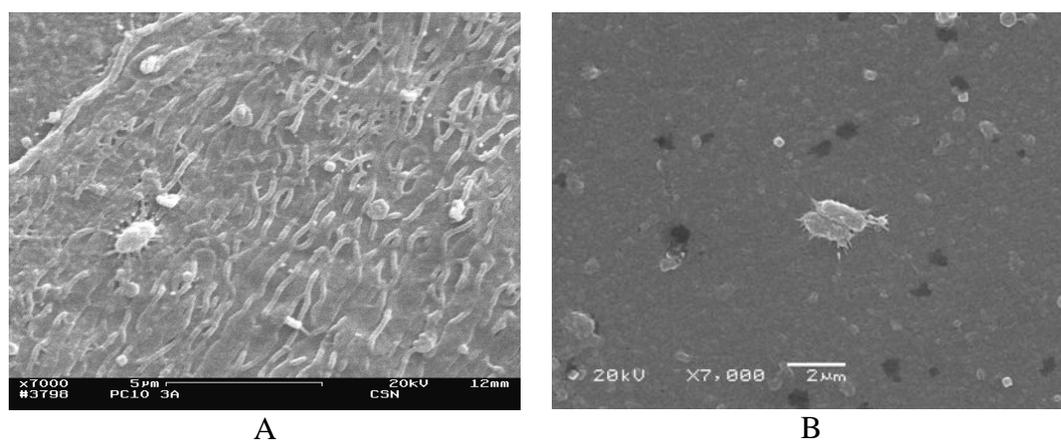


FIGURA 18 - Micrografias representativas de bactérias aderindo-se ao material por meio de fímbrias: a) VM7; b) VM13.

6 DISCUSSÃO

6.1 Simulação da escovação *in vitro*

Na clínica odontológica a busca por materiais restauradores estéticos é constante, mas apesar disso, boa parte deles apresenta limitações relacionadas a alguma propriedade, importante para a sua utilização na cavidade bucal. Entre eles destacam-se, estética, resistência ao desgaste, durabilidade, biocompatibilidade e, rugosidade superficial (Correr Sobrinho et al¹⁸). O correto entendimento do significado dessas propriedades é fundamental para a obtenção de restaurações mais satisfatórias.

A cerâmica odontológica satisfaz, na maioria dos casos, as necessidades mais freqüentes da odontologia restauradora estética, apresenta excelente durabilidade, estabilidade química, resistência, biocompatibilidade, baixo índice de formação de biofilme e estética, entre outras (Anusavice⁷).

Na cavidade bucal, os materiais restauradores estão sujeitos à ação de diversos agentes que podem alterar a qualidade da sua superfície (Heintze e Forjanic³¹), tornando a capacidade de resistir a desgastes uma propriedade física importante (Correr Sobrinho et al¹⁸).

Sabe-se também que a escovação dentária além de trazer benefícios à saúde bucal reduzindo a incidência de cáries e problemas periodontais, pode causar desgastes nas superfícies (Goldstein e Lerner²⁵), pelo atrito desenvolvido no processo (Hossain et al³²), e isto influencia no aumento da rugosidade superficial (Heintze e Forjanic³¹).

Os procedimentos de acabamento e polimento (Sasahara et al.⁵⁹), assim como as substâncias a que se expõem os materiais restauradores no ambiente bucal, também podem promover degradação e alteração da textura das superfícies (Moura e Santos Pinto⁴⁴, Soares et al.⁵⁸, Wunderlich e Yaman⁷²).

A rugosidade superficial pode influenciar nas propriedades estéticas da restauração, na descoloração, na saúde do periodonto, e na ocorrência de cáries secundárias (Heintze e Forjanic³¹).

Assim, neste estudo, da mesma forma que muitos outros autores, optamos por reproduzir com uma máquina de escovação, condições semelhantes às que ocorrem *in vivo*, acreditamos como eles ser este um método efetivo para avaliar a resistência ao desgaste de materiais restauradores como: resinas compostas, cimento de ionômero de vidro, compômeros, cerâmicas, titânio, ouro, amálgama e resinas acrílicas (Amaral et al.⁵, Heintze e Forjanic³¹, Hossain et al.³², Johannsen et al.³⁵, Mondelli et al.⁴⁵, Yesil Duymus et al.⁷⁴).

Esse teste promove o contato de escovas dentais e dentifrícios nos materiais restauradores (Heath e Wilson²⁹, Jones et al.³⁶). Assim, podem-se reproduzir os procedimentos de higiene oral e avaliar o efeito dos dentifrícios nos materiais (Amaral et al.⁵), mesmo porque abrasionar ou desgastar materiais restauradores e tecidos dentários é também uma propriedade dos dentifrícios (Heath e Wilson²⁹⁻³⁰).

A resistência ao desgaste pela escovação é um aspecto relevante quando relacionado à durabilidade das restaurações (Wang et al.⁶⁸). Diante disto, diferentes métodos têm sido sugeridos e utilizados para avaliar quantitativa e qualitativamente a resistência à abrasão, a perda de massa e as alterações da textura superficial dos materiais restauradores após escovação simulada.

O estudo do desgaste sofrido por um material restaurador, após teste de escovação com máquina tem sido preconizado indistintamente para muitos tipos de materiais restauradores (Anil e

Bolay⁶, Garcia et al.²³, Kanter et al.³⁷, Mondelli et al.⁴⁵, Staffanou et al.⁶³, Wang et al.⁶⁸, Yesil Duymus et al.⁷⁴). A quantificação da perda de massa tem sido proposta de várias formas, desde medições, antes e após a escovação, com balança digital (Garcia et al.²³, Wang et al.⁶⁸, Mondelli et al.⁴⁵), como também em micrômetro (Jones et al.³⁶, Teixeira et al.⁶⁶). A avaliação, em rugosímetro, da alteração da rugosidade superficial decorrente da abrasão provocada pela escovação também tem sido proposto (Amaral et al.⁵, Anil e Bolay⁶, Correr Sobrinho et al.¹⁸, Garcia et al.²³, Heintze e Forjanic³¹, Johannsen et al.³⁴⁻³⁵, Jones et al.³⁶, Kanter et al.³⁷, Mondelli et al.⁴⁵, Tanoue et al.⁶⁵, Teixeira et al.⁶⁶, Wang et al.⁶⁸). O rugosímetro é um aparelho muito utilizado para fornecer informações sobre a formação de ranhuras e irregularidades nas superfícies, característica importante no processo de abrasão segundo Anil e Bolay⁶.

Assim, dos métodos utilizados pelos autores, para avaliar alterações de rugosidade superficial, outros também são eficientes como a microscopia eletrônica de varredura (MEV) (Bativaia et al.¹⁰, Di Credo et al.²², Sasahara et al.⁵⁹, Teixeira et al.⁶⁶, Wang et al.⁶⁸, Yesil Duymus et al.⁷⁴) e microscopia de força atômica (Teixeira et al.⁶⁶, Tholt de Vasconcellos et al.⁶⁷).

Atualmente, os dentifrícios branqueadores são muito indicados pelos dentistas para uso durante e após tratamentos clareadores (Amaral et al.⁵). Sabe-se também que dentifrícios podem promover degradação mecânica de materiais restauradores, proporcionalmente ao seu potencial abrasivo e, se houver degradação das superfícies pode haver acúmulo de placa bacteriana (Heath e Wilson²⁹⁻³⁰).

Quando pensamos incluir como mais uma variável um dentifrício com agente branqueador, observamos que alguns autores atribuíam certa importância às partículas abrasivas e branqueadores desses dentifrícios na promoção de alterações da rugosidade superficial das restaurações (Amaral et al.⁵, Whitehead et al.⁷⁰). Como a

abrasividade dos dentifrícios não depende somente da forma e tamanho da partícula abrasiva (Hossain et al³²), mas também do pH do dentifrício (Hossain et al³³), realizamos medições do diâmetro dessas partículas e verificamos que ambos dentifrícios apresentavam partículas da ordem de 12 a 14µm e pH entre 9,39 (convencional) e 9,63 (branqueador).

Conforme observado na literatura, diferentes fatores podem influenciar o desgaste *in vitro* de materiais restauradores: o tipo de máquina utilizada, o tipo de dentifrício utilizado, a pressão de escovação, o número de ciclos (Anil e Bolay⁶, Heintze e Forjanic³¹), o tipo de escova e, as diferenças na preparação das amostras (Heintze e Forjanic³¹). Optamos por padronizar os fatores com o critério de conseguir a situação mais representativa do que poderia ocorrer *in vivo*. A quantidade de ciclos varia bastante entre os estudos, entretanto, utilizamos 400.000 ciclos, porque de acordo com estudos de Hossain et al³²⁻³³ e Wataha et al.⁶⁹ esse número corresponde a aproximadamente três anos de escovação e, a pressão aplicada que, geralmente varia de pessoa para pessoa (Hossain et al³³), foi baseada na metodologia proposta por Amaral et al.⁵, Correr Sobrinho et al¹⁸, Garcia et al²³, Mondelli et al.⁴⁵, Wang et al.⁶⁸, onde a carga aplicada era de 200g.

No presente estudo observamos que o esmalte dentário, nosso grupo controle, quando comparado às cerâmicas, foi o material que apresentou menor resistência à abrasão e maior perda de massa, o que já era esperado, pois as cerâmicas são tidas como materiais altamente resistentes ao desgaste (Anusavice⁷, Craig¹⁹). A escovação com água não produziu desgaste significativo nas cerâmicas, coincidente com o observado por Yesil Duymus et al.⁷⁴ em 2003. O dentifrício convencional também não resultou em perda de massa significativa nas cerâmicas VM7 e VM13, discordante do obtido por Anil e Bolay⁶. E, diferenças podem ocorrer porque os resultados apresentados pelos autores, via de regra, apresentam algumas diferenças nas variáveis, como: marca comercial e tipo do dentifrício utilizado, quantidade de pressão de escovação, o

número de ciclos realizados e a dureza das cerdas das escovas (Heintze e Forjanic³¹).

A capacidade de escovação e dentífrico desgastarem e removerem camada de pigmento de correção de cor aplicada na superfície das cerâmicas foi relatado por Aker et al.³, Bativała et al.¹⁰, Di Creddo et al.²², sendo que estes últimos evidenciaram que no MEV a perda do glaze já podia ser notada após 160.000 ciclos de escovação.

Ao adicionarmos a variável escovação com dentífrico branqueador, observamos no nosso estudo que o efeito tornou-se significativo na perda de massa das cerâmicas VM7 e VM13. Os relatos indicam dois mecanismos de ação dos dentífricos branqueadores: podem remover pigmentos por ação abrasiva ou por ação química dos peróxidos presentes na sua composição. (Amaral et al.⁵). Acreditamos que a presença de micro-cristais abrasivos no dentífrico branqueador utilizado, possa ter influenciado na obtenção desses resultados, já que os outros fatores (diâmetro das partículas abrasivas e o pH dos dentífricos) apresentaram valores semelhantes ao dentífrico convencional.

Quanto à rugosidade superficial os materiais analisados mostraram valores diferentes, tendo o esmalte maiores valores que as cerâmicas, confirmando os resultados de Heintze e Forjanic³¹. Isto talvez possa ser explicado pela alta lisura das superfícies dos materiais cerâmicos (Anusavice⁷, Craig¹⁹) e, pelas irregularidades naturais do esmalte.

Conforme os resultados apresentados neste estudo, o esmalte apresentou maiores valores de rugosidade superficial após a escovação sem dentífrico, enquanto que o dentífrico convencional ou branqueador na escovação parecem ter promovido apenas um alisamento da superfície. Esse resultado coincide com o observado por outros autores (Heintze e Forjanic³¹).

Ainda quanto à rugosidade, a cerâmica feldspática VM7 apresentou menores valores iniciais de rugosidade comparada com a

cerâmica felspática VM13. Garcia et al.²³, chegaram a afirmar que a rugosidade de superfície é um fator dependente da composição de cada material e, Kantorski et al.³⁸ relacionaram diretamente rugosidade superficial com a microestrutura do material. As porcelanas feldspáticas contêm uma fase vítrea e uma fase cristalina (Bottino¹¹). Entretanto, admite-se que esse resultado encontrado em nosso estudo, muito provavelmente pode estar relacionado com o fato da VM7 não apresentar a fase cristalina, mas apresentar duas fases vítreas (Boscatto et al.¹¹), tornando a superfície menos rugosa. Já a rugosidade maior da VM13, provavelmente devido ao conteúdo cristalino a base de leucita na sua microestrutura (Della-Bona e Salazar Marocho²⁰).

Assim, uma possível diferença microestrutural das cerâmicas VM7 e VM13, tenta-nos a justificar suas diferenças de resultados quando escovadas com dentifrício convencional e branqueador. Existe, entretanto, alguma controvérsia nesse assunto. Ocorrem resultados em que a abrasão com dentifrícios aumenta o polimento da superfície de cerâmicas (Creddo et al.²², Johannsen et al.³⁵) e outros em que a rugosidade aumenta apenas para algumas e reduz para outras (Heintze e Forjanic³¹).

Como a escovação, o polimento de materiais é uma técnica semelhante de promoção de atrito sobre superfícies com objetivos diferentes. Ambas utilizam materiais de maior ou menor abrasividade para promover maior ou menor grau de alteração na textura superficial de materiais restauradores ou dentes, conforme observado nos estudos de Al-Wahadni⁴, Bottino et al.¹³, Sasahara et al.⁵⁹, Scurria e Powers⁶⁰ e Tholt de Vasconcellos et al.⁶⁷.

A utilização de MEV para analisar a topografia das superfícies, possibilitou-nos observar melhor pequenas diferenças. Nas cerâmicas, as alterações de textura superficial e presença de irregularidades foram mais marcantes na VM13 após escovação com

dentifrício branqueador. Para as amostras de esmalte o teste de abrasão com dentifrício branqueador promoveu uma superfície mais uniforme.

6.2 Formação de biofilme *in situ*

O estudo dos mecanismos que envolvem adesão de microrganismos nos materiais restauradores é de fundamental importância enquanto favorecem a fixação e permanência de bactérias na cavidade bucal, induzem cáries, irritação dos tecidos periodontais, inflamação gengival e, conseqüentemente doença periodontal. Assim, o interesse sobre os mecanismos que levam à formação de biofilme sobre materiais restauradores tem aumentado ultimamente, especialmente através de metodologias que privilegiam estudos *in situ* (Castellani et al.¹⁶, Chan e Weber¹⁷, De Wet e Ferreira²¹, Hahn et al.²⁶, Hannig²⁸, Konishi et al.³⁹, Rimondini et al.⁵⁷⁻⁵⁸, Wise e Dykema⁷¹, Yamamoto et al.⁷³).

Entretanto, estudos como os de Castellani et al.¹⁶, Rimondini et al.⁵⁷⁻⁵⁸ e Wise e Dykema⁷¹ utilizaram um método *in situ* onde um dispositivo intra-oral é utilizado por pacientes com amostras dos materiais fixadas. A avaliação do biofilme formado pode ser realizada por meio de análise quantitativa (Adamczyk e Spiechowicz¹, Rimondini et al.⁵⁷⁻⁵⁸) e qualitativa em microscopia eletrônica de varredura (Adamczyk e Spiechowicz¹, Lie⁴⁰, Nyvad e Fejerskov⁴⁸, Rimondini et al.⁵⁷⁻⁵⁸, Siegrist et al.⁶¹). Outras técnicas como a microscopia confocal laser descrita por Auschill et al.⁹, Konishi et al.³⁹ e Netuschil et al.⁴⁷, bem como a microscopia eletrônica de transmissão descrita por Lie⁴⁰⁻⁴¹, Nyvad e Fejerskov⁴⁹ e Hannig²⁷⁻²⁸, também são utilizadas com alguma freqüência para estas análises.

Alguns autores acreditam que a característica da superfície do material é apenas coadjuvante na adesão bacteriana (Quirynen e Bollen⁵³, Siegrist et al.⁶¹, Yamamoto et al.⁷³). Acreditamos

que, como observado em estudo de Hannig²⁸, as pequenas irregularidades sejam pontos iniciais de fixação para a colonização bacteriana, pois oferecem certa resistência a forças mecânicas contra a remoção do biofilme.

Estudos de Lie⁴⁰⁻⁴², Nyvad e Fejerskov⁴⁸ que utilizaram a microscopia eletrônica de varredura revelaram que a adesão inicial de microrganismos começa sobre irregularidades e expande-se por toda superfície. Estas irregularidades podem promover a formação do biofilme porque aumentam a área disponível para a adesão e principalmente, porque protegem bactérias dos mecanismos de regulação e controle da microbiota bucal e também dos procedimentos de higiene bucal (Quirynen et al.⁵⁵).

Dessa forma, assim como nos estudos de De Wet e Ferreira²¹, Quirynen et al.⁵⁵, Rimondini et al.⁵⁸ e Tanner et al.⁶⁴ que avaliaram a associação entre quantidade de biofilme dentário e rugosidade superficial sobre diferentes materiais odontológicos, também optamos por essa associação. No nosso estudo as superfícies mais rugosas, representadas pelo esmalte, apresentaram maior percentual de presença de bactérias nas amostras, independentemente da condição de escovação realizada. Com relação ao número de bactérias nas amostras não observamos diferenças entre os materiais. Alguns indivíduos apresentaram maior quantidade de bactérias que outros, o que pode ter influenciado nesta avaliação.

Adamczyk e Spiechowicz¹ também observaram que nas mesmas condições, período experimental e material, diferentes pacientes acumularam diferentes quantidades de biofilme. Outros fatores como as forças de remoção do biofilme, ação muscular e fluxo salivar dos pacientes também podem ter influenciado na obtenção desses resultados.

Semelhante ao observado por Yamamoto et al.⁷³, não observamos correlação significativa entre rugosidade superficial e formação do biofilme. Mesmo assim, estudos *in situ* encontraram

resultados semelhantes ao nosso, no que diz respeito ao maior acúmulo de biofilme no esmalte em comparação aos materiais cerâmicos (Adamczyk e Spiechowicz¹, Chan e Weber¹⁷, Hahn et al.²⁶, Siegrist et al.⁶¹).

Não podemos deixar de citar os argumentos de Quirynen⁵², Quirynen et al.⁵⁴, que além da rugosidade superficial dos materiais restauradores, a energia livre da superfície dos materiais é uma importante propriedade para o processo de adesão bacteriana. A energia livre de superfície pode ser determinada por medidas de ângulo de contato e indicam se a superfície avaliada é hidrofílica ou hidrofóbica (Busscher e Van Der Mei¹⁵) o que irá influenciar no processo de adesão.

Também de acordo com alguns autores, existe uma correlação positiva entre a energia livre de superfície e a aderência de microrganismos, *in vivo*. Em superfícies com maior energia livre de superfície observa-se uma maior capacidade de retenção do biofilme, já em superfícies com menor energia livre de superfície, observa-se menor capacidade de retenção do biofilme. A redução da rugosidade superficial resulta em retardo na formação e maturação do biofilme (Quirynen⁵²⁻⁵⁴) e, avaliando conjuntamente energia livre de superfície e rugosidade superficial, Quirynen et al.⁵⁵ verificaram maior relevância da influência da rugosidade na adesão bacteriana.

Assim como nos estudos de Hannig²⁸, Konishi et al.³⁹, Lie⁴¹, Nyvad e Fejerskov⁴⁸, Siegrist et al.⁶¹, foi possível observar no nosso estudo, através das imagens em MEV, a presença de cocos, bastonetes e agregados bacterianos aderidos na superfície do esmalte e das cerâmicas VM7, VM13. As microscopias obtidas não revelaram diferenças com relação à qualidade do biofilme formado em 8 horas no esmalte e nas cerâmicas avaliadas. A similaridade da adesão bacteriana inicial dos diferentes materiais demonstrou que as características da superfície não influenciaram qualitativamente na formação inicial de biofilme durante esse período. Hannig²⁸ observou que a maioria dos microrganismos

presentes na região vestibular foram cocos e uma pequena quantidade de bastonetes também foram encontradas. Já Konishi et al.³⁹ predomínio de cocos no esmalte humano e de cocos e bastonetes na superfície da resina composta e Rimondini et al.⁵⁷ predomínio de cocos e ausência de bastonetes nas cerâmicas.

Corroborando com resultados encontrados em estudos prévios de Hannig²⁷⁻²⁸, Lie⁴⁰⁻⁴¹, Nyvad e Fejerskov⁴⁸⁻⁴⁹, observamos a presença de material fibrilar e granular. Lie⁴⁰ descreveu três tipos morfológicos de película: globular, fribilar e granular. Essa diferenciação provavelmente esta relacionada ao tipo e morfologia da proteína salivar que são adsorvidas no material. Também semelhante ao que ocorreu nos resultados de Lie⁴¹, Hannig²⁸, algumas bactérias foram observadas, em nosso estudo, aderidas ao material por meio de fímbrias.

Acreditamos que outros estudos que avaliem a influência das características da superfície dos materiais, como a energia livre de superfície, na formação de biofilme *in situ*, e que utilizem outras metodologias, como o confocal laser, sejam necessários para um melhor entendimento desse processo.

7 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos neste trabalho, é lícito afirmar que:

- a) o esmalte apresentou os maiores valores médios de rugosidade superficial, independente das condições de escovação. As cerâmicas VM7 e VM13 apresentaram aumento da rugosidade após escovação com dentifrícios convencional e branqueador. Esse aumento não foi significativo para a VM7 após escovação com dentifrício branqueador. Em todas as condições experimentais a cerâmica VM13 apresentou rugosidade significativamente maior que a VM7;
- b) o esmalte apresentou os maiores valores de perda de massa, independente das condições de escovação. As cerâmicas VM7 e VM13 apresentaram perda de massa significativa quando submetidas à escovação com dentifrício branqueador, não havendo diferença entre as cerâmicas;
- c) o esmalte apresentou os maiores valores percentuais do escore de presença de bactérias nas amostras, independentemente das condições de escovação. Considerando as condições de escovação não houve

diferença estatística significativa entre esmalte e cerâmicas;

- d) o esmalte e as cerâmicas VM7 e VM13, não apresentaram diferença quanto aos escores do número de bactérias nas amostras, independentemente das condições de escovação. Considerando as condições de escovação também não apresentaram diferença;
- e) o biofilme dentário inicial formado *in situ*, apresentou-se constituído predominantemente por cocos e bastonetes curtos, isolados e agregados;
- f) nenhuma correlação significativa foi observada entre os valores de rugosidade superficial e formação de biofilme.

8 REFERÊNCIAS*

1. Adamczyk E, Spiechowicz E. Plaque accumulation on crowns made of various materials. *Int J Prosthodont*. 1990 May/June; 3(3): 285-91.
2. Aker JR. New composite resins: comparison of their resistance to toothbrush abrasion and characteristics of abraded surfaces. *J Am Dent Assoc*. 1982 Oct;105(4):633-35.
3. Aker DA, Aker JR, Sorensen SE. Toothbrush abrasion of color-corrective porcelain stains applied to porcelain-fused-to-metal restorations. *J Prosthet Dent*. 1980 Aug.; 44(2): 161-3.
4. Al-Wahadni A. An in vitro investigation into the surface roughness of 2 glazed, unglazed, and refinished ceramic materials. *Quintessence Int*. 2006 Apr.; 37(4): 311-7.
5. Amaral CM, Rodrigues JA, Erhardt MCG, Araujo MWB, Marchi GM, Heymann HO et al. Effect of whitening dentifrices on the superficial roughness of esthetic restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2006, 18(2): 102-8.
6. Anil N, Bolay S. Effect of toothbrushing on the material loss, roughness, and color of intrinsically and extrinsically stained porcelain used in metal-ceramic restorations: an in vitro study. *Int J Prosthodont*. 2002 Sep/Oct.; 15(5):483-7.
7. Anusavice KJ. Cerâmicas odontológicas. In: _____. *Philips materiais dentários*. A. et al. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.

* Internacional Comité of Medical Journal Editors. Bibliographic Services Division. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals: simple referents [homepage na internet]. Bethesda: US Nacional Library; c2003 [disponibilidade em 2006 fev; citado em 20 mar.]. Disponível em: <http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniformrequirements.html>

Cap.21, p.619-31.

8. Anusavice KJ. Degradability of dental ceramics. *Adv Dent Res.* 1992 Sept, 6: 82-89.
9. Auschill TM, Arweiler NB, Brex M, Reich E, Sculean A, Netuschil L. The effect of dental restorative materials on dental biofilm. *Eur J Oral Sci.* 2002 Feb.; 110 (1): 48-53.
10. Bativała F, Weiner S, Berendsen P, Vincent GR, Ianzano J, Harris WT. The microscopic appearance and effect of toothbrushing on extrinsically stained metal-ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 1987 Jan.; 57(1): 47-52.
11. Boscato N, Della Bona A, Del Bel Cury AA. Influence of ceramic pre-treatments on tensile bond strength and mode of failure of resin bonded to ceramics. *Am J Dent.* 2007 Apr.; 20(2):103-8.
12. Bottino MA. Estética em reabilitação oral: Metal Free. 1ª reimpressão. São Paulo: Artes Médicas, 2002. Cap.5, p.213
13. Bottino MC, Valandro LF, Kantorski KZ, Bressiani, J.C. Bottino MA. Polishing methods of an alumina-reinforced feldspar ceramic. *Braz Dent J* 2006; 17(4): 285-289.
14. Brex M, Theilade J, Attstrom R. An ultrastructural quantitative study of the significance of microbial multiplication during early dental plaque growth. *J Periodontol Res.* 1983 Mar.; 18(2):177-86.
15. Busscher HJ, van der Mei HC. Physico-chemical interactions in initial microbial adhesion and relevance for biofilm formation. *Adv Dent Res.* 1997 Apr, 11(1):24-32.
16. Castellani D, Bechelli C, Tiscione E, Lo Nostro A, Pierleoni PP. In vivo plaque formation on cast ceramic (Dicor) and conventional ceramic. *Int J Prosthodont.* 1996 Sept./Oct.; 9(5): 459-65.
17. Chan C, Weber H. Plaque retention on teeth restored with full-ceramic

- crowns: a comparative study. *J Prosthet Dent.* 1986 Dec, 56(6):666-71.
18. Correr Sobrinho L, Francisco MU, Consani S, Sinhoreti MAC, Consani RLX. Influencia da escovação na rugosidade de superfície de materiais restauradores estéticos Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos 2001 jan./abr.; 4(1): 47-55.
 19. Craig RG. **Materiais dentários restauradores**[tradução de Cimara Fortes Ferreira]. 11. ed. São Paulo: Santos; 2004.
 20. Della-Bona A, Salazar Marocho SM. Characterization and properties of a dental ceramic material [abstract on line nº 0883]. Anais do IADR/AADR/CADR 85th General Session and Exhibition; 2007 [cited 2007 jul 4], New Orleans. Disponível em: http://iadr.confex.com/iadr/2007orleans/techprogram/abstract_89155.htm
 21. De Wet FA, Ferreira MR. Dental glazes: surface roughness and plaque accumulation. *Quintessence Int.* 1980 Sept; report 1921, n.9: 127-35.
 22. Di Creddo RC, Araújo CRP, Araújo PA. Avaliação de pastilhas cerâmicas submetidas à ação de produtos fluoretados. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1995 49(3).
 23. Garcia FC, Wang L, D'Alpino PH, Souza JB, Araujo PA, Mondelli RF. Evaluation of the roughness and mass loss of the flowable composites after simulated toothbrushing abrasion. *Pesq Odontol Bras.* 2004 Apr./June;18(2):156-61.
 24. Gatewood RR, Cobb CM, Killoy WJ. Microbial colonization on natural tooth structure compared with smooth and plasma-sprayed dental implant surfaces. *Clin Oral Implants Res.* 1993 June; 4(2):53-64.
 25. Goldstein GR, Lerner T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *J Prosthet Dent.* 1991 Oct.; 66(4): 498-500.

26. Hahn R, Weiger R, Netuschil L, Bruch M. Microbial accumulation and vitality on different restorative materials. *Dent Mater.* 1993 Sept.; 9(5):312-6
27. Hannig M. Transmission electron microscopic study of in vivo pellicle formation on dental restorative materials. *Eur J Oral Sci.* 1997 Oct.; 105(5 Pt 1): 422-33.
28. Hannig M. Transmission electron microscopy of early plaque formation on dental materials in vivo. *Eur J Oral Sci.* 1999 Feb.; 107(1):55-64.
29. Heath JR, Wilson HJ. The effect of dentifrices on restorative materials. *J Oral Rehabil.* 1974 Jan.; 1(1):47-54.
30. Heath JR, Wilson HJ. Abrasion of restorative materials by toothpaste *J Oral Rehabil.* 1976 Apr.; 3(2):121-38
31. Heintze SD, Forjanic M. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing in vitro. *Oper Dent.* 2005 Sep./Oct.; 30(5):617-26.
32. Hossain A, Okawa S, Miyakawa O. Effect of toothbrushing on titanium surface: an approach to understanding surface properties of brushed titanium. *Dent Mater.* 2006 Apr.; 22(4): 346-52.
33. Hossain A, Okawa S, Miyakawa O. Surface texture and composition of titanium brushed with toothpaste slurries of different pHs. *Dent Mater.* 2007 Feb.; 23(2):186-92.
34. Johannsen G, Redmalm G, Rydén H. Surface changes on dental materials: the influence of two different dentifrices on surface roughness measured by laser reflexion and profilometer techniques. *Swed Dent J.* 1989, 13(6):267-76.
35. Johannsen G, Redmalm G, Rydén H. Surface changes on dental materials. II: the influence of two different dentifrices on surface roughness measured by laser reflexion and profilometer techniques.

- Swed Dent J. 1992, 16(1-2):13-20.
36. Jones PA, Fisher SE, Wilson HJ. Abrasivity of dentifrices on anterior restorative materials. *Br Dent.* 1985 Feb.; 158(23): 130-2.
 37. Kanter J, Koski RE, Martin D. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated toothbrushing. *J Prosthet Dent.* 1982 May; 47(5): 505-13.
 38. Kantorski KZ, Valandro LF, Scotti R, Della Bona A, Bottino MA. Surface roughness of glazed feldspar, alumina and zirconia-based ceramics. *Cienc Odontol Bras* 2006 out./dez.; 9(4): 12-17.
 39. Konishi N, Torii Y, Kurosaki A, Takatsuka T, Itota T, Yoshiyama M. Confocal laser scanning microscopic analysis of early plaque formed on resin composite and human enamel. *J Oral Rehabil.* 2003 Aug.; 30(8): 790-5.
 40. Lie, T. Scanning and transmission electron microscope study of pellicle morphogenesis. *Scand J Dent Res.* 1977 May; 85(4): 217-31.
 41. Lie, T. Ultrastructural study of early dental plaque formation. *J Periodontal Res.* 1978 Sept.; 13(5): 391-409.
 42. Lie, T. Morphologic studies on dental plaque formation. *Acta Odontol Scand.* 1979, 37(2):73-85.
 43. McLean JW. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent.* 2001 Jan.; 85(1):61-6.
 44. Moura MS, Santos-Pinto LAM. Avaliação in vitro do efeito das aplicações tópicas do gel de flúor fosfato acidulado sobre materiais odontológicos. *Rev. ABO Nac.* 1995 Jun./July; 3(3): 194-7.
 45. Mondelli RFL, Wang L, Garcia FCP, Prakki A, Mondelli J, Franco EB, et al. A. Evaluation of weight loss and surface roughness of compomers after simulated toothbrushing abrasion test. *J Appl Oral Sci* 2005, 13(2): 131-5.

46. Nassar U, Meyer AE, Ogle RE, Baier RE. The effect of restorative and prosthetic materials on dental plaque. *Periodontol 2000*. 1995 June; 8: 114-24
47. Netuschil L, Reich E, Unteregger G, Sculean A, Brex M. A pilot study of confocal laser scanning microscopy for the assessment of undisturbed dental plaque vitality and topography. *Arch Oral Biol*. 1998 Apr.; 43(4): 277-85.
48. Nyvad B, Fejerskov O. Scanning electron microscopy of early microbial colonization of human enamel and root surfaces in vivo. *Scand J Dent Res*. 1987 Aug.; 95(4): 287-96.
49. Nyvad B, Fejerskov O. Transmission electron microscopy of early microbial colonization of human enamel and root surfaces in vivo. *Scand J Dent Res*. 1987 Aug.; 85(4): 297-307.
50. Pratt-Terpstra IH, Weerkamp AH, Busscher HJ. The effects of pellicle formation on streptococcal adhesion to human enamel and artificial substrata with various surface free-energies. *J Dent Res*. 1989 Mar.; 68(3): 463-7.
51. Qualtrough AJE, Piddock V. Ceramics update. *J Dent*. 1997 Mar.; 25(2): 91-5.
52. Quirynen M. The clinical meaning of the surface roughness and the surface free energy of intra-oral hard substrata on the microbiology of the supra- and subgingival plaque: results of in vitro and in vivo experiments [Review]. *J Dent*. S 1. 1994, 22 (Suppl.1): 513-6.
53. Quirynen M, Bollen CML. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol*. 1995 Jan.; 22(1):1-14.
54. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Arends J, Darius PL, van Steenberghe D. The influence of surface free-energy

- on planimetric plaque growth in man. J Dent Res. 1989 May.; 68(5):796-9
55. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, van Steenberghe D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation: an in vivo study in man. J Clin Periodontol. 1990 Mar.; 17(3):138-44
 56. Quirynen M, van der Mei HC, Bollen CM, Schotte A, Marechal M, Doornbusch GI, Naert I, Busscher HJ, van Steenberghe D. An *in vivo* study of the influence of the surface roughness of implants on the microbiology of supra- and subgingival plaque. J Dent Res. 1993 Sept.; 72(9):1304-9.
 57. Rimondini L, Cerroni L, Carrassi A, Torricelli P. Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study. Int J Oral Maxillofac Implants. 2002 Nov./Dec., 17(6):793-8.
 58. Rimondini L, Fare S, Brambilla E, Felloni A, Consonni C, Brossa F, et al. The effect of surface roughness on early in vivo plaque colonization on titanium. J Periodontol. 1997 June; 68(6): 556-62.
 59. Sasahara RM, Ribeiro Fda C, Cesar PF, Yoshimura HN. Influence of the finishing technique on surface roughness of dental porcelains with different microstructures. Oper Dent. 2006 Sept./Oct, 31(5): 577-83.
 60. Scurria MS, Powers JM. Surface roughness of two polished ceramic materials. J Prosthet Dent. 1994 Feb.; 71(2): 174-7.
 61. Siegrist BE, Brex MC, Gusberti FA, Joss A, Lang NP. In vivo early human dental plaque formation on different supporting substances. Clin Oral Implants Res. 1991 Jan./Mar.; 2(1):38-46
 62. Soares CJ, Pedrosa SF, Campos RE, Moreira Filho N, Quagliatto PS, Lopes LG, Sedyama EH. Avaliação tópica de flúor: efeito sobre a porcelana dental. Rev Assoc Bras Odontol. 2000 abr/maio; 8(2): 278-82.

63. Staffanou RS, Hembree JH, Rivers JA, Myers ML. Abrasion resistance of three types of esthetic veneering materials. *J Prosthet Dent.* 1985 Mar.; 53(3): 309-10.
64. Tanner J, Robinson C, Soderling E, Vallittu P. Early plaque formation on fibre-reinforced composites in vivo. *Clin Oral Investig.* 2005 Sept.; 9(3):154-60.
65. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *J Prosthet Dent.* 2000 July; 84(1):93-97.
66. 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.
67. Tholt de Vasconcellos B, Miranda-Junior WG, Prioli R, Thompson J, Oda M. Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Oper Dent.* 2006 July/Aug.; 31(4):442-9
68. Wang L, Garcia FC, Amarante de Araujo P, Franco EB, Mondelli RF. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. *J Esthet Restor Dent.* 2004; 16(5):303-14.
69. Wataha JC, Lockwood PE, Noda M, Nelson SK, Mettenburg DJ. Effect of toothbrushing on elemental release from dental casting alloys. *J Prosthodont.* 1999 Dec.; 8(4):245-51
70. Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH. Surface texture changes of a composite brushed with "tooth whitening" dentifrices. *Dent Mater.* 1996 Sept.; 12(5):315-8
71. Wise MD, Dykema RW. The plaque-retaining capacity of four dental materials. *J Prosthet Dent.* 1975 Feb.; 33(2): 178-90.
72. Wunderlich RC, Yaman P. In vitro effect of topical fluoride on dental

porcelain. *J Prosthet Dent.* 1986 Mar.; 55(3): 385-8.

73. Yamamoto K, Noda H, Kimura K. Adherence of oral streptococci to composite resin restorative materials. *J Dent.* 1989 Oct.; 17(5) p.225-9.
74. Yesil Duymus Z, Orbak R, Dilsiz A. Abrasion resistance of veneering materials to toothbrushing. *Dent Mater J.* 2003 Dec.; 22(4):460-6.

Anexo A - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia, Campus São José Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.

 **UNESP**  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 - Al. São Diniz
CSP 12201-070 - F. (12) 3947-9129
Fax (12) 3947-9010 / audy@fujoc.unesp.br

 **CERTIFICADO**
Comitê de Ética em Pesquisa-Local

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº 028/2006-PH/CEP, sobre "Efeito da degradação da superfície de materiais cerâmicos na formação de biofilme Estudo in situ", sob a responsabilidade de **SARINA MACIEL BRAGA PEREIRA**, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, envolvendo seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado por este Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 28 de abril de 2006.



Profa. Dra. Suely Carvalho Mutti Naresi
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa-Local

Apêndice A - Termo de consentimento livre e esclarecido

Caro(a) Senhor(a)

Eu, Sarina Maciel Braga Pereira, aluna do Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, especialidade Prótese Dentária, portador do CPF 032.246.914-76, estabelecido à Rua Coronel Madeira, Centro, na cidade de São José dos Campos, telefone para contato nº 012-81348548, vou realizar uma pesquisa cujo título é: “Efeito da degradação da superfície de materiais cerâmicos sobre a formação de biofilme. Estudo *in situ*”.

O objetivo desta pesquisa é avaliar, através do estudo *in situ*, o efeito da escovação associada a dentifrício convencional e branqueador em materiais cerâmicos e esmalte humano na formação de biofilme. Por meio desse estudo *in situ*, será avaliado a formação de biofilme formado nos materiais restauradores e esmalte humano, sendo necessário a utilização de uma placa removível em resina onde serão fixadas as amostras dos materiais a serem pesquisados. Para isso, precisamos realizar uma moldagem da arcada superior para que possamos confeccionar a placa removível específica para sua arcada. Esta placa deverá ser usada por um período de 8 horas. O uso da placa não trará nenhum prejuízo a sua saúde e em qualquer momento. Antes do experimento, deverá ser realizada a higiene bucal como de costume, sem o uso de dentifrício. Nenhuma ingestão de líquido ou alimentos deverá ser realizada durante o período experimental.

O Sr.(a) tem a garantia de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre qualquer esclarecimento de eventuais dúvidas e sobre o

andamento do trabalho, que terá a supervisão do Professor Dr Carlos Augusto Pavanelli.

Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contacto com o Comitê de Ética (CEP) da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos-UNESP, situada na Av. Engº Francisco José Longo, 777 – CEP 12245000, em São José dos Campos-SP, fone 012-3947-9076, e-mail suely@fosjc.unesp.br e comunique-se com a Coordenadora Profa.Dra. SUELY CARVALHO MUTTI NARESSI. Informo que será garantida a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e assim deixar de participar do estudo. Também não haverá custo nem pagamento pela Colaboração.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Acredito ter sido esclarecido(a) a respeito das informações que leram para mim, descrevendo o estudo a ser realizado e concordo em participar sabendo quais os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes, e que minha participação não implicará em nenhuma despesa. Concordo em participar voluntariamente deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade, prejuízo ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido.

NOME/RESPONSÁVEL _____

Rg _____ CPF _____

Endereço completo:- _____

Assinatura do Voluntário

Assinatura do Pesquisador

Pereira, SMB. Effect of toothbrushing with whitening dentifrices on surface degradation and biofilm formation in ceramic materials. [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007. 117f.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the toothbrushing effect with conventional and whitening dentifrice on the surface roughness, mass loss and early dental biofilm formation in situ in different materials. Feldspar ceramics (VM7, VM13) and human enamel samples were made in disk format (5mmx2mm) and submitted to experimental conditions (n=12): a) without toothbrushing, b) toothbrushing without dentifrice, c) toothbrushing with conventional dentifrice and d) toothbrushing with whitening dentifrice. The toothbrushing simulation was made in a simulator machine. The samples of the conditions b, c and d were evaluated by means of roughness and mass loss, before and after toothbrushing. In the in situ study, 10 patients used an oral device during 8 hours. One sample of each material for each condition was fixed in the device. For the evaluation of early dental biofilm formation, the samples were analyzed with SEM. Roughness, mass loss and biofilm data were statistically analyzed with ANOVA and Tukey tests. Kruskal-Wallis test was also used to analyze the biofilm. The enamel presented the highest mass loss (1,58 mg) and roughness (2,39 μm) values, independent of experimental conditions. The whitening dentifrice caused significant effect on mass loss in ceramics (VM7=0,29 mg; VM13=0,35 mg). It was observed significant ($p<0,05$) roughness differences in some experimental conditions. No significant correlation was observed between surface roughness and biofilm formation. It was concluded that the biofilm formation wasn't influenced by the experimental toothbrushing conditions in the different materials.

KEY WORDS: Ceramics; toothbrushing; dentifrices; biofilm