



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Faculdade de Odontologia

Cesar dos Reis Perez

Influencia de um polidor resinoso na adesão de *Streptococcus Mutans in situ*

Rio de Janeiro

2008

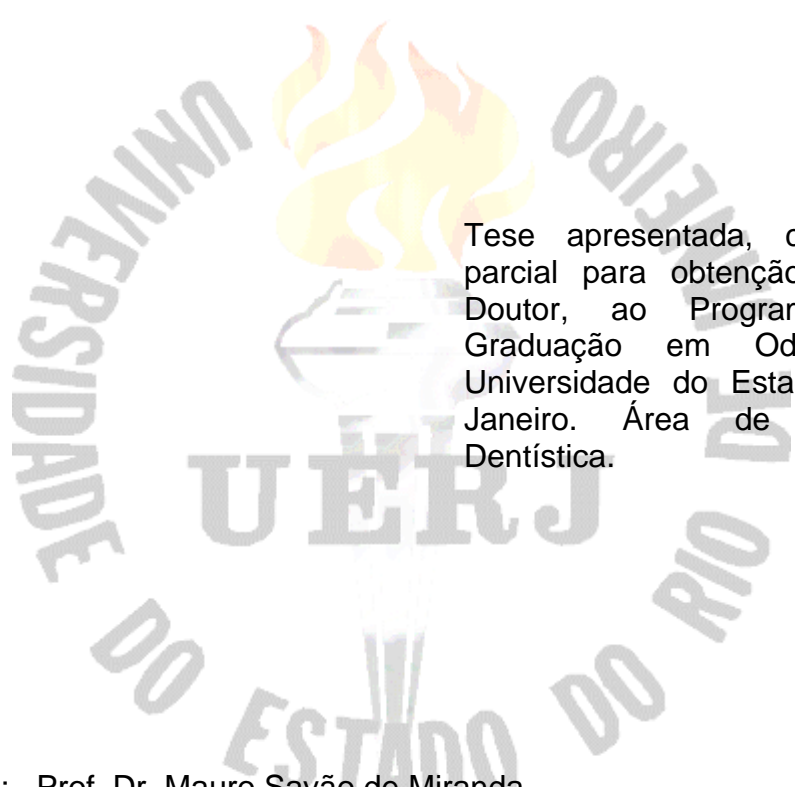
Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Cesar dos Reis Perez

Influencia de um polidor resinoso na adesão de *Streptococcus mutans in situ*



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Dentística.

Orientadores: Prof. Dr. Mauro Sayão de Miranda
Prof. Dr. Raphael Hirata Júnior

Rio de Janeiro

2008

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

P438 Perez, Cesar dos Reis.
Influência de um polidor resinoso na adesão de
Streptococcus mutans in situ / Cesar dos Reis Perez. – 2008.
274 f.

Orientadores: Mauro Sayão de Miranda, Raphael Hirata
Júnior.

Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de
Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Biofilme. 2. Streptococcus mutans. 3. Aspereza de
superfície (Odontologia). I. Miranda, Mauro Sayão de. II.
Hirata Júnior, Raphael. III. Universidade do Estado do Rio de
Janeiro. Faculdade de Odontologia. IV. Título.

CDU
616.314

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese.

Assinatura

Data

Cesar dos Reis Perez

Influencia de um polidor resinoso na adesão de *Streptococcus mutans in situ*

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Dentística.

Aprovado em: 18 de abril de 2008.

Orientadores:

Prof. Dr. Mauro Sayão de Miranda
Faculdade de Odontologia da UERJ

Prof. Dr. Raphael Hirata Júnior
Faculdade de Ciências Médicas da UERJ

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Katia Regina Hostilio Cervantes Dias
Faculdade de Odontologia da UERJ

Prof.Dr. José Monteiro Netto
Faculdade de Odontologia da UFF

Prof. Dr. Rogério Mussel
Faculdade de Odontologia da UERJ

Prof^a. Dr^a. Inger Campos Tuñas
Faculdade de Odontologia da UNESA

Prof. Dr. Paulo Sergio Souza da Silva
Faculdade de Odontologia da UERJ

Rio de Janeiro

2008

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à memória de Niobe Barreto Brasil e
Sérgio Luiz Zouain Ferreira.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me concedido saúde e condições para mais esta realização e por ter me dado nesta vida muito mais do que mereço.

A minha esposa Carla, pelo amor, compreensão e companheirismo durante mais esta etapa.

A minha família, especialmente minha mãe, que sempre demonstrou o quanto se orgulha de minhas conquistas.

Ao meu amigo e co-orientador na tese, Raphael Hirata Júnior, exemplo de Profissional, Professor, Pesquisador e caráter. Certamente devo a ele em grande parte a presente tese, assim como minha dissertação de Mestrado, que me propiciou prestar o concurso e o hoje ser professor da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Mauro Sayão de Miranda, por ter aceito ser meu orientador, por todo interesse, boa vontade e colaboração empenhados.

À Professora Doutora Kátia Regina Hostílio Cervantes Dias, pelo carinho e oportunidades, desde o mestrado.

À equipe do Laboratório de Adesão e Aderência (LAA) do Instituto Politécnico (IPRJ) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) do Campus Regional de Nova Friburgo: o Professor Doutor Eduardo Martins Sampaio, (Pesquisador responsável pelo Laboratório), e os técnicos Antonio Henrique Monteiro da Fonseca Thomé da Silva e Hiata Anderson. Equipe sempre acessível, colaboradora e que me recebeu de braços abertos. Agradeço em especial ao Antônio Henrique, de presteza incomparável e de importância capital tanto na leitura das imagens como na estatística.

À equipe de Microbiologia e Imunologia da Faculdade de Ciências Médicas da UERJ, em especial a Professora Doutora Ana Luiza de Mattos Guaraldi e o Mestrando Wagner Pereira Coutinho Filho, ex-aluno de graduação, responsável por algumas leituras e voluntário para o experimento *in situ*.

Às colaboradoras Thaís Cristina da Matta e Carolina Paes Trindade, ex-alunas de graduação e responsáveis pelas manobras de acabamento e polimento, de contribuição inestimável para o trabalho, assim como ao amigo, colaborador e voluntário Thiago Moitrel Pequeno.

Aos demais Professores do Curso de Doutorado em Odontologia, pelo empenho, compreensão e boa vontade.

Aos colegas de curso, em especial os de turma: Ana Paula Kalix, Carlos Antonio Freire Sampaio, Glauco Botelho, João Duarte e Lucilei Bonato, com os quais gostaria de ter tido a oportunidade de compartilhar mais tempo, mas que, no pouco que convivemos, pudemos desenvolver uma sincera amizade.

Aos funcionários da Pós-Graduação, Denise P. Muniz da Cruz, Antonio Dias da Silva e Jose Carlos Medeiros, assim como todos da F.O.UERJ, por toda colaboração, profissionalismo e amizade.

Aos Professores Jorge Erasmo Seixas e Waldemar Cantisano, com quem tive o privilégio de conviver durante alguns anos e de quem recebi carinho e apoio desinteressados desde meu início de carreira como professor.

Ao Professor José Monteiro Netto, que, apesar do convívio muito menor que gostaria, esteve presente em alguns dos momentos mais importantes da minha vida, e, em todos eles, se mostrou um “gentleman” e um amigo.

À Professora Luise Gomes da Motta, colega com quem lecionei pouco tempo, mas que apesar disto demonstrou atenção e desinteresse em momentos que precisei de sua ajuda.

Aos Professores Paulo Padilha Sérgio e Luiz Paulo dos Santos Salgado, pelas oportunidades e confiança no meu potencial em meu início de carreira letiva.

À Professora Nancy da Assis Ferreira, colega de Disciplina, amiga e ser humano admirável.

À UERJ, minha casa desde a quarta série primária, no Colégio de Aplicação, e onde realizei minha graduação, pós-graduação e mestrado, estou concluindo meu doutorado, hoje leciono e com a qual tenho dívida de amor eterno.

À bibliotecária Simone Faury Dib, pela boa vontade e profissionalismo na formatação final desta tese.

Aos meus alunos, ex-alunos e monitores, que sempre foram força motriz para meu trabalho.

Agradeço à colaboração das empresas 3M ESPE, VOCO e BISCO pela disponibilização de amostras dos materiais usados neste trabalho.

E, finalmente, ao meu filho Gabriel: agradeço todos os dias por você existir e me lembrar o que realmente importa nessa vida.

Tem o cirurgião dentista uma única obrigação: nunca deixar de estudar.

G.V. Black

RESUMO

PEREZ, Cesar dos Reis. **Influência de um polidor resinoso na adesão de *Streptococcus mutans in situ***. 2008. 274 f. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

A placa bacteriana é um biofilme específico formado sobre tecidos orais, materiais restauradores, aparatos ortodônticos ou qualquer outra superfície na cavidade bucal. Entre diversos fatores a rugosidade das superfícies é de relevância crítica na qual os procedimentos de acabamento e polimento apresentam um papel vital na dentística restauradora. O objetivo deste trabalho foi de avaliar os níveis de rugosidade de quatro materiais restauradores dentais diferentes submetidos a três tipos de tratamento superficial (compressão por matriz mylar - grupo controle negativo, acabamento com pontas diamantadas de granulação fina - grupo controle positivo e aplicação de polidor resinoso BisCover™ (Bisco) depois do acabamento com as pontas diamantadas) e a influência sobre a colonização por *Streptococcus mutans* no biofilme inicial. Os materiais analisados foram: um cimento de ionômero de vidro convencional (Ionofil® / Voco), um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer™ / 3M ESPE), um compósito nano-particulado (Filtek Supreme™ / 3M ESPE) e um compósito nano-híbrido (Grandio® / Voco). A rugosidade foi medida por um instrumento de escaneamento 3-D (TalyScan 150 / Taylor Hobson) e a avaliação quantitativa de *S. mutans* no biofilme inicial foi realizada *in vivo* através da extração do biofilme dental (formado sobre discos fixados sobre moldeiras individuais usadas por um voluntário por um período de 24 horas). Um total de oito discos de cada material em cada grupo de tratamento superficial foi feito para o ensaio microbiológico e da mesma forma cinco discos foram feitos para cada situação para a mensuração da rugosidade. Resultados: análise superficial 3-D: o tratamento superficial e o tipo de material afetaram significativamente os valores de Ra e Rz ($P < 0.05$). Considerando material, aplicação do polidor químico e a combinação de ambos os fatores, o mais crítico foi a aplicação do polidor químico. Ensaio microbiológico: o tipo de tratamento superficial afetou significativamente o crescimento específico de *Streptococcus mutans* no biofilme inicial formado sobre os espécimes. Entre os materiais o cimento de ionômero de vidro convencional apresentou os mais baixos índices ($P < 0.05$). Material restaurador e método de acabamento apresentaram influência significativa na presença de *mutans* no biofilme inicial.

Palavras-chave: Biofilme. *Streptococcus mutans*. Aspereza de superfície (Odontologia).

ABSTRACT

Dental plaque is a specific biofilm formed over oral tissues, restorative materials, orthodontic apparatus or any other surface in oral cavity. Among several factors, the roughness of surfaces is one of critical relevance in which finishing and polishing procedures play a vital role in restorative dentistry. The aim of this work was to evaluate the roughness levels of four different restorative dental materials submitted to three kinds of superficial treatment (compression with mylar matrix - negative control group, finishing with fine grain diamond points - positive control group and application of a resin polisher BisCover™ (Bisco) after finishing with the diamond points) and the influence on *Streptococcus mutans* colonization in initial biofilm. The materials analyzed were: one conventional glass ionomer cement (Ionofil® / Voco), one resin modified glass ionomer cement (Vitremmer™ / 3M ESPE), one nano-filled composite resin (Filtek Supreme™ / 3M ESPE) and one nano-hybrid composite resin (Grandio® / Voco). The roughness was measured with a 3-D scanning instrument (TalyScan 150 / Taylor Hobson) and the quantitative evaluation of *S. mutans* in initial biofilm was performed *in vivo* through dental biofilm extraction (developed over discs fixed on custom-fitted trays wore by one volunteer for a 24 hours period). A total of eight discs of each material in each superficial treatment group were made for the microbiological assay and in the same way five discs were made for each situation for the roughness measurement. Results: 3-D surface analyses: the surface treatment and the type of material significantly affected the Ra and the Rz values ($P<0.05$). Considering material, polisher application and the combination of both factors, the more critical was the chemical polisher application. Microbiological assay: the kind of superficial treatment affected significantly the specific growing of *Streptococcus mutans* in initial dental biofilm formed over the specimens. Among the materials the conventional glass ionomer cement presented the lowest levels ($P<0.05$). Restorative material and finishing method presented significant influence on mutans presence in initial dental biofilm.

Keywords: Biofilm. *Streptococcus mutans*. Surface roughness (Dentistry).

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Lista de materiais utilizados para os experimentos.....	129
Quadro 2 -	Organização em subgrupos estatisticamente semelhantes....	176
Quadro 3 -	Organização em subgrupos estatisticamente semelhantes... (Rz)	181
Quadro 4 -	Fatores e Ensaios - Planejamento 2x2.....	224
Quadro 5 -	Grupos homogêneos de acordo com similaridade.....	231
Quadro 6 -	Aplicação de um procedimento de múltipla comparação de forma a determinar que médias são significativamente diferentes das outras.....	231
Quadro 7 -	Teste de Kruskal-Wallis.....	233
Quadro 8 -	Aplicação de um procedimento de múltipla comparação de forma a determinar que médias são significativamente diferentes das outras.....	239
Quadro 9 -	Teste de Kruskal-Wallis testa a hipótese nula de que a mediana dentro de cada uma das colunas é a mesma.....	241

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Cimento de ionômero de vidro convencional Ionofil Plus® / VOCO	134
Figura 2 -	Ionômero de vidro modificado por resina Vitremer™ / 3M ESPE	134
Figura 3 -	Resinas compósitas Filtek Supreme™ / 3M ESPE e Grandio® / VOCO	135
Figura 4 -	Polidor resinoso Biscover™ / Bisco	135
Figura 5 -	Matriz de teflon desmontada, com todos componentes	136
Figura 6 -	Vista lateral das metades da matriz com orifícios para parafusos	137
Figura 7 -	Matriz com parafusos e encaixe de compressão separado	137
Figura 8 -	Matriz totalmente montada	138
Figura 9 -	Exemplos de matrizes acrílicas para leitura em rugosímetro, dos grupos Filtek Supreme™ / 3M ESPE e Grandio® / VOCO e previamente à inserção dos materiais restauradores	139
Figura 10-	Frascos (armazenamento de corpos de prova - teste microbiológico).	143
Figura 11-	Frasco aberto mostrando gaze presa à tampa (umidificador)	143
Figura 12-	Caixas de aço inox com gaze fixada na tampa para manter meio úmido	144
Figura 13-	Rugosímetro 3-D acoplado a computador do Laboratório de Adesão e Aderência (LAA - IPRJ)	148
Figura 14-	Foto do rugosímetro 3-D TallyScan, evidenciando área da leitura	148
Figura 15-	Rugosímetro 3-D TallyScan	149
Figura 16-	Matrizes de acetato para uso intra-oral com corpos de prova presos com cera adesiva	151
Figura 17-	Corpos de prova fixados por cera à matriz (3 por hemi-arco)	152
Figura 18-	Colocação de água destilada em tubo de ensaio com um corpo de prova para posterior agitação para remoção do biofilme	154
Figura 19-	Vórtex agitador de tubos	155
Figura 20-	Dois tubos, contendo um corpo de prova cada são agitados	155
Figura 21-	Tubos após agitação	156
Figura 22-	Câmara de fluxo laminar onde foram realizadas as diluições	156
Figura 23-	Diluição em placa de 24 poços com micro- pipeta	157

Figura 24-	Plaqueamento em meio de cultura seletivo para <i>Streptococcus mutans</i>	157
Figura 25-	Meios semeados: lactobacilos (não utilizado), mutans e meio rico	158
Figura 26-	Placas mantidas em capnofilia	158
Figura 27-	Crescimento de unidades formadoras de colônia em meio seletivo para estreptococos do grupo mutans	159
Figura 28-	Imagem de corte da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 2	162
Figura 29-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 2	162
Figura 30-	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 2	162
Figura 31-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	163
Figura 32-	Vista superior da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	163
Figura 33-	Perfil de Ra da superfície avaliada obtido do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	163
Figura 34-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	164
Figura 35-	Vista superior da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	164
Figura 36-	Perfil de Ra da superfície avaliada obtido do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	164
Figura 37-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida	165

do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 2

Figura 38-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 2	165
Figura 39-	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 2	165
Figura 40-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	166
Figura 41-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	166
Figura 42-	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	166
Figura 43-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	167
Figura 44-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	167
Figura 45-	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	167
Figura 46-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	168
Figura 47-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	168
Figura 48-	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	168
Figura 49-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova	169

Figura 50-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	169
Figura 51-	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	169
Figura 52-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	170
Figura 53-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	170
Figura 54-	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	170
Figura 55-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	171
Figura 56-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	171
Figura 57-	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	171
Figura 58-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	172
Figura 59-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	172
Figura 60	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	172
Figura 61-	Imagem de corte da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (Biscover após controle positivo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	173
Figura 62-	Vista superior da superfície obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (Biscover após controle positivo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	173
Figura 63-	Perfil de Ra obtido do rugosímetro 3-D - grupo 3 (Biscover após controle positivo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	173
Figura 64-	Imagem do rugosímetro 3-D obtida por (vista	198

superior) da superfície do grupo 1 (controle negativo) do cimento de ionômero de vidro Ionofil / Voco. Observar as trincas típicas de ressecamento durante o processamento (corpo de prova 1)

Figura 65-	Imagem de perfil de superfície de rugosidade superficial	200
Figura 66-	Descrição do parâmetro Rz	201

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico - 1	Médias de Ra expressas em μm dos três grupos (tipos de acabamento superficial) nos quatro materiais testados	160
Gráfico - 2	Médias de Rz expressas em μm dos três grupos (tipos de acabamento superficial) nos quatro materiais testados	161
Gráfico - 3	Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 2	162
Gráfico - 4	Distribuição dos registros de rugosidade da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	163
Gráfico - 5	Distribuição dos registros de rugosidade da superfície avaliada obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (Biscover™ após controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	164
Gráfico - 6	Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 2	165
Gráfico - 7	Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	166
Gráfico - 8	Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (Biscover após controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, corpo de prova 1	167
Gráfico - 9	Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	168
Gráfico -10	Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	169
Gráfico -11	Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Grandio® / VOCO, corpo de prova 1	170
Gráfico -12	Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	171
Gráfico -13	Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo)	172

Gráfico -14	1do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1 Distribuição dos registros de rugosidade obtida do rugosímetro 3-D- grupo 3 (Biscover após controle positivo) do material Ionofil® / VOCO, corpo de prova 1	173
Gráfico -15	Intervalos de Confiança 95% t-Student para Ra	175
Gráfico -16	Intervalos de Confiança 95% t-Student para Rz	178
Gráfico -17	Tendência observada a partir do efeito principal de interação	182
Gráfico -18	Tendência observada a partir do efeito de interação	182
Gráfico -19	Superfície de Resposta 3D - Ra	183
Gráfico -20	Superfície de Resposta 3D - Rz	183
Gráfico -21	Crescimento de estreptococos do grupo mutans no biofilme formado sobre os materiais restauradores submetidos aos diferentes tratamentos superficiais (valores percentuais)	185
Gráfico -22	Representação do grau de afiação dos picos	220
Gráfico -23	Representa análise de assimetria	220
Gráfico -24	Plot de dispersão por amostra	234
Gráfico -25	Plot de médias	234
Gráfico -26	Plot Box-and-Whisker	235
Gráfico -27	Plot de análise de médias (ANOM)	235
Gráfico -28	Plot de dispersão por amostra, análise estudo Rz	242
Gráfico -29	Plot das médias	242
Gráfico -30	Plot Box e Whisker	243
Gráfico -31	Plot de análise de médias	243
Gráfico -32	Mapa Pareto padronizado para Ra	246
Gráfico -33	Plot de efeitos principais para Ra	247
Gráfico -34	Plot de probabilidade normal para Ra	247
Gráfico -35	Resposta de superfície estimada	248
Gráfico -36	Contornos da resposta de superfície estimada	248
Gráfico -37	Mapa Pareto padronizado para Rz	251
Gráfico -38	Plot de efeitos principais para Rz	252
Gráfico -39	Plot de probabilidade normal para Rz	252
Gráfico -40	Resposta de superfície estimada	253
Gráfico -41	Contornos da resposta de superfície estimada	253
Gráfico -42	Percentuais de aderência de estreptococos do grupo mutans em biofilme formado sobre corpos de prova do material Vitremer™ / 3M ESPE, submetidos aos três diferentes tratamentos superficiais	254
Gráfico -43	Percentuais de aderência de estreptococos do grupo mutans em biofilme formado sobre corpos de prova do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE, submetidos aos três diferentes tratamentos superficiais	258
Gráfico -44	Percentuais de aderência de estreptococos do grupo mutans em biofilme formado sobre corpos	262

	de prova do material Grandio® / VOCO, submetidos aos três diferentes tratamentos superficiais	
Gráfico -45	Percentuais de aderência de estreptococos do grupo mutans em biofilme formado sobre corpos de prova do material Ionofil® / VOCO, submetidos aos três diferentes tratamentos superficiais	266

LISTA DE TABELAS

Tabela - 1	Valores típicos de Ra verificados a partir da rugosimetria tridimensional	175
Tabela - 2	Média de Ra	176
Tabela - 3	Valores médios de Rz nos grupos analisados	178
Tabela - 4	Média de Rz	179
Tabela - 5	Efeitos principais para Ra e Rz	181
Tabela - 6	Valores de médias e desvio padrão dos grupos de tratamento superficial testados nos materiais testados expressos nos valores percentuais	185
Tabelas - 7 e 8	Resumo de estatística de Ra, demonstrando as estatísticas para cada uma das oito colunas de dados, considerando média, variância e desvio padrão e considerando o grau de assimetria da distribuição dos dados (Skewness) e de picos (Kurtosis)	228
Tabela - 9	Decomposição da variância dos dados em dois componentes: entre grupos e dentro dos grupos	229
Tabela -10	Tabela mostra a média para cada coluna de dados. Também mostra o erro padrão de cada média, o qual é uma medida de sua variabilidade. O erro padrão é formado através da divisão o desvio padrão a cada nível pela raiz quadrada do número de observações cada nível	230
Tabela -11	As quatro estatísticas listadas nesta tabela testam a hipótese nula de o desvio padrão dentro de cada uma das oito colunas ser o mesmo	233
Tabela -12	Resumo de estatística de Rz, demonstrando as estatísticas para cada uma das oito colunas de dados, considerando média, variância e desvio padrão	236
Tabela -13	Resumo de estatística de Ra, demonstrando as estatísticas para cada uma das oito colunas de dados, considerando o grau de assimetria da distribuição dos dados (Skewness) e de picos (Kurtosis)	237
Tabela -14	Decomposição da variância dos dados em dois componentes: entre grupos e dentro dos grupos	238
Tabela -15	Esta tabela mostra a média para cada coluna de dados. Também mostra o erro padrão de cada média, o qual é uma medida de sua variabilidade	238
Tabela -16	As quatro estatísticas listadas nesta tabela testam a hipótese nula de o desvio padrão dentro de cada uma das oito colunas ser o	241

	mesmo	
Tabela -17	Demonstra cada um dos efeitos e interações estimados, o erro padrão de cada um dos efeitos	244
Tabela -18	ANOVA divide a variabilidade de Ra em porções separadas para cada um dos efeitos	245
Tabela -19	Demonstra cada um dos efeitos e interações estimados, o erro padrão de cada um dos efeitos	249
Tabela -20	ANOVA divide a variabilidade de Rz em porções separadas para cada um dos efeitos. Testa, desta forma, a significância estatística e cada efeito através da comparação a média quadrada contra uma estimativa de erro experimental	250
Tabela -21	Comparação do crescimento percentual de estreptococos do grupo mutans por tipos de tratamento superficial - controle negativo - Teste de Tukey	270
Tabela -22	Comparação do crescimento percentual de estreptococos do grupo mutans por tipos de tratamento superficial - controle positivo - Teste de Tukey	271
Tabela -23	Comparação do crescimento percentual de estreptococos do grupo mutans por tipos de tratamento superficial - aplicação de Biscover™ - Teste de Tukey	272

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATCC	American Type Culture Collection - cultura microbiana padrão
ATP	Adenosina trifosfato
BHI	Infusão cérebro coração
BIS-GMA	Bisfenol-A Glicidil Metacrilato
Cermet	Cimento de ionômero de vidro com reforço metálico
CIV	Cimento de ionômero de vidro
CLSM	Microscopia confocal de varredura a laser
cm	Centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono
CSP	Peptídeo estimulador de competência
EGM	Estreptococos do grupo mutans
EOP	Energy optimization for polymerization - energia necessária à polimerização
EUA	Estados Unidos da América
g	Gramma
GTF	Glicosiltransferase
HEMA	Hidroxietilmetacrilato
IgA	Imunoglobulina A
Kgf	Kilograma força
kHz	Kilohertz
L	Litro
MDPB	12-metacrilóiloxidecilpiridínio brometo
MEV	Microscópio eletrônico de varredura

mg	Miligrama
MHN	Mohs hardness number - dureza Mohs
mJ/cm ²	milijaules por centímetro quadrado
mW/ cm ²	miliwatts por centímetro quadrado
mL	Mililitro
mm	Milímetro
μm	micrometros
mol/L	Molar por litro
mmol/l	Milimolar por litro
mm/s	milímetro por segundo
mN	milinewtons
MPa	Mega Pascal
N	Newtons
NABIR	Natural and Accelerated Bioremediation Program
NaCl	cloreto de sódio
PEP	Fosfo enol piruvato
pH	Potencial de hidrogênio
p.p.m.	Parte por milhão
p.p.m.F	Parte por milhão de flúor
PPR	Prótese parcial removível
PTS	Fosfotransferase
Ra	Medida de rugosidade - total
Rku	Medida de rugosidade - grau de acicularidade da superfície
Rms	Medida de rugosidade - valores de raiz quadrada médios
R _{pm}	Medida de rugosidade - média de cinco profundidades

Rsk	Medida de rugosidade - medida de perfil a partir da linha média
RV	Medida de rugosidade - maior distância pico-vale
Rz	Medida de rugosidade - média das alturas
Sm	Medida de rugosidade - parâmetro de espaçamento
<i>S. mutans</i>	<i>Streptococcus mutans</i>
TCB	Produto da reação (ácido butano-tetracarboxílico e HEMA)
TEGDMA	Trietilenoglicol dimetacrilato
TISAB	Tampão para ajuste total iônico
UFC	Unidades formadoras de colônias
W	Watts
3-D	Tridimensional

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentual
™	Trade mark
®	Marca registrada
°C	Graus Celsius
°	Graus

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	27
1	REVISÃO DA LITERATURA	29
1.1	Biofilme: o conceito moderno	29
1.2	Flúor e outros elementos liberados por materiais restauradores	55
1.3	Características superficiais dos materiais restauradores, acabamento e polimento	76
1.4	Materiais e formas de tratamento superficial: efeitos sobre o biofilme dental	108
2	PROPOSIÇÕES	128
3	MATERIAL E MÉTODOS	129
3.1	Material	129
3.2	Métodos	133
3.2.1	<u>Experimento I: avaliação da rugosidade superficial com rugosímetro 3-D</u>	146
3.2.1.1	Corpos de prova	146
3.2.1.2	Medição da rugosidade em rugosímetro 3-D	147
3.2.1.3	Análise Estatística	147
3.2.2	<u>Experimento II: Avaliação da formação de biofilme e do crescimento de cepas de <i>streptococcus mutans</i> sobre os corpos de prova</u>	150
3.2.2.1	Confecção dos corpos de prova	150
3.2.2.2	Seleção dos participantes	150
3.2.2.3	Formação do biofilme	152
3.2.2.4	Ensaio	153
3.2.2.5	Análise estatística	154
4	RESULTADOS	160
4.1	Experimento I: avaliação da rugosidade superficial com rugosímetro 3-D	160
4.1.1	<u>Imagens obtidas através do rugosímetro 3-D TalyScan</u>	161
4.1.2	<u>Análise estatística dos parâmetros Ra e Rz.</u>	174
4.1.2.1	Parte 1 – Comparação entre os grupos	174
4.1.2.2	Análise de Ra	175
4.1.2.3	Análise de Rz	178
4.1.2.4	Parte 2 – Planejamento de Experimentos	180
4.2	Experimento II: Avaliação da formação de biofilme e do crescimento de cepas de <i>streptococcus mutans</i> sobre os corpos de prova	184
4.2.1	<u>Análise estatística dos resultados</u>	186
5	DISCUSSÃO	188
6	CONCLUSÕES	208
	REFERÊNCIAS	210
	APÊNDICE A - Metodologia estatística aplicada à análise de rugosidade	219

APÊNDICE B - Resumo da estatística de Ra	228
APÊNDICE C - Resumo da estatística de Rz	236
APÊNDICE D - Análise de Experimento: Ra	244
APÊNDICE E - Análise de Experimento: Rz	249
APÊNDICE F - Comparação das médias obtidas na análise microbiológica por material	254
APÊNDICE G - Comparação das médias obtidas na análise microbiológica por tipo de tratamento superficial	270
APÊNDICE H - Termo de consentimento de uso voluntário da placa intra-oral	273
ANEXO - Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da UERJ	274

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos materiais e técnicas na Dentística Restauradora ocorre constantemente em cada uma das etapas que compõem um procedimento restaurador clínico e cada uma é decisiva para o sucesso ou fracasso do tratamento implementado. Entre estas temos o acabamento e a manutenção da restauração. O correto procedimento restaurador não obterá êxito se houver recorrência do problema ou da doença. No caso do tratamento da doença cárie, todos os esforços devem ser direcionados para evitar ou dificultar a formação do biofilme específico desta, conhecido como placa dental (BENDERLI et al., 1997; CARLÉN et al., 2001; AUSCHILL et al., 2002; ROLAND et al., 2006).

Nos dias de hoje se entende o biofilme dental como uma forma altamente organizada de colonização que aumenta as chances de sobrevivência dos microorganismos, se comparadas àquelas observadas quando estes se encontram isolados (SOCRANSKY, 2002; SCHACHTER, 2003). Assim, a ciência da microbiologia estuda os biofilmes prioritariamente, entendendo que pesquisas envolvendo os microorganismos isoladamente dificilmente representariam uma simulação fiel do que ocorre *in vivo*, por exemplo, na cavidade oral (SCHWARZ, 1987; SATOU et al., 1991; BERNIMOULIN, 2003).

Diversos fatores competem contribuindo ou dificultando a instalação e o desenvolvimento da placa dental. Um dos que o profissional tem maior controle é o tratamento superficial da restauração, através do acabamento e do polimento realizados, da consegüente obtenção de lisura superficial e sua

manutenção a longo prazo (CHUNG, 1994; KAPLAN et al., 1996; HEINTZE; FORJANIC; ROUSSON, 2005).

O grau de lisura superficial se apresenta como um dos fatores mais importantes para a instalação do biofilme. Outros fatores atuam paralelamente, como por exemplo a liberação de elementos antimicrobianos pelo material restaurador.

Alguns materiais apresentam maior dificuldade de obtenção de superfícies mais lisas, porém, em contrapartida, tem potencial anticariogênico em função da liberação de componentes, mais comumente o flúor (BASEREN, 2004; BARBOSA et al., 2005; BAGHERI; BURROW; TYAS, 2007). Aparentemente, no entanto, os materiais que apresentam os melhores efeitos nesse sentido também apresentam potencial de acabamento e polimento menos desenvolvidos (GEIGER; RAVCHANUKAYEV; LEBERMAN, 1999).

Diferentes métodos de acabamento e polimento também apresentam variações entre os resultados obtidos. Recentemente foi introduzido o uso de materiais capazes de selar os defeitos superficiais decorrentes dos procedimentos restauradores e de acabamento e polimento; os selantes de superfície (KAWAI; LEINFELDER, 1993; LOWE, 2004). Esta seria uma excelente opção em áreas de difícil acesso para manobras mecânicas de acabamento e polimento, assim como na manutenção e controle periódico.

Assim, fundamentando-se na literatura científica, este trabalho visa avaliar a capacidade de se obter superfícies lisas e polidas através do uso do polidor resinoso, e avaliar qualitativamente o biofilme formado *in situ* sobre corpos de prova colocados na cavidade oral por 24 horas (crescimento de *S. mutans*).

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Biofilme: o conceito moderno

A ciência da microbiologia já há algum tempo vem dando ênfase ao estudo dos biofilmes. Essa comunidade altamente organizada provê inúmeras vantagens para seus componentes, que muitas vezes, de forma isolada teriam poucas chances de sobrevivência. O estudo de efeitos antimicrobianos de materiais realizados *in vitro* e que desconsideram os biofilmes e as condições ambientais geram distorções importantes.

Segundo Schwarz (1987) as múltiplas características e funções da saliva, (tais como: capacidade de formação de filme, capacidade de controle microbiano, proteção contra desgaste, capacidade tampão e controle do balanço de água), levam a se entender a saliva como um estrutura complexa, tendo uma estrutura interna e um comportamento similar a um gel delicado. Seria, por isso, um material de essencial presença em estudos que objetivassem correlações com situações clínicas reais.

Em um estudo avaliando a adesão bacteriana aos diversos tecidos orais, Gibbons (1989), refere a impressionante diversidade de variáveis que interferem nesta.

As adesinas presentes nas superfícies bacterianas se unem de forma estereoquimicamente específica a moléculas complementares ou receptores nas superfícies orais. Em sua maioria, as adesinas são lecitinas que se unem aos receptores sacarídeos, porém podem existir outras espécies que se unem aos receptores de natureza protéica.

A comunidade presente no biofilme se beneficia de diversas vantagens: proteção contra agentes agressores, reserva de substrato, interações entre diferentes micro-organismos, entre outras.

Schroeder, Michalek e Macrina (1989) estudaram a fructosiltransferase, enzima responsável pela produção do polímero extracelular frutose, muito importante para o sucesso da colonização por *S. mutans*, com a função de ser um elemento extracelular de reserva.

Ao testar cepas modificadas geneticamente de forma a apresentar problemas nesta enzima e compará-las a cepas selvagens em um sistema de modelo animal (utilizando ratos), os autores comprovaram a maior virulência das que produziam frutanas normalmente.

Olsson, Carlén e Holmberg (1990) avaliaram a hipótese de utilizar elementos derivados do óxido polialquileno no intuito de inibir a aderência *in vitro* de *S. mutans*. Ao tratar as superfícies com solução tampão ou saliva foi observado que os componentes da saliva eram capazes de reverter, numa questão de horas, os efeitos da hidrofilição.

Munro, Michalek e Macrina (1991) realizaram estudo com modelos de ratos gnotobióticos preparados para formação de lesões de cárie, em que células de *S. mutans* foram modificadas geneticamente de forma a alterar o metabolismo de produção de exopolissacarídeos (três glucosiltransferases (*gtfB*, *gtfC* e *gtfD*) e um gene simples de enzimas de fructosiltransferase (*ftf*)).

A modificação reduziu drasticamente o efeito cariogênico nos modelos à exceção do *gtfD*.

Satou et al. (1991) em um trabalho *in vitro* e sem o uso de saliva, avaliaram a aderência de cepas de *S. sanguis*, *S. mutans* e *S. mutans* Ingbritt

sobre três tipos de material restaurador: quatro marcas de compósito resinoso, duas de amálgama e uma liga a base de ouro, prata e paládio.

Os autores relacionaram hidrofobicidade (ângulo de contato) e carga superficial (potencial zeta) com materiais e microorganismos presentes no estudo.

Foi observado que os *S. sanguis* apresentaram correlação com a hidrofobicidade dos materiais. Em contraste, os *S. mutans* apresentaram correlação direta com o potencial zeta destes materiais, sugerindo que interações eletrostáticas cumprem um papel importante na adesão destes microorganismos.

Murray et al. (1992) destacam que um dos fatores que mais influenciam a aderência de estreptococos às estruturas orais é a disponibilidade de receptores salivares para estes microorganismos. Esses receptores podem influenciar a adesão de diversas maneiras e induzir à agregação bacteriana. A saliva pode promover a adesão das bactérias aos tecidos orais e/ou outras bactérias, mas também pode facilitar a remoção destas através do fluxo salivar ou da deglutição. Adsorvidos aos tecidos orais os receptores salivares agem mais comumente como promotores de adesão. Por exemplo: a aderência de estreptococos, particularmente *S. sanguis* e *S. mitis*, aos componentes salivares que recobrem as estruturas dentais, é reconhecida como uma das primeiras etapas da formação da placa bacteriana dental.

A adesão bacteriana é freqüentemente resultado de interações específicas entre as porções carboidrato das glicoproteínas e os complexos protéicos do receptor denominados adesinas.

Neste trabalho, a saliva de glândulas salivares submandibulares e sublinguais foi coletada da secreção ductal, separada por eletroforese com gel de dodecil sódio sulfato-poliacríamida e transferida para membranas de nitrocelulose. A partir daí bactérias rotuladas foram semeadas e os componentes salivares aos quais as bactérias se uniram foram detectados por auto-radiografia.

A remoção de mucina com ácido siálico preveniu a aderência de *S. sanguis*, por exemplo. Os resultados obtidos sugerem que alguns estreptococos podem se ligar especificamente a certas glicoproteínas salivares.

Em outro estudo Schilling e Bowen (1992) enfatizam a importância das interações mediadas por glucanas para que se dê a aderência da *S. mutans* à estrutura dental. A presença de glicosiltransferase enzimaticamente ativa na película adquirida sugere que as glucanas podem, inclusive, promover a adesão inicial destes.

Outros aspectos importantes ressaltados são: o caráter de reservatório de polissacarídeos e a defesa contra forças de remoção durante o amadurecimento do biofilme.

Wexler et al. (1992) estudaram outra enzima, a fructanase, utilizando metodologia semelhante e não encontraram diferença significativa entre o grupo controle (selvagem) e o grupo com a enzima defeituosa, quando na presença de uma dieta rica em sacarose.

Isto demonstra o quanto ainda é preciso entender no metabolismo celular e na formação do biofilme dental.

Steinberg, Kopec e Bowen (1993) realizaram estudo *in vitro*, avaliando as diferenças na adesão de *Actinomyces viscosus* em humanos e ratos, através da influência da enzima glicosiltransferase.

Observou-se que os isolados a partir de saliva de parótida de humanos não foram agregados por dextrano ou mutano, ao contrário do que ocorre em roedores. O trabalho destaca a importância dos glucanos *in situ* na adesão bacteriana à película adquirida pela promoção de aderência seletiva de bactérias ou pelo mascaramento de sítios de ligação.

Van Houte (1994) desenvolveu uma rebuscada revisão de literatura a respeito do papel dos microorganismos na etiologia da cárie dental, descrevendo este processo como sendo um relacionamento dinâmico entre os microorganismos da placa dental, a dieta rica em carboidratos, a saliva e os potenciais cariogênico e de baixar o pH da placa, se caracterizando como doença infecto-contagiosa. Microorganismos como os estreptococos do grupo mutans e os lactobacilos apresentam uma bem definida relação com o processo de redução do pH, sendo considerados acidúricos e acidófilos, devendo se considerar a análise quantitativa destes na placa como um importante exame de diagnóstico e prognóstico desta doença.

A saliva também teria papel importante na regulação do mecanismo de colonização bacteriana e seu efeito cariogênico. A proposição da época, segundo o autor, é que as cáries ocorreriam preferencialmente em locais da arcada caracteristicamente sujeitos a uma maior exposição aos carboidratos e menor acesso à saliva.

O autor caracteriza os estreptococos do grupo mutans como os agentes comprovadamente relacionados ao processo de formação de lesões de cárie.

Para isto menciona o fato de que sua proporção na placa é menor tanto em áreas sem lesão de cárie em indivíduos “cárie-positivos”, como em indivíduos sem experiência de cárie. Além disto relembra o fato de que em regiões onde a agressividade da doença é maior, como nas características “cáries de mamadeira” ou rampantes, a placa é constituída quase exclusivamente por estes microorganismos.

Scannapieco, Torres e Levine (1995) realizaram estudo onde foi avaliada a hipótese da amilase imobilizada sobre uma superfície (no caso hidroxiapatita) poder servir como receptor de adesão para *S. gordonii*.

O método utilizado foi o mais freqüentemente observado neste tipo de teste *in vitro*: a adesão bacteriana através do modelo da hidroxiapatita coberta por saliva. Estudos anteriores usando tal modelo identificaram diversos componentes salivares como receptores para adesão estreptocócica à hidroxiapatita tais como: proteínas ricas em prolina, IgA secretória, lisozima, aglutinina parotídea e, neste trabalho, a amilase.

Carlén, Olsson e Börjensson (1996) fizeram uma correlação entre etapas *in vitro* e *in vivo* de forma a analisar a influência da saliva no fenômeno de adesão e agregação bacteriana, mais especificamente de *S. mutans*. A importância das aglutininas, glicoproteínas de alto peso molecular, para a agregação bacteriana foi avaliada. A saliva da parótida de 41 voluntários foi utilizada para este fim. Os autores concluíram que a saliva teria maior influência nos mecanismos de limpeza mecânica do que na promoção da agregação de *S. mutans*.

Glantz, Baier e Christersson, (1996) realizaram estudo de revisão de literatura a respeito da dificuldade de se criar modelos de biofilme *in vitro* com

as mesmas características daquele que ocorre na cavidade oral. Os autores consideram que as soluções salinas aquosas utilizadas atualmente apresentam sérias restrições no que concerne a abordar as múltiplas variáveis apresentadas *in vivo* pela saliva, por exemplo.

A saliva pode ser entendida como um produto secretório bioquimicamente complexo, e um fluido corporal não-newtoniano de baixa viscosidade, com grande suscetibilidade a variações de indivíduo para indivíduo. É uma secreção tão intensamente estruturada que é entendida por alguns mais como um tecido que como um fluido. A mensuração exata de suas propriedades reológicas é muito difícil devido a diversos fatores como sua secreção em volumes limitados, sua instabilidade bioquímica e a presença de múltiplas partículas grandes como microrganismos e células epiteliais.

Segundo Costerton et al. (1999) no biofilme as espécies pioneiras favorecem a colonização por bactérias mais exigentes, o oxigênio é consumido por aeróbios e facultativos, e se dá a substituição deste por CO₂ e outros gases produzidos por bactérias. O potencial de oxidação é reduzido levando ao crescimento de anaeróbios estritos. O aumento da diversidade, finalmente leva a uma fase de desprendimento ativo das bactérias individualmente ou formando pequenos grumos de biofilme destacado.

Hannig, (1999) realizou estudo *in vivo* descrevendo o padrão ultra-estrutural da formação inicial da placa bacteriana sobre vários materiais dentários. Corpos de prova de amálgama, de ligas para fundição, de titânio, de cerâmica, de cimento vidro de ionômero de vidro, de resinas compostas, de resinas sem carga, e de esmalte bovino foram unidos às superfícies

vestibulares e linguais de primeiros molares superiores através de placas individuais para três voluntários. Os espécimes foram expostos ao ambiente oral por um período de 24 horas e processados subseqüentemente para a avaliação em microscopia eletrônica de transmissão. Somente variações pouco pronunciadas puderam ser detectadas na aparência ultra-estrutural da placa sobre as superfícies dos materiais diferentes. Entretanto, as observações da microscopia eletrônica revelaram diferenças na formação do biofilme na vestibular e na lingual. Enquanto a colonização bacteriana dos espécimes na posição lingual remanesceu limitada à adesão de micro-organismos individuais na área das irregularidades de superfície, uma formação multi-camadas dos micro-organismos foi observada em todos os espécimes situados na vestibular. Conclui-se que a formação da placa em superfícies sólidas é influenciada predominantemente pelo ambiente oral mais que por parâmetros material-dependentes. Estes achados podem ser atribuídos à presença da película, que mascara aparentemente toda a diferença entre materiais, no que diz respeito às propriedades e à bio-compatibilidade de superfície.

Irregularidades superficiais com dimensões somente de alguns micrômetros eram os pontos ideais para começar a colonização bacteriana em todos os espécimes lingualmente situados. Estas irregularidades de superfície oferecem resistência elevada às forças de cisalhamento e favorecem assim à aderência bacteriana às superfícies contínuas às regiões sujeitas ao movimento líquido pronunciado e à ação mecânico-abrasiva. As bactérias, uma vez que unidas, podem sobreviver nestas irregularidades de superfície. Entretanto, em áreas de superfícies lisas dos espécimes expostos lingualmente as bactérias aderidas não puderam resistir às forças cisalhantes produzidas

pelo movimento da língua. Assim, somente alguns cocos isolados podiam ser detectados em regiões lisas.

Milleding et al. (2001), buscaram avaliar os efeitos da corrosão sobre dois tipos de cerâmica dental: baseada em óxido ou com fase vítrea. Os corpos de prova foram sujeitos à deposição de proteínas da saliva ou do plasma que depois foram removidas e analisadas por eletroforese em gel de poliacrilamida e “immunoblotting” usando anticorpos para proteínas do plasma e da saliva.

As proteínas do plasma apresentaram aumento na adesão porém este não se relacionou com as diferenças em rugosidade superficial (de ordem nanométrica) obtida após a corrosão induzida.

Rozen et al. (2001), entendem que biofilme da placa bacteriana desempenha um papel muito importante na progressão das doenças dentais. Os polissacarídeos são de grande importância na ecologia do biofilme dental e, desta forma foi estudado o efeito das frutanas, glucanas e da mistura de ambas sobre a adesão de *S. sobrinus*, *mutans*, *gordonii* e *Actinomyces viscosus* colonizando corpos de hidroxiapatita cobertos com saliva humana.

Para o estudo da adesão bacteriana a corpos de hidroxiapatita cobertos com frutana e/ou glucana foram utilizadas cepas bacterianas pré-rotuladas radioativamente. No grupo controle foram usadas amostras bacterianas radioativas ($3,25-3,3 \times 10^9$ células) preparadas que foram aplicadas sobre os corpos de hidroxiapatita sem cobertura de polissacarídeo. Nos grupos testados as amostras foram expostas a frutana ($1,45 \mu\text{mol}$), frutana e glucana ($1,32 \mu\text{mol}$) e glucana ($1,25 \mu\text{mol}$) por 120' a 37°C . No final do período de incubação os corpos foram lavados 4 vezes com KCl tamponado para remoção de bactérias

não adsorvidas e depois lavadas com 4ml de etanol dentro de recipientes contendo fluido cintilante.

Como resultados demonstraram que a adesão de *A. viscosus* é frutana dependente, a adesão de *S. sobrinus* e *S. mutans* é mediada por glucanas e que a adesão *S. gordonii* é mediada pela combinação de ambas.

Tanner, Vallittu e Söderling (2001) estudaram o efeito da armazenagem de compósitos em água sobre a adesão de *Streptococcus mutans* (sua habilidade se manter aderido e de multiplicar).

Segundo os autores, os biofilmes são considerados os primeiros mecanismos de sobrevivência na natureza.

Ainda segundo estes, a adesão bacteriana inicial é controlada por diversos fatores físico-químicos, como forças de van-der-Waals e eletrostáticas. A energia livre de superfície e hidrofobicidade também cumprem um importante papel no processo. Além disto a adesão inicial de *S. mutans* seria predominantemente definida por forças eletrostáticas.

As proteínas salivares mediarão a adesão na presença de película adquirida. Segue-se a aderência inicial de bactérias, a colonização e formação de um biofilme. Na presença de sacarose *S. mutans* usariam glicosiltransferases e polissacarídeos extracelulares como mediadores da formação de biofilme.

A co-adesão de bactérias proveria mais sítios de adesão uma à outra, aumentando a resistência do biofilme, o que também protegeria as bactérias de se destacarem.

Para a realização do experimento, os espécimes foram armazenados em água por 14 e 30 dias ou deixados em ambiente seco. O ângulo de contato

da água com os materiais (um compósito reforçado por fibra e um polímero para base de dentadura) foi determinado antes e depois da armazenagem em água. Os espécimes teste foram incubados em suspensão com *Streptococcus mutans* permitindo a ocorrência de adesão inicial, com e sem saliva da parótida (ou película serosa). A adesão bacteriana e a sua multiplicação foram avaliadas por microscopia eletrônica de varredura.

Nove espécimes teste foram preparados a partir de fibras de fibra de vidro-E de reforço unidirecional pré-impregnadas por polímero, embebidas em resina auto-polimerizável para base de dentadura.

Os espécimes teste foram lixados e polidos em ambiente úmido (granulação n^{os} 800 e 2400) e posteriormente esterelizados em óxido de etileno. O grupo controle era constituído por espécimes secos deixados em dessecador por 30 dias. A armazenagem em água foi realizada em água destilada a 37°C por 14 e 30 dias. Os espécimes armazenados em água foram transferidos para soluções pré-cobertura imediatamente depois da remoção da água.

Um espécime teste de cada grupo de armazenagem em água foi coberto com saliva (saliva fresca de parótida humana estimulada, 1:1 em salina-fosfato tamponada), um outro com soro humano e ainda outro foi deixado sem cobertura.

Imediatamente após a pré-cobertura os espécimes foram submetidos aos testes de aderência. Foram usados *S. mutans* (NCTC 10449) em suspensão a uma concentração $A_{660} \sim 0.5$, correspondendo aproximadamente a 7×10^8 unidades formadoras de colônia.

A suspensão foi submetida a ultra-som para romper cadeias longas de *S. mutans*. Os espécimes foram incubados em suspensão bacteriana na temperatura ambiente por 30 minutos. Após isto os espécimes foram gentilmente enxaguados e preparados para microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados foram verificados repetindo os procedimentos 3 vezes.

Para o experimento de crescimento os espécimes controle e armazenados em água por 14 dias foram usados com e sem pré-cobertura de saliva da parótida. Depois do crescimento inicial as células foram lavadas em PBS e transferidas para um meio de infusão de cérebro coração (BHI) suplementado com 5% de sacarose. Estes foram incubados por 7h a 37°C.

Na microscopia eletrônica todos os espécimes foram fixados com glutaraldeído a 0,25% e secos com séries crescentes de concentração de etanol. Após isto, eles foram cobertos com uma camada de carbono. Cinco micrografias (MEV, X2000) da área rica em fibras e da matriz polimérica foram obtidas de cada espécime. Para o experimento de adesão bacteriana inicial as bactérias aderidas foram contadas por mm². A mensuração dos ângulos de contato foi realizada em seis espécimes (10 X 8 X 2mm) que foram feitos dos dois materiais, lixados e polidos (granulação 800 e 2400). Metade foi mantida em água por 14 dias. A outra metade foi deixada em dessecador. As medidas de ângulo de contato foram realizadas com um medidor de ângulo de contato (CAM200, KSV Instruments, Ltda).

Os ângulos de contato para ambos os materiais foram reduzidos significativamente após a armazenagem em água (aumentando a energia de superfície). Nos estudos sem película superficial houve um aumento na adesão

bacteriana para os materiais (vidro e polímero). Nos estudos com película superficial a cobertura com saliva resultou em maior adesão sobre a fibra de vidro (após 14 dias adesão sobre o vidro era quase o dobro do que sobre a matriz polimérica). A formação de biofilme e o crescimento bacteriano ocorreram igualmente para ambos os materiais.

Desta forma os autores puderam concluir que para diminuir a adesão bacteriana as fibras de vidro de reforço devem ser cobertas pela matriz polimérica do compósito e que a formação de biofilme sobre os diversos materiais restauradores difere, indicando que a formação inicial do biofilme envolve alguns processos específicos.

Além disto que a saliva da parótida possui aglutininas e promove mais adesão em comparação à saliva total ou a sublingual e submandibular.

A albumina seria um inibidor de interações hidrofóbicas, afetando a adesão bacteriana mediada por este tipo de interação. Além disto ela poderia mascarar outros sítios de ligação no material restaurador por mecanismo similar ao da formação *in situ* de glucanas na película.

Em sua discussão os autores mencionam que os cimentos ionoméricos Fuji LC e Fuji GC demonstraram alto índice de acúmulo de bactéria, (com altos índices de afinidade com *S. sobrinus*) apesar de não exibir a maior afinidade por proteínas. Isto poderia ser devido ao aumento de rugosidade superficial decorrente da liberação de flúor. Os efeitos positivos da liberação de flúor só poderiam ser observados em períodos iniciais, quando os níveis são mais altos.

O amálgama apresentaria acúmulo de placa relativamente alto, porém com taxa de viabilidade baixa.

Rüdiger et al. (2002) desenvolveu este trabalho para melhor compreender os mecanismos de formação do biofilme dental em seus períodos iniciais. Segundo os autores, o aumento na formação de placa nos casos de gengivite poderia estar relacionado a proteínas receptoras na película dental adquirida que poderiam influenciar na formação da placa.

Amostras da placa na porção incisal e cervical de elementos, relacionadas às regiões de gengiva sadia ou inflamada (gengivite induzida), foram colhidas e submetidas à eletroforese em gel, “imunoblotting” e análise de imagens.

As alterações na colonização foram atribuídas ao aumento na secreção do fluido crevicular, o que influenciou diretamente na formação da placa inicial.

Segundo Socransky e Haffajee (2002), o biofilme dental apresenta uma série de características similares a outras infecções e, também, outras únicas conferidas pelo seu local de colonização e pela natureza do ambiente no qual reside.

O biofilme dental participa do grupo de infecções mais comuns que afetam o ser humano: o das doenças periodontais e da cárie dental. O início destas doenças é usualmente adiado por prolongados períodos de tempo depois da colonização inicial pelos patógenos. O curso dessas doenças tipicamente dura anos. Os agentes causais na maior parte do tempo se assemelham aos membros da microbiota indígena e assim as infecções devem ser entendidas como endógenas.

A característica principal destas doenças é que elas são causadas por organismos que residem em biofilmes fora do corpo. O seu tratamento também é complexo, na medida em que necessita de abordagens de ordem física,

antimicrobiana e ecológica. Por volta de 65% das infecções que afetam o ser humano se originam de microorganismos provenientes de biofilmes.

A explosão no número de estudos sobre biofilme, tanto nos meios acadêmicos como na imprensa popular, aconteceu de forma relativamente recente graças à descoberta de seu amplo espectro de influência sobre a humanidade. Os biofilmes podem ser encontrados virtualmente em qualquer lugar. Eles colonizam um amplo e diverso campo de superfícies úmidas, incluindo a cavidade oral, o fundo de barcos e docas, o interior de canos e rochas de rios.

Uma série de materiais artificiais implantados em seres humanos como cateteres, próteses e lentes de contato podem sofrer a colonização por microorganismos formadores de biofilmes.

O estudo dos biofilmes também inclui o seu aproveitamento de forma inteligente, como no tratamento do esgoto.

Os biofilmes consistem em comunidades formadas por uma ou mais espécies de microorganismos embebidos em glicocálice que são aderidas a superfícies sólidas. A importância da existência dos biofilmes é que eles permitem aos microorganismos se fixarem e multiplicarem sobre superfícies, o que traz uma série de vantagens sobre as bactérias livres. Além disto, proporcionam outras vantagens, às quais pode se destacar: proteção contra microorganismos competidores, evitando mecanismos de defesa do hospedeiro e substâncias tóxicas potencialmente tóxicas (como antibióticos e agentes químicos), melhoria no processamento e na obtenção de nutrientes e na simbiose entre bactérias diferentes, permitem a remoção facilitada de produtos

metabólicos potencialmente danosos e desenvolvem um ambiente físico-químico apropriado (como com um potencial de óxi-redução adequado)

Os biofilmes são compostos por micro-colônias de células bacterianas (15 a 20% em volume) não distribuídas ao acaso em uma matriz conformada de glicocalix (75 a 80% em volume).

O formato das micro-colônias depende diretamente das forças de cisalhamento sobre o biofilme, relacionadas à passagem de fluidos, e outros agentes físicos. Sob forças de cisalhamento leves as colônias tendem a formarem-se como torres ou cogumelos, enquanto sob forças de cisalhamento mais intensas elas se formam com um perfil alongado e capaz de rápida oscilação.

O corpo do biofilme consiste de uma matriz que é composta predominantemente de água e de solução aquosa. O “material seco” consiste de uma mistura de exopolissacarídeos, proteínas, sais e material celular. Os exopolissacarídeos, que são produzidos pelas bactérias no biofilme, representam o principal componente, de 50-95% do peso seco. O principal papel por eles desempenhado é o de manter a integridade do biofilme e conferir outras propriedades benéficas. As bactérias podem produzir diversos polissacarídeos, dependendo do estado fisiológico das mesmas e da presença de substratos específicos. Todos os biofilmes possuem exopolissacarídeos, ainda que eles possam variar marcadamente tanto na composição bacteriana como na composição da matriz extracelular. Alguns exopolissacarídeos são neutros como a mutana produzida pelos *S. mutans*, enquanto outros são altamente carregados com macromoléculas polianiônicas. Diferentes cargas iônicas ou concentrações de exopolissacarídeos vão alterar rapidamente a

rede tridimensional de polissacarídeos. Efeitos similares podem ser vistos quando há alteração na provisão de sacarose ou outros açúcares. Os exopolissacarídeos podem ser degradados e utilizados por bactérias como substrato, se necessário. Um traço característico nos biofilmes orais é que muitos microorganismos podem tanto sintetizar como degradar os exopolissacarídeos.

A composição química e a estrutura terciária dos exopolissacarídeos vão determinar o quanto ele pode formar uma adesão efetiva. Ela vai afetar também a natureza hidrofílica ou hidrofóbica da superfície.

Células da mesma espécie bacteriana podem exibir estados fisiológicos extremamente diferentes em um biofilme, mesmo separadas por distâncias pequenas como 10 μ m.

O desprendimento de bactérias é um dos fenômenos mais importantes e menos compreendidos pela ciência. Sua importância se deve à necessidade de colonização de novos sítios. No entanto a forma como ocorre é muito variada e complexa. Assim, podemos observar desprendimento de células isoladas (denominado erosão) ou de grandes grupos (denominado descamação). Ele também pode seguir um padrão consistente ou ser completamente aleatório.

Uma taxa média de desprendimento de seis cachos por mm² de superfície por hora (cada cacho com 10⁴ células) foi estabelecida *in vitro*. O desprendimento por cachos propicia uma maior chance de sucesso para a sobrevivência das bactérias por fornecer mecanismos de defesa similares aos encontrados no biofilme estabelecido de onde se destacou.

O *quorum sensing* é um mecanismo vital para o biofilme e somente recentemente reconhecido. Ele envolve a regulação da expressão de genes

específicos através da acumulação de compostos sinalizadores que mediam a comunicação intercelular.

O autor lembra ainda que a sinalização não é o único mecanismo de troca de informação intercelular. Conjugação, transformação, transferência plasmídica e transposicional foram observados em biofilmes naturais ou compostos *in vitro*.

Outro fenômeno chave para a existência do biofilme é a ligação entre bactérias e dessas sobre superfícies sólidas. A adesão bacteriana é o primeiro passo para a formação do biofilme. Diversas bactérias apresentam fímbrias e fibrilas capazes de ajudar no processo de adesão inicial. As fímbrias (pili) são apêndices proteináceos similares a pêlos de 2-8nm de diâmetro compostos de subunidades chamadas fimbrilinas. As fibrilas podem ser encontradas em algumas espécies de bactérias da cavidade oral, sendo muito menores que as fímbrias. Entre as bactérias que apresentam tal elemento podemos destacar os estreptococos do grupo mutans.

Bernimoulin (2003) destacou que o desenvolvimento da placa é um processo de três passos. A formação da película, (um material acelular composto, em sua maioria, por glicoproteínas), a aderência de micro-organismos pioneiros, (primeiramente bactérias aeróbias Gram-positivas, especialmente cocos) e posteriormente a aderência de filamentos Gram-positivos e micro-organismos anaeróbios Gram-negativos e fusiformes.

A placa dental pode ser definida como uma comunidade de microorganismos aderidos a uma superfície, organizados espacialmente em uma estrutura tridimensional e englobados em uma matriz de material extracelular derivado de bactérias e do ambiente.

As bactérias orais na placa não existem como entidades independentes, mas funcionam como integrantes de uma comunidade coordenada, espacialmente organizada e profundamente integrada metabolicamente.

Guan et al. (2003) destaca que a interação superficial entre o material e o biofilme é um dos pontos mais estudados atualmente. A possibilidade de intervir precocemente no processo de formação do biofilme parece ser um caminho promissor para o combate à formação da placa patogênica.

Esta conclusão se baseia no fato de as diversas interações de atração a nível molecular que mediam a adesão a longo prazo se relacionam diretamente com a afinidade entre as adesinas bacterianas e seus receptores complementares na película. O poliaspartato foi utilizado neste trabalho como um antagonista à adesão bacteriana e, possivelmente à co-agregação bacteriana.

Os autores consideram que este caminho é mais promissor que o estudo de agentes antimicrobianos pois estes podem levar potencialmente a alterações no ecossistema da micro-flora oral e à formação de resistência. Neste trabalho *in vitro*, os autores estudaram discos de hidroxiapatita com ou sem a cobertura salivar sobre os quais se aplicou o poliaspartato de sódio sintético. Foi observado que o poliaspartato adsorve adequadamente tanto sobre a superfície recoberta com saliva como a sem a cobertura e que este selecionou a flora da película salivar inibindo a formação da placa dental.

Hosoya et al (2003) utilizaram 70 terceiros molares bi-seccionados neste estudo *in vitro* e os submetem ao clareamento vital em consultório com peróxido de hidrogênio 35% (Hi-Lite / Shofu) e em um grupo associaram o

condicionamento ácido prévio com ácido fosfórico 40% (K-etchant gel / Kuraray).

Houve a reaplicação de clareador em até 5 sessões e a rugosidade superficial dos dentes foi aferida. Após submeter os dentes ao clareamento estes foram colocados em meio de cultura e sobre este semeado *S. mutans*, após o que foi realizada a contagem de U.F.C.s através de microscopia eletrônica de varredura.

Os resultados demonstraram que o clareamento foi um agente facilitador na deposição de biofilme, que quanto maior o número de sessões, maior o número de U.F.C.s, e que não houve relação direta de proporcionalidade entre a rugosidade aferida e o crescimento bacteriano

Mcneill e Hamilton (2003) estudaram a resistência de *S. mutans* às condições ambientais com pH muito baixo (abaixo de 4,0). Alguns trabalhos de telemetria de pH demonstraram que o consumo de açúcar pode resultar em uma redução do pH da placa de 7 para 4 em menos de 3 minutos, dependendo da idade, da composição do biofilme da placa e da concentração de carboidratos da dieta. O pH da placa durante o período de progressão de lesões de cárie pode se situar comumente abaixo de 4. Os autores pesquisaram biofilmes formados a partir de cepas padrão crescendo em um meio parcialmente definido, em condições de pH=3,5, no segundo e quinto dia de experimento.

Conforme esperado, o biofilme cresceu do primeiro ao sétimo dia com média percentual de células vivas de 79,4%, um pouco superior à taxa de sobrevivência das células planctônicas (77,4%). Os biofilmes formados foram muito resistentes ao pH 3,5, com taxa de sobrevivência entre 41,8% (primeiro

dia) a 63,9% (sétimo dia). As células planctônicas e os biofilmes dispersos foram muito sensíveis ao baixo pH com taxa de sobrevivência entre 0,0009% e 0,0002%, respectivamente. A incubação por sete dias em pH 5,5 induziu à formação de um biofilme ácido resistente.

Patel et al. (2003) avaliaram a modificação de materiais para implantes pela adição de endogrupos modificadores de superfície com o objetivo de diminuir a adesão de células inflamatórias e bacterianas. Eles concluíram que a interação química superficial e as forças mecânicas, (como forças cisalhantes), podem mediar esta adesão. A adição destes endogrupos foi capaz de inibir a adesão bacteriana neste experimento *in vitro*.

Schachter (2003) enfatiza a importância do estudo dos biofilmes nos dias de hoje quando já se tem a compreensão de que o estudo da microbiologia e dos micro-organismos em comunidade é bastante diferente do seu estudo individualmente devido a importantes interações que ocorrem.

Assim, na placa bacteriana a sensibilidade aos agentes antimicrobianos é muito menor. A determinação da concentração inibitória da formação do biofilme é muito importante e difícil, uma vez que a concentração inibitória para o *S.sobrinus* em biofilme para clorexidina e para amino-fluoreto é 75 a 300 vezes maior quando do crescimento em biofilme em relação ao cultivo em meios líquidos.

O autor destaca que o uso de biofilmes em biotecnologia é o setor que cresce mais rapidamente na indústria de despojos perigosos na indústria, com 7-8 bilhões de dólares gastos por ano só nos E.U.A. onde se desenvolve o Natural and Accelerated Bioremediation Program (NABIR), que pesquisa o selamento de poços de petróleo em desuso e o isolamento de áreas próximas

a minas (isolando metais pesados) e a fazendas com excesso de fertilizantes químicos.

Yoo et al. (2003) realizaram estudo que teve como objetivo identificar os componentes salivares presentes nas películas formadas sobre resina quimicamente ativada e investigar variações qualitativas na composição da película salivar adsorvida com diferentes tempos de exposição à saliva (20 minutos e 2 horas). Foi avaliada saliva humana fresca de glândulas parótidas, submandibulares e sublinguais.

As películas foram extraídas usando ácido fórmico e foram liofilizadas e depois foram colocadas em gel para eletroforese e immunoblotting (dodecil sulfato-poliacrilamida).

Em relação às glândulas submandibulares e sublinguais houve uma diferença importante no padrão dos componentes quando comparados os dois tempos analisados. Na saliva de parótidas esta diferença não foi observada, contudo a imunoglobulina A (IgA) apresentou afinidades diferentes com as diferentes glândulas. Segundo os autores, propriedades e bio-compatibilidade podem ser melhoradas através de alterações de composição química dos materiais restauradores.

Li et al. (2004) investigaram os eventos iniciais que ocorrem *in vivo* sobre superfícies dentais limpas, com particular ênfase na colonização bacteriana inicial. Estes têm importância estratégica pois fornecem superfícies de ligação para outras assim como modificam as condições ambientais.

Nos períodos mais iniciais identificou-se a presença de bactérias comuns na saliva levemente aderidas. Depois de poucas horas de exposição ao ambiente oral o padrão de colonização modifica-se bastante, demonstrando

a seletividade na colonização. O desenvolvimento de estratégias de resistência à remoção por forças de limpeza, como fluxo salivar, movimentos fisiológicos dos tecidos moles e forças cisalhantes relacionadas a movimentos de mastigação, fonação e deglutição, é essencial.

Além disto, componentes salivares como IgA, podem inibir a adesão bacteriana. Os colonizadores iniciais (pioneiros) produzem IgA protease, o que lhes dá vantagem ao destruir a IgA.

A ligação à película adquirida, (um filme protéico formado pela adsorção seletiva de proteínas salivares, peptídeos e outras moléculas orgânicas), é um pré-requisito para estes pioneiros. A existência de múltiplas adesinas permite a adesão rápida à superfície coberta por este filme, assim como a múltiplos sítios de diferentes receptores salivares.

Marsh (2004) estudou novas tecnologias (como a microscopia confocal) que permitiriam melhor observação da placa e seu funcionamento enquanto biofilme, demonstrando canais e espaços internos. Gradientes se desenvolveriam em áreas de densa biomassa em pequenas distâncias, bactérias apresentariam atividade atípica, diferente da esperada em estudos *in vitro* utilizando modelos habituais, onde o crescimento ocorreria em um meio de cultura (planctônico).

Segundo o autor, as bactérias orais na placa não existem como entidades independentes, mas funcionam como integrantes de uma comunidade coordenada, espacialmente organizada e profundamente integrada metabolicamente. A placa dental se acumula preferencialmente em áreas de estagnação que fornecem proteção contra as forças de remoção vigorosas que são aplicadas na boca. Fases distintas de desenvolvimento

podem ser reconhecidas: inicialmente adsorção do hospedeiro e de moléculas bacterianas à estrutura dental onde as bactérias orais apresentam mais de um tipo de adesina na sua superfície e pode participar em múltiplas interações entre moléculas do hospedeiro ou outras bactérias (co-adesão). Na co-adesão de colonizadores tardios a colonizadores iniciais fixados ocorrem interações inter-bacterianas específicas de receptor-adesina (freqüentemente lecitinas) onde quanto mais íntimo o contato entre as bactérias, maior a eficiência nas interações metabólicas entre elas. Assim, a co-adesão de bactérias anaeróbias obrigatórias a espécies que consomem oxigênio garante sua sobrevivência em ambientes francamente adversos. Segue-se a multiplicação de microorganismos fixados. A divisão celular leva a um crescimento confluyente e eventualmente a um biofilme de cultura mista, tri-dimensional espacialmente e organizado funcionalmente.

Quando observado por microscopia tradicional ou eletrônica, a placa dental madura parece com uma estrutura densamente compactada. Contudo, a adoção de técnicas microscópicas novas demonstrou uma arquitetura muito mais aberta.

Substratos endógenos (saliva ou fluido salivar) representam a principal fonte de nutrientes para as bactérias orais, mas seu catabolismo requer a colaboração e ação seqüencial de grupos de microorganismos com perfis enzimáticos complementares (comunidade microbiana).

A última etapa é a de desprendimento ativo quando, respondendo a exigências ambientais que impedem seu crescimento contínuo, células eventualmente são removidas podendo colonizar outros sítios.

Uma vez estabelecida, a microflora indígena se mantém relativamente estável com o tempo e isto é benéfico para o hospedeiro. Desta forma o tratamento deve ser realizado no intuito de controlar, ao invés de eliminar, a microflora da placa.

O autor lista ainda alguns aspectos que devem ser levados em conta com relação à abordagem do tema, que levariam a uma verdadeira mudança de paradigma: utilização de novas técnicas de microscopia não invasivas e não destrutivas, a determinação e publicação dos genomas (que facilitam novos campos de pesquisa funcional e comparativa como em genômica, transcriptômica e proteômica) o desenvolvimento de ferramentas moleculares: (reporter systems para determinação da atividade dos genes, dispositivos oligonucleotídeos para identificar e localizar bactérias específicas ou hibridização fluorescente *in vitro*. e modelos de biofilme de laboratório ou *in vivo*).

Fang et al. (2005) enfatizam a importância de técnicas que viabilizem uma melhor visualização de biofilme dental, neste caso, através de microscopia confocal de varredura a laser (CLSM). Esta é realizada através da conjugação de marcadores fluorescentes com três anticorpos monoclonais (MAbs) caracterizados para *S. mutans* (azul), *L. casei* (verde) e *A. naeslundii* (vermelho). Os autores puderam realizar observações em várias condições experimentais *in vivo* e *in vitro*.

Suntharalingam e Cvitkovich (2005) abordam mais um aspecto bastante estudado nos dias de hoje no que concerne ao estudo dos biofilmes: os mecanismos de comunicação célula-célula que permitem que o biofilme funcione como uma comunidade interativa com as condições ambientais.

Segundo eles, “Quorum sensing” é um sistema de sinalização célula-célula, desenvolvido para a adaptação a estresses ambientais. Os *S. mutans* apresenta quorum sensing mediado por um peptídeo estimulador de competência (CSP) que permite uma alteração da taxa de crescimento de 10 para 600X mais que em células planctônicas. O mesmo pode ocorrer quando exposto às situações de pH muito baixo. Desta forma o biofilme se adaptaria às condições do momento.

1.2 Flúor e outros elementos liberados por materiais restauradores

Bowden (1990) estudou os possíveis efeitos do flúor sobre a ecologia da placa dental. Esta, segundo o autor, representaria um ecossistema onde os microorganismos devem se adaptar a mudanças no *habitat*. Entre estas o autor inclui a adaptação à presença do flúor na placa, que, a menos que seja muito alta (em torno de 0,3mol/L), não é capaz de matar bactérias e, segundo o mesmo, haveria poucas evidências de que poderia causar mudanças qualitativas drásticas na placa ou nas suas concentrações relativas na saliva. A sobrevivência de populações na comunidade da placa dental na presença de flúor poderia ser resultante de três mecanismos: o fato de nenhum microorganismo na comunidade ser afetado, a seleção de cepas mutantes resistentes ao flúor ou a adaptação de cepas à resistência ao flúor (os dois primeiros ainda não conclusivos *in vivo*). Assim, podem se encontrar cepas naturalmente não afetadas pelo flúor, como no gênero *Veillonella*, mas também se pode encontrar outras, como estreptococos que podem apresentar mutações para resistência bacteriana e também se adaptar fenotipicamente a níveis de fluoreto cada vez maiores no ambiente. Apesar de apresentarem resistência, tais cepas apresentam também uma redução no potencial cariogênico.

O autor enfatiza que enquanto não houver dados mais conclusivos, pode-se apenas afirmar que a presença de flúor na placa teria um efeito não sobre a composição da mesma, mas sobre o metabolismo bacteriano, levando a uma redução na taxa de produção de ácidos. Desta forma, o flúor atuaria estabilizando o ecossistema, incluindo o *habitat* (tecido

dental), e o metabolismo de carboidratos. Além disto, o aumento de pH conseguido como efeito secundário do flúor, não apenas protegeria o esmalte, como também diminuiria a vantagem apresentada pelas bactérias acidúricas e acidófilas.

Hamilton (1990) estudou os efeitos bioquímicos do flúor sobre as bactérias da cavidade oral. O efeito mais conhecido (e aceito) seria o de inibição do metabolismo de carboidratos pela microflora acidogênica da placa, apesar deste efeito variar consideravelmente nos diversos estudos já realizados. Isso é reduzido, em parte, pela inibição de uma enzima glicolítica, a enolase, que converte o 2-P-glicerato em P-enolpiruvato(PEP). A diminuição na produção de PEP resulta na inibição do transporte de açúcar via o sistema PEP fosfotransferase (PTS).

Forsten (1991) estudou a reincorporação de flúor por parte do ionômero de vidro e a capacidade deste torná-lo novamente disponível para o meio, *in vitro*. Como grupo controle, o autor utilizou uma resina composta que contém flúor (Heliomolar / Vivadent), que apresentou índices muito baixos de liberação de flúor e nenhum efeito de reincorporação. Os cimentos de ionômero de vidro estudados foram: Ketac-Fil e Ketac-Silver (ESPE), Fuji-Cap II (GC) e ChemFil II (DeTrey).

No experimento de reincorporação de flúor os materiais foram utilizados para a construção de quatro corpos de prova de 6,7mm de diâmetro por 2,7mm de altura e foram protegidos por uma camada de vaselina durante a presa, que posteriormente seria removida com o uso de discos abrasivos de papel. Após isto foram deixados em água corrente por sete meses e então divididos em dois grupos; o controle foi deixado em água deionizada por uma semana e o

grupo da reincorporação foi colocado em 10mL de solução tamponada de flúor 50 p.p.m., também por uma semana, após o que foram colocados em água corrente por 24 horas para serem recolocados em água deionizada para posterior medição dos níveis de flúor liberados.

Para a avaliação do flúor liberado por espécimes recém manipulados, quatro corpos de prova de cada material foram feitos, com 5mm de diâmetro e 2mm de espessura. Dois foram cobertos por vaselina e colocados em água por três dias, após o que foram desgastados superficialmente com lixa de papel e colocados em água corrente por 24 horas, sendo transferidos para recipiente contendo 5ml de água deionizada, enquanto outros dois foram imediatamente (período de presa inicial de 5 minutos) transferidos para um recipiente contendo 5ml de água deionizada. Em seguida foi realizada a medição do flúor liberado por todos.

Para a avaliação longitudinal da liberação de flúor dois corpos de prova de cada material foram feitos previamente e deixados em água corrente por 29 meses após o que foram transferidos para recipientes contendo 5ml de água deionizada, para a medição dos níveis de flúor liberados.

Nos resultados, os cimentos de ionômero de vidro que sofreram reincorporação de flúor apresentaram liberação de flúor cerca de duas vezes maior do que os que não receberam tal tratamento, enquanto os espécimes de resina não apresentaram nenhuma evidência de reincorporação de flúor. A liberação de flúor foi cerca de três vezes maior nos espécimes medidos logo após a manipulação do que naqueles em que se aguardou a maturação. Após 22 meses os níveis de flúor se tornaram muito baixos e estatisticamente

semelhantes aos encontrados para 29 meses em todos os materiais estudados.

Mcknight-Hanes e Whitford (1992) analisaram as taxas de liberação de flúor de três cimentos ionoméricos em saliva artificial por 3 semanas. Três grupos foram analisados: ionômero coberto com verniz após a presa inicial, ionômero deixado sem proteção superficial, e ionômero com a aplicação de verniz e depois acabamento e polimento.

Assim como nos demais trabalhos, o nível de flúor liberado caiu fortemente após 24 horas. A aplicação de verniz diminuiu em até 76% os níveis de liberação de flúor. Mais uma vez, os autores enfatizaram a necessidade do desenvolvimento de novos trabalhos visando relacionar de forma clara esses dados aos fatores *in vivo*, tais como, efeitos antimicrobianos e de remineralização.

Benelli et al. (1993) desenvolveram um experimento no qual relacionavam os níveis de estreptococos do grupo mutans, de *L. casei* e de flúor na placa cultivada sobre corpos de prova feitos de cimento de ionômero de vidro colocados em 40 blocos de esmalte com preparos de 1,5mm de diâmetro por 1mm de profundidade, com uma área de 4 X 4mm e aplicadas em próteses parciais removíveis (PPR), com o intuito de mimetizar as condições do ambiente oral. Também foram avaliados os níveis de micro dureza do esmalte e de perda mineral. Os portadores de PPR eram orientados a realizar a higiene oral com um creme dental sem flúor e não ter contato com nenhum produto que o contivesse. Para simular uma situação de desafio cariogênico intenso, as

PPRs eram imersas em uma solução contendo sacarose a 20%, durante 5 minutos, oito vezes ao dia, durante 28 dias.

No grupo do cimento de ionômero de vidro houve um nível médio de flúor na placa de 21,18 p.p.m.F, considerado suficiente para reduzir os efeitos de desmineralização, e observou-se incorporação de flúor no esmalte adjacente ao mesmo e uma perda mineral significativamente menor, além de uma pronunciada inibição do crescimento de estreptococos do grupo mutans. Já sobre os lactobacilos não houve efeito destacado.

Os autores observaram diferenças importantes entre os resultados encontrados para os diferentes voluntários, denotando a importância do ambiente oral e suas variáveis sobre estes processos.

Forss (1993) estudou a liberação de flúor a partir de cimentos de ionômero de vidro fotopolimerizáveis em condições de neutralidade e acidez. Os materiais utilizados no estudo foram o Baseline VLC (DeTrey/Dentispily), o Fuji Lining LC (GC), o Vitrebond (3M) e o XR-Ionomer (Kerr/Sybron) entre os foto-ativados e o Ketac-Fil Aplicap e o Ketac-Silver (ESPE) entre os convencionais. Os resultados mostraram grande diferença nos níveis de liberação de flúor em vários períodos (1, 3, 16, e 122 dias) e nos dois meios (água deionizada e ácido láctico). O material que demonstrou o melhor desempenho foi o XR-Ionomer, em todos os períodos avaliados. O Vitrebond apresentou os resultados mais próximos, enquanto os demais apresentaram níveis muito baixos. O ionômero convencional Ketac-Fil apresentou níveis de liberação inferiores somente ao XR-Ionomer, enquanto o Ketac-Silver se mostrou inferior ao Vitrebond, em todos os períodos estudados.

Hallgren, Oliveby e Twetman (1993) estudaram a concentração de flúor na placa adjacente a aparatos ortodônticos cimentados com cimento de ionômero de vidro e resina composta. Na metodologia empregada, os autores pediam aos pacientes que não fizessem higiene bucal de espécie alguma por 48 horas, em diferentes períodos após a colocação dos aparatos (3, 8 e 28 dias e 6 meses). O conteúdo de flúor presente na placa foi medido a partir da micro-difusão com um eletrodo específico para o mesmo íon.

Os autores encontraram níveis consideravelmente altos de flúor na placa, apesar de queda paulatina destes com o tempo. Segundo eles, cerca de 5% do flúor presente na placa estava no fluido desta, o que tornaria este elemento mais disponível para a estrutura dental em situações de des e remineralização.

Seppä, Forss e Ögaard (1993) estudaram o efeito da reincorporação de flúor na liberação deste por parte do material e seu conseqüente efeito antibacteriano sobre cepas de *S. mutans Ingribitt*. Além disto, o trabalho visava diferenciar a aplicação tópica de um gel de flúor a 1,25% da aplicação de um creme dental fluoretado (0,1%), em relação aos efeitos alcançados. Também foi avaliada a hipótese da prata contida em um "cermet" afetar o efeito antibacteriano, ao se testar um material deste grupo.

Foram feitos corpos de prova de 10mm de diâmetro por 3mm de espessura dos seguintes materiais: Ketac-Fil e Ketac-Silver (ESPE) e como grupo controle a resina Silux (3M). Nos dois primeiros foram feitos 15 espécimes recém manipulados e 30 envelhecidos, enquanto no grupo controle apenas 15.

No processo de envelhecimento os corpos de prova eram colocados em água destilada por 14 dias, que era trocada três vezes ao dia.

Para a avaliação do efeito antimicrobiano e análise química de elementos na cultura de células, foi utilizada a seguinte técnica: todos os tubos de ensaio foram lavados com álcool 70%. Células de *S. mutans* Ingribitt cresceram por 18 horas a 37⁰C em caldo Bacto NIH tioglicolato (Difco Laboratories). As células foram lavadas três vezes com água destilada e re-suspensas em tampão de ácido maleico – KOH 0,05 mol/L, pH 6,2, saturado com tricalciofosfato em uma concentração de 200mg de células úmidas /ml. Volumes de 0,2ml da solução tampão – bactéria, 0,2ml de água destilada e 0,2ml de solução de sacarose a 5%, foram colocados no tubo. As bactérias foram centrifugadas para o fundo do tubo, (sobre o material previamente colocado lá) e incubadas por 5 minutos a 37⁰C por 20 horas.

Para o estudo de reincorporação, os pesquisadores utilizaram 20g de creme dental (Colgate Flúor, Colgate Palmolive, 0,1% F) misturado a 20ml de água destilada em um grupo; a superfície de cada corpo de prova era coberta por 0,1ml da mistura por 2 minutos e 1ml de água era colocada no tubo por 10 minutos. Em outro grupo, do flúor gel (Elmex Gel 1,25%, Orion), houve uma aplicação de 0,1ml do mesmo sobre o material por 5 minutos, seguida da colocação de 1ml de água no tubo, por 10 minutos.

Todos os tubos foram lavados cinco vezes com 1ml de água destilada injetada vigorosamente por seringa e paralelamente sugada.

Como resultado foi observado que em relação ao flúor celular e no fluido, o cimento Ketac-fil apresentou os níveis mais altos de flúor liberados, com queda da taxa de liberação muito rápida para todos os materiais. A

aplicação de creme dental melhorou muito pouco o desempenho dos materiais, enquanto a aplicação de flúor gel resultou em índices semelhantes aos encontrados inicialmente para o Ketac-Fil e significativamente maior para o Ketac-Silver. Os padrões encontrados para o flúor intracelular eram semelhantes aos encontrados para o flúor encontrado no fluido extra-celular.

Com relação ao pH do fluido, nos ionômeros recém manipulados houve uma queda rápida de pH do fluido, porém este efeito não pôde ser observado em outra parte do experimento a não ser no momento da reincorporação com flúor gel, onde, apesar de se apresentarem níveis bem mais baixos, se observou também pequena queda.

Efeito da prata no “cermet” pareceu afetar diretamente o seu desempenho, pois nenhum efeito foi detectado após ser exaurido de flúor.

Os autores concluíram que o único fator capaz de responder pela inibição de crescimento microbiano seria o flúor, lembrando que os efeitos *in vivo* são menos intensos e regulados por fatores tais como os níveis de fosfato e a presença de proteínas salivares.

Consideram ainda a determinação de quantidade e frequência de aplicações das mais diversas formas de flúor tópico muito importante, de forma a se conseguir o máximo de reincorporação de flúor pelo cimento de ionômero de vidro.

Carruters et al. (1994) investigaram a liberação de flúor de cinco marcas comerciais de ionômero de vidro: Fuji II LC (GC), Ketac-Fil (ESPE), Aquacem (DeTrey/Dentisply), Vitrebond (3M) e Chemfil Superior (DeTrey/Dentisply). Dez corpos de prova de cada um dos materiais, com 6mm de diâmetro por 1,5mm de altura foram imersos em água deionizada por um período de 60 dias para

avaliação por meio de um analisador seletivo para o íon flúor. A solução foi trocada diariamente por quinze dias e, a partir daí, a cada três e quatro dias. Os materiais apresentaram liberação de flúor com níveis diferentes para cada um, porém todos apresentaram um comportamento semelhante, se considerado o fato de que do primeiro para o segundo dia houve uma queda brusca nesta, o que se seguiu por todo o período do experimento, até alcançar níveis extremamente baixos no último dia. O material Aquacem apresentou os índices mais baixos de liberação do primeiro ao último dia (15,3 e 0,9 p.p.m. F, respectivamente). De forma similar, o Vitrebond apresentou os índices mais altos do início ao fim do experimento (155,2 e 3,99 p.p.m. F, respectivamente). Se considerado todo o período somado, poderia se listar a seguinte ordem decrescente de liberação de flúor durante o experimento: Vitrebond, Ketac e Fuji II LC, Chemfil Superior e Aquacem.

Creanor (1994) desenvolveram trabalho visando dois objetivos centrais: investigar as características de liberação de flúor de cinco cimentos de ionômero de vidro, dois fotopolimerizáveis (Fuji II LC / GC, Vitrebond / 3M) e três convencionais (Ketac-Fil / ESPE, ChemFil Superior e Aquacem / DeTrey), e investigar a absorção e posterior liberação de flúor pelos mesmos materiais.

Foram confeccionados para o experimento dez discos de cada material, de 6mm de diâmetro por 1,5mm de altura,. Para a observação dos níveis de liberação de flúor, tais discos foram colocados em 2ml de água deionizada, que era trocada diariamente até quinze dias, depois a cada três e quatro dias, até se completarem sessenta dias; uma medição era realizada por dia.

Para a avaliação da reincorporação de flúor e sua posterior liberação, todos os corpos foram colocados em 1L de água deionizada por 60 dias. Os corpos de prova foram divididos em dois grupos, um teste e o outro controle. Os do grupo teste foram submetidos à reincorporação de flúor através da sua colocação por vinte dias em uma solução de flúor 1000p.p.m., por 2 minutos. A liberação foi medida em 2ml de água deionizada, na qual o ionômero ficou por 24 horas e a aferição foi feita com eletrodo seletivo para o íon flúor (Orion, 96-09), conectado a dois íon-analizadores (Orion, EA940).

No grupo de aferição de liberação do flúor pelos materiais, observou-se um padrão semelhante: níveis altos no primeiro dia, com queda rápida no segundo que continuou até o décimo dia, quando os materiais entraram em um platô de liberação baixo. Até o sexagésimo dia, os materiais continuaram liberando flúor, só que em níveis muito baixos. Em ordem decrescente, os materiais que mais liberaram flúor no experimento foram o Vitrebond, seguido do Ketac-Fil, Fuji II LC, ChemFil Superior e do Aquacem.

No grupo de materiais exauridos e submetidos à reincorporação de flúor, os materiais que mais incorporaram flúor foram (em ordem decrescente): Ketac-Fil, Vitrebond, ChemFil, Fuji II LC e Aquacem.

Os autores afirmam que a estrutura do pó de vidro usado na fabricação do material afeta diretamente a liberação de flúor, sendo diretamente proporcional à concentração de flúor na fórmula. O ganho de flúor como resultado de reincorporação chegou a aumentar em 43 vezes, se comparado ao grupo controle, em um mesmo material. Além disto os autores observaram que a reincorporação era cumulativa.

Duguid e Puddicombe (1994) testaram as propriedades antimicrobianas de seis marcas comerciais de ionômero de vidro (Vitrabond / 3M, Baseline e Baseline VLC / Kerr, PhotacFil / ESPE, Chem Fil Superior / DeTrey e Variglass / Dentsply) aplicadas em placas de Petri com meio de cultura cultivado com cepas de *S. mutans* (NCTC 10449) e *A. viscosus* (NCTC 10951) e foram observadas as áreas de inibição. O experimento foi realizado com e sem a aplicação de uma camada de verniz de proteção sobre os materiais. Sem a aplicação de verniz as áreas de inibição de crescimento para mutans variaram de 1,69mm até 2,33mm, enquanto para *Actinomyces* estas variaram de 1,52mm até 5,61mm.

O Vitrabond foi o único a exibir atividade mesmo quando coberto pelo verniz, além de apresentar sempre os melhores níveis de inibição.

Hörsted-Bindslev (1994) fez importante revisão sobre a liberação de flúor por materiais restauradores alternativos. Nela descreve uma série de dificuldades relativas às diferenças entre estudos clínicos e laboratoriais, abordando três pontos considerados fundamentais: o ganho de flúor pelos tecidos vizinhos, o poder de recarga dos cimentos de ionômero de vidro e os estudos de desmineralização e remineralização relacionados ao cimento de ionômero de vidro, que deveriam ser feitos cada vez mais em ambiente oral, dadas as suas inúmeras variáveis intrínsecas, tais como película adquirida, saliva e placa, além das mudanças de temperatura, pH, e forças a que é submetido constantemente. Refere ainda que há necessidade do desenvolvimento de estudos clínicos por períodos de tempo maiores e mais adequados, a respeito da composição da placa e concentração de flúor na mesma, após restaurações de ionômero de vidro terem sido realizadas.

Musa, Pearson e Davies (1994) desenvolveram estudo buscando avaliar os níveis de liberação de flúor dos cimentos de ionômero foto ativados e comparar tais níveis com aqueles encontrados para um ionômero convencional. Os materiais estudados foram: Vitremer (3M), Photac-Fil (ESPE), Fuji II LC (GC), Variglass (Dentisply) e Chemfil (Dentisply) e com cada um deles foram feitos cinco corpos de prova de 10mm de diâmetro por 1mm de espessura, que foram colocados em 100ml de água deionizada. O experimento foi realizado por oitenta e quatro dias, em cada um dos quais 0,5ml da solução em que se encontrava o corpo de prova era removido para análise do nível de liberação de flúor, o qual apresentou considerável variação entre os materiais. O material que apresentou o maior nível de liberação foi o Photac-Fil, estatisticamente semelhante àquele encontrado para o Chemfil, (um ionômero convencional), porém muito acima do encontrado para o Vitremer e o Fuji II LC. O Variglass apresentou os níveis mais baixos de todos. Com isto, os autores puderam concluir que a liberação de flúor pode ser afetada pela presença de reações de presa múltiplas nos ionômeros foto-ativados.

Forsten (1998) refere que apesar de controvérsias a respeito dos efeitos *in vivo* da liberação de flúor por parte dos cimentos de ionômero de vidro, alguns pontos devem ser ressaltados. O primeiro é o reconhecimento dos baixos índices de recorrência de cárie em restaurações de silicato, mesmo aquelas com características clínicas alteradas, que se explicariam pela liberação de flúor. Os cimentos ionoméricos deveriam ser vistos da mesma forma.

Outra questão importante se volta para impressão clínica de profissionais que usariam rotineiramente o material. Através de pesquisa de

opinião, o autor colheu a opinião de clínicos de países nórdicos nos anos de 1991 e 1992, a respeito da resposta obtida clinicamente pelos cimentos ionoméricos em relação à inflamação gengival e recorrência de cáries. Os entrevistados referiram índice de satisfação maior para estes que para as resinas compósitas, segundo estes critérios.

O autor refere que após o momento inicial, onde uma maior quantidade de flúor é liberada, ocorre uma liberação de menor monta, porém constante, que foi acompanhada por pelo menos oito anos. Segundo ele, nos ionômeros modificados por resina, o comportamento é muito similar aquele observado pelos cimentos convencionais, tanto na liberação como na reincorporação, porém nos compômeros o mesmo não pôde ser visto, dado que a liberação inicial intensa não ocorre e que a aplicação tópica de flúor surtiu pouco ou nenhum efeito.

McCabe (1998) refere que a liberação de flúor pode variar muito em função da metodologia empregada para tal aferição: meio líquido, intervalo de troca do meio e temperatura principalmente.

A liberação pode se dar por troca iônica durante principalmente a reação ácido-base ou por dissolução do material.

Apesar de não destacar níveis de flúor requeridos para produzir um efeito terapêutico, o cimento resino-modificado parece apresentar comportamento bastante similar ao material convencional.

Verbeeck et al. (1998) listaram, dentre os possíveis mecanismos de liberação de flúor por parte dos materiais com esta proposta, as seguintes origens: o vidro contendo flúor remanescente e não atacado pelo ácido; a fase de gel de sílica cobrindo as partículas parcialmente atacadas; e a matriz de

polissais onde os íons flúor podem estar presentes em complexos fortemente unidos a íons metálicos, especialmente alumínio e o líquido nos quais os íons flúor se encontram levemente unidos e livres para movimentação.

Para os cimentos de ionômero convencional ou para o resino-modificado, o processo funciona em razão de dependência da raiz quadrada do tempo de liberação, sugerindo que o gradiente de concentração está diretamente ligado ao grau de eluição.

Bell et al. (1999) estudaram os efeitos da saliva sobre a liberação de flúor por um cimento de ionômero de vidro convencional. Os resultados obtidos permitiram concluir que a saliva retarda a liberação de flúor e sugere que depósitos salivares se formam após alguns minutos de imersão em saliva total. Os resultados deveriam ser confirmados *in vivo*, segundo os autores.

Preston et al. (1999) visaram comparar as quantidades de flúor liberadas por dois CIVs (Chemfil - Dentsply e Ketac Fil -ESPE), um ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer - 3M), um compômero (Dyract - Dentsply) e uma resina composta com flúor (Heliomolar - Vivadent) dentro de saliva artificial e água deionizada. Foram feitos discos de 7mm de diâmetro por 2mm de profundidade.

O artigo lembra a importância de armazenamento em recipientes plásticos ao invés de vidro pois estes últimos podem incorporar e liberar flúor. Três discos de cada material foram imersos em 20ml de água destilada ou saliva artificial.

A medição do flúor liberado foi realizada periodicamente por 64 dias (1h, 6hs, 1,2,7,57 e 64 dias) ao se remover duas amostras alíquotas de 1ml e levar a um eletrodo de combinação íon-seletivo para fluoreto. O eletrodo foi

padronizado no dia da análise com um intervalo de padrão diluído de fluoreto com tampão para ajuste total iônico (TISAB). Cada aferição foi repetida uma vez para garantia de resultados.

Depois de 7 dias os corpos de prova foram colocados em reservatórios maiores para prevenir que houvesse saturação por flúor. Depois de 57 dias eles foram removidos dos reservatórios e colocados em 5ml de água deionizada ou saliva artificial por 1h para a medição do flúor liberado.

O estudo demonstrou que os níveis de flúor decaíram dramaticamente após as primeiras 24 horas e que os níveis de liberação foram muito menores em saliva artificial. O fato da liberação de flúor nos CIVs ser maior nas primeiras 24hs e sua rápida queda após isso se deve à perda inicial de flúor devido à dissolução do vidro no ácido polialcenóico durante a reação de presa. A liberação posterior se deve à contínua dissolução do vidro na água acidificada da matriz hidrogel.

Os CIV modificados por resina apresentaram o melhor desempenho quanto à liberação de flúor.

Williams, Billington e Pearson (1999) realizaram estudo onde, após avaliar os padrões de liberação de flúor a partir de corpos de prova das mais diferentes formas e dimensões observadas na literatura e comparando-as, concluíram que a liberação de flúor por cimentos convencionais é dependente da área superficial e não do volume do material, e que, se nenhuma adição de material durante a manipulação for realizada, este último (volume) não interferirá nos resultados finais, requerendo que os trabalhos científicos descrevam claramente as dimensões destes corpos de prova, principalmente, sua área superficial.

Lee et al. (2000) estudaram a difusão e movimentação do flúor por um ionômero convencional, considerando diversas variações de forma dos corpos de prova e do meio de coleta do flúor liberado.

Dois mecanismos de liberação foram propostos: o primeiro, e mais comumente mencionado na literatura, envolveria uma liberação intensa, de curto-prazo, relacionada à dissolução superficial do material. O segundo envolveria um mecanismo mais gradual, resultado da difusão sustentada de íons pelo corpo de material.

Savarino et al. (2000) avaliou a quantidade de flúor e alumínio liberados por cimentos de ionômero de vidro convencional, resino-modificado e por compômeros.

Dentro da metodologia empregada os cimentos modificados por resina apresentaram um perfil de liberação de flúor mais intenso que o cimento convencional e este superior ao compômero, conforme em outros estudos anteriores. Ainda conforme estudos anteriores, os níveis de liberação atingiram seu máximo na primeira hora após a manipulação, sofrendo declínio forte com o tempo.

Hattab e Amin (2001) abordaram vários aspectos da liberação de flúor por parte de dois cimentos ionômeros de vidro convencionais e um cermet: os efeitos da proteção superficial após presa inicial com verniz ou resina fluida; os níveis de liberação com o tempo em saliva artificial e água deionizada; e a incorporação de flúor à hidroxiapatita *in vitro*.

O padrão de liberação, como esperado foi menor para o cermet, com um maior índice nos primeiros momentos após a presa inicial, com declínio constante até atingir uma taxa uniforme após a segunda semana (foi realizada

a avaliação por 28 dias). Em todos os casos a liberação em saliva artificial foi menor que em água deionizada.

A proteção superficial com os dois materiais levou a uma diminuição na liberação de flúor o que levou aos autores indicarem o retorno dos pacientes para acabamento superficial após 24 horas (quando a função dos protetores superficiais já teria sido cumprida). Praticamente todo o flúor liberado foi incorporado à hidroxiapatita, o que sugere que este estaria em forma reativa.

Vermeersch, Leloup e Vreven (2001) realizaram um estudo de liberação de flúor a curto e a longo prazo (até 91 dias) com 16 produtos, (sete cimentos de ionômero de vidro, cinco ionômeros foto-ativados, dois compômeros e duas resinas compostas com flúor).

Os níveis mais altos foram observados nas primeiras 24 horas com rápido declínio na primeira semana. Os autores consideram haver uma ligação muito estreita entre liberação de flúor e reação ácido-básica.

Nos ionômeros modificados por resina, (aqui chamados de foto-ativados), a reação de presa se dá de forma dual, na qual ocorre tanto uma reação ácido-básica, (típica dos cimentos convencionais), como uma fotopolimerização. Esta última é iniciada pela presença da luz e se dá por copolimerização do HEMA com as cadeias poliméricas laterais, por homopolimerização do HEMA ou por homopolimerização dos grupamentos funcionais das cadeias laterais. Como consequência duas matrizes neste material se formariam, consistindo de um sal hidrogel e de um polímero.

Vermeersch et al. (2005) avaliaram a relação entre a atividade antimicrobiana de materiais liberadores de flúor sobre cepas de *S. mutans* (através da cultura em ágar) com a acidez durante a presa do material.

O cimento de ionômero de vidro convencional apresentou os níveis mais altos de inibição logo após a inserção, o que os autores relacionaram diretamente à queda do pH. A liberação de flúor e a queda do pH parecem ser, segundo eles as principais causas para interferências no metabolismo de *S. mutans*. O ionômero modificado por resina apresentou halos de inibição com diâmetros maiores que aqueles encontrados para a queda do pH em torno do material recém inserido. Isto se deveria ao fato destes materiais apresentarem outros elementos citotóxicos em cultura de células. O principal é o difeniliodonio-cloreto. Os materiais imaturos e recentemente inseridos são mais solúveis e mais propensos à difusão no gel de ágar. Após a presa e ao conseqüente aumento no pH, a atividade antimicrobiana caiu a níveis muito inferiores para os cimentos convencionais.

Wiegand, Buchala e Attin (2007) realizaram artigo de revisão de literatura que aborda as questões mais importantes relacionadas à liberação e à re-incorporação de flúor pelos materiais com esta função: *in vivo* e *in vitro*.

A liberação parece estar ligada diretamente a questões relacionadas à composição como sua matriz, carga e conteúdo de flúor, assim como aos mecanismos de presa e às condições ambientais. Os autores enfatizam que apesar de, em estudos *in vitro* que simulam situação *in vivo*, os cimentos de ionômero de vidro e os compômeros apresentarem propriedades cariostáticas e possivelmente afetarem o metabolismo bacteriano, nos trabalhos clínicos não pôde ser provada esta eficiência.

Segundo eles, os cimentos de ionômero de vidro são compostos de vidro de silicato contendo flúor e ácidos polialcenólicos, tomando presa por uma reação ácido-básica. Durante a reação de presa, uma variedade de

constituintes iônicos é liberada do vidro, incluindo flúor. Dois mecanismos foram propostos através dos quais os fluoretos podem ser liberados do ionômero em um ambiente aquoso: uma reação rápida de curta duração que envolve a rápida dissolução da superfície na solução enquanto a segunda é mais gradual e resulta da difusão sustentada de íons através do corpo do cimento. O flúor é liberado pela dissolução do vidro por água acidificada da matriz hidrogel. Os níveis de flúor liberados são máximos até as primeiras quatro horas e permanecem em níveis mais altos por até 72 horas.

Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e compósitos poliácido-modificados foram desenvolvidos para compensar os problemas apresentados pelo cimento tradicional: sensibilidade à contaminação por água e baixa resistência mecânica nos primeiros momentos após a presa.

Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina são basicamente formados pela adição de componentes metacrílicos ao ácido poliacrílico, os quais polimerizam por ação da luz e complementam a reação fundamental ácido-básica.

Compósitos poliácido-modificados consistem em macro-monômeros convencionais usados também em compósitos, tais como bisfenol-glicidil dimetacrilato ou uretano dimetacrilato, juntamente com pequenas quantidades de monômeros ácido-funcionais. A carga de vidro é idêntica às cargas lixiviáveis de vidro usadas nos cimentos de ionômero de vidro convencional, porém em tamanho menor, como aquelas usadas nos compósitos. A presa inicial é iniciada por foto-ativação a qual é seguida por uma reação ácido-básica que se forma a partir da sorção de água. Segundo alguns autores, os compômeros apresentariam uma liberação de flúor inferior no primeiro ano, se

comparados com os cimentos de ionômero de vidro, convencionais ou modificados por resina, porém após isso, apresentariam níveis semelhantes ou superiores, devido à necessidade de difusão de água pelo material.

Recentemente uma nova categoria de material híbrido foi introduzida no mercado internacional: os giômeros. Estes são compostos de ionômero de vidro pré-reagido para formar uma fase estável de cargas de ionômero de vidro e, ao contrário dos compômeros, partículas de vidro fluoro-amino-silicato reagem com o poliácido previamente à inclusão na matriz resinosa.

No que concerne à liberação de flúor por materiais *in vivo* e *in vitro*, em estudos que utilizam água destilada esta tende a ser maior de 17-25% do que em saliva artificial. Isto se deve ao fato de que o gradiente de difusão entre o material restaurador e a saliva artificial é menor. Mais ainda, em estudos *in vivo* a película formada sobre o material parece impedir parcialmente a liberação do flúor, podendo chegar a uma queda de 15-20%. No entanto, o meio ácido da placa pode levar a uma liberação maior.

Os autores questionaram a relevância clínica do flúor liberado por materiais restauradores na saliva e na placa dental. Um aumento, mesmo que em níveis pequenos na quantidade de flúor na saliva, como de 0.001 para 0.005 ou 0.010mmol/L, por períodos prolongados, poderia levar a benefícios no controle da cárie. Após a restauração com cimento de ionômero de vidro a concentração de flúor na saliva aumenta de 0.04 para 0.08-1.2ppm. Depois de seis semanas a concentração cai drasticamente, porém mantém níveis de 0.3-0.4ppm. Mesmo depois de um ano os níveis se mantiveram em 0.2-0.3ppm. No entanto, estes níveis podem ser facilmente ultrapassados pela utilização sistemática de cremes dentais ou enxaguatórios fluoretados. Assim, o conteúdo

de flúor na placa, assim como a sua presença nas proximidades da restauração, parecem oferecer maior proteção que a sua presença na saliva.

Os autores descrevem ainda os mecanismos de ação da atividade antimicrobiana de materiais liberadores de flúor: interferência no metabolismo bacteriano e na acidogenicidade da placa, inibição da enzima glicolítica enolase, inibição da enzima próton-extrusora ATPase, e a ação de íons flúor que podem afetar enzimas como fosfatase ácida, pirofosfatase, peroxidase e catalase.

Os níveis de flúor na placa adjacente a restaurações de ionômero de vidro foram muito superiores àqueles observados em placas formadas sobre restaurações de compósito, apesar de um rápido declínio (19985 ppm após 14 dias, 5788 ppm após 28 dias e 5019 ppm depois de 43 dias). No entanto, contraditoriamente, em outros estudos os níveis de flúor na placa próxima a restaurações de ionômero de vidro não aumentou significativamente, mesmo após a recarga com flúor através da aplicação tópica.

Encontra-se pouco consenso a respeito dos efeitos sobre a placa *in vivo*. Estudos demonstraram que concentrações de 0.16-0.31mol/l seriam necessárias para interferir no crescimento de estreptococos, concentração essa muito maior do que aquela encontrada na placa adjacente a materiais liberadores de flúor. No entanto, outros trabalhos demonstram relação direta entre a liberação de flúor, o flúor na placa e a redução na contagem de *S. mutans* na mesma.

Parece que o mais próximo de um consenso é que os efeitos da liberação de flúor são maiores nos mecanismos de remineralização do que na inibição de crescimento bacteriano.

1.3 Características superficiais dos materiais restauradores, acabamento e polimento

Ratanapridakul, Leinfelder e Thomas (1989) fizeram estudo que relaciona diretamente o alto índice de desgaste em resinas posteriores com os procedimentos de acabamento e polimento. Estes poderiam criar micro fraturas que levariam ao enfraquecimento da superfície da restauração.

Destacam que instrumentos rotatórios em alta velocidade tais como pedras montadas, brocas multi-laminadas e pontas diamantadas podem gerar energia suficiente para alterar a superfície da restauração. As falhas geradas poderiam representar fendas de até 50 μ m. O uso de selantes de superfície já era indicado assim como o mínimo desgaste possível no acabamento.

Dodge et al. (1991) avaliaram os efeitos do polimento a seco ou com refrigeração à água, utilizando-se discos de óxido de alumínio. As resinas compostas estudadas (quatro ao todo: três híbridas e uma micro-particulada), eram avaliadas quanto à lisura superficial (através de rugosímetro), à dureza superficial (Knoop) e quanto à alteração de cor (por colorímetro).

Segundo o experimento, o polimento a seco apresentou melhores resultados comparado aquele obtido com refrigeração com água.

Stoddard e Johnson (1991) avaliaram quatro compósitos (anteriores e posteriores) quanto ao polimento superficial por rugosimetria. Os métodos de acabamento superficial foram: compressão por matriz Mylar, glaze com resina fluida sem carga, polimento com borrachas abrasivas seriadas e três diferentes marcas de discos seqüenciais impregnados.

O resultado sugere que há necessidade de pareamento entre as marcas de resina e polidores, sempre que possível, pois há uma grande variedade na composição das resinas (tamanho e quantidade de carga e tipo matriz, por exemplo).

Dickinson e Leinfelder (1993) referem que depois de um ano de avaliação clínica, os valores médios de desgaste nas resinas foi menor cerca de 50% nas restaurações que receberam a aplicação de selante superficial. Enfatizam que esta é uma técnica simples e que requer pouco tempo adicional para o clínico.

Kawai e Leinfelder (1993) realizaram estudo envolvendo a aplicação do selante Fortify / Bisco. Neste, eles defendem o uso do selante de superfície com o intuito de diminuir o desgaste em resinas posteriores. Destacam que a baixa viscosidade e o alto molhamento permitem que este penetre em defeitos micro-estruturais de 1 a 2 μ m. Os efeitos seriam mais perceptíveis em compósitos de partículas maiores, já que estes, segundo os autores, apresentam defeitos maiores por desgaste após uso clínico. Em compósitos baseados em partículas submicrométricas este efeito seria muito menor. A adaptação marginal seria outro ponto com melhoria relatada.

A espessura do filme de selante não seria maior que 0,5 μ m, o que não interferiria com estudos sobre desgaste.

Chung (1994) desenvolveu estudo onde discos de 10mm de diâmetro por 2mm de altura foram feitos em um conformador e entre tiras de matriz sob placas de vidro de 1,2mm de espessura. Foram estudadas quatro resinas compostas com quarenta corpos de prova de cada material. Foi feito um grupo controle de dez espécimes de cada material, que serviram de controle negativo

(compressão com matriz sem nenhum tipo de procedimento posterior). De forma a simular o procedimento clínico real, trinta espécimes foram desgastados com papel carbide siliconizado de granulação 320, através de procedimentos metalográficos padronizados. As faces desgastadas serviram de base para o procedimento de acabamento e polimento.

Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos de dez corpos de prova cada, para posterior acabamento e polimento utilizando 3 sistemas diferentes (ENHANCE / DENTSPLY, SOF-LEX / 3M e PREMIER MPS POLISHING SYSTEM / ESPE-PREMIER)

Toda a instrumentação rotatória foi avaliada em baixa velocidade, (aproximadamente 20.000 r.p.m.), por quinze segundos cada espécime. As matrizes e os discos abrasivos foram descartados depois do uso. As brocas e borrachas abrasivas foram reutilizadas aleatoriamente. Todos foram aplicados levemente e com movimentos de vai e vem. Os discos abrasivos foram usados em movimentos circulares.

Após a avaliação por rugosímetro (Hommel Surface roughness tester / Hommelwerke Gmbh) e por colorímetro, foi realizada microscopia eletrônica de varredura com espécimes representativos para posterior observação e comparação das características superficiais.

Fruits, Miranda e Coury (1996) estudaram os três tipos de ação de instrumentos de acabamento e polimento: planar (discos), rotatória (pontas diamantadas e brocas) e recíproca ou de vai e vem (tiras e lixas proximais).

Em todos os testes a ação planar apresentou os melhores resultados. O método de ação recíproca apresentou os resultados mais pobres em termos de

rugosidade, porém os autores enfatizaram ser um método útil em situações de necessidade de acabamento e polimento em superfícies proximais.

Kaplan et al. (1996) estudaram quatro marcas comerciais de resinas compósitas híbridas (Pertac/ ESPE, APH/ Caulk Dentsply, Herculite/ Kerr e Z100/ 3M), que foram acabadas e polidas com três sistemas diferentes (MFS/MPS / ESPE, Finishing Kit Kerr / Kerr, e Enhance / Caulk Dentsply). O primeiro, um sistema baseado em pontas diamantadas e escovas, com pastas polidoras. O segundo, um sistema com brocas multi-laminadas e borrachas abrasivas com pastas polidoras e o terceiro, um sistema de discos de óxido de alumínio em polímero associados à taça de borracha. Foi feita análise por microscopia de varredura e por rugosimetria com o aparelho Surtest / Mitutoyo, com extensão do traçado transversal de 4.8mm.

Os autores referem que a rugosidade superficial de 0.7-1.44 μ m estaria relacionada diretamente ao acúmulo de placa facilitado.

Eles consideraram que se de um lado as pontas diamantadas promovem mais ondulações na superfície das resinas que as brocas multi-laminadas, estas últimas promovem ondulações mais profundas e mais difíceis de serem removidas pelo polimento seqüencial. Daí os resultados melhores para o sistema MFS/MPS, baseado em acabamento com pontas diamantadas.

O sistema Enhance apresentou os piores resultados neste trabalho, porém os autores referiram que estes estavam dentro do aceitável clinicamente, pois, segundo os autores, valores de Ra menores que 10 μ m seriam impossíveis de detectar pelo paciente. Entre as resinas estudadas não houve diferença estatisticamente significativa quando da aplicação dos mesmos sistemas.

Bollen, Lambrechts e Quirynen (1997) enfatizam, baseados em estudos anteriores, que, com relação ao CIV, os níveis de flúor liberado seriam capazes de inibir a formação de biofilme apenas nos períodos iniciais.

A rugosidade apresentaria um papel imprescindível no acúmulo de placa sobre materiais restauradores. Um valor de Ra de 0,2 μ m ou menos deve ser buscada. Os melhores resultados foram obtidos por compressão por matriz e com discos de Sof-Lex.

Bouvier, Duprez e Lissac (1997) estudaram os efeitos de três sistemas de acabamento e polimento sobre a rugosidade superficial de três materiais restauradores diferentes: um compósito híbrido (Z100/3M), um compômero (Dyract/Dentsply) e um cimento de ionômero de vidro convencional (Photac-Fill/3M-ESPE).

Os corpos de prova de 10mm X 3mm foram preparados de cada material (dez para cada simulação de acabamento) e mantidos por sete dias em atmosfera úmida a 37°C. Após as manobras de acabamento e polimento, os mesmos foram colocados em água. Os sistemas de acabamento utilizados foram: brocas de tungstênio de 12, 20 e 30 lâminas da Komet, o sistema de polimento Enhance/Dentsply (que associa pontas de polímero impregnado a pastas de polimento) e o sistema de discos Sof-Lex/3M, onde foram usados discos apenas a partir da granulação média. Os discos foram usados a 5000r.p.m. por 20 segundos cada e com pressão leve.

A determinação da rugosidade superficial foi feita a partir do valor Ra obtido por uso de rugosímetro, onde três traçados gravados de cada espécime em três diferentes localizações com 3-8mm de traçado. Os efeitos dos discos Sof-Lex e Enhance foram avaliados ao longo da direção da rotação enquanto

os efeitos das brocas foram avaliados perpendicularmente ao procedimento de acabamento realizado. O valor de cut-off foi de 0.8mm.

Além da análise por rugosimetria, os corpos de prova foram avaliados por microscopia eletrônica de varredura (Dyract e Z100) em aumento de 150X e óptica (Photac-Fil) em aumento de 50X. Isso se deve à grande probabilidade de dessecação do ionômero durante o preparo para microscopia eletrônica. Como esperado, a resina composta apresentou os melhores resultados em todos os métodos observados. De forma geral, o sistema Sof-Lex apresentou os melhores resultados quanto à lisura superficial e os piores foram obtidos pelo uso das brocas multi-laminadas para a resina e para o compômero. No entanto uma ressalva deve ser feita: o sistema Sof-Lex levou a maior rugosidade sobre o ionômero.

Yap, Sal e Lye (1998) definiram acabamento como sendo a redução ou contorno da restauração com a finalidade de obter a anatomia desejada. Já o polimento poderia ser definido como a redução de arranhões e rugosidades superficiais formados por instrumentos de acabamento.

Segundo os autores, os materiais de acabamento e polimento podem ser divididos em quatro grupos: abrasivos cobertos, (discos de acabamento abrasivos, por exemplo), dispositivos de corte, (brocas carbide e pedras brancas, por exemplo), pontas diamantadas de acabamento micro-particuladas, e abrasivos particulados, (pastas e pós de polimento).

Realizaram experimento com 84 corpos de prova de cada material, apresentando 10mm de diâmetro e 1,5mm de espessura. Durante a confecção, os moldes foram preenchidos com o material restaurador com leve excesso e

prensados entre placas de vidro com uma matriz de poliéster entre o material e as placas, de forma a extravasar material em excesso.

Dos 84 corpos iniciais, 12 formavam um grupo controle, e os demais 72 foram divididos em 2 grupos de 36: um para materiais submetidos às manobras de acabamento e polimento imediatas e outro após armazenamento por uma semana em água destilada. Os dois grupos foram subdivididos sendo submetidos aos procedimentos com o sistema de polimento Enhance / Dentsply; pedras brancas / Ponds; e discos de polimento Super-Snap / Shofu (12 cada).

Em todos os procedimentos foi observada velocidade de 1.000r.p.m./min. e as manobras foram realizadas em apenas em uma direção.

A rugosidade foi aferida em um analisador Talycontour. Dois traços foram gravados para cada espécime em duas localizações diferentes a uma extensão padrão de 2mm e em 8 intervalos de 0,25mm, ao longo da direção de rotação do instrumento de polimento.

Os materiais estudados que tinham reações lentas, como o ionômero modificado por resina e a resina poliácida, apresentaram resultados melhores quando se observava o período de intervalo de uma semana para posterior acabamento e polimento. A maturidade do material, o momento do acabamento e polimento foram críticos para os resultados obtidos.

Com relação ao mecanismo de maturação dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, estes apresentam uma reação de presa dual envolvendo a reação ácido-básica tradicional dos cimentos de ionômero de vidro e o processo de polimerização foto-químico baseado em radicais livres. Isto é obtido substituindo o componente aquoso por uma mistura de água e

HEMA (hidroxietilmetacrilato). A reação ácido-básica resulta na formação de um sal hidrogel de cálcio e alumínio e um polímero. A presa inicial desse material é o resultado da polimerização do HEMA e não da reação ácido-básica característica dos cimentos de ionômero de vidro.

A resina composta poliácido modificada não completamente polimerizada, de outra forma, contém vidro fluoro-silicato em uma matriz de resina TCB (produto da reação entre o ácido butano-tetracarboxílico e o HEMA) e outros monômeros foto-ativados. A resina TCB contém dois grupos metacrilato e dois grupos carboxila e assim é capaz de formar ligações cruzadas quando iniciada através de radicais de polimerização e se desenvolve reação ácido-básica para formar um sal, se água e cátions metálicos estiverem presentes. Os radicais carboxílicos na resina TCB não polimerizada são, no entanto, inativos desde que o material esteja em uma formulação anidro. O corpo polimerizado do material subsequente absorve água e uma reação ácido-básica idêntica àquela encontrada nos ionômeros tradicionais tem início. Em ambos os materiais a reação ácido-básica serve para endurecer e aumentar a resistência da matriz polimérica já formada. A maturidade do material não é conseguida imediatamente após a cura.

Devido à grande diferença entre a dureza da matriz e da carga imediatamente após a cura, o acabamento e polimento podem resultar em uma perda preferencial da fase matriz, deixando as partículas de carga expostas, o que levaria a um aumento da rugosidade. Com o tempo a fase matriz amadurece e endurece, diminuindo a diferença de dureza e a perda preferencial da matriz em procedimentos de acabamento e polimento.

O acabamento e polimento adiados levam aos melhores resultados de lisura superficial nos ionômeros modificados por resina e nas resinas poliácidas. Para todos os materiais, o acabamento e o polimento adiados levam a resultados de dureza iguais ou superiores aqueles obtidos por manobras similares realizadas imediatamente após a foto-ativação.

Geiger, Ravchanukayev e Leberman(1999) avaliaram o polimento produzido por pontas Enhance / Dentsply, e discos Sof-Lex / 3M sobre ionômero de vidro convencional (Fuji II/ GC) e modificado por resina (Vitremer / 3M) e um compômero (Dyract / Dentsply). Associaram duas pastas de polimento, uma a base de óxido de alumínio e uma a base de um gel de ácido poliacrílico.

Os resultados mostraram melhores resultados de polimento para os ionômeros quando realizados com Sof-Lex e com o gel de ácido poliacrílico. O compômero não demonstrou variações estatisticamente significativas,

Setcos, Tarim e Suzuki (1999) estudaram três sistemas de acabamento e polimento (Super-Snap Rainbow Technique Kit, Sof-Lex Pop-On System e Enhance) através de rugosimetria. O sistema Enhance apresentou os valores de Ra mais altos, porém foram clinicamente aceitáveis.

Whitehead et al. (1999) relatam que os tipos de instrumentos utilizados para mensuração da rugosidade superficial influenciam nos resultados observados. Neste estudo os autores compararam a aferição com ponta laser e de diamante, acoplados ao mesmo instrumento de medição (rugosímetro Perthometer S8P/ Feinpruf-Perthen GmH).

Existem diversos métodos para a medição da rugosidade: mensuração de perfil por contato, reflexão de laser, metrologia sem contato por laser, microscopia eletrônica de varredura, mensuração por ar comprimido e, mais recentemente, microscopia por força atômica.

Os parâmetros avaliados neste trabalho foram:

Parâmetro R_a - descreve a rugosidade total de uma superfície e pode ser definido como um valor de média aritmética de todas as distâncias absolutas do perfil de rugosidade desde a linha central dentro da distância medida.

Parâmetro R_z - média das alturas máximas dos picos e das profundidades dos vales de cinco larguras consecutivas e descreve o grau de rugosidade da superfície do corpo analisado.

Parâmetro R_{pm} - valor médio de cinco níveis de profundidade consecutivos. Valores baixos indicam superfícies com picos e vales discretos enquanto valores altos indicam perfis pontiagudos e afilados

Os resultados obtidos demonstraram concordância de resultados apenas no parâmetro R_a , que é considerado uma medida que não é sensível ao formato da superfície. Desta forma os autores aconselham a que se tenha precaução ao comparar trabalhos de rugosidade que utilizam técnicas de mediação diferentes, mesmo que varie apenas a forma da ponta ativa.

Ramos et al. (2000) estudou os selantes de superfície Protect-it (Jeneric-Pentron), Optiguard (Kerr) e Fortify (Bisco), e relatam que no passado considerava-se que a aplicação dos selantes era recomendável antes dos procedimentos de acabamento e polimento, pois estes poderiam preencher as falhas superficiais e impedir a penetração dos selantes de forma completa.

De forma contrária, os autores referem que a aplicação deve ser realizada após as manobras de acabamento e polimento, pois estas também podem gerar calor que pode gerar mais falhas inter-faciais e micro fraturas superficiais.

Apesar de pouco detalhamento ser fornecido pelos fabricantes os selantes são constituídos basicamente de BIS-GMA e agentes modificadores de baixo peso molecular (TEGDMA).

Os resultados demonstraram que aplicação de selantes reduziu de forma apreciável os níveis de infiltração marginal. A sua aplicação deveria ser repetida após dois anos para manter seus efeitos benéficos.

Marigo et al. (2001) observaram que o uso de pastas de óxido de alumínio e diamantadas finas e extra-finas resultou nos melhores índices de lisura superficial em resinas micro-particulada (Silux/3M) e híbrida (Filtek Z250™ /3M).

Os autores consideram que a análise com o rugosímetro 3-D apresenta menor chance de erro por considerar e avaliar Ra (média de rugosidade), Rms (valores de raiz quadrada médios), RV (maior distância pico-vale), Rsk (medida de perfil a partir da linha média) e Rku (grau de acicularidade da superfície).

Pedrini, Gaetti-Jardim Junior e Mori (2001) realizaram estudo *in vitro* utilizando saliva artificial avaliando os efeitos da aplicação tópica de flúor acidulado e neutro sobre a corrosão superficial do cimento de ionômero de vidro Vitremer™ e sobre cepas de *Streptococcus mutans* ATCC 25175.

Foi observado que o efeito antimicrobiano, (através da avaliação da adesão bacteriana), durou apenas quatro dias apresentando rápido declínio e

que a aplicação tópica de flúor, (sob as duas formas), não conseguiu restabelecer esta propriedade.

Os autores referiram não haver corrosão nem aumento de rugosidade, (avaliados por microscopia eletrônica de varredura), após a aplicação do flúor fosfato acidulado. Justificaram este resultado (conflitante com resultados encontrados em estudos anteriormente publicados por outros autores), afirmando que ao se utilizar o tempo de um minuto na aplicação, conforme recomendado pelos fabricantes, pouca ou nenhuma corrosão pôde ser observada, ao passo que em outros trabalhos uma aplicação por tempo aumentado foi realizada (mais de 4 minutos).

Langsten et al. (2002) realizaram estudo utilizando 34 espécimes de 2 resinas compostas: uma híbrida (Prodigy / KERR) e uma microparticulada (Silux Plus / 3M) de 8mm de diâmetro por 2mm de espessura, com uma superfície identificada como teste.

As manobras de acabamento e polimento foram realizadas pelo mesmo operador. Os discos de óxido de alumínio (Sof-Lex / 3M) foram utilizados com leve pressão, movimento circular, seguindo a seqüência de granulação média (360), fina (600) e superfina (1200), 10 segundos para cada passo. Os autores concluíram que o clareamento com peróxido de carbamida, mesmo nas concentrações mais altas utilizadas, não leva a alterações significativas na rugosidade superficial de resinas compostas.

Mitchell, Pintado e Douglas (2002) realizaram estudo em cavidades classe V em molares. Foram comparadas duas resinas diferentes, uma compactável de alta densidade (Prodigy Condensable / Kerr) e uma de alto

escoamento (Revolution / Kerr), sob a ação de três tipos de instrumentos de acabamento: discos de óxido de alumínio (Sof Lex / 3M), brocas multi-laminadas (Jet Brand TF7714 e FF9714 / Kerr) e pontas diamantadas ultra-finas com tamanho médio de grãos de 40 μ m e 15 μ m (BluWhite Diamond Yellow-banded e BluWhite violet-banded / Kerr).

Demonstraram que os discos de óxido de alumínio apresentaram os melhores resultados em termos de menor desgaste da estrutura dental em esmalte, porém em dentina os resultados foram inferiores. No entanto os autores observaram que isso se deveu ao fato de que ao operador utilizar as brocas e pontas diamantadas ter conseguido condições de evitar o contato com a região cervical das restaurações o que causou, inclusive, sobre contorno. Assim os autores destacam que o formato dos discos inviabiliza seu uso em determinadas áreas.

A habilidade de um material abrasionar outro é determinada pela sua dureza relativa. O número de dureza de Mohs (MHN) indica a resistência à abrasão, onde o diamante apresenta valor 10. O valor do óxido de alumínio e das brocas carbide é 9, da resina composta varia de 5 a 7, do esmalte 5 e da dentina entre 3 e 4. Baseado nisso pode-se inferir que as pontas diamantadas têm um maior potencial de desgaste que os demais. No entanto neste experimento o formato do instrumento foi mais importante que a sua composição dependendo da área avaliada. Neste trabalho foi utilizado um tempo de 15 segundos para cada instrumento rotatório com um tempo total de 30 segundos. No entanto este tempo se mostrou insuficiente para que um adequado acabamento fosse realizado.

Barghi e Alexander (2003) destacam diversas vantagens no uso de selantes superficiais. A vantagem inicial seria o menor tempo para acabamento e polimento

Descrevem ainda métodos de evitar a formação da camada dispersiva: mecânicos (barreira gel ou matriz mylar) e químico (selantes de superfície). Se o selante for aplicado antes da foto-ativação inibirá sua formação; se aplicado após, polimerizaria com esta. No caso da aplicação do bloqueador gel, uma polimerização deverá ser realizada previamente por 10 segundos, seguida da aplicação do block e nova polimerização por tempo adequado. A taxa de conversão de 80% após 15 segundos de foto-ativação com forças de adesão em esmalte (26MPa), acrílico (18MPa) e resina composta (15MPa) respectivamente.

Não haveria alteração na dureza do material após o uso do BisCover™. Para restaurações menores o material pode ser aplicado diretamente após a inserção, enquanto em restaurações maiores uma foto-ativação por 10 segundos previamente deve ser realizada. A superfície deve estar totalmente seca antes da aplicação do BisCover™ já que este é completamente hidrofóbico.

Lu, Roeder e Powers (2003) referem que as manobras de acabamento e polimento em resinas compostas obtêm melhores resultados em ambiente seco.

Polidores finais como Astropol HP e Diagloss White (que são borrachas impregnadas por diamantes), obtêm resultados de rugosidade maiores que os polidores como Sof-Lex (impregnado com alumina). O diamante produz arranhões mais profundos no material.

A diferença de dureza entre as resinas seria muito menos crítica que a diferença dos abrasivos, daí poder-se dizer que os polidores seriam mais importantes que as resinas na obtenção de superfícies mais lisas.

A diferença de granulação entre o Diagloss rosa e o branco era tão grande que este foi incapaz de eliminar a rugosidade provocada pelo anterior. Além disto o Diagloss apresentou as maiores partículas, em comparação com os demais.

A resina Esthet-X apresentou os piores resultados de rugosidade, comparada às resinas Vitalescence e Point-4. Isso se deve ao seu maior conteúdo de carga por volume e por apresentar o maior tamanho de partícula.

Entre duas resinas com o mesmo conteúdo de partículas, a que apresentou maior tamanho de partícula obteve os maiores resultados de rugosidade. Ou seja, quando o Ra (parâmetro de amplitude) for o mesmo, Sm (parâmetro de espaçamento) poderia fornecer melhores informações a respeito de rugosidade de compósitos.

Neste trabalho, corpos 6mm diâmetro por 3mm de altura foram feitos e após a obtenção destes, foram submetidos ao uso de brocas carbide de 12 lâminas. Os procedimentos de polimento foram realizados com 4000 e 3000RPM pelo mesmo operador. Rugosímetro foi usado com uma amplitude de traçado de 2mm e um valor de "cutoff" de 0,25mm. Foram usados cinco traçados com 72° entre eles.

Nagen Filho, D'azevedo, Nagen e Marsola (2003) destacam a importância de um acabamento e polimento adequados: diminuição no acúmulo de placa e na irritação gengival, melhoria na estética e na manutenção do aspecto e da cor. Destacam também que a obtenção de restaurações de

resina composta altamente polidas é extremamente difícil devido à diferença na dureza de seus componentes (carga e matriz), o que pode gerar valas em torno de partículas de carga ou crateras devido ao seu desprendimento. A quantidade e o tipo de carga assim como o tipo de matriz orgânica influenciam diretamente na lisura obtida.

O melhor método para obtenção de superfícies lisas seria a utilização de matriz de poliéster, porém este apresenta diversas limitações devido à anatomia dental. Os discos também apresentam excelentes resultados, porém apresentariam as mesmas limitações.

Özgünaltay, Yazici e Görücü (2003) realizaram experimento de acabamento e polimento no qual os corpos de prova foram aplainados com um diamante extra fino. No primeiro grupo, foram tratados por 20 segundos com pontas siliconizadas Comprepol (amarela) seguidas por um tratamento de 20 segundos utilizando o polidor siliconizado Composhine (cinza). No segundo grupo foram aplainados com um diamante do revestimento extra-fino. Foram tratados então por 20 segundos com discos de óxido de alumínio finos (Sof-Lex), seguidos por discos extra-finos (Sof-Lex). No terceiro grupo foi aplicada broca carbide 30 lâminas, seguida da aplicação de pontas siliconizadas Comprepol (amarela) seguidas por pontas siliconizadas (cinza) Composhine, ambas por 20 segundos. Os corpos do grupo IV foram aplainados com broca carbide de 30 lâminas. Seguiu-se à aplicação de discos Sof-Lex finos e, logo depois, tratamento de 20 segundos usando os discos extra-finos (Sof-Lex).

Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo investigador a fim reduzir a variabilidade. As pontas diamantadas e as brocas carbide foram usadas em caneta de alta velocidade refrigeradas por água. Os discos de óxido

de alumínio e as pontas siliconizadas foram usados em baixa velocidade com refrigeração a água. Cada disco e ponta siliconizada era rejeitado depois de uso. As pontas diamantadas apresentam a maior rugosidade quando usadas em resinas compostas. Devem ser indicadas para o contorno e remoção de excessos grosseiros (apresentam maior eficiência de corte) e as brocas multi-laminadas para acabamento.

Discos de Sof-Lex apresentam melhores resultados pois cortam matriz e carga de forma igual e apresentam funcionamento rotatório planar. A diferença na dureza de matriz e carga é um obstáculo difícil de ser resolvido nos compósitos. Devido à natureza de sua matriz os ormoceres podem apresentar desempenho mais uniforme quanto às manobras de acabamento e polimento.

O acúmulo de placa facilitado parece estar relacionado a valores de Ra entre 0,7-1,4 μ m. Todos os procedimentos neste experimento terminaram com valores inferiores a 0,7 μ m. Os resultados se relacionariam apenas aquelas situações clínicas onde temos superfícies planas e acessíveis.

Pedrini, Candido e Rodrigues (2003) realizaram estudo para avaliar a rugosidade superficial de cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, e um compômero, analisando o material, o procedimento de acabamento e polimento e o tempo para realização do mesmo.

Corpos de prova de 5mm de diâmetro por 2mm de altura foram preparados segundo as instruções dos fabricantes dos seguintes materiais: Vitremer/ 3M (ionômero de vidro resino-modificado), Chelon-Fil/ ESPE (ionômero de vidro convencional) e Dyract/ Dentsply (compômero). Os materiais foram injetados na matriz conformadora e cobertos com matriz de poliéster (Mylar) seguida de lâmina de vidro, deixada sob a aplicação de peso

de 2Kgf. Os materiais que assim requeriam, foram foto-ativados por 40 segundos.

As manobras de acabamento foram as seguintes: matriz Mylar, discos de Sof-Lex / 3M, (a partir da granulação média, em baixa rotação e refrigerados por ar), pontas diamantadas 3195 fina e extra-fina KGSorensen (refrigerada por spray ar-água), pontas diamantadas seguidas por Sof-Lex, granulação fina e extra-fina (seguindo a mesma metodologia acima respectivamente), broca multi-laminada de 30 lâminas 9642 Sybron com spray ar-água, e broca multi-laminada associada ao Sof-Lex granulação fina e extra-fina (seguindo a mesma metodologia acima respectivamente). Cada passo nos procedimentos de acabamento e polimento foi realizado por 30 segundos e sob lubrificação com vaselina. Os discos de Sof-Lex foram trocados a cada corpo de prova e as brocas e pontas a cada três. Os valores de rugosidade foram obtidos através do rugosímetro RUG-03. Os tempos de acabamento foram: imediato, após 24 horas e após 168 horas. Nestes tempos os corpos foram deixados em saliva artificial a 37°C. A partir dos resultados os autores observaram que as superfícies mais lisas para os ionômeros convencionais foram obtidas após 24 ou 168 horas, sem diferença estatística entre estes. Para o compômero, o procedimento imediato apresentou resultados similares aos tardios. Para o ionômero resino-modificado o acabamento imediato resultou em resultados piores nos grupos das brocas e pontas diamantadas. Os cimentos de ionômero de vidro não têm uma metodologia individualizada nos procedimentos de acabamento e polimento, adaptando-se ao das resinas compósitas. Daí os resultados para o compômero serem os melhores, pois suas características se assemelham mais às resinas que o ionômero convencional, que apresentou

os piores resultados de rugosidade, seguido pelo ionômero resino-modificado, que ficou com valores intermediários.

O compômero apresenta partículas menores e menor ocorrência de bolhas. Os ionômeros convencionais apresentam partículas maiores e tem maior sensibilidade à perda e ganho de água, tendo ainda maior tempo de presa.

Suh (2003) analisou, de forma profunda, os selantes polidores. Como estes materiais são aplicados em fina camada, haveria o risco de inibição por oxigênio. Para prevenir a formação de camada dispersiva, o fabricante do material (BiscCover™ / Bisco) desenvolveu as seguintes estratégias: a geração de um número excessivo de radicais livres, a seleção de radicais oxigênio resistentes, o aumento da taxa de polimerização e a diminuição da taxa de difusão de oxigênio

As seguintes modificações foram implementadas: alta concentração de foto-iniciadores, alta intensidade de luz, alta eficiência de foto-iniciação, monômeros de cura rápida (acrilatos ao invés de metacrilatos), monômeros multi-funcionais (mais do que duas ligações duplas).

Além da eliminação da camada dispersiva o material se propõe a melhorias em viscosidade, molhamento superficial, menor descoloração, taxa de cura, resistência à contaminação pré e pós cura, adesão aos substratos, resistência à pigmentação e desgaste e dureza e resistência.

O material deve ser polimerizado por luz halógena (nem LED nem laser) já que a EOP (energy optimization for polymerization) do BiscCover é de $7500\text{mJ}/\text{cm}^2$. Se a unidade foto-polimerizadora tem uma densidade de potência

de 500mW/cm² o tempo é de 15 segundos, considerando uma distância de 1 a 2mm da superfície. A 10mm demandaria 30 segundos.

Wilder et al. (2003) estudou os efeitos do acabamento e polimento, seco e úmido, sobre a textura superficial dos CIV modificados por resina. O acabamento e o polimento foram realizados com discos de Sof-Lex, considerado como o melhor resultado geral em diversos estudos.

Em relação à infiltração marginal, os resultados foram semelhantes entre os métodos seco ou úmido. No entanto em relação à lisura superficial o método a seco provê melhores resultados, o que está de acordo com as instruções dos fabricantes do Sof-Lex.

Baseren (2004) testou diferentes métodos de acabamento sobre uma resina nano-particulada (Supreme / 3M), uma resina nano-híbrida (Grandio / Voco) e um ormocer (Admira / Voco) utilizando-se de rugosímetro “Mahr Perthometer S4P”. Os métodos estudados envolviam o uso de um sistema de discos (Super-Snap / Shofu) e outro baseado em borracha e escova polidoras (Astropol e Astrobrush / Vivadent Ivoclar). Ambos eram aplicados após o acabamento com brocas ou pontas diamantadas (Diatech). Como controle negativo foi utilizado a compressão por matriz milar.

As resinas apresentaram os melhores resultados em termos de rugosidade não havendo diferenças estatisticamente diferentes entre ambas, com melhor polimento sempre com os discos. O autor enfatiza que em regiões onde o acesso para os discos é impossível, as borrachas e escovas seriam ainda as melhores opções.

Borges et al. (2004) analisaram o polimento de resinas condensáveis de diversas marcas comerciais com varias formas de acabamento superficial (Sof-

Lex / 3M, Enhance / Dentsply, Composite Finishing Kit / Kerr e Jiffy Polisher Cups / Ultradent) através do uso de um rugosímetro (Perthometer S8P, Perthem, Germany). Para tanto foi usado um poli-molde de teflon de 20 poços cada um com 5mm de diâmetro e 4mm de profundidade, perfazendo 20 espécimes de cada material. Os materiais foram condensados e cobertos por matriz de poliéster e comprimidos com duas placas de vidro. Estes foram fototivados por 40 segundos com as placas sobre eles e mais 40 segundos sem as placas. Os espécimes foram armazenados em solução salina por 24 horas a 37°C e as manobras de acabamento foram realizadas por um único operador e por 15 segundos intermitentemente.

Os autores listaram ainda a granulometria do polidor Sof-Lex óxido de alumínio médio (40 μ m), fino (24 μ m) e superfino (8 μ m).

Ferreira, Lopes e Baratieri (2004) realizaram estudo discutindo como, e mesmo quando, realizar as manobras de acabamento e polimento em resinas compósitas posteriores. Eles afirmam que o re-contorno e o acabamento superficial de restaurações de resina composta posterior apresentam algumas desvantagens, dentre as quais: interferência na adesão marginal devido à geração de calor, aumento na fratura marginal e aumento da suscetibilidade ao desgaste devido à formação de micro-fissuras superficiais.

Após a avaliação dos contatos na região da restauração, além de evitar margens em áreas de contato cêntrico, o ajuste oclusal sob a forma de ameloplastia poderia ser necessário, como por exemplo em situações quando o antagonístico sofreu extrusão de forma a evitar estresse oclusal e diminuir a taxa de desgaste.

Os autores advogam que uma técnica de inserção incremental criteriosa pode evitar o ajuste, acabamento e polimento da restauração. Os autores consideram que estes não apresentam significância clínica a longo prazo e podem causar danos à restauração.

Os procedimentos de acabamento e polimento devem ser realizados apenas quando necessários, com lentes de aumento, velocidade moderada e pressão leve, e sempre seguidos de um selamento das margens da restauração.

Listaram ainda as desvantagens dos procedimentos de acabamento e polimento: interferência na adesão marginal por aquecimento e aumento de fraturas marginais, aumento da susceptibilidade ao desgaste pela formação de “micro-cracks” superficiais, possibilidade de desgaste iatrogênico do esmalte na periferia da restauração, possibilidade de exposição marginal, redução da dureza superficial da restauração, limitação da longevidade do polimento (brilho obtido em resinas micro-híbridas dura poucos dias), grande variedade de material disponível (que poderia gerar confusão para o clínico) e o custo elevado.

Selantes de superfície poderiam aumentar a resistência ao desgaste em 50% se comparado a superfícies não seladas. Indicam, desta forma, o re-selamento da restauração suas margens a cada 12 meses. Alguns selantes requerem uma proteção superficial contra a inibição por oxigênio.

Jones, Billington e Pearson (2004) abordaram a questão do conforto pelo paciente em função da rugosidade e do acabamento superficial. Foi observado que os pacientes foram capazes de discernir entre valores de rugosidade superficial entre 0.25-0.50 μ m, através do tato da língua. Assim, os

autores concluíram que uma rugosidade máxima a ser obtida após acabamento e polimento deve ser de $0.50\mu\text{m}$.

Lowe (2004) refere que nas áreas de difícil acesso para os procedimentos de acabamento e polimento após as manobras de re-contorno o material BisCover provê excelente polimento.

Índica a sua aplicação após condicionamento ácido da restauração e da periferia cavo-superficial em esmalte por 5 segundos para a limpeza e remoção dos produtos de acabamento e polimento.

Türkün e Türkün (2004) estudaram os efeitos de quatro tipos diferentes de sistemas de acabamento e polimento (Sof-Lex, Enhance, PoGo e matriz Mylar) sobre três tipos diferentes de resinas compostas (Esthet-X, Clearfil ST e Filtek A110). Eles dividem didaticamente os passos que compreendem o acabamento de restaurações de resina composta:

1. redução de excessos e acabamento grosseiro - usa-se instrumentos de alta efetividade de corte, com todo o cuidado de tocar apenas a restauração

2. contorno - objetivo de obter a forma final da restauração de acordo com critérios funcionais e estéticos

3. acabamento fino - ajuste final e preciso das margens da restauração e melhoria na lisura superficial

4. polimento - obtenção de uma superfície texturizada, lisa e brilhante

Neste trabalho o sistema PoGo obteve os melhores resultados (excetuando a matriz Mylar) seguido pelo sistema Sof-Lex e o sistema Enhance., à exceção da resina Esthet-X.

Barbosa et al. (2005) estudaram o efeito de oito sistemas de acabamento e polimento diferentes sobre duas resinas micro-particuladas, uma

resina híbrida e duas resinas compactáveis através do uso de um rugosímetro. Os sistemas de acabamento e polimento foram: A (brocas carbide de 12 e 30 lâminas KG Sorensen por 20 segundos em alta velocidade, refrigeradas por água e aplicadas em apenas uma direção), B (pontas diamantadas finas e extra-finas KG Sorensen aplicadas com mesma metodologia das brocas), C (discos de Sof-Lex/3M, aplicados progressivamente de forma decrescente de tamanho, nas quatro granulações, em movimentos circulares sem refrigeração por água, por 20 segundos), D (discos Super Snap/Shofu aplicados com mesma técnica anterior), E (pontas de borracha abrasiva Viking/KG Sorensen, aplicados da mesma forma que o item C acrescidos da aplicação de discos de feltro e pastas polidoras fina e extra-fina Prisma Gloss/Dentsply por 10 segundos), F (item B + E), G (item B + C) e H (item B + D). Um grupo controle onde foi realizada a compressão com matriz de poliéster foi também avaliado como controle negativo.

O rugosímetro foi ajustado para uma extensão de traçado de 2mm, com 0.005 μ m de precisão e com três traçados para cada espécime perpendicularmente a direção de acabamento e polimento empregada. O valor de cut-off foi de 0.8mm de forma a minimizar os efeitos de ondulações na superfície dos corpos de prova.

Para todas as resinas os valores mais altos de Ra foram observados no grupo tratado com pontas diamantadas. Os menores foram associados aos discos de Sof-Lex.

Os autores sugeriram que em áreas inacessíveis para os discos de acabamento, as borrachas polidoras associadas às pastas polidoras são boas

opções, produzindo superfícies satisfatórias e comparáveis à rugosidade apresentada pelo esmalte oclusal.

Heintze, Forjanic e Rousson (2005) realizaram trabalho a respeito do tratamento superficial de restaurações diretas e afirmam que a rugosidade superficial da ordem de $0,3\mu\text{m}$ pode ser observada pela capacidade tátil da língua. Estudos demonstram que valores médios de rugosidade superficial acima de $0,2\mu\text{m}$ se relacionavam ao aumento no acúmulo de placa.

Neste estudo se busca avaliar algumas variáveis no processo de acabamento e polimento de alguns materiais restauradores (resinas compósitas, amálgama e compômero). A pressão aplicada foi avaliada de forma a sugerir uma sistematização na metodologia de trabalhos sobre o tema. Outro objetivo central do trabalho foi o de se tentar estabelecer uma relação direta entre rugosidade superficial e brilho. Foram feitos oito corpos de prova de cada material, que foram submetidos a mensuração de rugosidade através de dispositivo ótico (FRT MicroProf) e de brilho (Novocurve). Foi realizada uma aferição inicial após um polimento prévio com discos de SiC de grana 4000 e líquido polidor.

Em seguida os corpos foram asperizados com discos de papel de SiC grana 320 para posterior polimento sob refrigeração com água a 10.000 rpm, aplicando-se uma força de 2N por 30 segundos. Foi utilizado o sistema Astropol (Vivadent) que apresenta três passos, e os valores de rugosidade e brilho foram aferidos a cada 5 segundos. Outra metade dos corpos de prova foi submetida a uma força de 4N para as mesmas aferições.

O maior ganho nos valores obtidos foi conseguido após os primeiros 5 segundos de aplicação de cada ponta polidora em seqüência. Os compósitos

apresentaram maiores valores de rugosidade quando foi aplicada maior pressão. Tanto rugosidade como brilho foram dependentes dos materiais e influenciados pela metodologia aplicada. Ambos se mostraram relacionados intimamente e o brilho parece ser um método suficiente para avaliar os materiais de acordo com sua capacidade de polimento.

Jones, Billington e Pearson (2005) defendem que, ao contrário do indicado, a maioria dos clínicos tende a aumentar a pressão ao diminuir a capacidade de corte dos discos de polimento. Isso levaria a um aumento da temperatura acima da de transição vítrea das resinas (120-160^oC). Desta forma poderia se criar uma camada superficial destituída de partículas.

Já o CIV deve ser tratado de forma diferente sob outro aspecto. Os melhores resultados de rugosidade foram encontrados quando do uso de apenas as gramaturas maiores. Observou-se que após o uso de discos de acabamento final haveria uma remoção preferencial da matriz.

Lee, Lu e Powers (2005) realizaram estudo abordando as conseqüências do uso de selantes sobre a estética de resinas compósitas. O selante de superfície BisCover diminuiu o nível de fluorescência das resinas estudadas o que pode interferir na obtenção de mimetismo com a estrutura dental especialmente sob a luz ultra-violeta, mesmo apresentando apenas uma espessura de 0-70 μ m.

Turssi, Feracane e Serra (2005) destacam que se atribui aos procedimentos de acabamento e polimento influência direta na cinética do desgaste em resinas compostas. De fato, baseado em princípios tribológicos, a textura de superfícies interativas pode modular o processo de desgaste através da influência direta sobre as condições de contato e fricção. Além disto os

procedimentos de acabamento com instrumentos rotatórios pode causar nucleação de micro-fraturas na sub-superfície que podem propagar e coalescer de forma a aumentar o desgaste.

No seu experimento as diferenças mais significativas foram observadas entre o compósito nano-particulado (Filtek Supreme/ 3M) e o com carga “mini” (Z250 / 3M). Esta diferença se deve basicamente às diferenças entre as tecnologias de carga destes materiais: em um compósito nano-estruturado há maior presença de carga na superfície do material, aumentando sua resistência ao desgaste. As partículas aglomeradas chamadas “nano-clusters” presentes na resina nano-particulada parecem resistir mais ao processo de remoção por arrancamento do que no caso de partículas de carga de tamanho micrométrico de zircônio e sílica, (mais expostas e proeminentes no meio da matriz).

Diferenças também puderam ser observadas na capacidade de polimento das resinas estudadas, onde as nanoparticuladas apresentaram melhor rendimento, pois o cisalhamento de partículas neste material deixa espaços menores no material durante os procedimentos de acabamento.

Watanabe et al. (2005) utilizaram discos seqüenciais de acabamento e pontas abrasivas sobre dois compósitos híbridos diferentes variando o tempo de aplicação de cada um em 10, 20 e 30 segundos. Os valores foram muito próximos dentro deste intervalo. As maiores modificações foram vistas em relação aos sistemas usados, porém todos dentro do aceitável clinicamente. A duração da técnica empregada, dentro do intervalo avaliado, teve menor influência aparentemente por que os corpos eram cilíndricos, com superfície plana e com fácil acesso para os instrumentos polidores.

Honczar (2006) avaliou a influência de dois selantes de superfície (Biscover™ / Bisco e Fill Glaze / Vigodent) na micro-infiltração, dureza e rugosidade superficial de uma resina compósita. Na análise de rugosidade foram utilizados 40 discos de 10mm de diâmetro por 2mm de altura, divididos em quatro grupos de dez: controle (compressão por matriz, asperização com ponta diamantada 3195F, e aplicação dos dois tipos de selantes testados nos dois demais grupos). A avaliação da rugosidade foi realizada em rugosímetro Surfrest SJ201P (Mitutoyo) com parâmetro Ra, onde foram realizadas seis leituras em padrão radial por corpo de prova. Observou-se redução da rugosidade superficial sem diferença estatística entre os dois selantes testados.

Sarac et al (2006) avaliaram os efeitos de dois diferentes sistemas de acabamento e polimento (discos de óxido de alumínio Sof-Lex/3M e rodas de polimento Astropol/Ivoclar) associados ou não a um selante de superfície polidor (Biscover/BISCO) sobre três tipos de resina compósita: uma nanohíbrida (Grandio/VOCO), uma microhíbrida (Filtek Z250/3M) e uma híbrida (Quadrant Universal/ Cavex). A avaliação envolveu o uso de rugosimetria e de colorimetria.

A rugosimetria foi realizada usando o Surf Test 402 Analyser/Mitutoyo, com ponta de diamante 5 μ m de raio, sob pressão de 3.9mN. A velocidade de aferição foi de 0,1mm/s com intervalo de 600 μ m durante o teste, que foi repetido três vezes.

O sistema SofLex de discos impregnados com óxido de alumínio apresentou melhores resultados do que o sistema siliconizado (Astropol). Os autores relacionam isso ao fato de que para um sistema de acabamento e polimento ser efetivo as partículas abrasivas devem ser mais duras que o

material de carga usado na resina, se não o agente polidor irá remover apenas porções da matriz protruindo as partículas de carga.

A associação do polidor químico Bisclover melhorou significativamente a lisura em ambas as combinações com os sistemas de polimento. Este material poderia preencher os defeitos micro-estruturais por ação capilar. Porém os autores enfatizam que já existem trabalhos que referem um baixo índice de manutenção deste tipo de material quando submetido à escovação simulada o que invalidaria seu efeito em longo prazo.

Um fator preponderante na obtenção de uma superfície polida foi o tipo e a quantidade de partículas de carga. A resina nanohíbrida apresentou os melhores resultados seguidos da microhíbrida e finalmente da híbrida.

Bagheri, Burrow e Tyas (2007) estudaram a rugosidade superficial de cimentos de ionômero de vidro, compômeros e ionômero modificado por resina. Os corpos de prova cilíndricos de 12mm de diâmetro por 1mm de espessura foram feitos com acabamento superficial tanto por compressão por matriz como por acabamento seqüencial com discos de acabamento de carbide siliconizado de granulação 2000. Os corpos foram colados em imersão em água destilada por 1 semana e depois em vinho tinto, café ou chá por 2 semanas.

A rugosidade foi observada por microscopia eletrônica de varredura a partir de réplicas em silicone de adição vazadas com resina epóxi e submetidas à deposição com ouro.

Os piores resultados foram obtidos pelo compômero que apresentou sinais de rachaduras em ambos os grupos de acabamento testados e com perda de partículas ou extrusão das mesmas após as manobras de acabamento.

O ionômero de vidro convencional se mostrou mais rugoso após exposição ao café e ao chá. Todos os materiais apresentaram maior rugosidade após a manobra de acabamento. Os materiais modificados por resina (compômeros e ionômero modificado por resina) não se mostraram susceptíveis ao contato com as bebidas testadas.

Beun et al. (2007) realizaram uma pesquisa extensa sobre as propriedades mecânicas (módulos elásticos: estático e dinâmico, resistência flexural e micro-dureza Vickers), grau de conversão polimérica e conteúdo de carga em peso das resinas nano-particuladas e comparou tais variáveis com resinas compostas híbridas e micro-particuladas.

As resinas nano-particuladas apresentam características promissoras por associarem propriedades mecânicas melhoradas e uma estética privilegiada. Além manter brilho e polimento por mais tempo, o tamanho das partículas é menor que o comprimento de onda de luz visível resultando em incapacidade do olho humano em detectar as partículas.

As resinas nano-particuladas Grandio®(Voco) e Filtek™ Supreme (3M) apresentaram propriedades vantajosas em relação às resinas micro-particuladas (principalmente) e às híbridas.

Sadaghiani, Wilson e Wilson (2007) estudaram os efeitos de enxaguatórios bucais rotineiramente usados, associados ou não à escovação, sobre a rugosidade de ionômeros modificados por resina e compômeros. A avaliação foi realizada por microscopia eletrônica de varredura e rugosimetria em tempos de observação imediato, após 4, 12 e 24 semanas.

O íonômero resino-modificado (Vitremer™/3M ESPE) apresentou as mais fortes alterações superficiais se comparado com os compômeros. Para o íonômero modificado por resina usado no estudo a associação da escovação piorou os índices de rugosidade e os enxágües mais ácidos (Listerine) resultaram em maior rugosidade, provavelmente devido à lixívia de cátions.

O uso de enxaguatórios isoladamente não levou à mudança estatisticamente significativa para nenhum dos materiais estudados.

Vimercati (2007) desenvolveu estudo que teve por objetivo avaliar a degradação de um compósito após ciclos de escovação simulada, com ou sem a aplicação de selantes de superfície e com ou sem a aplicação tópica de flúor fosfato acidulado. A avaliação foi feita através da análise alteração da massa e da rugosidade superficial. Foram confeccionados 80 corpos-de-prova com o compósito Z250 (3M) (8mm x 3mm) e divididos em 4 grupos. Todos os grupos tiveram as superfícies regularizadas com lixa d'água 1.200. O grupo A (controle) não recebeu selamento, o grupo B recebeu aplicação do selante de superfície Fortify (Bisco), o grupo C, BisCover (Bisco) e o grupo D, Fill Glaze (Vigodent). Após isso, os corpos de prova foram armazenados em água destilada por 7 dias, em temperatura ambiente e, posteriormente, pesados em balança analítica para obtenção da massa inicial e submetidos à análise da rugosidade superficial inicial, utilizando rugosímetro Surfrest SJ 201 P Mitutoyo. Os grupos A, B, C e D foram subdivididos em 2 grupos cada (n:10) e um subgrupo da cada grupo inicial (A2, B2, C2 e D2) foi submetido à aplicação de fluorfosfato acidulado (4 min), antes da escovação. Os grupos A1, B1, C1 e D1 permaneceram em água destilada. Após a remoção do fluorfosfato acidulado A, todos os grupos foram armazenados em saliva artificial por 1 hora, em

temperatura ambiente. Posteriormente foram submetidos a 30.000 ciclos de escovação, representando 6 meses de escovação diária. Com base nos resultados obtidos e na análise estatística realizada, pôde-se concluir que a aplicação de fluorfosfato acidulado e a aplicação de selantes de superfície não tiveram influência na alteração de massa e na rugosidade superficial dos materiais testados. O selante de superfície demonstrou proteção ao compósito após escovação, apresentando uma maior perda de massa no grupo B1 (Fortify) em comparação com o grupo A1 (controle). Os demais selantes testados protegeram o compósito. Não foi observada correlação significativa entre perda de massa e alteração da rugosidade.

1.4 Materiais e formas de tratamento superficial: efeitos sobre o biofilme dental

Satou et al. (1988) incluíram os componentes salivares em um experimento *in vitro* que abordava a formação de biofilme sobre materiais restauradores e observaram variáveis tais como interações eletrostáticas e/ou interações hidrofóbicas (ângulo de contato) e o potencial zeta (carga da superfície) e demonstrou a importância da mesma em estudos deste tipo.

Foram avaliados quatro compósitos resinosos, duas ligas de amálgama e uma liga para fundição a base de ouro, prata e paládio.

A cobertura com saliva resultou em queda da hidrofobicidade e aumento importante da carga de superfície. O número de estreptococos aderidos caiu quando foi feita a cobertura com saliva. Nos materiais não cobertos houve correlação positiva com o aumento do número de *S. sanguis* aderidos.

Forss et al. (1991) desenvolveram experimento objetivando comparar os níveis de flúor e estreptococos do grupo mutans na placa formada sobre restaurações de ionômero de vidro (Ketac-Fil / ESPE) e resina composta (Silar / 3M).

Os autores fizeram túneis sob braquetes ortodônticos com cones de guta-percha número 50 e deixou-se formar placa livremente, havendo coleta de material em 14, 28 e 42 dias. Os resultados médios expressos em unidades formadoras de colônias para os três períodos analisados foram os seguintes: ionômero ($0,5 \times 10^3$ U.F.C., $6,7 \times 10^3$ U.F.C. e $8,8 \times 10^3$ U.F.C.) e resina composta (32×10^3 U.F.C., $14,6 \times 10^3$ U.F.C. e $120,6 \times 10^3$ U.F.C.).

A concentração de flúor na placa relacionada ao ionômero, expressa em p.p.m. F, nos mesmos períodos, foi de, respectivamente, 19.985, 5.788 e 5019. Para a resina composta esta se manteve estável em torno de 200p.p.m.F.

Os autores concluem que há uma clara correlação entre os níveis de flúor na placa e a inibição do crescimento de estreptococos do grupo mutans.

Palenik et al. (1992) desenvolveu importante trabalho a respeito da inibição da aderência e crescimento bacterianos sobre vários cimentos de ionômero de vidro. Neste trabalho o autor utilizou microorganismos da *American Type Culture Collection* (ATCC) envolvidos na cariogênese: *Actionomyces Viscosus* (ATCC 19246), *Streptococcus Mitis* (ATCC 9811), *Streptococcus Mutans* (ATCC 27351), *Lactobacillus Casei* (ATCC 7469) e *Streptococcus Sanguis* (ATCC 10556).

Em sua metodologia, cavidades foram feitas para os corpos de prova em tubos de teflon de 5mm de diâmetro e 2mm de altura. Os cimentos de ionômero de vidro utilizados no experimento foram: Fuji Cap II e Fuji Miracle Mix (G-C), Ketac-Silver e Ketac-Fil (ESPE), X-R Ionomer (Kerr) e Vitrabond (3M).

Quatro tipos de análise foram feitos:

a) Testes de inibição direta: 0,1mL de cultura padronizada de bactérias em cada uma das cinco placas com ágar e meio específico. Dois espécimes de cada material foram colocados em cada uma das placas, e, depois da incubação, a inibição do crescimento microbiano foi avaliada através da medição dos halos de inibição (quando presentes).

b) Testes de inibição de crescimento indireto: dez espécimes por material, dois por placa, foram colocados simetricamente nas mesmas, com

uma distância de no mínimo 12mm para as suas paredes. Após incubação anaeróbia a 37⁰C por 48 horas, os espécimes foram removidos e descartados, para posterior inoculação dos discos.

c) Liberação de flúor: foi usado um eletrodo combinado para medição de flúor (Orion Reseach, Cambridge, MA, USA), e depois medido o pH de cinco espécimes-teste.

d) Testes de inibição de aderência microbiana: incisivos centrais bovinos foram usados, onde foram feitos preparos de 5 X 2mm, envolvendo cimento e esmalte. Cinco dentes por material (em um total de dez espécimes), foram usados e foi feito um grupo controle composto de dentes com preparo, mas sem material restaurador. Cada um foi colocado em tubos contendo 10 ml de meio de cultura ao qual foi adicionado 0,1ml de uma cultura de *S. mutans* incubado anaerobicamente por 24 horas. Após metodologia apropriada, foram analisados o grau de cobertura e a espessura de placa e todos os resultados colhidos foram sujeitos a análise de variância.

Os resultados apresentados foram os seguintes:

a) Inibição direta: o Ketac- Silver e o Ketac-Fil apresentaram pequena inibição e somente para *A. viscosus*. Os outros cimentos de ionômero de vidro apresentaram resultados superiores; em ordem crescente de halo de inibição podemos listar: Fuji Cap II, X-R Ionomer, Vitrabond e Miracle Mix, (com pequenas variações nesta ordem, quando analisado um tipo de microorganismo específico).

b) Inibição indireta: houve franco crescimento em todos os discos, mesmo sobre as áreas antes ocupadas pelos materiais.

c) Liberação de flúor: o X-R Ionomer apresentou um padrão de liberação mais rápido e com maior nível de liberação de flúor nos períodos medidos de 1, 8, 24, 72 e 168 horas. Contraditoriamente, o Miracle Mix apresentou rápida queda de liberação de flúor; o Ketac-Silver apresentou os níveis mais baixos medidos, enquanto o Ketac-Fil alcançou níveis bons apenas após 72 horas. Já o Fuji Cap II e o Vitrabond liberaram maiores níveis de flúor após 24 horas.

d) Aderência: todos os cimentos de ionômero de vidro inibiram a aderência bacteriana, sem diferença significativa entre os materiais usados.

Hahn et al. (1993) enfatizaram a necessidade de se desenvolver estudos *in vivo* devido ao sem-número de variáveis possíveis na colonização bacteriana no biofilme dental. Para os autores, os métodos *in vitro* que consideram o crescimento bacteriano em meios de cultura artificiais, podem simular de forma incompleta os fatores ligados à adesão *in vivo* e ao indivíduo.

Foi desenvolvido um método *in vivo*, no qual os materiais a serem estudados eram fixados a restaurações intra-coronárias indiretas, na região de ponto de contato proximal. Foram testados os seguintes materiais: duas cerâmicas diferentes, esmalte (controle) e uma resina composta. Dez voluntários foram observados e um total de 40 amostras foram feitas com restaurações nas proximais do segundo pré-molar inferior e do primeiro molar inferior.

Como resultado as cerâmicas se destacaram com o menor índice de acúmulo de placa bacteriana.

Prati et al. (1993) desenvolveu trabalho *in vitro* baseado em dois tipos de análise microbiana: difusão por ágar e inibição de crescimento. Foram

avaliados cimentos de ionômero de vidro, adesivos dentinários, resinas compósitas e ligas de amálgama, e os microorganismos analisados foram *S. mutans*, *S. mitis*, *S. salivarius* e *S. sanguis*.

Como se esperaria, nas primeiras horas o único material que apresentou efeito antimicrobiano foi o cimento de ionômero de vidro.

Li e Bowden (1994) buscaram responder a seguinte pergunta: “O flúor advindo do substrato influencia o acúmulo de células bacterianas em um biofilme associado?”. Para isso, utilizaram uma metodologia que empregava hidroxiapatita livre de flúor (grupo controle) e hidroxiapatita com flúor adicionado (grupo teste).

Foram testados biofilmes a partir de cepas padrão de *S. mutans*, *A. naeslundii* e *L. casei* que se acumulavam sobre corpos de prova dos grupos controle e teste.

As condições de cultura variaram de pH entre 4.5 a 7.0 sob limitação ou excesso de glucose.

Os níveis baixos de pH afetaram o número de células sobre os corpos de grupo teste tanto nos períodos iniciais (de 0 até 2hs) até biofilmes maduros (20hs).

A aderência inicial não foi afetada pelo flúor superficial em nenhuma das condições testadas. Similarmente as células do biofilme sob limitação de substrato ou excesso do mesmo em pH 7.0 não foram afetadas pelo flúor superficial.

Os resultados finais demonstraram que apenas células de biofilmes sensíveis ao flúor (*S. mutans* e *A. naeslundii*) e sob condições de excesso de

substrato e baixo pH, apresentaram-se afetadas pela presença de flúor superficial.

Forss, Näse e Seppä (1995) realizaram estudo *in vivo* onde se buscou avaliar restaurações antigas de cimentos de ionômero de vidro. Foram selecionados 27 voluntários cada um com restaurações com mais de três anos de serviço. Foi avaliado o conteúdo de flúor na placa dos dentes com restauração e dos seus homólogos contra-laterais, além da saliva, antes de depois de uma recarga (através da aplicação tópica de flúor gel a 1,2%). Após três dias foi repetida a manobra de aferição.

Também foi observada a presença de *S. mutans* e *Lactobacillos* na placa adjacente às restaurações. Amostras foram colhidas e semeadas em meio seletivo para *S. mutans* (ágar mitis salivarius bacitracina) e para *Lactobacillos* (ágar Rogosa) que foram deixadas em condições anaeróbias a 37°C. As U.F.C. foram contadas após 48 horas para os *S. mutans* e 72 horas para os *Lactobacillos*. Para determinar a flora viável total da placa alíquotas de 50µl foram diluídas serialmente e cultivadas em ágar sangue, cultivadas em condições anaeróbias a 37°C e as U.F.C. foram contadas após 48 horas.

Foi observado um discreto aumento nos níveis de flúor na placa do dente restaurado e do homólogo, porém em níveis muito baixos.

Nenhuma mudança apreciável pode ser observada quanto à colonização bacteriana avaliada. A aplicação de flúor não aumentou de forma significativa a concentração de flúor na placa.

Leonhardt, Olsson e Dahlén (1995) avaliaram quantitativa e qualitativamente diferenças na colonização bacteriana sobre superfícies de titânio, hidroxihapatita e amálgama *in vivo*.

Dois corpos de prova de cada material com dimensões de 0.6 X 0.6 X 0.1cm foram colocados em placas de cromo-cobalto as quais foram adaptadas intra-oralmente na arcada superior à exceção de um indivíduo que utilizou no maxilar inferior. Foram seis indivíduos ao todo, com idade variando entre 31 a 48 anos de idade. As placas foram usadas por 1, 3, 6, 24 e 72 horas.

Depois da remoção das placas, os corpos de prova foram lavados em PBS e transferidos para um meio de transporte. Depois de serem levados ao vórtex as amostras foram inoculadas em meios seletivos e ricos (não seletivos) para análise de diversas bactérias facultativas e anaeróbias.

Durante o experimento a contagem de todas as bactérias viáveis aumentou em todas as superfícies.

As bactérias investigadas representaram 60 a 99% da contagem de bactérias viáveis à exceção das amostras com 10 minutos quando estas constituíam entre 20 a 30% do total.

Diversas espécies de estreptococos predominaram e usualmente constituíram mais que 50% das células viáveis.

Padrões similares de colonização de *Streptococcus spp.*, *Actinomyces naeslundii*, *Neisseria spp.*, *Hemophilus parainfluenzae*, *Fusobacterium spp* e *Prevotella spp.* negra foram vistos nos três tipos de superfícies.

Os materiais não apresentaram influência marcante nos padrões de colonização inicial *in vivo*.

Os autores relembram que a colonização bacteriana inicial sobre a superfície dental se inicia pela adesão de bactérias salivares à película. A adesão é mediada tanto por mecanismos inespecíficos, (forças eletrostáticas e

hidrofobicidade), como por específicos, (interações adesina-receptor), que permitem às bactérias se unirem seletivamente às superfícies.

Algumas espécies bacterianas como *Streptococcus. sanguis* e *Actinomyces spp.* produzem adesinas que mediam adesão específica a glicoproteínas da película salivar. Assim, estes são considerados colonizadores primários e predominam na placa inicial em formação.

Outras espécies como *Streptococcus mitis* e *Streptococcus oralis* são considerados por alguns autores, como predominantes na placa inicial. De forma contrária, outras espécies não são tidas como importantes na formação inicial, como os *Streptococcus salivarius*.

Depois da colonização inicial segue-se um período de crescimento rápido, o que leva às alterações ambientais que permitem a incorporação de outras espécies anaeróbias facultativas e, posteriormente, bactérias anaeróbias por mecanismos de co-agregação.

A composição da placa dental madura é, desta forma, dependente da adesão inicial entre as bactérias pioneiras e a película. Mesmo que um padrão geral seja observado, deve haver diferenças significativas entre indivíduos e estruturas superficiais.

Desta forma, materiais para restaurações dentárias devem influenciar a formação inicial da placa pelas suas peculiaridades de topografia e química superficial, influenciando diversas variáveis como por exemplo a formação de películas com diferentes glicoproteínas na composição.

Suljak et al. (1995) observaram a capacidade de bactérias da flora normal de se aderir ao amálgama e à resina composta. Em um estudo *in vitro* utilizando *Streptococcus Sanguis* e *Streptococcus salivarius*, os autores

avaliaram sua presença na superfície destes materiais por espectrofotometria foto eletrônica com raios-X e microscopia eletrônica de varredura, com e sem saliva. Como resultado, os autores observaram que os dois materiais propiciaram a colonização bacteriana, apesar de serem hidrofóbicos.

Benderli et al. (1997) realizaram estudo *in vivo* com o diferencial de que os espécimes foram feitos em duplicata presos por um fio ortodôntico em ambiente estéril para se fazer duas medidas: de UFC e de peso. Foi observada relação direta entre a liberação de flúor e a diminuição no acúmulo de placa.

O HEMA presente na formulação do Vitrebond pode ter aumentado seu efeito anti-microbiano frente a cepas de *S. mutans*, conforme observado em outros experimentos anteriores

Shahal et al. (1998) realizaram trabalho onde a inclusão de saliva recém colhida e a técnica de eletroforese foram os diferenciais. Ao estudar a aderência de *S. mutans*, os autores não observaram diferenças entre os materiais estudados (compósitos e cimentos de ionômero de vidro).

Steinberg et al. (1999) realizaram corpos de prova de resina composta (Charisma) preparados em moldes de silicone, que foram tratados com peróxido de carbamida a 10% e peróxido de hidrogênio a 10%. Depois de incubação com o agente clareador por períodos de 1, 2 e 3 dias, as amostras foram cobertas com saliva humana recém-colhida. O padrão de adsorção ao material restaurador foi determinado usando um gel de eletroforese associado com técnicas de densitometria computadorizada. A quantidade de proteínas salivares adsorvidas sobre as superfícies tratadas foi medida o método Bradford.

A adesão de bactérias dependentes de sacarose à resina composta (Charisma) coberta por saliva foi testada usando cepas de *Streptococcus mutans*, *sobrinus* e *Actinomyces viscosus*.

Os autores lembram que as superfícies dentais duras podem ser modificadas tanto mecanicamente (escovação e polimento) quanto quimicamente (por agentes de clareamento oxidantes ou ácidos).

O perfil de aderência das proteínas salivares sobre os corpos de prova de Charisma tratados com clareadores foi similar ao apresentado ao grupo controle (sem clareamento). Após 3 dias de exposição o perfil de aderência se alterou se comparado com 1 ou 2 dias, notoriamente no grupo com clareador a base de peróxido de hidrogênio.

A cobertura dos corpos de prova com saliva afetou a aderência de *S. mutans*, *sobrinus* e *A. viscosus*. A diminuição na aderência destes microorganismos no grupo submetido à clareamento foi estatisticamente significativa.

O pré-tratamento dos corpos de prova com peróxido de hidrogênio ou peróxido de carbamida causou alterações pequenas no perfil de adesão de *A. viscosus* a essas superfícies, comparado ao grupo coberto com saliva. Contudo, a adesão de *A. viscosus* sobre a superfície coberta por saliva do grupo controle foi aumentada significativamente nos 3 dias de clareamento.

Os resultados demonstram que as proteínas salivares são adsorvidas sobre a superfície dos materiais restauradores com um padrão de adsorção similar independentemente do tipo de tratamento clareador. Contudo, em um ensaio quantitativo, o procedimento clareador causou diminuição na adsorção de proteínas salivares sobre a superfície, o que demonstrou ser independente

do tempo. Os depósitos de biofilme de saliva sobre o material restaurador (Charisma) levaram a uma queda na adesão de estreptococos, independente do procedimento de clareamento. Isto demonstra o importante papel desempenhado pela saliva no controle de depósitos de placa dental sobre as superfícies duras na cavidade oral.

Destacam ainda que a adesão específica das bactérias orais é mediada por sítios de união em membrana como sítios de união glucana e/ ou sítios de união de proteínas específicas como proteínas ricas em prolina.

A composição metálica do amálgama e do IRM foi alterada depois do tratamento clareador com peróxido de hidrogênio ou peróxido de carbamida.

Carlén et al. (2001) avaliaram a rugosidade e a composição química de superfícies de ionômero de vidro e de resina compósita antes e depois do polimento e a adsorção de proteínas salivares e aderência bacteriana a superfícies cobertas por película. Destacaram a importância da obtenção de uma superfície lisa e polida para diminuição no acúmulo inicial de biofilme.

Ebi et al. (2001) estudaram a incorporação de agentes antimicrobianos aos materiais restauradores, neste caso especificamente nas resinas compósitas foi estudada. Os autores referem que esta pode ter dificuldades intrínsecas que envolvem a interferência negativa nas propriedades mecânicas, o período de liberação em níveis aceitáveis curto e a possível toxicidade.

Neste estudo o monômero antimicrobiano 12-metacrilóiloxidecilpiridínio brometo (MDPB) foi incorporado à matriz resinosa em uma concentração de 2,83%. Foi realizada uma avaliação *in vitro* da habilidade de inibir fixação, da síntese de glucanos e do crescimento bacteriano na superfície do material, utilizando cepas de *Streptococcus mutans*. A eluição do princípio ativo no meio

também foi avaliada e apesar de não se constatar quantidades significativas da mesma, os critérios avaliados previamente mencionados levaram à conclusão de que o material experimental apresenta propriedades anti-placa.

Arweiller et al. (2002) realizaram estudo *in vivo* sobre o efeito de substâncias com potencial para inibir a formação de biofilme e para diminuir a vitalidade do mesmo (dois cremes dentais, um colutório de clorexidina), que foram comparadas a um controle positivo com água destilada.

A metodologia empregada para a avaliação envolvia a utilização de índices de placa corada e microscopia confocal.

Oito estudantes voluntários leram os termos do experimento e assinaram consentimento concordando em participar do estudo por 14 semanas. Os critérios para exclusão de candidatos foi o uso de antibióticos ou outros medicamentos nos últimos seis meses, doenças sistêmicas, gravidez, ausência de dentes, presença de restaurações extensas ou próteses, e índice de placa alto.

Segundo os resultados os cremes dentais avaliados foram capazes de atuar sobre o crescimento da placa apresentando alta substantividade por 24 horas.

Auschill et al. (2002) investigou a formação e o arranjo de biofilmes formados *in vivo* sobre diversos materiais restauradores com superfícies acabadas e polidas de acordo com o indicado pelos fabricantes de cada material (amálgama, liga de ouro, compômero, cimento de ionômero de vidro, cerâmica vítrea reforçada por leucita e resina compósita).

Voluntários recrutados entre estudantes de odontologia com idade entre 26 e 30 anos, com alto nível de higiene oral, sem sinais de cárie ou periodontite

e que não foram submetidos a terapias anti-microbianas nos últimos seis meses, utilizaram férulas acrílicas individuais na arcada superior por 5 dias.

Corpos de prova padronizados de 5mm de diâmetro por 1,5mm de espessura foram acabados e polidos e depois colocados em solução salina de NaCl por 12 semanas a 37°C (envelhecimento artificial).

Os corpos foram inseridos em depressões na face vestibular das férulas de forma que as bochechas não perturbassem mecanicamente a formação do biofilme. Durante as refeições e a higiene oral (realizada apenas com água) os voluntários deveriam colocar as férulas em recipientes com água a 37°C.

Após os cinco dias os corpos de prova foram cuidadosamente removidos das cavidades, lavados com solução fisiológica, e imediatamente processados. O biofilme aderido foi corado com diacetato de fluoresceína e etídio brometo para avaliar a presença de bactérias vivas (verde) e mortas (vermelho) em microscopia confocal.

O diacetato de fluoresceína não é fluorescente mas solúvel em membrana. Nas células vitais ele é metabolizado em fluoresceína que fluoresce em verde e não pode ser liberado pelas células. As células mortas não podem metabolizá-lo e o etídio brometo se liga ao ácido nucléico.

Depois os corpos foram lavados novamente, secos por 2 minutos a 37°C e embebidos de cabeça para baixo em um fixador polaroid contendo tolueno, para posterior avaliação em microscópio confocal.

Camadas óticas de 1µm a partir do centro foram obtidas em um programa de discriminação de cor automático (FLUORO, Meduis) que calculava o percentual de células vivas e mortas em cada camada. Dessa

forma analisaram o número de células vivas e mortas e a espessura do biofilme formado.

A área coberta de biofilme foi avaliada por microscópio ótico tradicional em aumento de 20X.

Os resultados de vitalidade celular demonstraram que dentre os materiais estudados o ionômero de vidro, o amálgama e o ouro apresentaram baixos índices (menor que 8%). A resina compósita apresentou índice de 4 e 21% e a cerâmica apresentou os níveis mais altos (34 a 86%).

O material que apresentou a maior área coberta foi o amálgama (100%) e a menor foi a relacionada ao cimento de ionômero de vidro.

Quanto à espessura, amálgama e liga de ouro apresentaram valores de 11 a 17 μ m enquanto espessuras entre 1 e 6 μ m foram observadas nos grupos do compômero, resina composta, ionômero e cerâmica.

Steinberg e Eyal (2002) realizaram estudo objetivando examinar a formação de biofilme dental por *Streptococcus sobrinus* sobre diferentes tipos de material restaurador, usando um modelo consistindo de constituintes bacterianos e do hospedeiro.

Lembram que o biofilme dental pode ser visto sobre qualquer superfície dura na cavidade oral, como esmalte, dentina, cimento, implantes, aparelhos ortodônticos e materiais restauradores. Estes biofilmes são compostos de constituintes do hospedeiro, enzimas, polissacarídeos e bactérias.

O desenvolvimento do biofilme envolve uma série de estágios progressivos: a cobertura inicial da superfície dura é um filme condicionante o qual é composto em grande parte por proteínas salivares e enzimas. A glicosiltransferase (GTF) por exemplo, vai sintetizar polissacarídeos pegajosos

e por isso é um importante componente no estágio de formação do biofilme, a partir do momento que fornece sítios de ligação para as bactérias que colonizarão a superfície em questão.

O biofilme amadurece pela adesão e colonização de numerosas espécies de bactérias cariogênicas que povoam a placa bacteriana. Mutans streptococci como *Streptococcus sobrinus* estão entre estas bactérias que proliferam no biofilme da placa dental. Sua virulência é predominantemente ligada ao seu potencial de adesividade, acidogenicidade e propriedades acidúricas. Cada material restaurador pode levar à formação de um biofilme único.

O padrão de adsorção da saliva ao material restaurador foi determinado através da eletroforese em gel associada com técnicas de densitometria computadorizada. A quantidade de proteínas salivares adsorvidas sobre as superfícies foi determinada usando o método Bradford. A adesão bacteriana sacarose dependente ao material restaurador coberto com saliva foi determinada usando técnicas de cultura bacterianas.

Diferentes padrões de adsorção de proteínas salivares aos materiais restauradores foram encontrados. A resina compósita Durafil e os materiais acrílicos demonstraram a maior afinidade a proteínas salivares. Uma adesão superfície-dependente foi observada, demonstrando uma alta afinidade da albumina e da amilase com a resina Durafil e com acrílicos. O acúmulo bacteriano foi maior com os materiais Fuji LC e Fuji GC, os quais também demonstraram a maior viabilidade bacteriana.

O estudo demonstrou a especificidade da formação do biofilme sobre diferentes tipos de materiais restauradores. A formação de biofilme tem um importante impacto na progressão de doenças dentais.

Hayacibara et al. (2003) relacionaram, neste estudo *in vitro*, a formação de um mono-biofilme de *Streptococcus mutans* GS-5 sobre discos de cinco materiais restauradores diferentes (dois ionômeros modificados por resina: Fuji Ortho / G.C. e Vitremer / 3M, um ionômero convencional Ketac-fil / ESPE, um compômero F-2000 / 3M e uma resina composta híbrida Z-100 / 3M) com mudanças o pH e com a presença de outros elementos no meio além do flúor.

Foi observado que outros elementos liberados por materiais liberadores de flúor podem influenciar tanto o pH como na formação de biofilme. O alumínio, entre outros pode se destacar.

O material Vitremer apresentou os mais altos índices de inibição *in vitro* deste mono-biofilme nas condições testadas.

Perez, Hirata e Sérgio (2003) realizaram estudo *in vitro* buscando avaliar com nova metodologia (utilizando a contagem de unidades formadoras de colônia em micro-placa de cultura de células) os efeitos de inibição de crescimento de cepas ATCC de *S. mutans* frente a um cimento de ionômero de vidro resino-modificado, um cimento de ionômero de vidro tradicional, um compômero e uma resina composta.

O estudo ainda avaliou os níveis de inibição após a exaustão do flúor liberado (nos materiais com esta proposta) por 14 dias e após a re-incorporação de flúor. Em todos os níveis os cimentos de ionômero de vidro apresentaram os melhores resultados.

Yli-Urpo, Närh e Söderling (2003) estudaram um novo grupo de materiais recentemente desenvolvido; os vidros bioativos. Nele os autores observaram que os CIVs contendo vidros bioativos (30% em peso) exerceram efeitos anti-microbianos diante de cepas de *S. mutans* e que a adição de V.B.A. influencia nas propriedades do material, o que pode influenciar diretamente os resultados por permitir maior lixívia.

Montanaro et al. (2004) avaliou a adesão bacteriana à superfície de resinas escoáveis (Filtek Flow, Tetric Flow, e Arabesk Flow), de resinas micro-híbridas (Clearfil APX, Solitaire 2 e Z250), de ionômeros de vidro (Fuji IX e Fuji IX Fast), de um compômero (F2000), um ormocer (Admira) e um material de controle (grade de cultura tecidual composta de poliestireno tratado superficialmente). Os testes de adesão foram realizados em placas de 24 cavidades. Mensurações quantitativas turbidimétricas foram realizadas para avaliar indiretamente a quantidade de bactéria retida na superfície do material após a exposição à suspensão bacteriana *in vitro*.

Sob estas condições, com exceção da resina compósita Admira e do ionômero Fuji IX Fast, que se mostraram mais adesivos, todos os outros materiais demonstraram suscetibilidade similar à adesão bacteriana, exibindo valores não significativamente diferentes do grupo controle. Além do mais, a liberação de flúor a partir da superfície de alguns dos materiais testados aparentemente não foi capaz de reduzir a adesão bacteriana inicial.

Espécimes cilíndricos (4.0mm de diâmetro e aproximadamente 1.0mm de espessura) dos materiais testados foram preparados de acordo com as especificações dos fabricantes, usando-se uma placa metálica com furos calibrados. Após a colocação dos materiais nos furos, duas matrizes milar

foram utilizadas para acomodar os mesmos. Os corpos de prova foram fotoativados por 40 segundos em ambos os lados, e esterilizados em autoclave, após o que foram empacotados em sacos plásticos secos e estéreis. Cada material foi testado após 4 semanas de preparação polimerização. Os espécimes controle (poliestireno) diferiam dos demais por apresentar 6mm de diâmetro.

Seguindo uma metodologia padronizada, os materiais foram expostos a uma suspensão bacteriana de concentração conhecida e sob condições estáticas. Depois de 4 horas as células aderidas foram removidas para quantificação (tempo escolhido pois o tempo de formação intra-oral do biofilme é de 2-4 horas). Foi realizada uma comparação com o grupo controle de forma a categorizar os materiais como sendo de muito baixa a particularmente alta adesão.

Os testes foram realizados em placas de 24 poços (Falcon). Cada disco foi colocado no fundo de cada poço usando técnicas estéreis e exposto a uma suspensão bacteriana padrão em caldo de cultura Todd Hewitt. Alíquotas de 2ml de caldo fresco e 20 μ l de suspensão foram adicionados a cada poço. Após a incubação a 37⁰C por 4 horas os materiais testados foram lavados 3 vezes em 5ml de salina estéril a 0,9% de forma a remover as bactérias não aderidas.

Os tubos foram colocados em um banho de limpeza ultra-sônico a 47kHz, 234W e sonificados por 6 minutos de forma a remover as bactérias aderidas aos materiais. Os discos foram removidos e 10ml de caldo fresco foi adicionado a cada tubo, incubados a 37⁰C por 24 horas. Depois da incubação, a concentração bacteriana foi medida por um Turbidímetro 2100AN.

A liberação inicial de flúor foi medida para todos os materiais testados depois de 6 horas, 1 e 7 dias. Um volume de 5ml de água destilada foi adicionado a cada disco de cada espécime. A solução extraída foi coletada e recolocada com água destilada em todos os períodos de tempo selecionados. A concentração de flúor no meio foi medida usando um medidor 290 Aplus equipado com eletrodo seletivo para flúor (9609BN Ionplus – Thermo Orion, MA, USA).

Os dados obtidos confirmam que a adesão e a colonização de *S. mutans* sobre superfícies de materiais restauradores podem ocorrer também na ausência de proteínas específicas da saliva e em períodos de tempo pequenos como 4 horas.

Rolland et al. (2006) realizaram estudo em que abordam a cariologia e destacam que a prevenção da cárie radicular em superfícies expostas da raiz na população cada vez mais velha é um desafio significativo. Os adesivos dentinários resinosos podem ser aplicados às superfícies expostas da raiz como selantes; entretanto, os dados mínimos existem a respeito da formação do biofilme na superfície destes materiais. Foi investigado o efeito que um adesivo dentinário com suposto efeito antimicrobiano que contém o metacriloxidodecil- piridiniumbrometo (MDPB) sobre a formação do biofilme *in vitro*. Biofilmes foram produzidos a partir de saliva total natural estimulada, suplementada com 1% de sacarose aplicada na superfície de 5 adesivos (Clearfil SE, OptiBond Solo, Protect Bond, Protect Bond Primer, e Xeno III) usando superfícies radiculares não tratadas como controle. Biofilmes foram corados usando o corante de viabilidade bacteriana Live:Dead BacLight, observado com microscopia confocal, e analisado usando o software da

imagem-análise ImageJ. As superfícies do adesivo favoreceram a presença de bactérias vivas comparadas com as superfícies radiculares intactas. Todos os adesivos mostraram a colonização bacteriana similar nas seções junto à superfície da resina, mas nas porções centrais e exteriores dos biofilmes, Xeno III e Protect Primer Bond mostraram um volume bacteriano viável similar aquele da superfície radicular. Os adesivos liberadores de flúor (OptiBond Solo/Protect) não mostraram a formação reduzida do biofilme. Assim, os agentes antibacterianos dentro das resinas tiveram um efeito mínimo na formação do biofilme, particularmente quando diretamente junto à superfície radicular.

2 PROPOSIÇÕES

Este estudo tem por objetivos:

- 1 - Avaliar *in vitro* a influência de um polidor resinoso sobre a rugosidade superficial de quatro materiais restauradores estéticos.
- 2 - Avaliar a influência da rugosidade superficial dos materiais testados sobre a presença de estreptococos do grupo mutans em biofilmes formados, *in situ*, sobre estes .
- 3 - Avaliar a influência dos materiais testados sobre a presença de estreptococos do grupo mutans em biofilmes formados, *in situ*, sobre estes .

Para tanto foram testadas as seguintes hipóteses nulas:

- 1- H_0 : o polidor resinoso não apresentou efeito sobre a rugosidade superficial dos materiais testados.
- 2- H_0 : a rugosidade superficial dos materiais testados não apresentou influência sobre a presença de estreptococos do grupo mutans em biofilmes formados *in situ*, sobre estes.
- 3- H_0 : o tipo de material testado não exerceu influência sobre a presença de estreptococos do grupo mutans em biofilmes formados *in situ*, sobre estes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Os materiais utilizados neste trabalho estão descritos no quadro a seguir.

MATERIAL	FABRICANTE
PARA CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA	
Ácido fosfórico a 37% Acid Gel® (lote143)	Villevie/ São Paulo, Brasil
Aparelho fotopolimerizador Optilux 501®	DEMETRON / EUA
Bloco de papel impermeável	3M ESPE / Irvine,CA,EUA
Calcador espatulado Suprafil® nº 6	SS WHITE / Rio de Janeiro, Brasil
Cimento ionomérico Ionofil Plus® (lote 461436) cor A3	VOCO / Cuxhaven, Alemanha
Cimento ionomérico Vitremer™ (lote 20051218) cor B2	3M ESPE / St Paul, MN, EUA
Compósito nanoparticulado Filtek™ Supreme (lote5AG) cor A2	3M ESPE / Irvine,CA,EUA
Compósito nano-híbrido Grandio® (lote 450069) cor A2	VOCO / Cuxhaven, Alemanha
Espátula plástica	SS WHITE / Rio de Janeiro, Brasil
Lâmina de vidro Knittel Glaser	KNITTEL / Alemanha
Matriz de teflon (corpos de prova - uso intra-oral)	

Peso de 2 Kgf	
Pinça para algodão	DUFLEX / Rio de Janeiro, BRASIL
Ponta para seringa Centrix AccuDose Low Viscosity	CENTRIX / EUA
Seringa tipo Centrix®	CENTRIX / EUA
Tira de poliéster	FGM / BRASIL
PARA MANOBRAS DE ACABAMENTO E POLIMENTO	
Polidor químico BisCover™ (lote 0300008463)	BISCO / Schaumburg, IL, EUA
Ponta diamantada KG Sorensen 3118 F e FF (lote 020417)	KGSORENSEN / São Paulo, BRASIL
Caneta de alta rotação Kavo Extra-torque	KAVO / BRASIL
PARA CONFECÇÃO DE MATRIZ DO RUGOSÍMETRO	
Cera nº7 New Wax (lote 06052)	Technew Ltda. / Rio de Janeiro, Brasil
Resina acrílica auto-polimerizável Clássico (lote 60735 A 3)	Jet / São Paulo, Brasil
Micro-retífica DREMEL® Multipro Modelo 395	DREMEL / Racine, México
Placa de vidro de 1,5cm de espessura	
Lamparina a álcool JON	JON / São Paulo, Brasil
PARA ARMAZENAMENTO DOS CORPOS DE PROVA	
Água destilada	
Potes plásticos opacos negros Kodak	Kodak / São Paulo, Brasil

Caixa de aço inox	Golgran / São Paulo, Brasil
Gaze estéril	Johnson&Johnson / São Paulo, Brasil
PARA CONFECÇÃO E USO DE DA PLACA INTRA-ORAL	
Placa de acetato Copyplast 1.0mm BioArt	BioArt / São Paulo, Brasil
Plastificadora a vácuo modelo Plast.P7	BioArt / São Paulo, Brasil
Alginato Jeltrate Cromatic (lote 773419)	Dentsply / Rio de Janeiro, Brasil
Gesso tipo III Asfer	Asfer / São Paulo, Brasil
Cera adesiva Kota	Kota / São Paulo, Brasil
PARA ENSAIO MICROBIOLÓGICO	
Solução fisiológica salina NaCl 0,85%	Fresenius Kabi / Brasil
Micro pérolas de vidro (Sigma Chemical Co.)	Sigma Chemical Co./ EUA
Tubos de ensaio Pyrex [®] 10MI	Pyrex [®] CLS980010 / EUA
Placa de Petri Corning [®]	Corning [®] / EUA
Placa para cultura de células Corning [®] CellBIND [®] 24 poços	Corning [®] / EUA
Micro-pipeta Eppendorf	Eppendorf / Alemanha
Agitador Phoenix	Phoenix / Araraquara, Brasil
Câmara de fluxo laminar Veco Clean Plus	Veco / EUA
PARA ANÁLISE EM RUGOSÍMETRO 3-D	

Rugosímetro 3-D TalyScan 150	Taylor Hobson / Inglaterra
------------------------------	-------------------------------

Quadro 1- Lista de material utilizado

3.2 Métodos

O trabalho foi dividido em dois experimentos: aferição do grau de rugosidade superficial e determinação do percentual do principal grupo bacteriano indutor do processo de cárie (*S. mutans*) no biofilme formado sobre a superfície dos corpos de prova *in vivo*.

O experimento de avaliação da rugosidade superficial dos corpos de prova foi realizado em um rugosímetro 3-D TalyScan / Taylor Hobson, no Laboratório de Adesão e Aderência (LAA) do Campus Regional de Nova Friburgo do Instituto Politécnico (IPRJ) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

A análise microbiológica foi realizada no Instituto de Microbiologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Quatro materiais restauradores diferentes foram testados (figuras 1, 2 e 3): um cimento de ionômero de vidro convencional (Ionofil Plus® / VOCO), um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer™ / 3M ESPE), uma resina compósita nano-particulada (Filtek Supreme™ / 3M ESPE) e uma resina nano-híbrida (Grandio® / VOCO). O polidor resinoso utilizado foi o material Biscover™ / Bisco (figura 4). Devido às diferenças e peculiaridades dos experimentos foram feitos dois tipos de corpos de prova seguindo as recomendações e especificações técnicas tanto da equipe do Laboratório de Adesão e Aderência (LAA - IPRJ) como da equipe de Microbiologia da UERJ.



Figura 1- Cimento de ionômero de vidro convencional Ionofil Plus® / VOCO



Figura 2- Ionômero de vidro resino-modificado Vitremer™ / 3M ESPE



Figura 3- Resinas compósitas Filtek Supreme™ / 3M ESPE e Grandio® / VOCO



Figura 4- Polidor resinoso Biscover™ / Bisco

Assim, para a análise microbiológica, um grupo com corpos de prova cilíndricos de 4mm de diâmetro e 3mm de altura foi feito a partir de uma matriz

de teflon bipartida com espessura de 11mm, na qual foi feita uma janela com cinco cavidades para corpos de prova e uma peça de encaixe com 8mm de espessura. (figura 5). Esta matriz foi desenvolvida com uma espessura maior (11mm) que a altura dos corpos de prova (3mm) para permitir que dois parafusos atravessassem a mesma em sua altura, de forma a permitir melhor fixação das duas partes durante as manobras de inserção e compressão. O conjunto contava ainda com uma peça de encaixe, do mesmo material, que se adaptava perfeitamente à cavidade fresada, permitindo a interposição de uma matriz de poliéster e a posterior compressão (figura 6, 7 e 8). Isto permitiu um completo controle da matriz durante as manobras de inserção, ativação e compressão.



Figura 5- Matriz de teflon desmontada, com todas as suas peças



Figura 6- Vista lateral das metades da matriz com orifícios para parafusos



Figura 7- Matriz com parafusos e encaixe de compressão a parte.



Figura 8- Matriz totalmente montada.

A matriz para o experimento de análise de rugosidade superficial teve forma e dimensões adaptadas para o rugosímetro 3-D, com superfície de 6cm de altura por 13cm de largura e espessura de 4mm, com cavidades para corpos de prova cilíndricos com 9mm de diâmetro e 2mm de altura. Tais matrizes recebiam até cinco grupos, cada qual com cinco corpos de prova. Devido às suas dimensões, em caso de necessidade, poderiam ser feitas mais cavidades para grupos de controle ou repetições de experimentos (figura 9). Estas matrizes eram feitas a partir de lâminas de cera número 7 que eram circundadas e seladas em sua periferia por duas tiras com 1cm de largura (colocadas uma sobre a outra para criar a espessura desejada), criando uma caixa rasa. Para criar os espaços correspondentes às cavidades para inserção dos materiais, discos de cera 7 foram cortados a partir de tubos com 9mm de diâmetro. Estes discos eram dispostos sobre a superfície interna das caixas de cera e presos através de compressão. Após isto, resina acrílica em

consistência ainda fluida era vertida cuidadosamente de forma a evitar bolhas e então o conjunto era mantido sob compressão de uma placa de vidro isolada com vaselina até a presa final. A caixa de cera era então desmontada e a placa removida, obtendo-se uma matriz acrílica individual descartável.



Figura 9- Exemplos de matrizes acrílicas para leitura em rugosímetro, do grupo Filtek Supreme™ / 3M ESPE e Grandio® / VOCO e previamente à inserção dos materiais restauradores.

Os materiais eram então inseridos em cavidades com posições pré-estabelecidas, e após isto era colocada uma matriz de poliéster e uma lâmina de vidro (Knittel Glaser®) sobre qual era colocado um peso de 2Kgf. Após a presa inicial, o conjunto era removido e então as matrizes acrílicas eram levadas para caixas de aço inox de 18cm de comprimento por 7cm de largura e 2cm de altura, às quais eram fixadas compressas de gaze úmida na tampa que era selada com fita crepe. Estas compressas eram trocadas diariamente de forma a criar um ambiente de umidade relativa alta internamente.

Como a ponta ativa (agulha com ponteira de diamante) do rugosímetro é extremamente sensível é vital realizarem-se calibrações a cada novo grupo ou tipo de superfície a ser estudada. Se ocorrerem desníveis ou irregularidades maiores há grande chance de alteração na capacidade de leitura ou mesmo dano importante no instrumento. Como as superfícies dos corpos de prova faceavam com a superfície da matriz, poderia se fazer uma seqüência de medições sem necessariamente realizar novas calibrações, fornecendo praticidade e segurança no procedimento.

Como esta matriz era feita a partir da delimitação de uma lâmina de cera com um dique periférico, posteriormente preenchida com resina acrílica e mantida sob compressão, sua superfície era tão plana quanto da lâmina de cera. Isto favoreceu também à manobra de compressão com matriz de poliéster e lâmina de vidro, após a inserção dos materiais estudados. Além de facilitar esta etapa, os corpos de prova puderam ser feitos com o mínimo excesso.

Os materiais foram proporcionados e manipulados segundo instruções dos fabricantes e inseridos nas matrizes específicas de acordo com suas características de trabalho.

As resinas compostas foram inseridas com calcador espatulado Suprafill® número 6 (DUFLEX / SSWhite) em dois incrementos, (o primeiro preenchendo a metade mais profunda das cavidades nas matrizes e o segundo preenchendo toda sua altura, com mínimo excesso), que foram foto-ativados por 40 segundos cada, com luz halógena de $500\text{mW}/\text{cm}^2$, apoiando-se a ponta ativa do foto sobre a lâmina de vidro. O segundo incremento foi foto-ativado através de uma lâmina de vidro (Knittel Glaser®) e de uma matriz de poliéster

(TDV), com peso de 2kgf aplicado. A matriz de poliéster ficava em contato direto com o material e a lâmina de vidro era aplicada sobre esta para promover uma compressão uniforme.

Os cimentos de ionômero de vidro foram proporcionados e manipulados segundo as indicações dos fabricantes, sobre blocos de papel impermeável (3-M ESPE) e foram inseridos nas cavidades das matrizes de corpos de prova de uma só vez com o auxílio de pontas AccuDose Low Viscosity (Centrix) e seringa do tipo Centrix® (Centrix). Após a inserção, com mínimo excesso, era aplicada uma matriz de poliéster sobre o material e sobre esta uma lâmina de vidro que era submetida a uma carga de 2Kgf (conforme metodologia aplicada às resinas compósitas). No caso do cimento de ionômero de vidro modificado por resina, houve a foto-ativação por 40 segundos com luz halógena de $500\text{mW}/\text{cm}^2$.

Nos dois tipos de cimento de ionômero de vidro se aguardou um tempo de 10 minutos para a remoção da carga e do conjunto lâmina-matriz.

Para todos os materiais testados, após a remoção de suas matrizes, aguardou-se um período de 72 horas para a realização das manobras de acabamento e polimento. Durante este período e até a implementação das metodologias dos dois experimentos, os corpos de prova para avaliação microbiológica foram armazenados hermeticamente fechados em frascos cilíndricos com 5cm de altura por 2,8cm de largura, negros, opacos e foram rotulados de acordo com o material e o tipo de tratamento superficial implementado (figuras 10 e 11). No caso dos corpos de prova para análise em rugosímetro 3-D, como estes ficavam fixos nas matrizes acrílicas, as mesmas foram armazenadas em caixas de aço inox (figura 12).

Em ambos os casos, para os corpos de prova de cimento de ionômero de vidro, compressas de gaze úmida foram fixadas na tampa dos frascos de armazenamento, sendo trocadas diariamente com o intuito de combater a evaporação de água.

Três diferentes tipos de acabamento superficial foram implementados: compressão por matriz de poliéster durante a presa inicial (grupo 1: controle negativo), acabamento superficial com pontas diamantadas de granulação fina e extra-fina número 3118 F e FF KG Sorensen (grupo 2: controle positivo) e polimento superficial com polidor químico BisCover™ / Bisco após acabamento com pontas diamantadas (grupo 3).

Toda etapa de tratamento superficial foi realizada apenas por duas operadoras treinadas e calibradas (alunas do último período da Faculdade da F.O. UERJ) sob a supervisão direta do pesquisador.

O grupo controle negativo, (compressão por matriz de poliéster durante a presa inicial), foi feito através da aplicação de um peso de 2Kgf sobre a lâmina de vidro e a matriz de poliéster.



Figura 10- Frascos (armazenamento de corpos de prova - teste microbiológico)



Figura 11- Frasco aberto mostrando gaze presa à tampa (umidificador)



Figura 12- Caixas de aço inox com gaze fixada na tampa para manter meio úmido

No grupo controle positivo (acabamento superficial com pontas diamantadas de granulação fina e extra-fina número 3118F e FF), após a metodologia mencionada para o grupo controle negativo, aguardou-se 72 horas de armazenamento em tubos ou em caixas metálicas (conforme o caso), para iniciar o acabamento superficial com caneta de alta rotação, com refrigeração a ar, por 15 segundos, a seco, com leve pressão, em uma única direção e em potência baixa. As pontas foram trocadas após serem utilizadas por três vezes, de forma a manter o mesmo padrão e a mesma capacidade de desgaste. Após esta manobra as superfícies foram lavadas abundantemente com jato de água por 30 segundos (de forma a remover quaisquer resíduos) e secos com jato de ar leve, objetivando remover apenas a umidade superficial visível, com maior cuidado no caso dos cimentos de ionômero de vidro, de forma a não induzir ao dessecamento, capaz de formar trincas superficiais.

O grupo do polidor químico seguiu as orientações do fabricante quanto à aplicação e foto-ativação do material. Seguiu-se integralmente a metodologia implementada para o grupo controle positivo para a posterior aplicação do polidor químico. Primeiramente foi realizado condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37% (Acid Gel /Villevie) por 15 segundos, seguido de nova lavagem abundante e secagem com jato de ar. Esta etapa foi considerada crítica já que o polidor químico (BisCover® / Bisco) é hidrofóbico e depende de bom molhamento para obter os resultados desejados. A aplicação do material em uma fina camada foi seguida da foto-ativação com lâmpada halógena com potência de $500\text{mW}/\text{cm}^2$ por 20 segundos, a uma distância máxima de 1 a 2mm.

Após a realização destes grupos, os corpos de prova seguiram para a fixação em placa para uso intra-oral (avaliação microbiológica) e para avaliação de rugosidade superficial.

3.2.1 Experimento I: avaliação da rugosidade superficial com rugosímetro 3-D

3.2.1.1 Corpos de prova

Foram feitos cinco corpos de prova de cada tipo de tratamento superficial em cada material, perfazendo 60 corpos de prova no total. Destes, 12 foram descartados por apresentarem-se com mais defeitos superficiais, (um de cada grupo para cada material), pois requereriam mais correções digitais. Estes foram dispostos nas matrizes acrílicas de forma que apenas as áreas próximas às bordas das mesmas fossem usadas para os grupos controle positivo e do polimento químico. Isto foi feito devido à maior facilidade de acesso para a utilização das pontas diamantadas nas laterais das matrizes. No caso do grupo controle negativo não havia necessidade de cumprir a este pré-requisito, ficando localizado na porção central da matriz.

A disposição dos corpos de prova pela placa seguiu um padrão por grupos, porém o operador do rugosímetro (figuras 13, 14 e 15) não tinha conhecimento de que grupo estava avaliando (teste cego).

3.2.1.2 Medição da rugosidade em rugosímetro 3-D

A metodologia de medição foi baseada na norma ISO 4288:1995.

Inicialmente foi realizado um nivelamento das amostras através do método de “Form Removal” no qual se compensa a concavidade que os corpos de prova possam vir a apresentar, convertendo em perfis e analisando posteriormente em cut-off. Em qualquer uma das etapas foi utilizado o recurso “erase defects” objetivando melhorar as imagens, retirando os defeitos superficiais, o que foi particularmente importante no grupo do cimento de ionômero de vidro convencional, já que este apresentou pequenas trincas por dessecação durante as medições no rugosímetro.

No grupo 1 (controle negativo), onde a rugosidade era muito baixa, foi utilizado um filtro de 0.25mm. No grupo 2 (controle positivo), assim como no grupo 3 (Biscover) foi utilizado o filtro de 0,8mm.

3.2.1.3 Análise Estatística

A análise estatística seguiu a metodologia aplicada aos testes realizados no Laboratório de Adesão e Aderência (LAA - IPRJ). Uma panorâmica mais completa da estatística desenvolvida se encontra nos anexos A, B, C, D e E .



Figuras 13- Rugosímetro 3-D acoplado a computador do Laboratório de Adesão e Aderência (LAA - IPRJ)



Figura 14- Foto do rugosímetro 3-D Tallyscan, evidenciando área da leitura

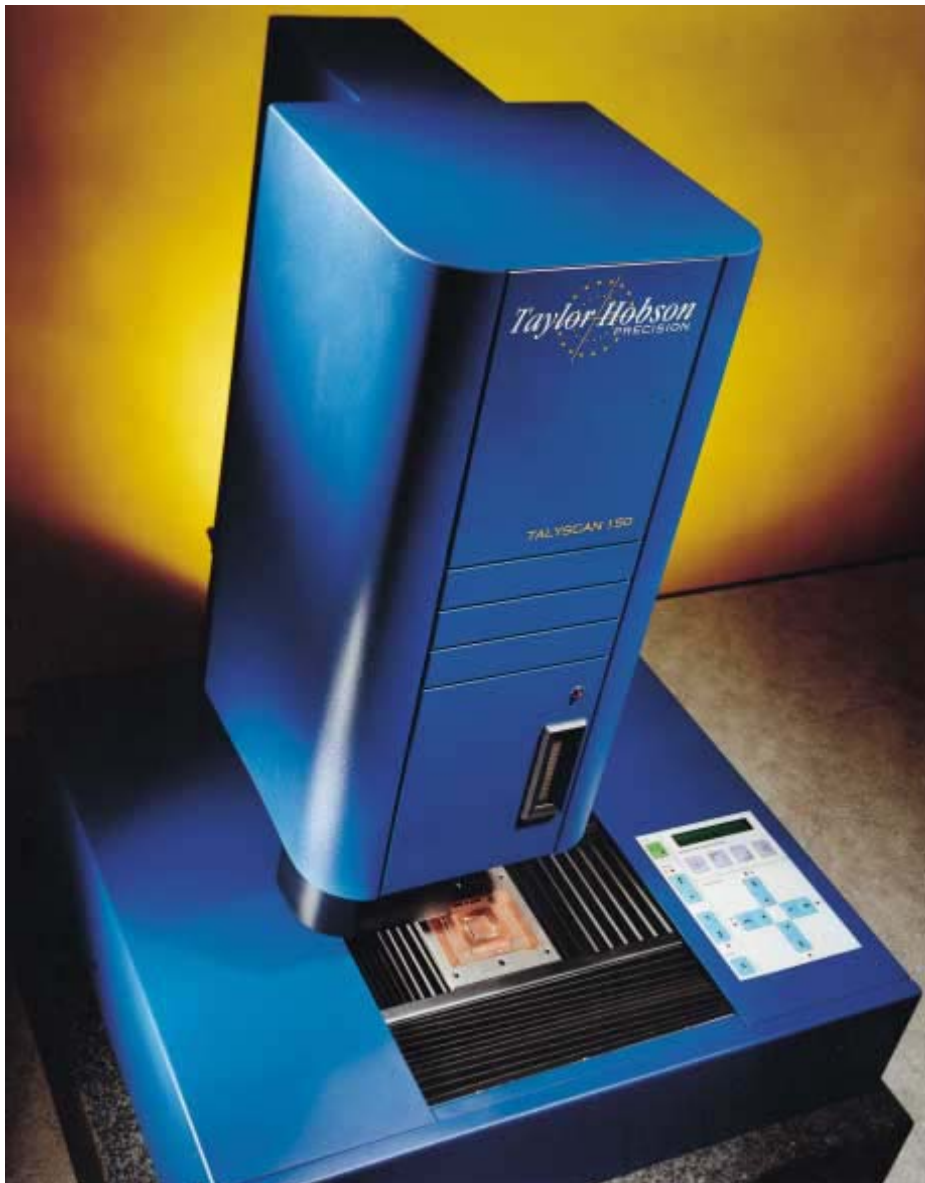


Figura 15- Rugosímetro 3-D Tallyscan

3.2.1 Experimento II: Avaliação da formação de biofilme e do crescimento de cepas de *streptococcus mutans* sobre os corpos de prova

3.2.1.1 Confeção dos corpos de prova

Os participantes foram inicialmente moldados para confecção de placas de acetato individualizadas. Estas placas foram preparadas em aparelho a vácuo e então recortadas, acabadas e polidas de forma a não apresentarem sobre-contornos ou irregularidades capazes de criar nichos favoráveis à deposição de biofilme ou de causar injúrias ao voluntário. Os corpos de prova foram fixados sobre a superfície vestibular das placas, junto à região de molares e pré-molares com cera adesiva (Kota) (figuras 16 e 17). As placas foram mantidas na boca durante 24 horas, sendo removidas somente durante a alimentação e higiene oral, realizada sem a utilização de cremes dentais ou enxaguatórios fluoretados. O voluntário recebeu uma escova dental nova e um frasco de água destilada para a realização de bochechos. Durante a alimentação e higienização o voluntário colocava a placa em uma caixa de tampa hermética e imersa em 30ml de solução salina fisiológica estéril (NaCl 0,85%).

3.2.2.2 Seleção dos participantes

Os participantes do estudo foram inicialmente selecionados entre alunos voluntários do curso de Odontologia e de Mestrado da Faculdade de Odontologia da UERJ e de Mestrado em Microbiologia da Faculdade de Ciências Médicas da UERJ. Os seguintes aspectos foram respeitados:

1. Todos os indivíduos se apresentavam com boa saúde oral, com ausência de lesões cariosas ou doença periodontal.
2. Nenhum estava sendo submetido a tratamento ortodôntico.
3. Indivíduos sob utilização de agentes antimicrobianos não foram incluídos no estudo.

O projeto foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UERJ, segundo os aspectos observados pelo COEP para seres humanos, sob o número: (FR-SISNEP 173443). Ver Apêndices H (Termo de consentimento) e I (Análise do comitê de ética em pesquisa) .



Figura 16- Matrizes de acetato para uso intra-oral com corpos de prova presos com cera adesiva



Figura 17- Corpos de prova fixados por cera à matriz (3 por hemi-arco)

3.2.2.3 Formação do biofilme

As placas de acetato contendo os corpos de prova fixados com cera foram inseridas na cavidade oral. Os participantes foram instruídos a utilizá-las por um período de 24 horas, removendo-as somente durante as refeições e a higiene bucal.

Após o período de utilização, as placas foram imersas em solução salina fisiológica estéril (NaCl 0,85%) para o transporte ao laboratório de Microbiologia do Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia da FCM/UERJ, ou preferencialmente foram removidas no próprio laboratório, no momento do processamento .

3.2.2.4 Ensaio

Cada grupo de corpos de prova foi inserido em pelo menos dois dias diferentes. As placas de acetato foram removidas e os corpos de prova cuidadosamente destacados com a utilização de pinças estéreis e diretamente dispensados em tubos de ensaio de vidro esterilizados, contendo 1mL de solução salina estéril. Em seguida, micro pérolas de vidro (Sigma Chemical Co.) foram adicionadas a cada tubo e o biofilme formado na superfície dos corpos de prova foi removido através da agitação vigorosa dos tubos durante 1 minuto em Vórtex (figuras 18 e 19). A suspensão bacteriana (figuras 20,21, 22 e 23) foi diluída e volumes de 10 μ L de cada diluição foram plaqueados em meios sólidos para a análise quantitativa dos microrganismos totais (Base de Trypticase Soy Agar / Difco Labs, Detroit, MI) contendo 5% de sangue desfibrinado de carneiro, e em meio para o cultivo seletivo de Estreptococos do grupo mutans, Agar Mitis-Salivarius (Difco) enriquecido com 20% de sacarose 0,25 U de bacitracina (figuras 24 e 25). As placas foram mantidas em atmosfera de capnofilia (aumento do teor de CO₂ em torno de 5%, com a utilização de vela acesa em recipiente fechado) a 37°C durante 48h (figura 26). Após o tempo de incubação, as unidades formadoras de colônia (UFC) foram contadas (figura 27) e convertidas para as potências logarítmicas por mL de solução. Os valores das contagens de microrganismos específicos (estreptococos do grupo mutans) foram convertidos em percentual, a partir dos organismos totais obtidos das contagens do meio Agar Sangue (TSA contendo 5% de sangue desfibrinado de carneiro) .

Em todas as placas usadas no experimento foi colhido um fragmento da placa de acetato e da cera adesiva, que foram submetidos a toda metodologia

utilizada nos corpos de prova de forma a pesquisar a possibilidade de haver crescimento nessas superfícies. Em nenhum dos casos foi possível observar crescimento microbiano consistente, capaz de alterar os resultados obtidos.

3.2.2.5 Análise Estatística

Os valores das contagens dos microrganismos específicos e totais, presentes no biofilme, após a conversão foram comparados através do Teste t de Student, com e sem correção de Welch, utilizando o programa GraphPad Prism. O nível de significância foi de 95% ($p < 0,05$).

Figura 18- Colocação de água destilada em tubo de ensaio com um corpo de prova para posterior agitação para remoção do biofilme





Figura 19- Vórtex agitador de tubos



Figura 20- Dois tubos (contendo um corpo de prova cada) são agitados



Figura 21- Tubos após agitação



Figura 22- Câmara de fluxo laminar onde foram realizadas as diluições

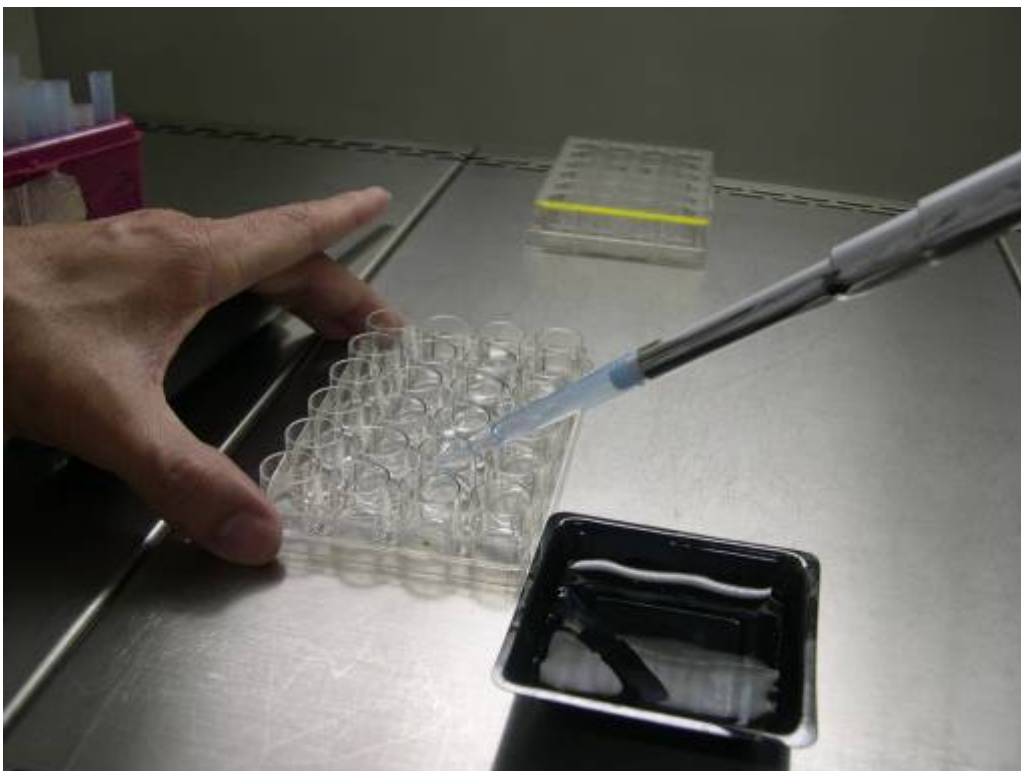


Figura 23- Diluição em placa de 24 poços, com micro-pipeta



Figura 24- Plaqueamento em meio de cultura seletivo para *S. mutans*



Figura 25- Meios semeados: lactobacilos (não utilizado), mutans e meio rico



Figura 26- Placas mantidas em capnofilia

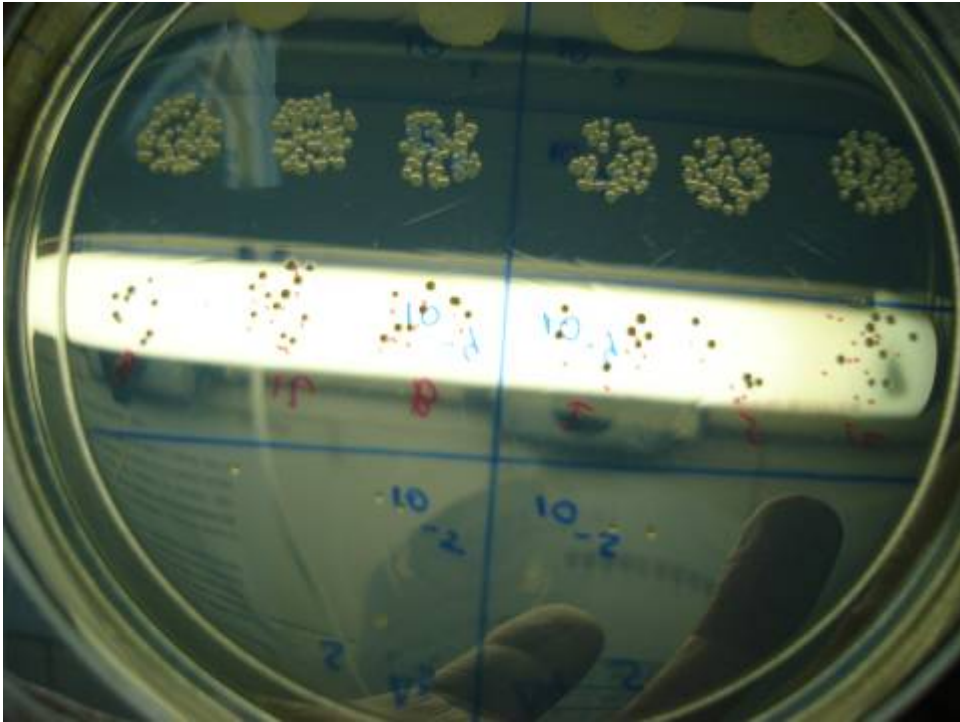


Figura 27- Crescimento de unidades formadoras de colônia em meio seletivo

4 RESULTADOS

4.1 Experimento I: avaliação da rugosidade superficial com rugosímetro

3-D

Os resultados gerais das médias de Ra e Rz podem ser vistos nos gráficos abaixo. Nele podem ser vistos, de forma sintética, os três grupos (tipos de acabamento) - Grupo 1 (compressão por matriz de poliéster), Grupo 2 (acabamento com ponta diamantada F e FF) e Grupo 3 (aplicação de polidor químico após acabamento com pontas diamantadas F e FF) - e os quatro materiais estudados.

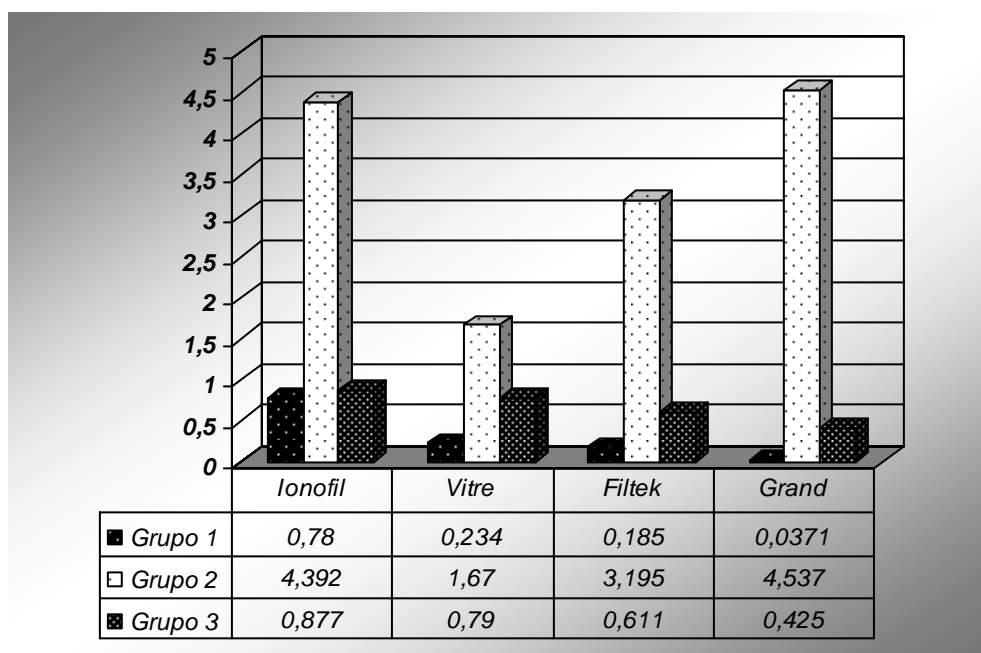


Gráfico 1- Médias de Ra expressas em μm dos três grupos (tipos de acabamento superficial) nos quatro materiais testados.

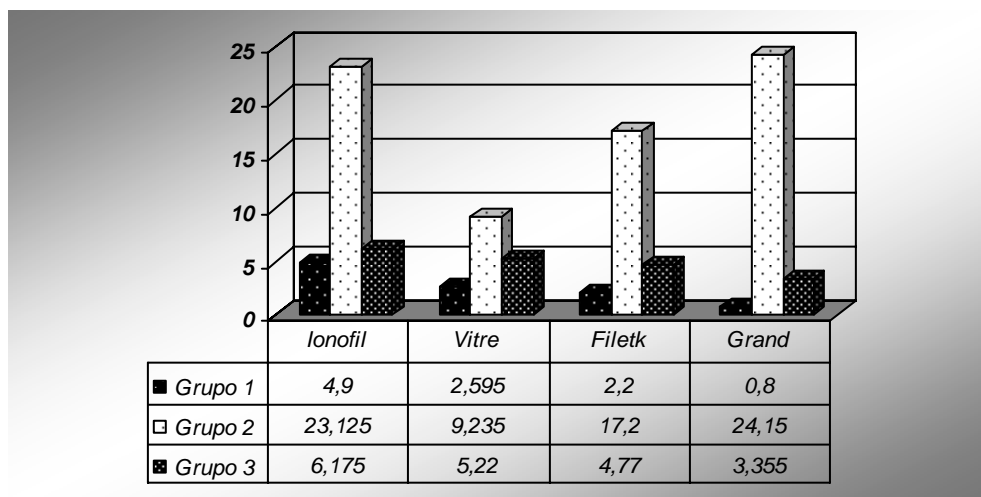
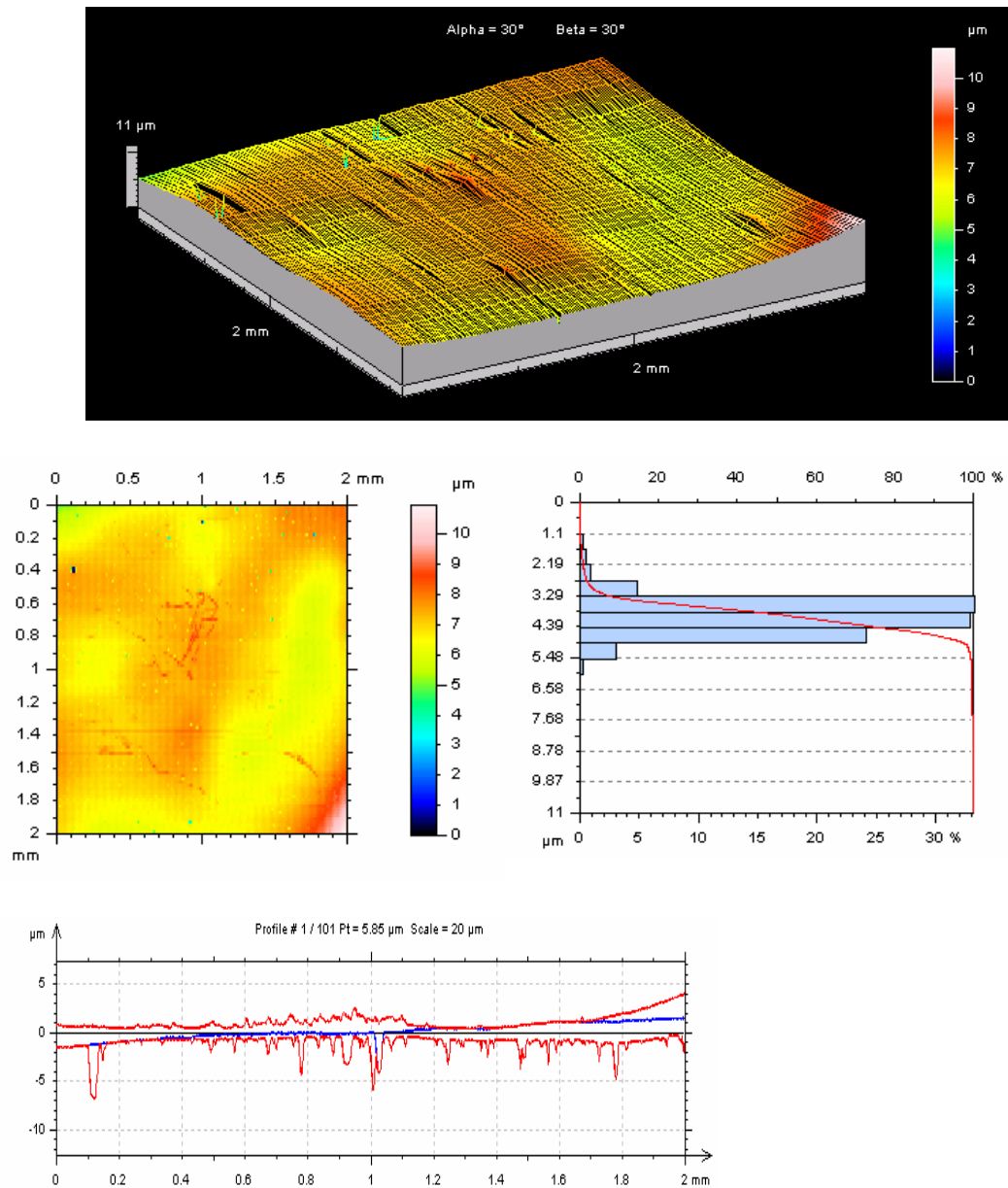


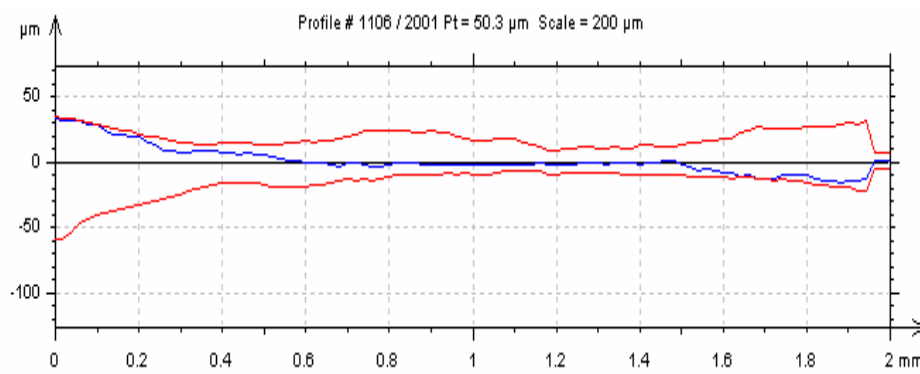
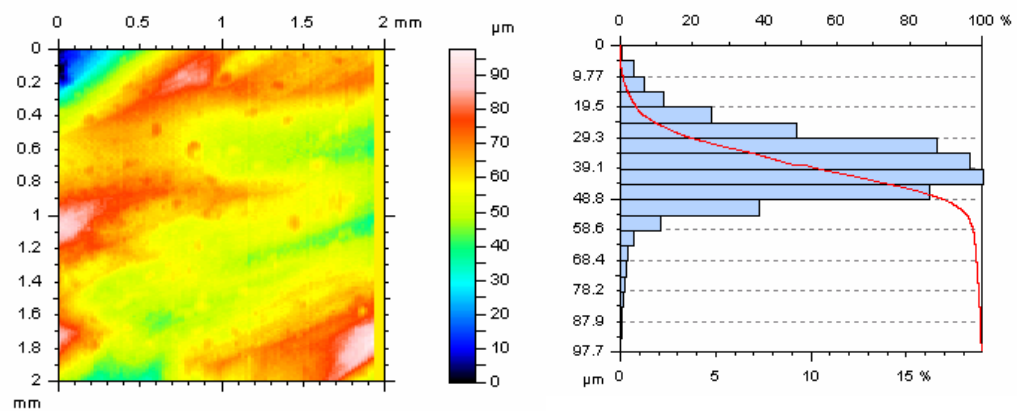
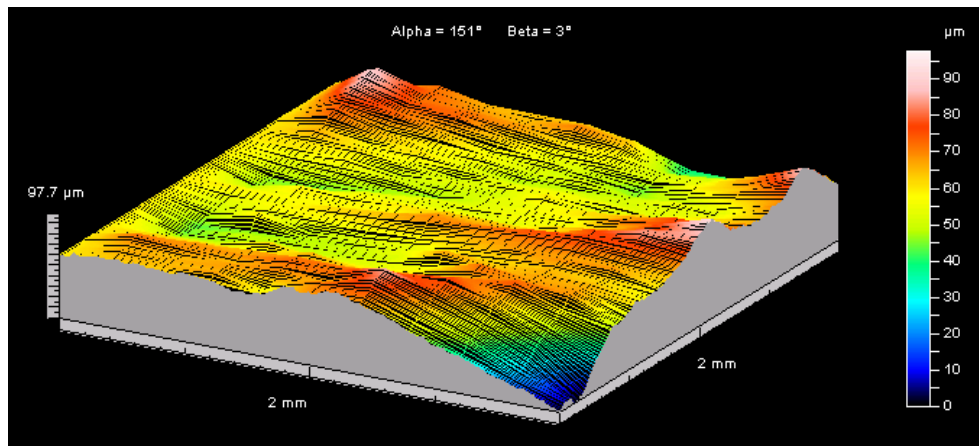
Gráfico 2- Médias de Rz expressas em μm dos três grupos (tipos de acabamento superficial) nos quatro materiais testados.

4.1.1 Imagens obtidas através do rugosímetro 3-D TalyScan:

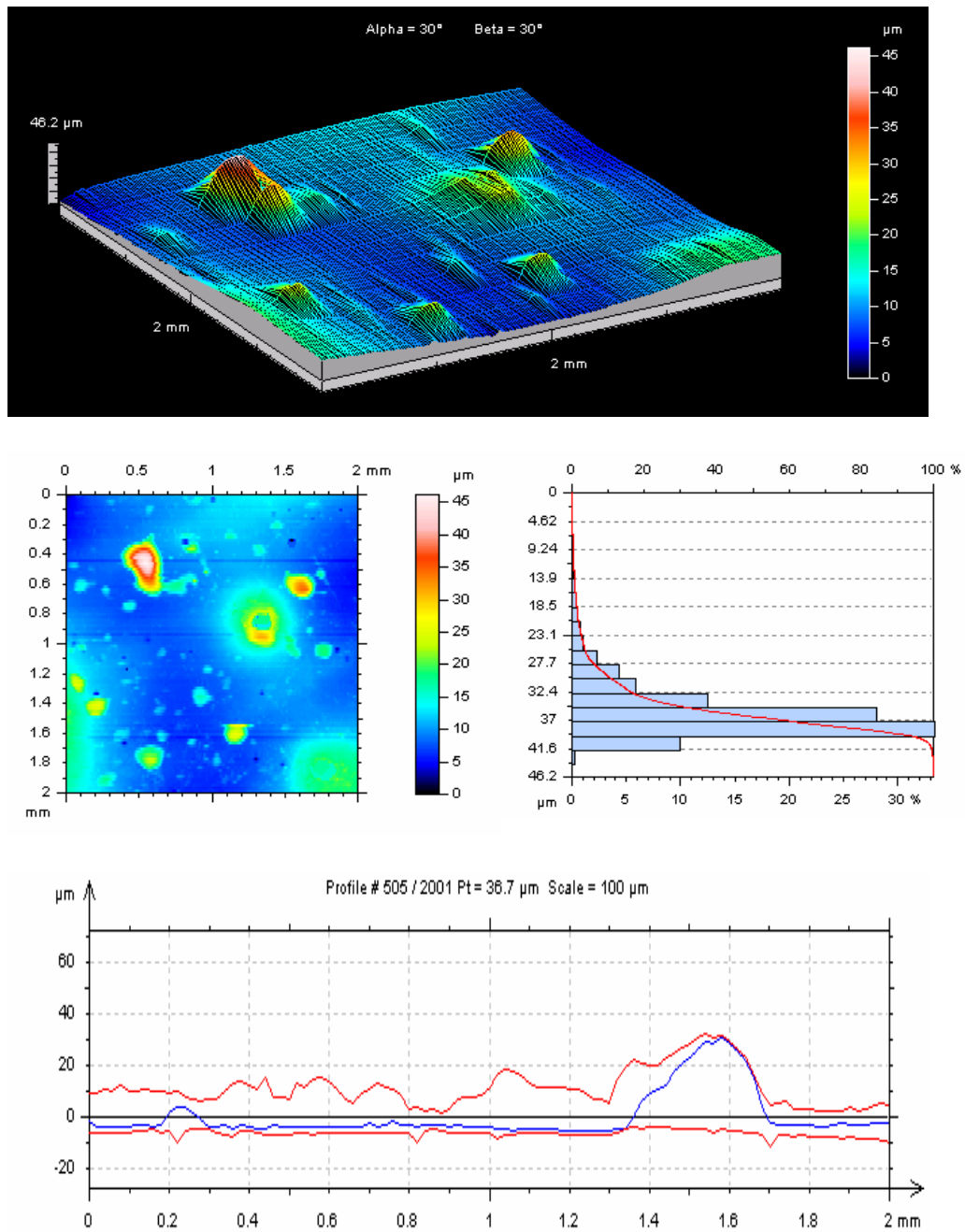
A seguir serão exibidos dados e imagens obtidos através do uso do rugosímetro 3-D. Foram selecionados apenas alguns dos diversos recursos que esta máquina é capaz de fornecer e que mais se adequariam ao tipo de enfoque dado neste trabalho. A primeira figura é uma imagem 3-D colorida da superfície avaliada, (a qual apresenta uma escala colorida análoga às cores presentes na superfície), com o registro das dimensões do bloco avaliado. O aspecto riscado corresponde às leituras seqüenciais realizadas pelo rugosímetro. A imagem colorida abaixo à esquerda representa uma vista superior da área analisada, com escala de cores análoga para compreensão da rugosidade superficial. Ao lado desta temos um gráfico de distribuição de rugosidade na amostra e finalmente uma imagem bidimensional clássica de Ra com apenas algumas das diversas leituras realizadas.



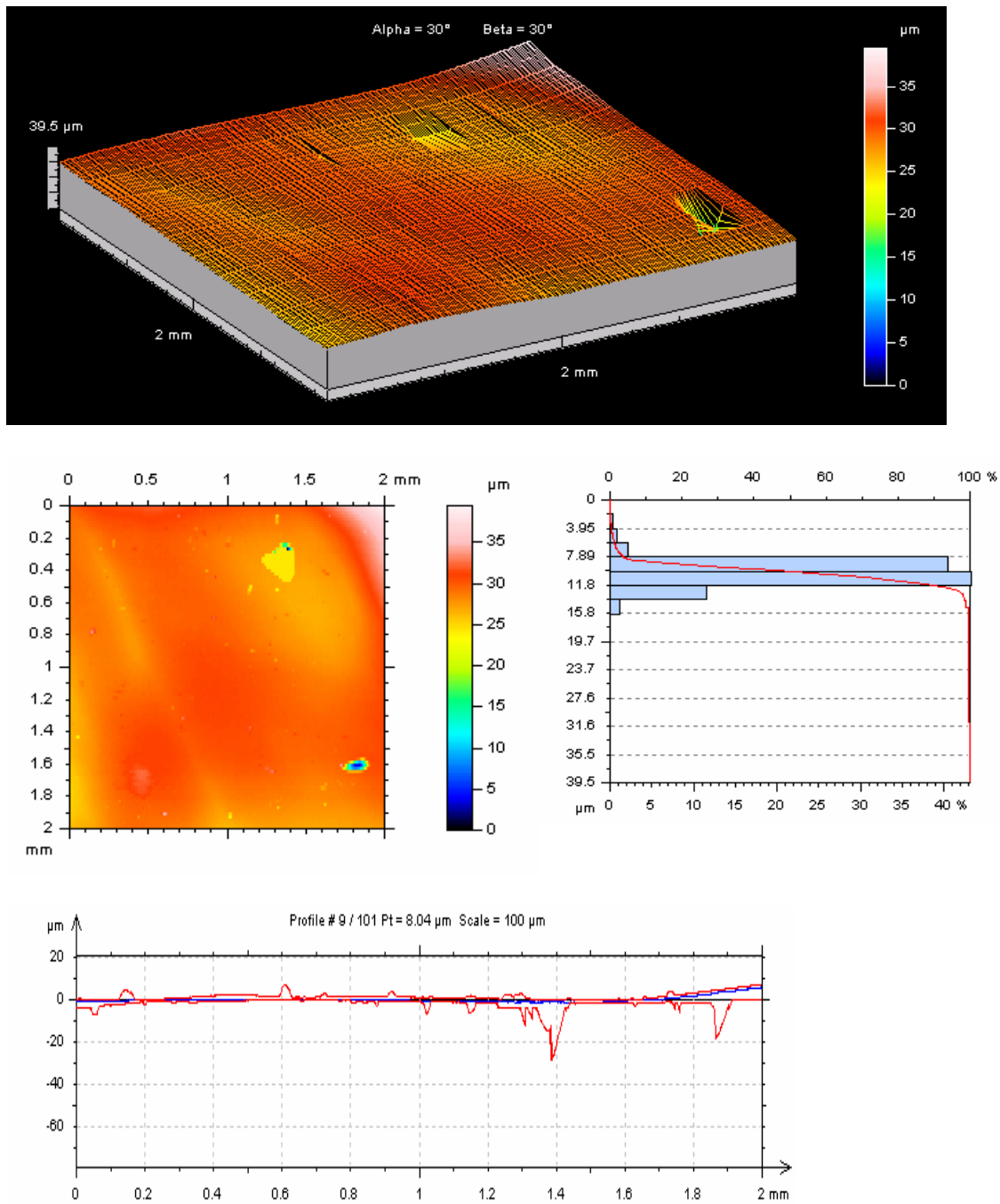
Figuras 28, 29, 30 e gráfico 3 - Imagens e gráfico obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Vitremer™ / 3M ESPE: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 2)



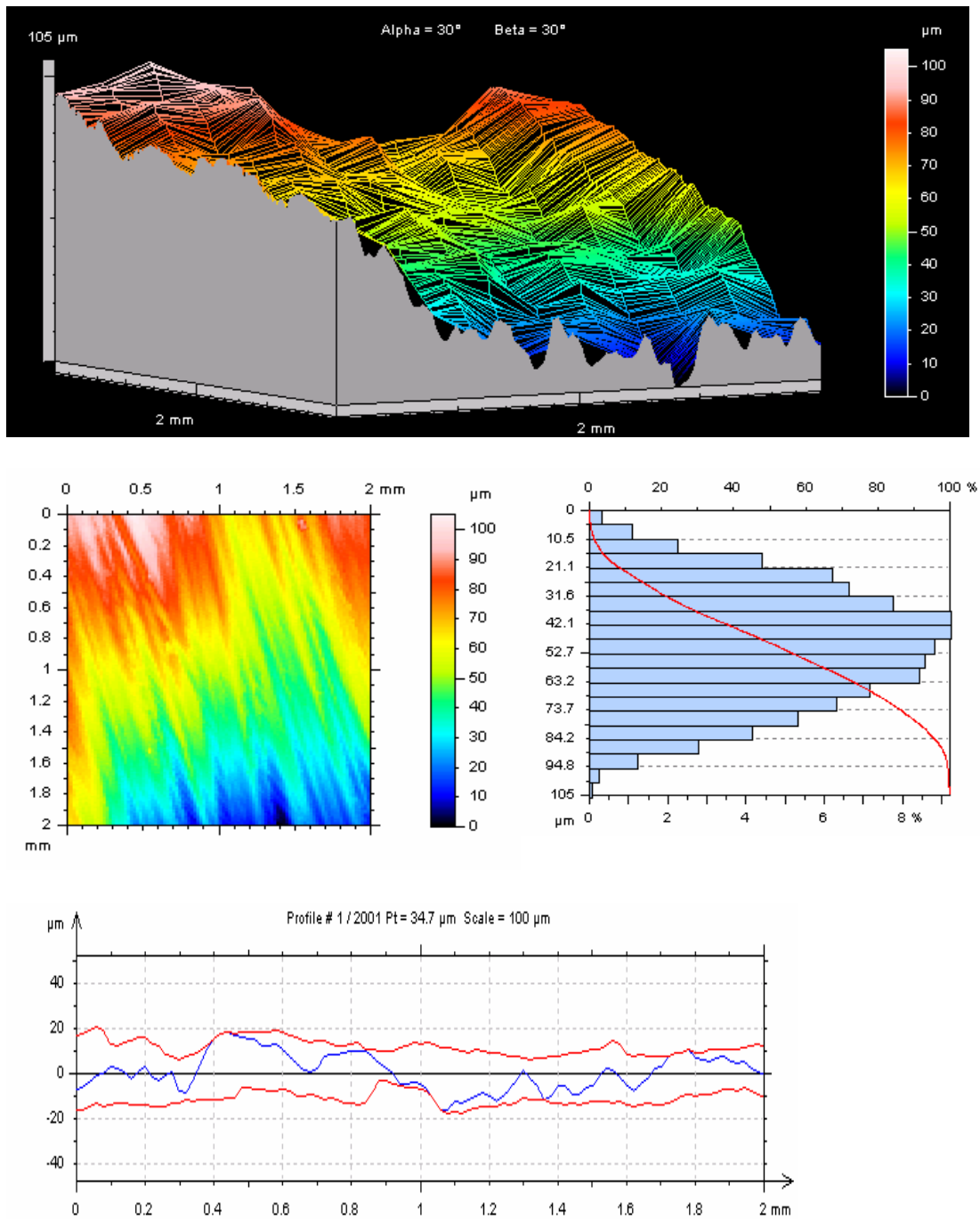
Figuras 31, 32, 33 e gráfico 4 - Imagens e gráfico obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 1)



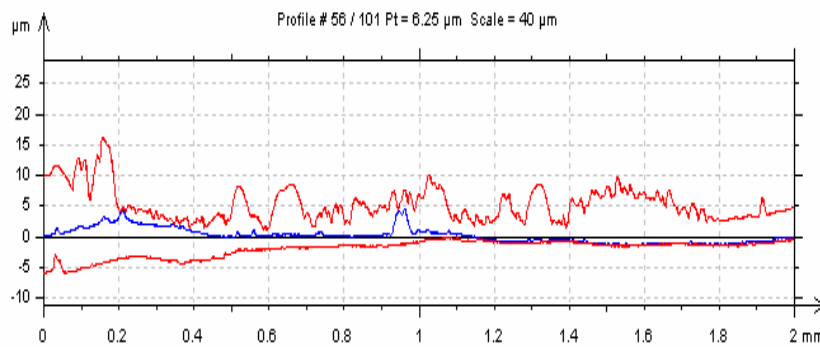
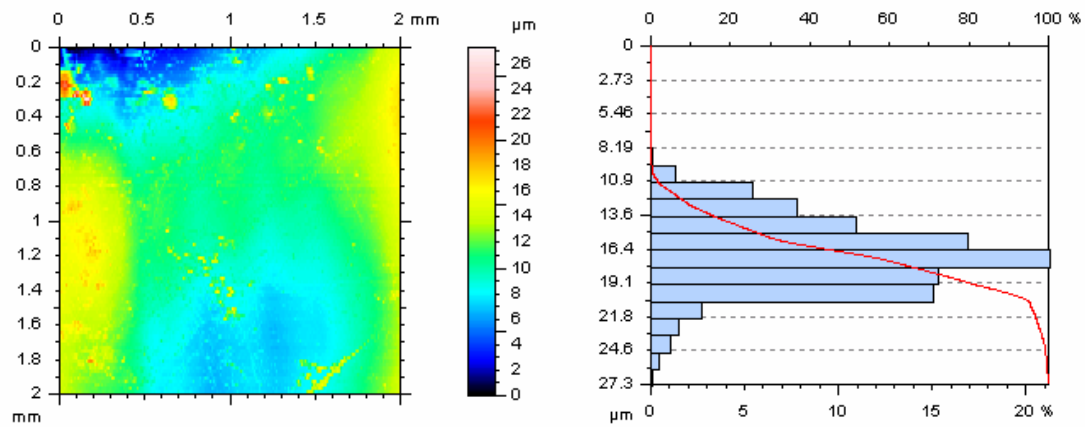
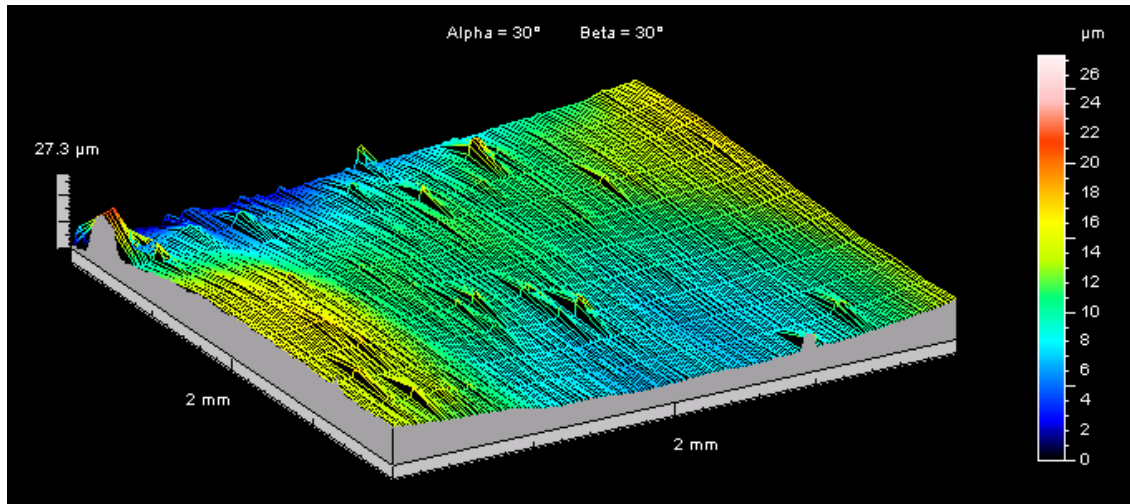
Figuras 34, 35, 36 e gráfico 5 - Imagens e gráficos obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Vitremer™ / 3M ESPE: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 1)



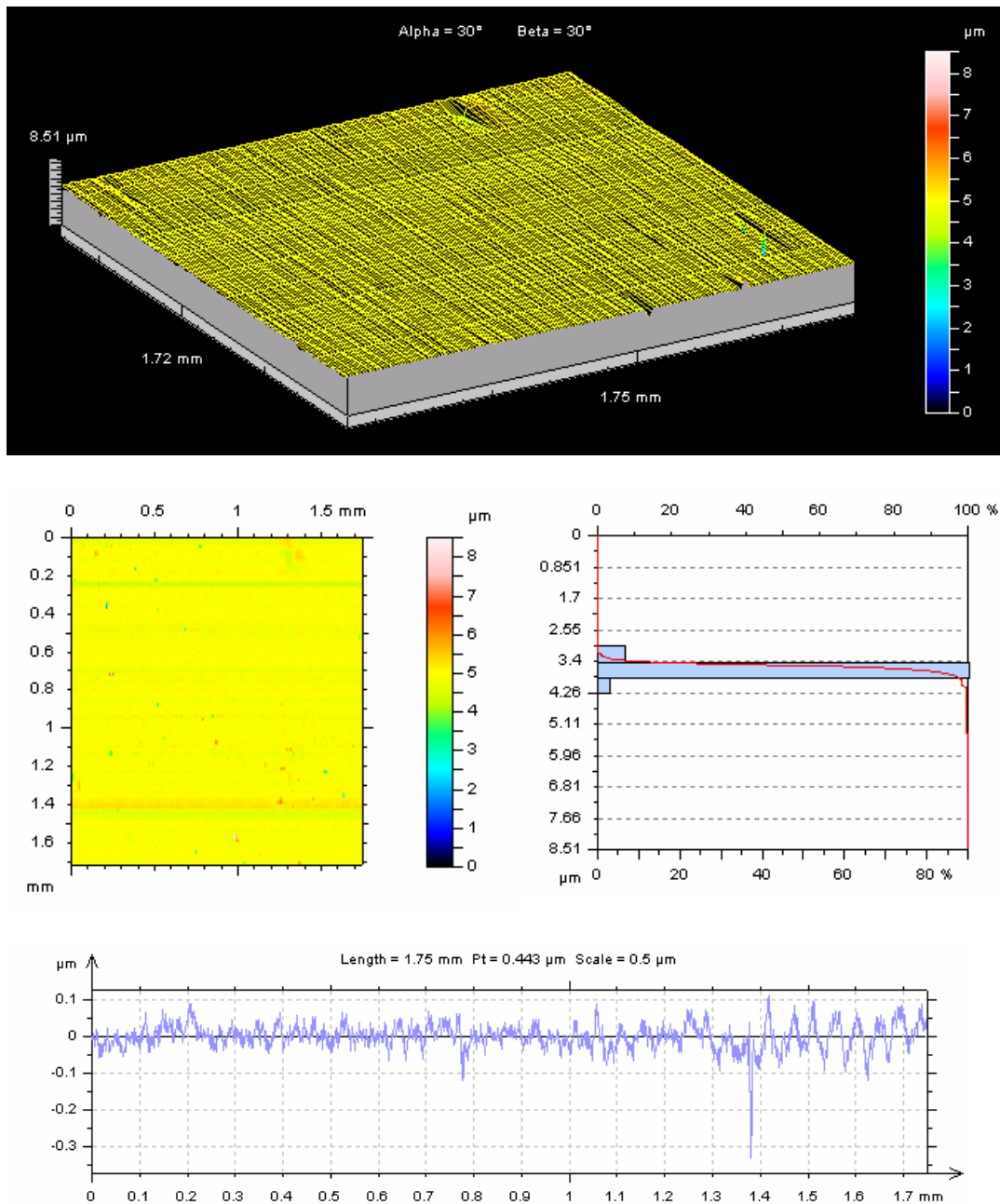
Figuras 37, 38, 39 e gráfico 6 - Imagens e gráfico obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 2)



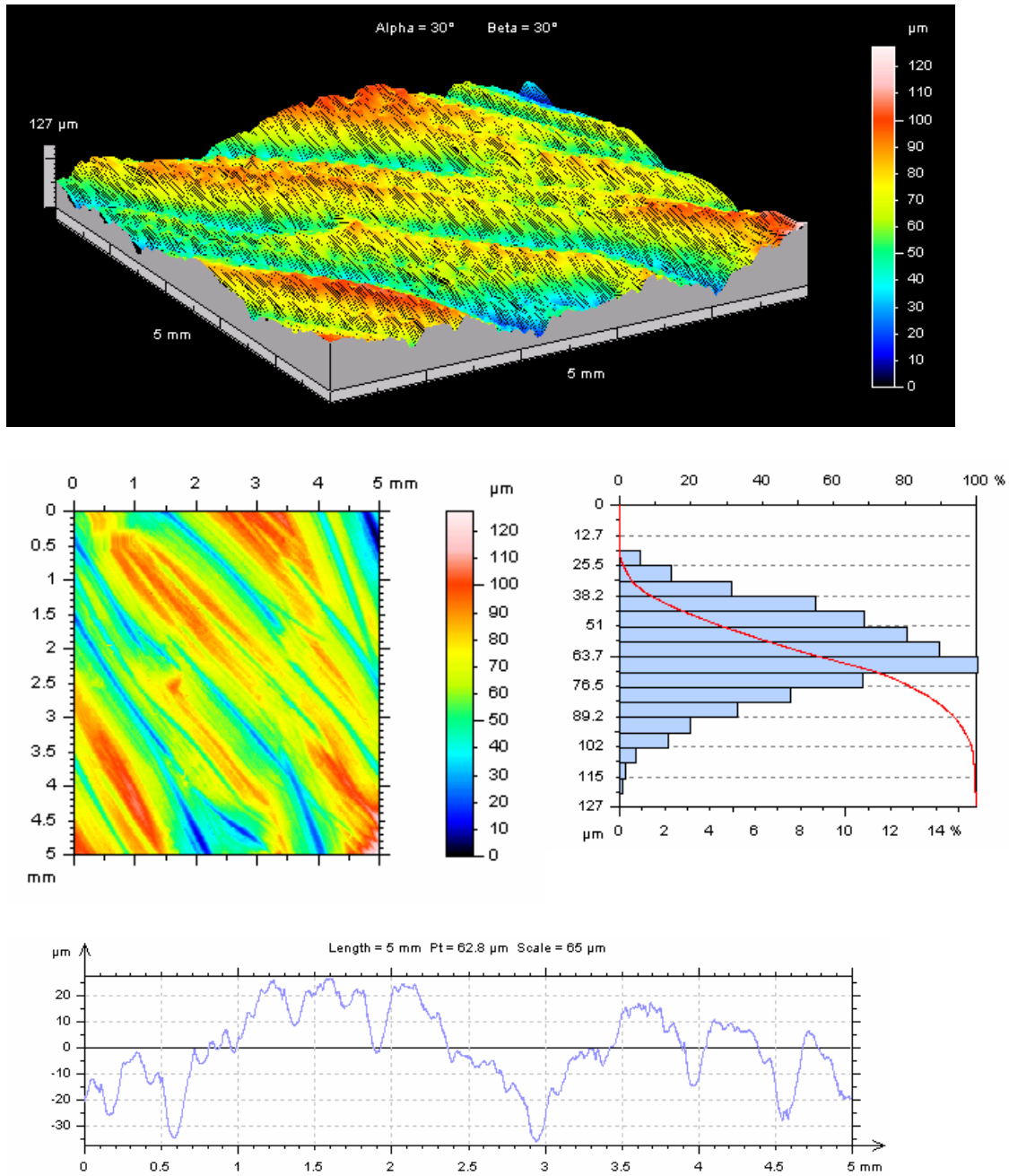
Figuras 40, 41, 42 e gráfico 7 - Imagens e gráfico obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 1)



Figuras 43, 44, 45 e gráfico 8 - Imagens e gráficos obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 3 (BisCover™ após controle positivo) do material Filtek Supreme™ / 3M ESPE: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 1)

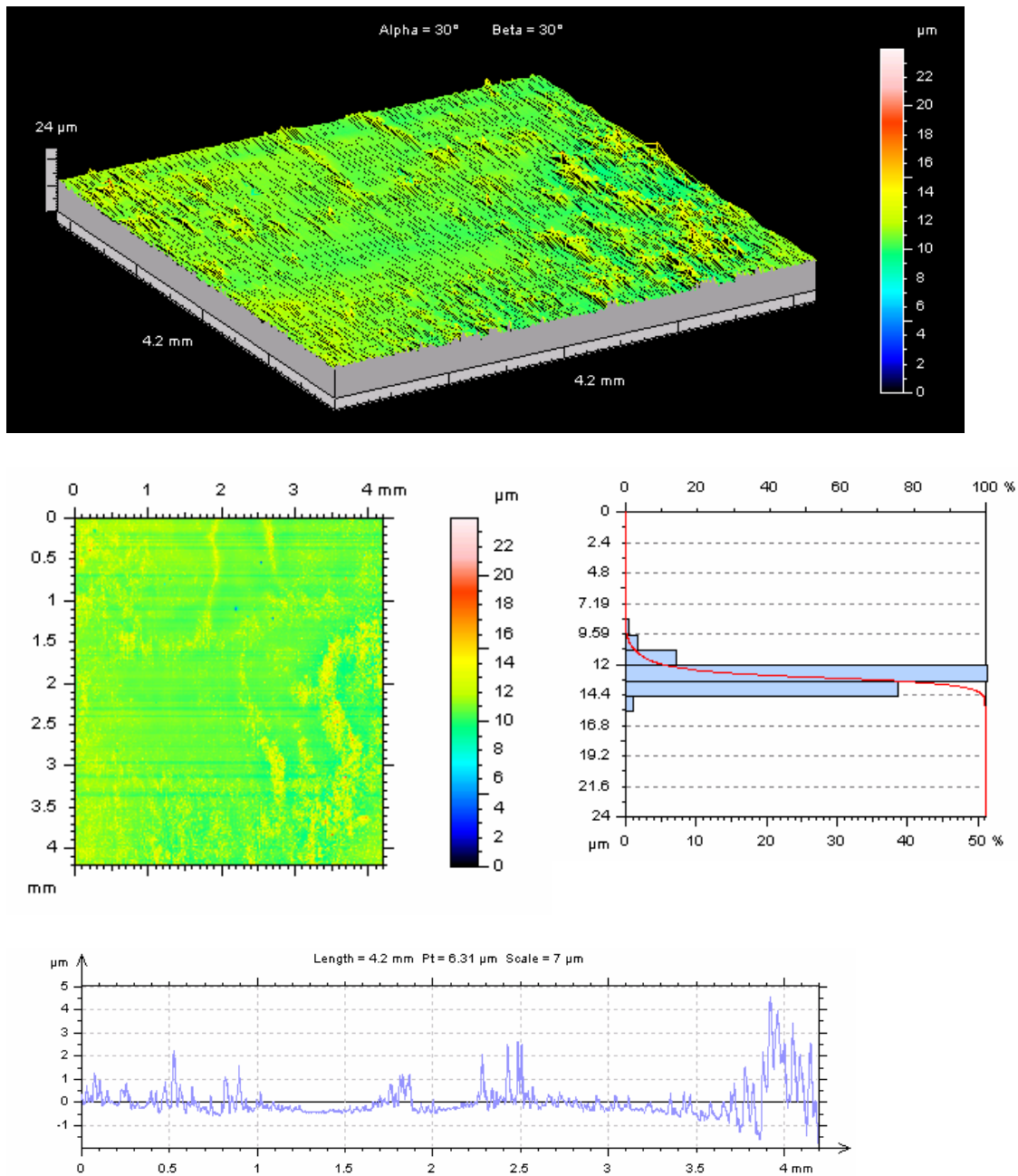


Figuras 46, 47, 48 e gráfico 9 - Imagens e gráficos obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Grandio® / VOCO: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 1)

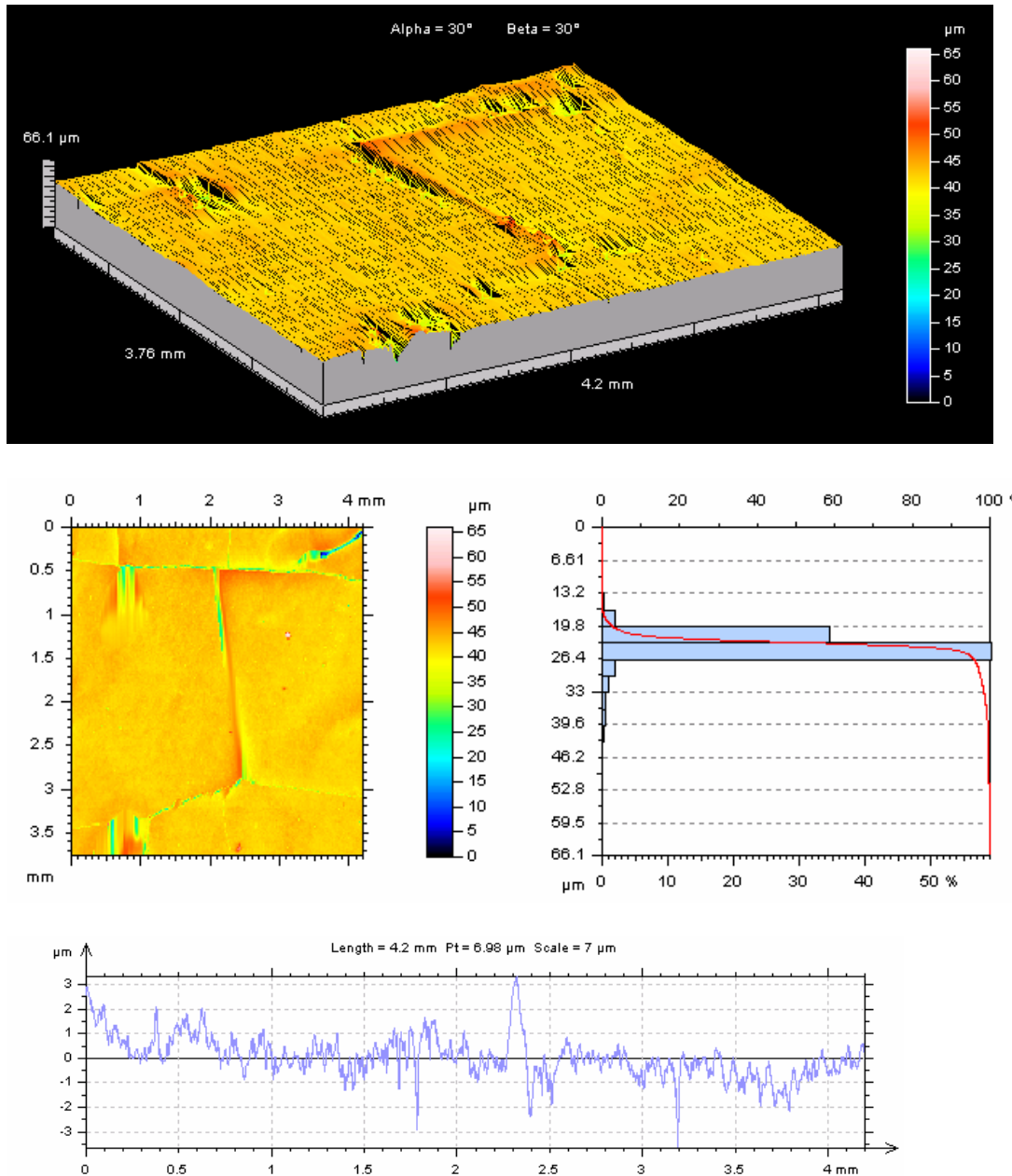


Figuras 49, 50, 51 e gráfico 10- Imagens e gráfico obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Grandio® / VOCO: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova

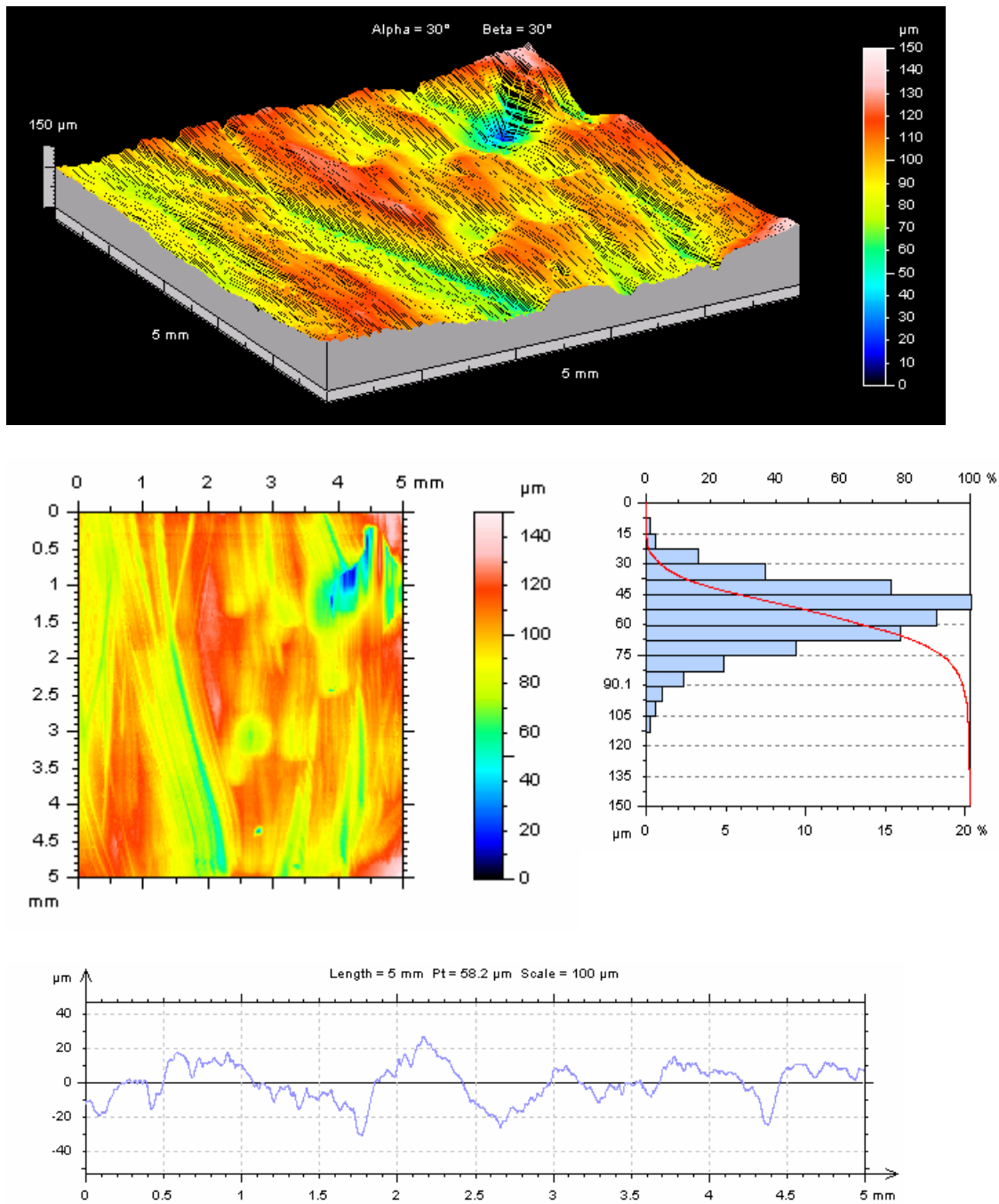
1)



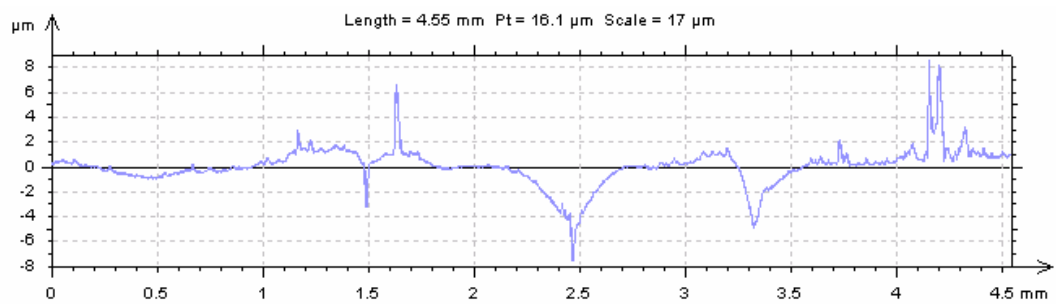
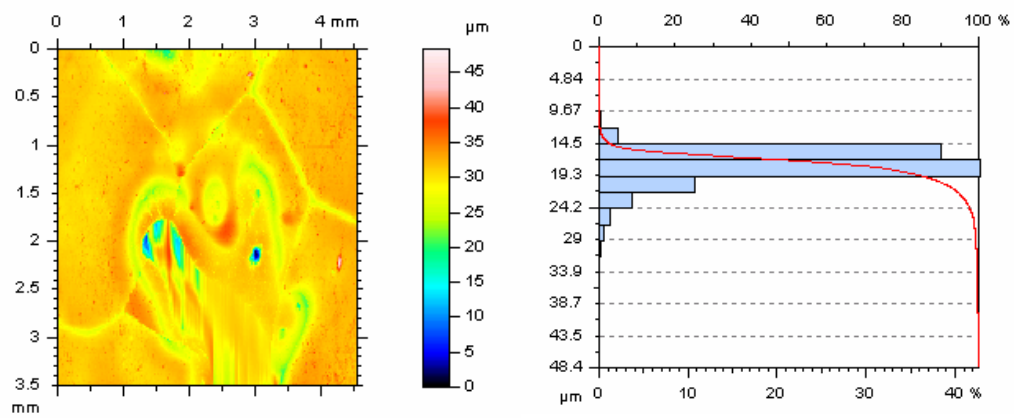
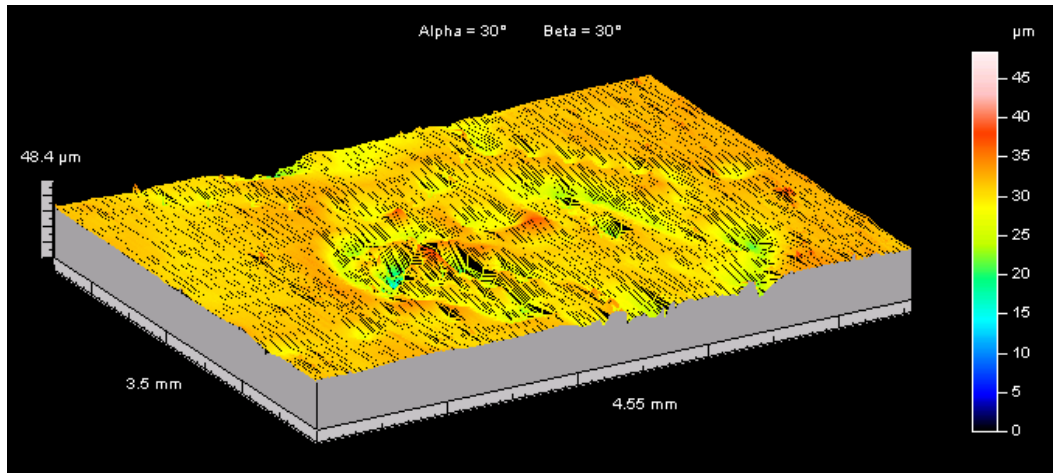
Figuras 52, 53, 54 e gráfico 11 - Imagens e gráfico obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 3 (Biscover™ após controle positivo) do material Grandio® / VOCO: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 1)



Figuras 55, 56, 57 e gráfico 12- Imagens e gráfico obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 1 (controle negativo) do material Ionofil® / VOCO: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 1)



Figuras 58, 59, 60 e gráfico 13 - Imagens e gráficos obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 2 (controle positivo) do material Ionofil® / VOCO: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 1)



Figuras 61, 62, 63 e gráfico 14 - Imagens e gráficos obtidos do rugosímetro 3-D - grupo 3 (Biscover após controle positivo) do material Ionofil® / VOCO: imagem de corte da superfície avaliada / vista superior da superfície / distribuição dos registros de rugosidade / perfil de Ra (Corpo de prova 1)

4.1.2 Análise estatística dos parâmetros Ra e Rz.

4.1.2.1 Parte 1 – Comparação entre os grupos

O processamento dos dados contou inicialmente com a determinação dos valores de Curtose (Standardized Kurtosis) e Assimetria (Standardized Skewness) da distribuição estatística, para cada um dos 8 grupos analisados. Foi possível verificar que a grande maioria deles apresentou valores entre -2 e 2, o que indica a normalidade da população das quais foram retiradas as amostras analisadas. Apenas as amostras do grupo 5 (Grandio/ ponta diamantada / com selante) apresentaram um pequeno desvio em um dos limites do intervalo para a análise de Rz. As análises de assimetria e curtose dos grupos envolvendo os materiais Filtek e Vitremer não foram realizadas por conta do menor número de espécimes envolvidos na medição de rugosidade, mas acredita-se que o comportamento normal se mantenha também para estes grupos, considerando-se a tendência verificada nos demais.

A metodologia estatística completa aplicada à análise de rugosidade se encontra no Apêndice A.

4.1.2.2 Análise de Ra

A tabela a seguir reúne os valores médios observados para a rugosidade média Ra dos grupos analisados.

Tabela 1 - Valores típicos de Ra verificados a partir da rugosimetria tridimensional

Exp	Descrição do grupo	Média (µm)	Desvio-padrão (µm)
Exp1	Ponta Diamantada, Grandio, sem selante	4.54	0.23
Exp2	Ponta Diamantada, Ionômero, sem selante	4.39	0.61
Exp3	Ponta Diamantada, Filtek, sem selante	3.20	0.13
Exp4	Ponta Diamantada, Vitremer, sem selante	1.67	0.23
Exp5	Ponta Diamantada, Grandio, com selante	0.43	0.069
Exp6	Ponta Diamantada, Ionômero, com selante	0.88	0.21
Exp7	Ponta Diamantada, Filtek, com selante	0.61	0.11
Exp8	Ponta Diamantada, Vitremer, com selante	0.79	0.35

Uma vez verificada a normalidade dos grupos analisados, estabeleceram-se os intervalos de confiança a 95% para os grupos para a variável rugosidade média Ra, segundo a distribuição t-student, como mostra gráfico e a tabela a seguir.

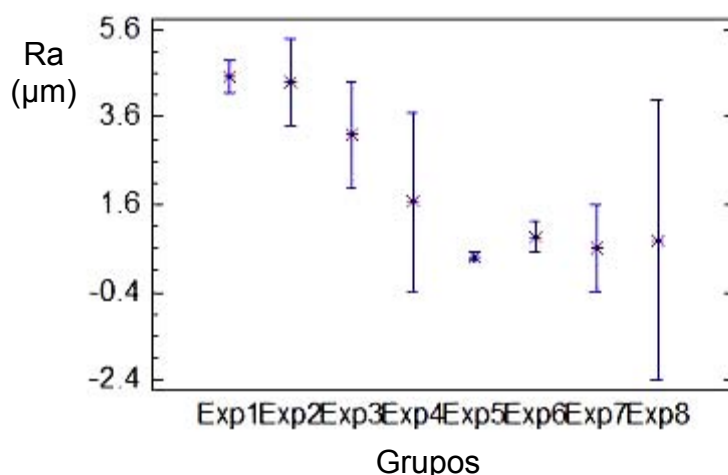


Gráfico 15 – Intervalos de Confiança 95% t-student para Ra

Tabela 2 - Média de Ra

	Média (μm)	Erro Padrão (μm)	Limite Inferior (μm)	Limite Superior (μm)
Exp1	4.54	0.16	4.17	4.91
Exp2	4.39	0.31	3.42	5.37
Exp3	3.20	0.10	1.99	4.40
Exp4	1.67	0.16	-0.36	3.70
Exp5	0.43	0.03	0.32	0.53
Exp6	0.88	0.11	0.54	1.21
Exp7	0.61	0.08	-0.39	1.61
Exp8	0.79	0.25	-2.39	3.97

É possível verificar que vários grupos apresentam interseção destes intervalos, o que nos permite concluir, como veremos a seguir, que alguns grupos apresentam-se com valores semelhantes de rugosidade média Ra do ponto de vista estatístico.

A seguir, apresentamos o quadro em que os grupos são organizados em subgrupos estatisticamente semelhantes. Esta análise é feita considerando-se os intervalos de confiança a 95% pelo Método Student-Newman-Keuls.

Grupos	Média (μm)	Grupos Homogêneos
Exp5	0.425	X
Exp7	0.611	X
Exp8	0.79	X
Exp6	0.877	X
Exp4	1.67	X
Exp3	3.195	X
Exp2	4.3925	X
Exp1	4.5375	X

Quadro 2 - Organização em subgrupos estatisticamente semelhantes

Verifica-se que os grupos de 5 a 8 apresentaram-se semelhantes, do ponto de vista estatístico, em seus valores de rugosidade média Ra, como mostra o alinhamento dos X's na tabela anterior. Estes grupos têm em comum

a adição da camada de selante sobre a superfície dos espécimes após o acabamento com ponta diamantada. Isto mostra que a adição do selante fez com que todos os espécimes passassem a apresentar uma rugosidade média estatisticamente igual, independente do material com o qual eram confeccionados.

Por outro lado, verificamos que os grupos de 1 a 4 não formaram um único grupo semelhante. Isto indica que, na ausência de selante, as rugosidades médias Ra dos espécimes serão dependentes do tipo de material utilizado. De forma mais específica, os materiais Grandio e Ionômero, na ausência de selante, apresentaram valores de rugosidade média Ra estatisticamente semelhantes. Os materiais Filtek e Vitremer apresentaram-se diferentes entre si e dos demais com relação à rugosidade média Ra considerando-se o grau de confiabilidade de 95% aplicado no processamento dos dados.

A análise estatística completa dos valores de Ra pode ser vista no Apêndice B.

4.1.2.3 Análise de Rz

A tabela a seguir reúne os valores médios observados para a rugosidade média Rz dos grupos analisados.

Valores típicos de Rz verificados a partir da Rugosimetria Tridimensional.

Tabela 3 -Valores médios de Rz nos grupos analisados

Exp	Descrição do grupo	Média (µm)	Desvio-padrão (µm)
Exp1	Ponta Diamantada, Grandio, sem selante	24.15	0.74
Exp2	Ponta Diamantada, Ionômero, sem selante	23.13	2.70
Exp3	Ponta Diamantada, Filtek, sem selante	17.20	7.07
Exp4	Ponta Diamantada, Vitremer, sem selante	9.24	1.65
Exp5	Ponta Diamantada, Grandio, com selante	3.36	0.41
Exp6	Ponta Diamantada, Ionômero, com selante	6.18	1.27
Exp7	Ponta Diamantada, Filtek, com selante	4.77	0.42
Exp8	Ponta Diamantada, Vitremer, com selante	5.22	2.39

Uma vez verificada a normalidade dos grupos analisados, estabeleceram-se os intervalos de confiança a 95% para os grupos para a variável rugosidade média Rz, segundo a distribuição t-student, como mostra gráfico e a tabela a seguir.

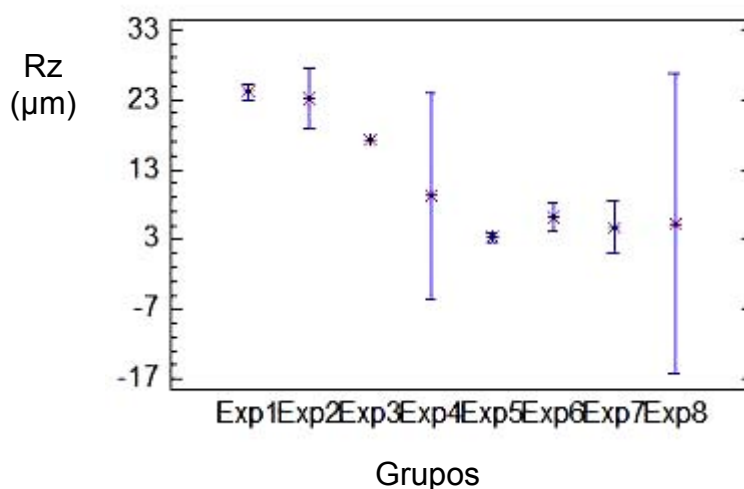


Gráfico 16 – Intervalos de Confiança 95% t-Student para Rz

Tabela 4 - Médias de Rz

	Média (μm)	Erro Padrão (μm)	Limite Inferior (μm)	Limite Superior (μm)
Exp1	24.15	0.37	22.97	25.33
Exp2	23.13	1.35	18.83	27.42
Exp3	17.20	5.08	17.20	17.20
Exp4	9.24	1.17	-5.57	24.04
Exp5	3.36	0.20	2.71	4.00
Exp6	6.18	0.64	4.15	8.20
Exp7	4.77	0.30	0.96	8.58
Exp8	5.22	1.69	-16.25	26.69

É possível verificar que vários grupos apresentam interseção destes intervalos, o que nos permite concluir, como veremos a seguir, que alguns grupos apresentam-se com valores semelhantes de rugosidade média Rz do ponto de vista estatístico.

A seguir, apresentamos o quadro em que os grupos são organizados em subgrupos estatisticamente semelhantes. Esta análise é feita considerando-se os intervalos de confiança a 95% pelo Método Student-Newman-Keuls.

Grupos	Média	Grupos Homogêneos
Exp5	3.35	X
Exp7	4.77	X
Exp8	5.22	X
Exp6	6.17	X
Exp4	9.23	X
Exp3	17.2	X
Exp2	23.13	X
Exp1	24.15	X

Quadro 3 - Organização em subgrupos estatisticamente semelhantes (Rz)

Verifica-se que os grupos de 5 a 8, assim como no caso do Ra, apresentaram-se semelhantes, do ponto de vista estatístico, em seus valores de rugosidade média Rz. Isto mostra que a adição do selante fez com que todos os espécimes passassem a apresentar uma rugosidade média estatisticamente igual, independente do material com o qual eram confeccionados.

Por outro lado, verificamos novamente que os grupos de 1 a 4 não formaram um único grupo semelhante. Isto indica que, na ausência de selante, as rugosidades médias Rz dos espécimes serão dependentes do tipo de material utilizado.

A análise estatística completa dos valores de Rz pode ser vista no Apêndice C.

Parte 2 – Planejamento de Experimentos

Antes de destacarmos as principais conclusões acerca dos resultados obtidos processando-se os dados via planejamento de experimentos, é preciso ressaltar que, ao compararmos os grupos, suas variâncias apresentaram ordens de grandeza diferentes, a um nível de confiabilidade de 95% ($p < 0,05$). Entretanto, tal fato não invalida a análise de variância visto que os valores das variáveis medidas são significativamente pequenos (da ordem de micrômetros),

havendo uma dispersão natural dos resultados independente dos rígidos critérios de controle adotados.

A tabela a seguir reúne, para as rugosidades médias Ra e Rz, os valores principais dos efeitos: principal e de interação para os dois fatores (material e utilização de selante) analisados neste trabalho.

Tabela 5 - Efeitos principais para Ra e Rz

	Ra (μm)	Rz (μm)
Efeito Principal para o Material	-1.35 \pm 0.16	-6.97 \pm 0.77
Efeito Principal para a utilização de selante	-2.77 \pm 0.12	-13.55 \pm 0.58
Efeito de interação entre material e utilização de selante	1.59 \pm 0.16	8.23 \pm 0.77

Os resultados supracitados mostram que o fator que exerce maior influência na rugosidade média dos espécimes confeccionados é o selante, dado o valor superior de efeito principal do selante em relação ao efeito principal do material.

O segundo efeito mais pronunciado é o efeito de interação entre os dois fatores analisados. Este valor foi significativo porque, como se verificou anteriormente, apenas quando o selante não é aplicado na superfície do espécime é que a utilização de diferentes materiais exerce influência estatística nos resultados finais de rugosidade média das superfícies analisadas. Quando o selante foi utilizado (grupos de 5 a 8), os diferentes materiais conduziram a resultados estatisticamente semelhantes.

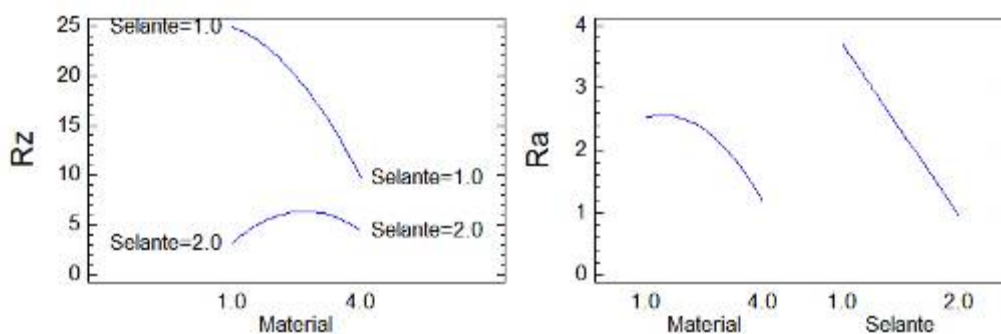
Por fim, o material foi o terceiro efeito mais significativo. Diferentes materiais irão conduzir a diferentes valores de rugosidade superficial desde que

o selante não seja utilizado, caso contrário, os níveis de rugosidade serão estatisticamente semelhantes.

O sinal negativo no efeito principal do material indica que, conforme aumentamos o nível do material desde a resina nano-híbrida Grandio (Nível 1), passando pelo ionômero convencional Ionofil (Nível 2), a resina nanoparticulada Filtek (Nível 3), até o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer (Nível 4), temos uma tendência geral de redução dos valores de rugosidade superficial.

Da mesma forma, quando aumentamos o nível do fator utilização de selantes desde o Nível 1 (não utilização de selante), até o Nível 2 (utilização de selante), temos uma tendência geral de obtenção de superfícies menos rugosas.

Este comportamento pode ser verificado nos gráficos a seguir.



Gráficos 17 e 18 – Tendências observadas a partir dos efeitos: principal e de interação.

Considerando-se os objetivos do trabalho é importante ressaltar que tanto os efeitos principais (material e utilização de selante) quanto o efeito de interação entre os dois fatores mostraram-se significativos a um nível de confiabilidade superior a 99,99% ($p < 0,01$).

Por fim, apresentamos as superfícies tridimensionais que reúnem os resultados dos ensaios e nos permitem verificar a combinação dos níveis das variáveis que conduziram aos maiores e aos menores valores de rugosidade superficial.

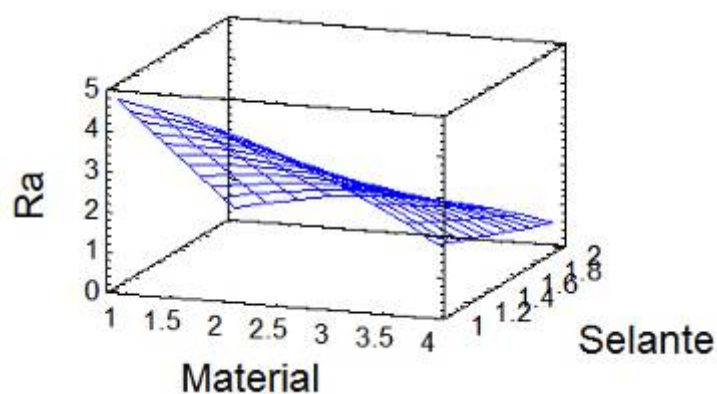


Gráfico 19 – Superfície de Resposta 3D - Ra

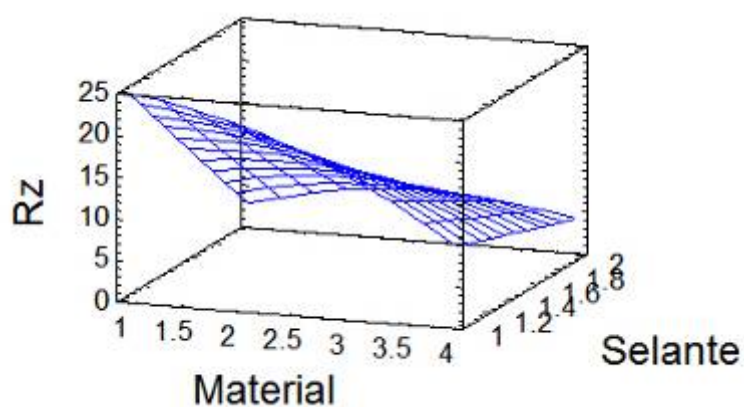


Gráfico 20 – Superfície de Resposta 3D - Rz

Analisando os gráficos anteriores é possível perceber que os maiores valores da rugosidade média Ra e também da rugosidade média Rz foram obtidos para o material Grandio sem a utilização de selante. O menor valor obtido para a estas variáveis está relacionado também ao material Grandio, porém com selante.

A análise de experimento para valores de Ra e Rz pode ser vista de forma completa nos apêndices D e E.

4.2 Experimento II: Avaliação da formação de biofilme e do crescimento de cepas de *Streptococcus mutans* sobre os corpos de prova

Em virtude da grande diversidade da microbiota da cavidade oral, não foi possível analisar a formação do biofilme total, em termos quantitativos e qualitativos da composição deste sobre a superfície dos materiais mantidos na cavidade oral. Portanto, os percentuais de colonização do biofilme dental por cepas de *S. mutans* foram analisados. Os valores percentuais de Estreptococos do grupo mutans no biofilme formado na superfície dos corpos de prova inseridos na cavidade oral de diversos indivíduos foram analisados para cada material em cada tipo de tratamento superficial, sendo destacados na tabela 6. Não foram detectados *Lactobacillus sp* em nenhuma das amostras analisadas no período de tempo proposto (24 horas de inserção na cavidade oral). Foi observado que em todos os sistemas ocorreu maior colonização de EGM nos corpos de prova submetidos ao desgaste da superfície ou com desgaste da superfície submetidos ao polimento com Biscover, sugerindo que a superfície lisa deixada pela matriz de poliéster induz menor colonização de EGM nas primeiras 24 horas para cada um dos materiais testados ($P < 0.05$).

Quando os materiais foram comparados entre si através de testes não paramétricos, foi observado quais materiais induziram menor colonização de EGM nas primeiras 24 horas.

Os valores percentuais de Estreptococos do grupo mutans foram analisados para cada material em cada tipo de tratamento superficial.

Tabela 6 - Valores de médias e desvio padrão dos grupos de tratamento superficial testados nos materiais testados expressos nos valores percentuais

Material	G1 (Controle -)	G2 (Controle +)	G3 (Controle + e Biscoper)
Filtek Supreme	0.1833 ± 0.03333	0.5733 ± 0.07623	0.4000 ± 0.1114
Grandio	0.2000 ± 0.05774	0.5000 ± 0.05774	0.2000 ± 0.02887
Ionofil	0.00800 ± 0.001414	0.1158 ± 0.01377	0.060 ± 0.009857
Vitremer	0.09333 ± 0.01333	0.1470 ± 0.01212	0.08667 ± 0.0176

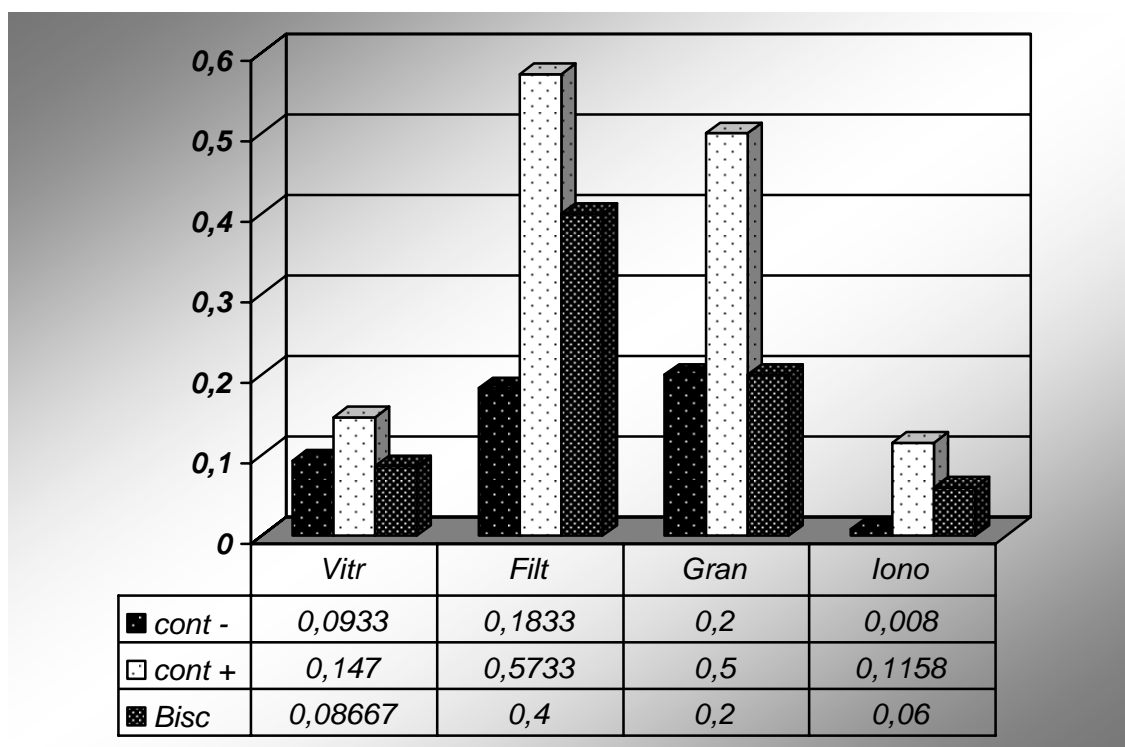


Gráfico 21- Exibe o crescimento de estreptococos do grupo mutans no biofilme formado sobre os materiais restauradores submetidos aos diferentes tratamentos superficiais (valores percentuais)

4.2.1 Análise estatística dos resultados:

De forma a analisar os efeitos dos três diferentes tipos de tratamento superficial sobre os quatro materiais estudados, foi utilizado um teste t não pareado, convencional e com a utilização de correção de Welch (ver Apêndice F).

Quando comparados os resultados percentuais de crescimento de *S. mutans* em cada um dos diferentes materiais, estes apresentaram comportamento estatisticamente diferente, porém seguindo a mesma tendência. Assim em todos os materiais o grupo controle negativo (compressão por matriz de poliéster) foram observados os menores valores de crescimento percentual, seguido do grupo da aplicação do polidor químico. O grupo controle positivo apresentou os valores mais altos de colonização inicial por estreptococos do grupo mutans. Em alguns materiais houve pequenas diferenças de comportamento, considerando-se estatisticamente.

No material Vitremer (3M ESPE) as diferenças foram menores entre o grupo controle positivo e os demais considerando a correção de Welch. Já entre o grupo controle negativo e o grupo BisCover (Bisco) não houve diferença estatisticamente significativa.

No material Filtek Supreme (3M ESPE) as diferenças foram observadas entre o grupo controle positivo e controle negativo. As demais comparações não se mostraram estatisticamente significativas.

No material Grandio (Voco) houve diferença estatística entre o grupo controle positivo e os dois demais, entre os quais não se observou tal

diferença. No material Ionofil (Voco) houve diferença estatística entre todos os grupos. Também foi realizada uma comparação entre os materiais estudados, agrupando-se por tipo de tratamento superficial. Para análise estatística foi utilizado o teste de múltipla comparação de Tukey (ver Apêndice G).

Ao se comparar o desempenho dos materiais agrupando-os de acordo com o tipo de tratamento superficial pôde-se observar a importância do fator “tipo de material” para o crescimento de estreptococos do grupo mutans.

Na comparação estatística dos valores percentuais de *S. mutans* no grupo controle negativo observou-se haver diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos para o material Ionofil® (Voco) e para as resinas compósitas. No entanto não foi observada diferença significativa ao compará-lo ao material Vitremer™ (3M ESPE).

Com relação ao grupo controle positivo, foi observada diferença significativa entre os cimentos de ionômero de vidro e as resinas compósitas. Não foi observada diferença entre os valores obtidos para os cimentos de ionômero de vidro e entre os valores obtidos para as resinas compósitas.

Ao considerar o tratamento superficial que envolvia a aplicação do polidor químico BisCover™ (Bisco), observou-se diferença significativa entre os valores obtidos para a resina compósita Filtek Supreme™ (3M ESPE) e os cimentos de ionômero de vidro. A resina compósita Grandio® (Voco) apresentou valores percentuais comparativamente mais baixos que esta (Filtek Supreme), com desempenho destacado neste grupo, sem diferença estatisticamente significativa para os cimentos de ionômero de vidro.

5 DISCUSSÃO

O sucesso do procedimento restaurador depende de todas as suas etapas, que envolvem desde o planejamento e adequação do paciente, até os passos clínicos tradicionalmente consagrados e a posterior preservação e manutenção da restauração realizada. No que concerne a este último ponto, as manobras de acabamento e polimento apresentam importância capital para o sucesso a médio e longo prazo (BARBOSA et al. 2005; BASEREN, 2004). Diversas técnicas e materiais foram desenvolvidos com vantagens, desvantagens, peculiaridades e indicações específicas. Devido às inúmeras variáveis a serem observadas, não existe ainda um tipo de procedimento, técnica ou material universalmente aceito como ideal (CHUNG, 1994; FRUITS, MIRANDA; COURY; 1996; KAPLAN et al., 1996; DODGE et al., 2001; NAGEN FILHO et. al., 2003; ÖZGÜNALTAY; YAZICI; GÖRÜCÜ; 2003; FERREIRA; LOPES; BARATIERI, 2004; BORGES et al, 2004; HEINTZE; FORJANIC; ROUSSON; 2005).

Cada superfície dental apresenta características morfológicas, (e de acesso), que tornam impossível o uso de determinadas técnicas ou materiais. A grande maioria dos estudos, assim como este, envolve o uso de corpos de prova que apresentam uma superfície plana, situação raramente encontrada na realidade clínica, e que privilegia a ação dos instrumentos com movimento rotatório planar, típico dos discos de acabamento e polimento. Estes são excelentes opções, quando indicados, pois apresentam flexão quando pressionados acima da possibilidade de desgaste, levando à menor indução de tensões na restauração ou no dente. Além disso, as boas marcas existentes no

mercado apresentam quatro granulações, potencial de desgaste gradual, que permitem uma seqüência onde cada disco corrige as irregularidades formadas pelo disco anterior até o completo polimento superficial (FRUITS; MIRANDA; COURRY, 1996; BOUVIER; DUPREZ; LISSAC, 1997; ÖZGÜNALTAY; YAZICI; GÖRÜCÜ, 2003). Entretanto, conforme mencionado, a sua utilização é restrita a algumas situações clínicas.

Este trabalho utilizou corpos de prova cilíndricos de superfície plana que foram submetidos a três tratamentos superficiais diferentes: compressão por matriz, que segundo a literatura apresenta os mais baixos índices de rugosidade superficial (NAGEN FILHO et al., 2003), pontas diamantadas de acabamento de granulação fina e extra-fina, que serviria de controle positivo, já que não proveria, segundo a literatura existente, adequada lisura superficial, e um terceiro grupo onde seria realizada a aplicação do polidor resinoso BisCover® após a utilização das pontas diamantadas. Desta forma, poderia se avaliar a efetividade do polidor químico no que concerne à obtenção de níveis de rugosidade considerados adequados clinicamente, assim como os efeitos sobre a formação de biofilme em materiais restauradores que receberam sua aplicação, mesmo considerando que tenha se utilizado previamente apenas um sistema de acabamento fino superficial, como pontas diamantadas finas e extra-finas.

As dimensões dos corpos de prova foram escolhidas a partir de trabalhos anteriores, os quais utilizaram diversas dimensões possíveis, considerando diâmetro e altura dos mesmos, respectivamente. No que concerne aos estudos sobre liberação e reincorporação de flúor, podem ser encontrados corpos de prova de 10x3mm (SEPPÄ; FORSS; ÖGAARD, 1993),

6x1,5mm (CARRUTERS et al., 1994; CREANOR et al., 1994), 10x1mm (MUSA; PEARSON; DAVIES, 1994) e 7x2mm (PRESTON, 1999). Em estudos de rugosidade foram encontradas dimensões tais como 10x2mm (CHUNG, 1994), 10x1,5mm (YAP; SAL; LYE, 1998), 6X3mm (LU; ROEDER; POWERS, 2003), 5X2mm (PEDRINI; GAETTI-JARDIM; MORI, 2003), 5x4mm (BORGES et al., 2004) e 12x1mm (BAGHERI; BURROW; TYAS, 2007). Em estudos que envolviam materiais restauradores e crescimento microbiano também foram encontradas diversas dimensões: 5x2mm (PALENICK et al., 1992), 5X1,5mm (AUSCHIL ET AL, 2002), 4x1mm (MONTANARO et al., 2004), assim como corpos de prova poliédricos com 6x6x1mm. (LEONHARDT; OLSSON; DAHLÉN, 1995).

A partir destes dados e das informações obtidas pelos especialistas em cada experimento, (microbiologia e rugosimetria), optou-se pela adoção de duas dimensões de corpos de prova, cada qual melhor adaptada para cada situação. Assim, um grupo com corpos de prova de 8x3mm foi realizado a partir de uma matriz de teflon bipartida com espessura de 1,1mm na qual foi feita uma janela com cinco cavidades para corpos de prova e uma peça de encaixe com 8mm de espessura usada para comprimir o material após a colocação da matriz de poliéster (figuras 5, 6, 7 e 8). Estas dimensões foram consideradas as melhores para o estudo microbiológico já que os corpos de prova seriam fixados em placas de acetato para uso intra-oral. Uma altura menor tornaria difícil a realização das manobras de acabamento e polimento, já que estas eram realizadas manualmente e a preensão dos corpos de prova com uma altura menor se tornaria muito dificultada. Além disto, esta altura era adequada para a fixação dos corpos de prova com cera colante, material escolhido pela

praticidade e por apresentar baixíssimo potencial para deposição de biofilme, conforme foi avaliado em cada etapa de ensaio microbiológico, (de forma a descartar a possibilidade de a cera induzir a esta deposição, interferindo nos resultados, assim como foi testado com o acetato usado para construir a placa intra-oral). Uma altura maior, no entanto, criaria um sobre-contorno excessivo no aparato intra-oral, aumentando desnecessariamente o contato com as bochechas do voluntário, aumentando conseqüentemente a incidência de forças cisalhantes (figuras 16 e 17). A espessura adicional da matriz foi necessária para que dois parafusos atravessassem a matriz de forma a manter firmemente unidas as metades da mesma durante a compressão exercida por um peso de 2Kgf, metodologia de compressão utilizada durante a presa dos materiais recém inseridos (PEDRINI; CANDIDO; RODRIGUES, 2003).

O outro tipo de corpo de prova teve as dimensões adaptadas para o rugosímetro 3-D, com 9mm de diâmetro e 2mm de altura, feitos a partir de uma matriz acrílica com poços destas mesmas dimensões. Tais matrizes com superfícies de 6x13cm e espessura de 4mm podiam receber até cinco grupos de corpos de prova, cada qual com cinco corpos de prova cada (figura 9). A importância estratégica desta matriz para a avaliação no rugosímetro estava no fato de poderem ser realizadas diversas medições num mesmo nível de aferição, sem necessidade de grandes ajustes para a ponta ativa do instrumento, etapa muito laboriosa e de grande importância para a precisão e segurança do mesmo, extremamente sensível.

A oportunidade de utilizar um rugosímetro 3-D foi muito valiosa para o presente trabalho. A maior parte dos artigos que versam sobre rugosidade superficial utiliza rugosímetros convencionais (CHUNG, 1994; KAPLAN et al.,

1996; BOUVIER; DUPREZ; LISSAC, 1997; YAP; SAL; LYE, 1998; LU; ROEDER; POWERS, 2003; PEDRINI; CANDIDO; RODRIGUES, 2003; BARBOSA; ZANATA; NAVARRO; NUNES, 2005; SARAC et al, 2006). Estes aferem a rugosidade através de leituras de áreas selecionadas em que a ponta ativa percorre distâncias pré-estabelecidas em intervalos conhecidos e com repetições de leitura variando geralmente de cinco a oito por corpo de prova. Diversos métodos de leitura puderam ser observados, porém seguiam uma norma semelhante: amplitude de traçado de 2mm e valor de “cutoff” de 0,25mm com cinco traçados com 72° entre eles (LU; ROEDER; POWERS, 2003) ou extensão de traçado de 2mm, com 0.005µm de precisão e com três traçados para cada espécime perpendicularmente às direções de acabamento e polimento empregadas com valor de cut-off de 0.8mm (BARBOSA et al., 2005).

As diversas formas de análise de rugosidade superficial já foram comparadas e estudadas por especialistas, (WHITEHEAD et al., 1999) que relataram importantes variações que poderiam ser observadas apenas com pequenas mudanças na configuração da superfície, (menos plana, por exemplo), e no formato da ponta de leitura. O rugosímetro 3-D apresenta uma série de vantagens entre as quais: as diversas variáveis observáveis, a maior fidelidade (já que a leitura 3-D implica em uma repetição muito maior das leituras em uma mesma área), além da obtenção de imagens valiosas para o entendimento dos resultados obtidos (MARIGO et al., 2001). Devido a este alto nível de registro os operadores do rugosímetro diminuíram o número de amostras necessárias para análise pela metade (duas ao invés de quatro) nos grupo dos materiais Filtek™ e Vitremer™ / 3M, pois consideraram desnecessário o número de repetições.

Os materiais empregados no trabalho, (um cimento de ionômero de vidro convencional, um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, uma resina composta nano-particulada e uma resina composta nano-híbrida), foram manipulados e polimerizados segundo as indicações dos fabricantes e inseridos em incremento único para os cimentos de ionômero de vidro e em dois incrementos para as resinas compostas. Cada incremento foi foto-ativado por 40 segundos com aparelho fotopolimerizador com $500\text{mW}/\text{cm}^2$ de potência. As manobras de acabamento e polimento só foram realizadas após 72 horas, durante as quais os materiais foram armazenados em tubos plásticos opacos negros, hermeticamente fechados e, no caso dos cimentos de ionômero de vidro, mantidos em ambiente umidificado pela colocação de gaze umedecida nas tampas dos mesmos frascos (figura 11). Na literatura, para todos os materiais, o acabamento e o polimento adiados demonstraram resultados de dureza iguais ou superiores aqueles obtidos por manobras similares realizadas imediatamente após a foto-ativação (YAP; SAL; LYE, 1998).

As manobras de acabamento e polimento foram realizadas por dois operadores treinados que seguiram um padrão pré-estabelecido de tempo e pressão na utilização das pontas diamantadas, (15 segundos, a seco, com leve pressão, em uma única direção, em potência baixa). As pontas foram trocadas após serem utilizadas por três vezes, seguindo protocolo de Pedrini, Candido e Rodrigues (2003). Diversos estudos relataram que a utilização de sistemas de acabamento e polimento sem refrigeração com água apresenta resultados superiores, (DODGE et al., 1991; LU; ROEDER; POWERS, 2003; WILDER et al., 2003). Deve-se lembrar que neste estudo o instrumento rotatório empregado trabalha em alta rotação e que o superaquecimento é um problema

que deve ser combatido prioritariamente, utilizando pouca pressão, movimentos intermitentes e potência baixa (JONES; BILLINGTON; PEARSON, 2005; WATANABE, 2005).

O cuidado de se realizar o desgaste em apenas uma direção se deve ao padrão anisotrópico das irregularidades criadas por este tipo de instrumento abrasivo, ao contrário daquele criado por instrumentos como os discos de acabamento. Ao analisar tais irregularidades no rugosímetro 3-D, devido a sua alta definição, é primordial que se utilize uma direção de leitura perpendicular aos sulcos criados durante a ação das pontas diamantadas. Se este aspecto não for observado pode-se avaliar a rugosidade existente dentro de um sulco e não aquela formada entre os mesmos, criando resultados muito mais baixos e, conseqüentemente, uma análise errônea e muito subestimada da rugosidade superficial.

A aplicação do polidor químico seguiu as recomendações do fabricante, que requer uma superfície seca, devido à hidrofobicidade do mesmo, a aplicação de uma fina camada e a foto-ativação com lâmpada halógena com potência de $500\text{mW}/\text{cm}^2$ por 20 segundos, a uma distância máxima de 1 a 2mm (DICKINSON; LEINFELDER, 1993; KAWAI; LEINFELDER, 1993; BARGHI; ALEXANDER, 2003; SUH, 2003; LOWE et al.,2004; LEE; LU; POWERS, 2005).

A escolha dos materiais restauradores seguiu dois principais critérios: efeito antimicrobiano e capacidade de acabamento e polimento. Se de um lado sabemos que as resinas compostas apresentam propriedades de acabamento e polimento cada vez melhores, sabemos também que o ionômero de vidro tem um potencial antimicrobiano reconhecido na literatura (DUGUID;

PUDDICOMBE, 1994; VERMEERSCH et al., 2005), sem, no entanto, apresentar um potencial de acabamento e polimento tão desenvolvidos. O efeito antimicrobiano estaria relacionado principalmente à liberação de flúor pelo material. Este potencial de liberação é enfatizado nos primeiros trabalhos sobre o tema (BENELLI et al., 1993; MCCABE, 1998; VERBEECK et al., 1998; PRESTON et al., 1999). Apesar de ainda ser considerado um material com características excepcionais, hoje é sabido que os níveis de flúor liberado caem rapidamente nos primeiros dias, tornando-se necessária a recarga freqüente do material. Neste trabalho, os materiais ficaram armazenados em tubos plásticos estéreis por 72 horas, para, apenas após este tempo, serem submetidos às manobras de acabamento e a aplicação do polidor resinoso. No caso dos cimentos ionoméricos, apesar dos tubos serem preparados de forma a manter o ambiente úmido (objetivando impedir o dessecamento do material), o período inicial de máxima liberação de flúor foi ultrapassado, o que poderia diminuir os efeitos desta sobre o biofilme formado. Vale lembrar, no entanto, que tal realidade também é vista clinicamente, onde a reincorporação paulatina obtida com o uso de cremes dentais fluoretados apresentaria importância capital para a manutenção do flúor nos níveis mínimos exigidos (FORSTEN, 1991; MCKNIGHT-HANES; WHITFORD, 1992; HALLGREN; OLIVEBY; TWETMAN, 1993; CARRUTERS et al., 1994, CREANOR et al, 1994; DUGUID; PUDDICOMBE, 1994; MUSA; PEARSON; DAVIES, 1994; BELL et al., 1999; PRESTON et al., 1999; SAVARINO et al., 2001; VERMEERSCH; LELOUP; VREVEN, 2001). O fato da liberação de flúor nos cimentos de ionômero de vidro ser maior nas primeiras 24hs e sua rápida queda após este período se deveria à liberação inicial intensa de flúor devido à dissolução do vidro no ácido

polialcenóico durante a reação de presa. A liberação posterior se deveria à contínua dissolução do vidro na água acidificada da matriz hidrogel. Desta forma, ao contrário de trabalhos em que o CIV é inserido diretamente em culturas ou em que os níveis de flúor liberado são avaliados imediatamente, neste trabalho os corpos de prova só foram submetidos à deposição de biofilme após 72 horas.

Uma questão abordada neste trabalho é se esta liberação seria um fator de maior peso que a lisura superficial para a inibição na formação de biofilme, já que teríamos dois grupos de materiais diferentes. Mesmo o ionômero convencional poderia ser comparado entre seus grupos, pois em um deles, a película de polidor químico inibiria a liberação de flúor de forma mais livre, conforme observado em estudos similares (MCKNIGHT-HANES; WHITFORD, 1992). Da mesma forma, pode-se compara-lo ao cimento de ionômero de vidro modificado por resina, que apresentaria um melhor potencial de acabamento e polimento sem, no entanto, deixar de apresentar liberação de flúor (FORSS, 1993; CARRUTERS et al., 1994; DUGUID; PUDDICOMBE, 1994; PRESTON et al., 1999; SAVARINO et al., 2000; VERMEERSCH; LELOUP; VREVEN, 2001; BAGHERI; BURROW; TYAS, 2007; WIEGAND; BUCHALA; ATTIN, 2007).

Com relação às resinas compósitas utilizadas, (uma resina nanoparticulada e uma nano-híbrida), optou-se por materiais que apresentariam, segundo a literatura, potenciais de acabamento e polimento excelentes. (BASEREN, 2004; TURSSI; FERACANE; SERRA, 2005; SARAC et al., 2006; BEUN et al., 2007).

No caso do ionômero de vidro convencional, optou-se por realizar a aplicação do polidor resinoso mesmo sabendo que este é altamente hidrofóbico

e que sua superfície é intrinsecamente úmida. Observou-se que, em função disto, o polidor apresentou baixo molhamento, se concentrando no centro da amostra, recobrando incompletamente a mesma. No entanto, a área pôde ser analisada pelo rugosímetro, e, nesta, observou-se um efeito positivo do polidor sobre a rugosidade. Durante o processamento das amostras de cimento de ionômero de vidro convencional para o rugosímetro foram observadas trincas superficiais criadas pela desidratação do material. Estas foram “limpas” digitalmente previamente à análise das imagens obtidas, de forma a não incorporar tal alteração na avaliação de rugosidade (figura 64). A provável instabilidade da união entre polidor químico e cimento de ionômero de vidro, e a conseqüente reduzida durabilidade, podem ser avaliadas em trabalhos subseqüentes onde os corpos de prova seriam sujeitos a desgaste simulado.

Na literatura vários trabalhos referem determinados níveis de rugosidade como sendo mínimos ideais, de forma que possa se evitar o acúmulo de biofilme ou a percepção da ausência de lisura pelo paciente. Valores de rugosidade superficial de 0.7-1.44 μm estariam relacionados diretamente ao acúmulo de placa facilitado (KAPLAN et al., 1996; ÖZGÜNALTAY; YAZICI; GÖRÜCÜ, 2003) ou ainda maiores que 0.2 μm (BOLLEN; LAMBRECHTS; QUIRYNEN, 1997; HEINTZE; FORJANIC; ROUSSON, 2005), ao passo que valores de rugosidade superficial entre 0.25-0.50 μm poderiam ser percebidos pela língua (JONES; BILLINGTON; PEARSON, 2004; HEINTZE; FORJANIC; ROUSSON, 2005). Um dos objetivos principais deste trabalho foi de observar uma correlação significativa entre o grau de lisura superficial e a formação de biofilme (SHAHAL et al, 1998; STEINBERG et al, 1999; STEINBERG; EYAL, 2002; HOSOYA et al., 2003). Para isso, foram realizados os ensaios

microbiológicos paralelamente. Em todos os materiais testados o acabamento com pontas diamantadas resultou em níveis de rugosidade acima daqueles recomendados e ao relacionar esta variável à formação de biofilme pode-se encontrar relação direta com sua deposição facilitada num período de 24 horas e com a maior presença de *S. mutans*.

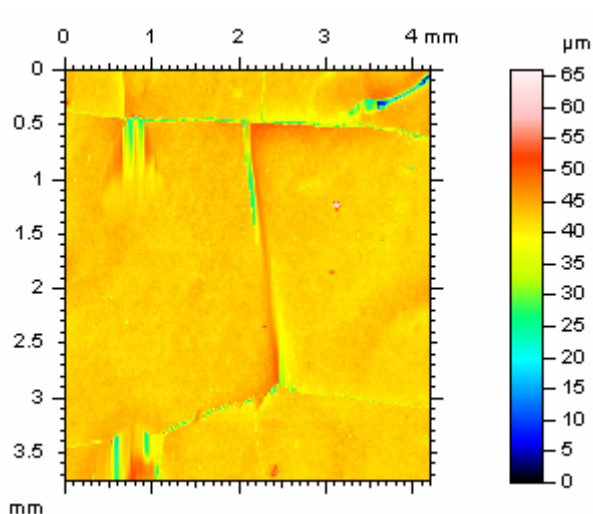


Figura 64 - imagem do rugosímetro 3-D obtida por (vista superior) da superfície do grupo 1 (controle negativo) do cimento de ionômero de vidro Ionofil / Voco. Observar as trincas típicas de ressecamento durante o processamento (corpo de prova 1).

Os resultados das leituras em rugosímetro 3-D podem ser vistos nos gráficos 1 e 2. Conforme esperado, os melhores resultados em relação à rugosidade foram apresentados pelas resinas compósitas estudadas. O cimento de ionômero de vidro convencional apresentou os resultados mais pobres em todos os tipos de tratamento estudados. No entanto, o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, Vitremer / 3M ESPE, se destacou por apresentar índices de rugosidade muito próximos aos das resinas compósitas, com destaque para a baixa rugosidade apresentada no grupo 2 (acabamento com pontas diamantadas). Ao considerar as possíveis causas para um grau de

rugosidade comparativamente tão abaixo dos demais materiais, juntamente com os técnicos do Laboratório de Adesão e Aderência responsáveis pela operação do rugosímetro, considerou-se como o elemento chave a deposição de debris altamente aderidos à superfície do material, um compósito de matriz resinosa com componentes de ionômero de vidro, mais macio que as resinas compósitas e que, durante a manobra de desgaste com pontas dimantadas, podem ter se retido nos sulcos e irregularidades criados na superfície do material, mascarando parcialmente a rugosidade. Na manobra de aplicação do polidor químico BisCover® / Bisco, o condicionamento ácido prévio pode ter removido esta camada de debris.

As superfícies dos corpos de prova podem apresentar perfis bastante diferentes entre si. As saliências e reentrâncias (rugosidade) são irregulares. Para dar acabamento adequado às superfícies é necessário, portanto, determinar o nível em que elas devem ser usinadas (acabadas e polidas), ou seja, deve-se adotar um parâmetro que possibilite avaliar a rugosidade. Neste trabalho adotamos duas medidas principais para esta avaliação: os valores de Ra e Rz.

Ra representa a média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento (y_i), dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média, dentro do percurso de medição (l_m). Essa grandeza pode corresponder à altura de um retângulo, cuja área é igual à soma absoluta das áreas delimitadas pelo perfil de rugosidade e pela linha média, tendo por comprimento o percurso de medição l_m (ver figura 65). Esse parâmetro é conhecido como Ra (*roughness average*) que significa rugosidade média.

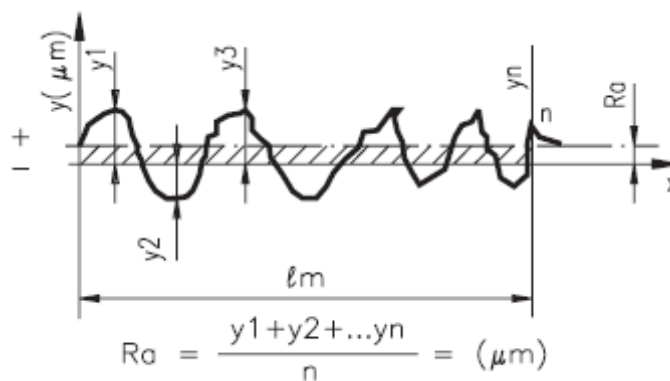


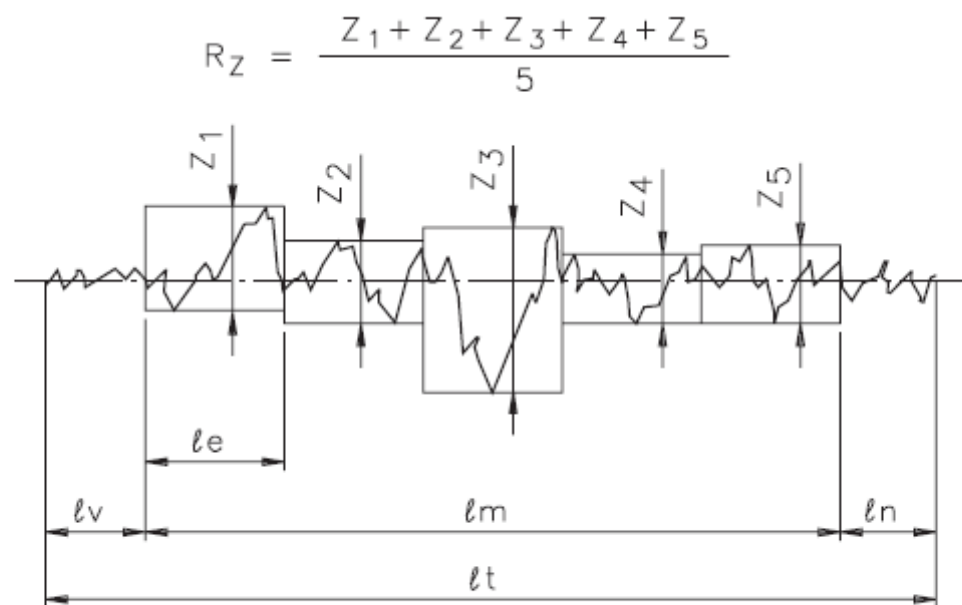
Figura 65 - imagem de perfil de superfície de rugosidade superficial.

A utilização deste parâmetro tem uma série de vantagens, dentre as quais: é o parâmetro de medição mais utilizado em todo o mundo, é aplicável à maioria dos processos de fabricação, devido a sua grande utilização quase todos os equipamentos apresentam esse parâmetro (de forma analógica ou digital eletrônica), os riscos superficiais inerentes ao processo não alteram muito seu valor e, para a maioria das superfícies, o valor da rugosidade nesse parâmetro está de acordo com a curva de Gauss, que caracteriza a distribuição de amplitude.

Este parâmetro apresenta também algumas desvantagens que o tornam incompleto para algumas análises. O valor de Ra em um comprimento de amostragem, por exemplo, indica a média da rugosidade, por isso, se um pico ou vale não típico aparecer na superfície, o valor da média não sofrerá grande alteração, ocultando o defeito. Além disto, o valor de Ra não define a forma das irregularidades do perfil. Dessa forma, poderemos ter um valor de Ra para superfícies originadas de processos diferentes de usinagem. Deve-se ainda destacar que, utilizando-se este parâmetro, nenhuma distinção é feita entre picos e vales.

O parâmetro Rz representa a rugosidade média. Corresponde à média aritmética dos cinco valores de rugosidade parcial. A rugosidade parcial (Z_i) é

a soma dos valores absolutos das ordenadas dos pontos de maior afastamento, acima e abaixo da linha média, existentes no comprimento de amostragem (cut off). Na representação gráfica do perfil, esse valor corresponde à altura entre os pontos máximo e mínimo do perfil, no comprimento de amostragem (l_e) (Ver figura 66).



Rugosidade parcial Z_i para definir R_z .

Figura 66 - Descrição do parâmetro R_z

A utilização do parâmetro R_z apresenta algumas vantagens, tais como informa a distribuição média da superfície vertical, é de fácil obtenção em equipamentos que fornecem gráficos, em perfis periódicos, define muito bem a superfície, e riscos isolados serão considerados apenas parcialmente, de acordo com o número de pontos isolados. Como limitações deste parâmetro podemos destacar que: em algumas aplicações, não é aconselhável a consideração parcial dos pontos isolados, pois um ponto isolado acentuado será considerado somente em 20%, mediante a divisão de $1/5$. Além disto não possibilita nenhuma informação sobre a forma do perfil, bem como da distância

entre as ranhuras. Deve-se lembrar que nem todos os equipamentos fornecem esse parâmetro, assim ele deve sempre ser acompanhado de parâmetros clássicos como Ra para termos de comparação.

Os valores de Rz neste trabalho seguiram o padrão dos valores de Ra, tanto para o método de tratamento superficial como para os materiais testados. Essa variável poderia se relacionar diretamente com o grau de retentividade da superfície e, conseqüentemente, seria mais um fator facilitador para a formação do biofilme e poderia representar uma importante variável a ser analisada na especificidade para estreptococos do grupo mutans em biofilmes recentes (24 horas).

Os testes de formação de biofilme foram realizados *in situ*, através da fixação de corpos de prova em placas intra-orais de acetato. A cada uma das placas foram fixados 12 corpos de prova, um de cada grupo estudado. Os mesmos foram fixados nas placas através de cera adesiva, três em cada hemiarco, de forma que em cada hemiarco ficaria um grupo representativo de cada material. Na literatura existem diversas formas de se fixar os corpos de prova para submetê-los às condições *in vivo*. Estes podem estar afixados em estruturas metálicas (LEONHARDT, OLSSON J. E DAHLÉN, 1995; BENDERLI, ULAKAPI, BALKANLI E KÜLEKÇI, 1997), em bráquetes ortodônticos (FORSS ET AL., 1991), em restaurações indiretas (HAHN, WEIGER, NETUSCHIL E BRÜCH, 1993) e em férulas acrílicas individuais (AUSCHILL ET AL., 2002). Neste trabalho optou-se pela realização de placas de acetato individuais termoplastificadas e adaptadas em plastificadora a vácuo. Esta metodologia se mostrou prática e simples, com rigidez estrutural suficiente para o experimento. A fixação com cera também foi adotada pela praticidade e pelo fato da

superfície da cera não ser facilitadora para a formação de biofilme, conforme testado durante todo o experimento. O uso das placas foi repetido com êxito oito vezes, com o rodízio da posição dos grupos pelos hemi-arcos, de forma que cada grupo ocupou um mesmo hemi-arco duas vezes.

As placas foram usadas por 24 horas, tempo suficiente para a formação de biofilme inicial. Na literatura, conforme o grupo de bactérias que se busca avaliar no teste microbiológico, pode se encontrar períodos maiores adequados ao tempo estimado para sua presença de forma marcante no biofilme. O tempo de 24 horas foi suficiente para observar alterações ecológicas significativas no biofilme, principalmente o que concerne aos *Streptococos* do grupo mutans. Apesar dos valores percentuais observados serem relativamente baixos, um tempo maior de uso da placa intra-oral poderia expor o voluntário a riscos desnecessários e danos importantes.

Apesar de requerer um número maior de vezes de uso das placas por parte do voluntário, foi preferida a análise de um número menor de amostras por vez, pois assim os corpos de prova poderiam ser fixados bem próximos, na localização escolhida, que foi o corredor bucal a partir do ducto da parótida, na região de molares e pré-molares. Em pilotos realizados previamente foram observadas algumas discrepâncias nas contagens de unidades formadoras de colônias que poderiam ser resultantes da fixação dos corpos de prova em sítios com grandes discrepâncias ecológicas devido ao posicionamento, (como diferenças de potencial de oxigênio, fluxo salivar, capacidade tampão e forças cisalhantes). Estes fatores apresentam grande variação de acordo com a região da boca e ao se fixar um maior número de amostras algumas poderiam se situar muito distantes das outras (SCHWARZ,1987; GIBBONS, 1989;

SATOU et al., 1991; MURRAY et al., 1992; VAN HOUTE, 1994; SOCRANSKY; HAFFAJEE, 2002; YOO et al., 2003; LI et al., 2004; MARSH, 2004)

A opção de realizar o estudo *in vitro* avaliando os efeitos sobre monobiofilmes, conforme em diversos estudos (SATOU et al., 1988; OLSSO; CARLÉN; HOLMBERG, 1990; SATOU et al., 1991; PALENIK et al., 1992; PRATI et al., 1993; STEINBERG; KOPEC; BOWEN, 1993; LI; BOWDEN; 1994; SULJAK et al., 1995; PEREZ; HIRATA; SÉRGIO, 2003, MONTANARO et al., 2004), também foi considerada e testada em grupos piloto. No entanto, ao iniciar o estudo *in situ*, observou-se que este contemplava inúmeras variáveis importantes que o estudo *in vitro* não é capaz de observar, (SCHWARZ 1987; GIBBONS, 1989; SCHROEDER; MICHALEK; MACRINA, 1989; FORSS et al., 1991; FORSS; NÄSE; SEPPÄ, 1995; LEONHARDT; OLSSON; DAHLÉN, 1995; GLANTZ; BAIER; CHRISTERSSON, 1996; BENDERLI et al., 1997; HANNIG, 1999; ROZEN et al., 2001; TANNER; VALLITTU; SÖDERLING, 2001; GUAN et al., 2003; LI et al., 2004; MARSH, 2004; FANG GU et al., 2005). Assim, métodos *in vitro* que consideram o crescimento bacteriano em meios de cultura artificiais, podem simular de forma incompleta os fatores ligados à adesão *in situ* (HAHN et al., 1993).

Um outro aspecto que deve ser destacado na metodologia empregada foi que apenas um voluntário foi utilizado no experimento. Chegou-se a esta opção ao observar discrepâncias importantes nos resultados obtidos nos testes pilotos entre os voluntários selecionados inicialmente (cinco no total). Variáveis significativas como fluxo salivar, contagem de mutans, capacidade tampão, entre outras, poderiam influenciar diretamente nos resultados das análises. Assim, a adoção de apenas um voluntário foi escolhida por diminuir o risco de

variações em função de outros fatores que não aqueles investigados, objetivos da investigação. Tentou-se, desta forma, avaliar de forma mais focada as variáveis: material utilizado e tipo de acabamento superficial.

Os resultados dos ensaios microbiológicos demonstraram que havia uma relação entre a rugosidade superficial e o crescimento de *S. mutans* no biofilme dentro dos grupos de materiais. Quando submetidos a uma avaliação de diferença estatística (com significância de 95%), no entanto, esta relação não foi sempre patente. No grupo do ionômero de vidro convencional (Ionofil® / VOCO) houve diferença estatisticamente significativa entre todos os grupos, inclusive com a correção de Welch sendo empregada. Conforme se esperava, a aplicação do polidor resinoso levou a um grau de lisura superficial que poderia diminuir a colonização por *S. mutans*. Em nenhum dos demais grupos foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1 (controle negativo - compressão por matriz de poliéster) e 3 (aplicação de polidor químico após uso de pontas diamantadas). Provavelmente o parcial recobrimento do polidor químico devido ao baixo molhamento na superfície úmida do ionômero convencional levou à exposição de parte da superfície do material ao meio bucal, permitindo trocas e liberação de flúor. A cobertura não foi suficiente para criar uma superfície adequadamente lisa em toda a sua extensão. Como no grupo 1 o material ficava exposto ao meio bucal e com lisura maior, a presença de estreptococos do grupo mutans no biofilme foi a menor de todas. No entanto, se compararmos os grupos 1 e 2, pode-se observar que a rugosidade elevada induz a um aumento apreciável nos níveis de estreptococos do grupo mutans no biofilme, mesmo com o efeito inibidor esperado do flúor. Certamente a melhor opção para este material seria a

compressão simples com matriz, porém como as manobras de acabamento e polimento são, em boa parte dos casos inevitáveis, outras manobras como o uso de discos de acabamento e polimento ou outros sistemas seriam preferíveis, se levarmos em conta o que foi visto na análise do rugosímetro.

Nas resinas compósitas houve diferença estatisticamente significativa entre grupo 1 e grupo 2, e entre grupo 2 e grupo 3. O grupo 2 (controle positivo) claramente destoou dos demais para este tipo de material. Entretanto, o grupo 3 demonstrou que a aplicação do polidor químico foi eficiente quanto à diminuição da rugosidade.

Já no ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer™ / 3M ESPE) o mesmo padrão se repetiu, com menor diferença ainda entre o grupo 1 e grupo 2, e entre grupo 2 e grupo 3, o que pôde ser observado ao empregar a correção de Welch. É interessante observar que mesmo apresentando um nível de rugosidade bastante inferior ao ionômero convencional, principalmente no grupo 2, os resultados percentuais de estreptococos do grupo mutans no biofilme foram maiores no ionômero modificado por resina. Aparentemente, dentro das condições deste trabalho, o cimento de ionômero de vidro convencional apresentou maior efeito inibitório que o cimento modificado por resina.

Ao observar o crescimento de *S. mutans* nos biofilmes formados sobre todos os materiais, considerando os três grupos, fica claro que nos materiais ionoméricos o crescimento foi menor. Possivelmente o fator flúor teve um peso importante nesta diferença (BOWDEN, 1990; FORSTEN, 1998; CARLÉN et al., 2001; HATTAB; AMIN, 2001, HAYACIBARA, 2003), já que no cimento de ionômero de vidro convencional foram observados os mais altos índices de

rugosidade entre os materiais testados em todos os grupos avaliados e, apesar disto, foram apresentados níveis percentuais de estreptococos do grupo mutans inferiores aos demais materiais.

As resinas compósitas apresentaram resultados comparativamente maiores para o crescimento de estreptococos do grupo mutans se comparadas aos cimentos de ionômero de vidro. Comparando por tipo de tratamento superficial realizado pode-se destacar o cimento de ionômero de vidro convencional Ionofil® (Voco) em todos os tipos de tratamento, por propiciar menor presença percentual de *S. mutans* no biofilme. A resina compósita Grandio® (Voco) apresentou desempenho destacado no grupo de aplicação do polidor químico (BisCover™ / Bisco). Possivelmente o fato de ser uma resina nano-híbrida propicie a um melhor molhamento e fixação do polidor químico em relação à resina Filtek Supreme™ (3M ESPE), nanoparticulada.

6 CONCLUSÕES

Considerando os resultados dos experimentos realizados de avaliação de rugosidade superficial e microbiológica, podemos concluir que:

1 O polidor resinoso apresentou efeito sobre a rugosidade superficial dos quatro materiais restauradores estéticos.

1.1 A aplicação do polidor resinoso se mostrou eficiente quando aplicado após o acabamento com pontas diamantadas finas e extra-finas, apresentando resultados muito próximos daqueles apresentados pela compressão por matriz de poliéster

1.2 O fator que exerceu maior influência na rugosidade média foi a aplicação do polidor químico (BisCover™).

1.3 O cimento de ionômero de vidro convencional apresentou menor potencial para obtenção de superfícies polidas em comparação aos demais materiais, diante das condições deste trabalho.

2 A rugosidade superficial apresentou influência sobre a presença de estreptococos do grupo mutans em biofilmes formados sobre estes *in situ* nos quatro materiais restauradores estéticos testados.

2.1 Há uma relação definida entre o nível de polimento obtido e a especificidade do biofilme. O grau de lisura superficial foi um fator decisivo dentro de cada grupo de materiais testados, quanto à presença de estreptococos do grupo mutans nas condições do trabalho.

3 O tipo de material testado exerceu influência sobre a presença de estreptococos do grupo mutans em biofilmes formados sobre estes *in situ*.

- 3.1 A presença de estreptococos do grupo mutans foi influenciada pela rugosidade superficial e pelo tipo de material testado.
- 3.2 Apesar dos valores de rugosidade apresentados, o cimento de ionômero de vidro convencional apresentou valores percentuais comparativamente menores de estreptococos do grupo mutans em comparação aos demais materiais, nas condições deste trabalho.
- 3.3 O fator “material” se mostrou preponderante em relação ao fator “rugosidade”, considerando a presença de estreptococos do grupo mutans, diante da metodologia.

REFERÊNCIAS

- ARWEILLER, N.B. et al. Substantivity of toothpaste slurries and their effect on reestablishment of the dental biofilm. **J. Clin. Periodontol.**, v.29, p.615-621, 2002.
- AUSCHILL, T.M. et al. The effect of dental restorative materials on dental biofilm. **Eur. J. Oral Sci.**, v.110, p.48-53, 2002.
- BAGHERI, R., BURROW, M.F. & TYAS, M.J. Surface characteristics of aesthetic restorative materials - an SEM study. **J. Oral Rehab.**, v.34, p.68-76, 2007.
- BARBOSA, S.H et al. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. **Braz. Dent.J.**, v.16, n.1, p.39-44, 2005.
- BARGHI, N., ALEXANDER, C. A new surface sealant for polishing composite resin restorations. **Compend. Cont. Edu. Dent.**, v.24, n.8, p.30-33, 2003.
- BASEREN, M. Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. **J. Biomat. Applic.**, v.19, p.121-135, Oct. 2004.
- BELL, A. et al. The effect of saliva on fluoride release by glass ionomer filling material. **J. Oral Rehab.** v.26, p.407-412, 1999.
- BENDERLI, Y. et al. *In vitro* plaque formation on some dental filling materials. **J. Oral Rehab.** v.24, p.80-83, 1997.
- BENELLI, M. et al. In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement. **Caries Res.**, v.27, p.280-284, 1993.
- BERNIMOULIN, J.P. Recent concepts in plaque formation. **J. Clin. Periodontol.**, v.30 (Suppl. 5), p.7-9, 2003.
- BEUN, S. et al. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. **Dent. Mater.** , v.23, p.51-59, 2007.
- BOLLEN, C.M., LAMBRECHTS, P., QUIRYNEN, M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. **Dent. Mater.** , v.13, p.258-269, 1997.
- BORGES, A.B. et al. Surface roughness of packable resins polished with various systems. **J. Esthet. Restor. Dent.**, v.16, n.1, p.42-48, 2004.

BOUVIER, D., DUPREZ, J.P., LISSAC, M. Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. **J. Oral Rehab.**, v.24, p.888-894, 1997.

BOWDEN, G.H.W. Effects of fluoride on the microbial ecology of dental plaque. **J. Dent. Res.**, v.69 (Spec. Iss.), p.653-659, Feb., 1990.

CARLÉN, A et al. Surface characteristics and in vitro biofilm formation on glass ionomer and composite resin. **Biomaterials**, v.22, p.481-487, 2001.

CARLÉN, A., OLSSON, J., BÖRJENSSON, A.C. Saliva-mediated binding *in vitro* and prevalence *in vivo* of *Streptococcus mutans*. **Archs oral biol.**, v.41, n.1, p. 35-39, 1996.

CARRUTERS, I.M.C. et al. Fluoride release characteristics of glass ionomer cements. **J. Dent. Res.**, v.73, n.4, p.844, 1994.

CHUNG, K. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. **Dent. Mater.**, v.10, p.325-330, Sept., 1994.

COSTERTON, J.W. et al. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. **Science**, v.284, p.1318-1322, 1999.

CREANOR, S.L. et al. Fluoride uptake and release characteristics of glass ionomer cements. **Caries Res.**, v.28, p.322-328, 1994.

DICKINSON, G.L., LEINFELDER, K.F. Assessing the long-term effect of a surface penetrating sealant. **JADA**, v.124, p.68-72, 1993.

DODGE, W.W. et al. Comparison of wet and dry finishing of resin composites with aluminum oxide discs. **Dent. Mater.** v.7, p.18-20, 1991.

DUGUID, R., PUDDICOMBE, E. The effect of varnishing on the antibacterial properties of glass ionomer cements. **J. Dent. Res.**, v.73, n.4, p.853, 1994.

EBI, N. et al. Inhibitory effects of resin composite containing bactericide-immobilized filler on plaque accumulation. **Den. Mat.** V.17, p.485-491, 2001.

FANG GU et al. In situ non-invasive detection of specific bacterial species in oral biofilms using fluorescently labeled monoclonal antibodies. **Journ. Micr. Methods**; 62, p.145-160,2005.

FERREIRA, R.S., LOPES, G.C., BARATIERI, L.N. Direct posterior resin composite restorations: considerations on finishing/polishing. Clinical procedures. **Quint. Int.**, v.35, n.5, p.359-366, 2004.

FORSS, H. et al. Fluoride and mutans Streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite. **Caries Res.**, v.25, p.454-458, 1991.

- FORSS, H. Release of fluoride and other elements from light-cured glass ionomers in neutral and acidic conditions. **J. Dent. Res.**, v.72, n.8, p.1257-1262, Aug., 1993.
- FORSS, H. NÄSE, L., SEPPÄ, L. Fluoride concentration, mutans streptococci and lactobacilli in plaque from old glass ionomer fillings. **Caries Res.**, v.29, p.50-53, 1995.
- FORSTEN, L. Fluoride release and uptake by glass ionomers. **Scand. J. Dent. Res.**, v.99, p.241-245, 1991.
- FORSTEN, L. Fluoride release and uptake by glass-ionomers and related materials and its clinical effect. **Biomater.**, v.19, p.503-508, 1998.
- FRUITS, T.J., MIRANDA, F.J., COURY, T.L. Effects of equivalent abrasive grit sizes utilizing differing polishing motions on selected restorative materials. **Quint. Int.**, v.27, n.4, p.279-285, 1996.
- GEIGER, S.; RAVCHANUKAYEV, M.; LEBERMAN, R. Surface roughness evaluation of resin modified glass-ionomer polished utilizing poly(acrylic acid) gel. **J. Oral Rehab.**, v.26, p.704-709, 1999.
- GIBBONS, R.J. Bacterial adhesion to oral tissues: a model for infectious diseases. **J. Dent. Res.**, v.68, n.5, p.750-760, May, 1989.
- GLANTZ, P., BAIER, R.E., CHRISTERSSON, C.E. Biochemical and physiological considerations for modeling biofilms in the oral cavity: a review. **Dent. Mater.**, v.12, p.208-214, May, 1996.
- GUAN, Y.H. et al. Moderation of oral bacterial adhesion on saliva-coated hydroxyapatite by polyaspartate. **J. Appl. Microbiol.**, v.94, p.456-461, 2003.
- HAHN, R., WEIGER, R. NETUSCHIL, L., BRÜCH, M. Microbial accumulation and vitality on different restorative materials. **Dent. Mater.**, v.9, p.312-316, Sept., 1993.
- HALLGREN, A., OLIVEBY, A., TWETMAN, S. Fluoride concentration in plaque adjacent to appliances retained with glass ionomer cements. **Caries Res.**, v.27, p.51-54, 1993.
- HAMILTON, I.R. Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. **J. Dent. Res.**, v.69 (Spec. Iss.), p.660-667, Feb. 1990.
- HANNIG, M. Transmission electron microscopy of early plaque formation on dental materials *in vivo*. **Eur. J. Oral Sci.**, v.107, p.55-64, 1999.
- HATTAB, F.N., AMIN, W.M. Fluoride release from glass ionomer restorative materials and the effects of surface coating. **Biomater.**, v.22, p.1449-1458, 2001.

HAYACIBARA, M.F. et al. Effects of fluoride and aluminum from ionomeric materials on *S. mutans* biofilm. **J. Dent. Res.**, v.82, n.4, p.267-271, 2003.

HEINTZE, S.D., FORJANIC, M., ROUSSON, V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. **Dent. Mater.**, v.22, p.146-165, April, 2005.

HONCZAR, Denise Pereira Martínez. **Avaliação *in vitro* da influência de dois selantes de superfície na microinfiltração, rugosidade e dureza superficial de um compósito.** 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2006.

HÖRSTED-BINDSLEV, P. Fluoride release from alternative restorative materials. **J. Dent.**, v.22, p.S17-S20, 1994.

HOSOYA, N., Honda, K., Iino, K., Arai, T.. Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. **Journal of Dentistry**, v.31, p.543-548, 2003.

JONES, C. S., BILLINGTON, R. W., PEARSON, G. J. The effects of lubrication on the temperature rise and surface finish of glass ionomer cements. **Journal of Dentistry**, v.31, p.543-548, 2006.

JONES, C. S., BILLINGTON, R. W., PEARSON, G. J.. Laboratory study of the loads, speeds and times to finish and polish direct restorative materials. **J. Oral Rehab.** v.32, p.686-692, 2005.

JONES, C. S., BILLINGTON, R. W., PEARSON, G. J.. The in vivo perception of roughness of restorations. **Br. Dent. J.**, v.196, n.1, p.42-45, 2004.

KAPLAN, B.A. et al. The effect of three polishing systems on the surface roughness of four hybrid composites: a profilometric and scanning electron microscopy study. **J. Prosth. Dent.**, v.76, n.1, p.34-38, 1996.

KAWAI, K., LEINFELDER, K.F. Effect of surface penetrating sealant on composite wear. **Dent. Mater.** v.9, p.108-113, 1993.

LANGSTEN, R.E. et al. Higher-concentration carbamide peroxide effects on surface roughness of composites. **J. Esthet. Restor. Dent.**, v.14, n.1, p.92-96, 2002.

LEE, Y., LU, H., POWERS, J.M. Effect of a surface sealant and staining on fluorescence of resin composites. **J. Prosth. Dent.**, v.93, n.3, p.260-266, 2005.

LEE, S.Y. et al. Fluoride ion diffusion from glass-ionomer cement. **J. Oral Rehab.** v.27; p.576-586, 2000.

LEONHARDT, Ä, OLSSON, J., DAHLÉN, G. Bacterial colonization on titanium, hydroxiapatite, and amalgam surfaces *in vivo*. **J. Dent. Res.**, v.74, n.9, p.1607-1612, Sept., 1995.

LI, J. et al. Identification of early microbial colonizers in human dental biofilm. **J. Applied Micr.**, v.97, p.1311-1318, 2004.

LI, Y.H. & BOWDEN, G.H. The effect of environmental pH and fluoride from the substratum on the development of biofilms of selected oral bacteria. **J. Dent. Res.**, v.73, n.10, p.1615-1626, Oct., 1994.

LOWE, R.A. et al. Using BisCover surface sealant/polish on direct and indirect composite and bisacrylic provisional restorations. **Compend. Cont. Edu. Dent.**, v.25, n.5, p.400-402, 2004.

LU, H.; ROEDER, L.B.; POWERS, J.M. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. **J. Esthet. Restor. Dent.**, v. 15, n.5, p.297-304, 2003.

MARIGO, L. et al. 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. **Oper. Dent.** v.26, p.562-568, 2001.

MARSH, P.D. Dental plaque as a microbial biofilm. **Caries Res.**, v.38, p.204-211, 2004.

McCABE, J.F. Resin-modified glass-ionomers. **Biomat.**, v.19, p.521-527, 1998.

McKNIGHT-HANES, C., WHTFORD, G.M. Fluoride release from three glass ionomer materials and the effects of varnishing with or without finishing. **Caries Res.**, v.26, p.345-350, 1992.

McNEILL, K., HAMILTON, I.R. Acid tolerance response of biofilm cells of *Streptococcus mutans*. **FEMS Microb. Let.**, v.221, p.25-30, 2003.

MILLEDING, P. et al. Protein characterization of salivary and plasma biofilms formed in vitro on non-corroded and corroded dental ceramic materials. **Biomaterials**, v.22, p.2545-2555, 2001.

MITCHELL, C.A., PINTADO, M.R., DOUGLAS, W.H. Iatrogenic tooth abrasion comparisons among composite materials and finishing techniques. **J. Prosth. Dent.**, v.88, n.3, p.320-328, 2002.

MONTANARO, L. et al. Evaluation of bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* on dental restorative materials. **Biomaterials**, v.25, p.4457-4463, 2004.

MUNRO, C., MICHALEK, S.M., MACRINA, F.L. Cariogenicity of *Streptococcus mutans* V403 glucosyltransferase and fructosyltransferase mutans constructed by allelic exchange. **Infect. Immun.**, v.59, n.7, p.2316-2323, July, 1991.

MURRAY, P.A. et al. Adherence of oral Streptococci to salivary glycoproteins. **Infect. Immun.**, v.60, n.1, p.31-38, Jan., 1992.

MUSA, A., PEARSON, G.J., DAVIES, E.H. Fluoride ion release from light activated and conventional glass ionomer cements. **J. Dent. Res.**, v.73, n.4, p.844, 1994.

NAGEN FILHO, H. et al. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. **Braz. Dent. J.**, v.14, n.1, p. 37-41, 2003.

OLSSON, J., CARLÉN, A., HOLMBERG, K. Inhibition of *Streptococcus mutans* adherence by means of surface hydrophilization. **J. Dent. Res.**, v.69, n.9, p.1586-1591, Sept., 1990.

ÖZGÜNALTAY, G., YAZICI, A.R., GÖRÜCÜ, J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. **J. Oral Rehab.**, v.30, p.218-224, 2003.

PALENIK, C.J. et al. Inhibition of microbial adherence and growth by various glass ionomers *in vitro*. **Dent. Mater.**, v.8, p.16-20, Jan. 1992.

PATEL, J.D. et al. Inhibition of bacterial and leukocyte adhesion under shear stress conditions by material surface chemistry. **J. Biomater. Sci. Polymer Edn.**, v.14, n.3, p.279-295, 2003.

PEDRINI, D., CANDIDO, M.S.M., RODRIGUES, A.L. Analysis of surface roughness of glass-ionomer cements and compomer. **J. Oral Rehab.**, v.30, p. 714-719, 2003.

PEDRINI, D., GAETTI-JARDIM Jr, E., MORI, G.G. Influência da aplicação tópica de flúor sobre a rugosidade superficial de ionômero de vidro Vitremer e adesão bacteriana a este material. **Pesq. Odontol. Bras.**, v.15, n.1, p.70-76, jan./mar., 2001.

PEREZ, C.R., HIRATA JR, R., SÉRGIO, P.P. Evaluation of antimicrobial activity of fluoride-releasing dental materials using a new *in vitro* method. **Quint. Int.**, v.34, n.6, p.473-477, 2003.

PRATI, C. et al. Antibacterial effectiveness of dentin bonding agents. **Dent. Mater.**, v.9, p.338-343, Nov., 1993.

PRESTON, A.J. et al. Fluoride recharge of aesthetic dental materials. **J. Oral Rehab.**, v.26, p. 936-940, 1999.

RAMOS, R.P. et al. Effect of three surface sealants on marginal sealing of class V composite resin restorations. **Oper. Dent.**, v.25, n.5, p.448-453, 2000.

RATANAPRIDAKUL, K., LEINFELDER, K.F., THOMAS, J. Effect of finishing on the *in vivo* wear rate of posterior composite resin. **JADA**, v.118, n.3, p.333-335, 1989.

ROLLAND, S.L. et al. *In vitro* biofilm formation on the surface of resin based dentine adhesives. **Eur. J. Oral Sci.**, v.114, p.243-249, 2006.

- ROZEN, R. et al. The role of fructans on dental biofilm formation by *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus gordonii*, and *Actinomyces viscosus*. **FEMS Microb. Let.** v.195, p.205-210, 2001.
- RÜDIGER, S.G. et al. Dental biofilms at healthy and inflamed gingival margins. **J. Clin. Periodontol.**, v.29, p.524-530, 2002.
- SADAGHIANI, L., WILSON, M.A., WILSON, N.H.F. Effect of selected mouthwashes on the roughness of resin modified glass-ionomer restorative materials. **Dent. Mater.**, v.23, p.325-334, 2007.
- SARAC, D. et al. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. **J. Prosth. Dent.**, v.96, n.1, p.33-40, 2006.
- SATOU, J. et al. Streptococcal adherence on various restorative materials. **J. Dent. Res.**, v.67, n., p.588-591, March, 1988.
- SATOU, J. et al. Streptococcal adherence to uncoated and saliva-coated restoratives. **J. Oral Rehab.**, v.18, p.421-429, 1991.
- SAVARINO, L. et al. *In vitro* investigation of aluminum and fluoride release from compomers, conventional and resin-modified glass-ionomer cements. A standardized approach. **J. Biomater. Sci.**, v.11, n.3, p.289-300, 2000.
- SCANNAPIECO, F.A., TORRES, G.I., LEVINE, M.J. Salivary amylase promotes adhesion of oral streptococci to hydroxiapatite. **J. Dent. Res.**, v.74, n.7, p.1360-1366, July, 1995.
- SCHACHTER, B. Slimy business – the biotechnology of biofilms. **Nature**, v.21, p.361-365, April, 2003.
- SCHILLING, K.M., BOWEN, W.H. Glucans synthesized in situ experimental salivary pellicle function as specific binding sites for *Streptococcus mutans*. **Infect. Immun.**, v.60, n.1, p.284-295, Jan., 1992.
- SCHROEDER, V.A., MICHALEK, S.M., MACRINA, F.L. Biochemical characterization and evaluation of virulence of a fructosyltransferase-deficient mutant of *Streptococcus mutans* V403. **Infect. Immun.**, v.57, n.11, p.3560-3569, Nov., 1989.
- SCHWARZ, W.H. The rheology of saliva. **J. Dent. Res.**, v.66, p.660-664, 1987.
- SEPPÄ, L., FORSS, H., ÖGAARD, B. The effect of fluoride application on fluoride release and antibacterial action of glass ionomers. **J. Dent. Res.**, v.72, n.9, p.1310-1314, Sept. 1993.
- SETCOS, J.C., TARIM, B., SUZUKI, S. Surface finish produced on resin composites by new polishing systems. **Quint. Int.**, v.30, n.3, p.169-173, 1999.

SHAHAL, Y et al. *In vitro* bacterial adherence onto pellicle-coated aesthetic restorative materials. **J. Oral Rehab.**, v.25, p.52-58, 1998.

SOCRANSKY, S.S., HAFFAJEE, A.D. Dental biofilms: difficult therapeutic targets. **Period.**2000, v.28, p.12-55, 2002.

STEINBERG, D. et al. Effect of salivary biofilm on the adherence of oral bacteria to bleached and non-bleached restorative material. **Dent. Mat.**, v.15, p.14-20, 1999.

STEINBERG, D., EYAL S. Early formation of *Streptococcus sobrinus* biofilm on various dental restorative materials. **J. Dent.** v.30, p.47-51, 2002.

STEINBERG, D., KOPEC, L.K., BOWEN, W.H. Adhesion of Actinomyces isolates to experimental pellicles. **J. Dent. Res.**, v.72, n.6, p.1015-1020, June, 1993.

STODDARD, J.W., JOHNSON, G.H. An evaluation of polishing agents for composite resins. **J. Prosth. Dent.**, v.65, n.4, p.491-495, 1991.

SUH, B.I. A new resin technology: a glaze/composite sealant. **Compend. Cont. Edu. Dent.**, v.24, n.8, p.27-29, 2003.

SULJAK, J.P. et al. Bacterial adhesion to dental amalgam and three resin composites. **J. Dent.**, v.23, n.3, p.171-176, 1995.

SUNTHARALINGAM, P., CVITKOVICH, G. Quorum sensing in streptococcal biofilm formation. **Trends in Microbiol.**, v.13, n.1, p.4-6, 2005.

TANNER, J., VALLITTU P. K., SÖDERLING, E. Effect of water storage of E-glass fiber-reinforced composite on adhesion of *Streptococcus mutans*. **Biomaterials**, v.22, p.1613-1618, 2001.

TÜRKÜN, L.S., TÜRKÜN, M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. **Oper. Dent.**, v.29, n.2, p.203-211, 2004.

TURSSI, C.P., FERACANE, J.L., SERRA, M.C. Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. **Dent. Mat.**, v.21, p.641-648, 2005.

VAN HOUTE, J. Role of micro-organisms in caries etiology. **J. Dent. Res.**, v.73, n.3, p.672-681, Mar. 1994.

VERBEECK, R.M.H. et al. Fluoride release process of (resin-modified) glass-ionomer cements versus (polyacid-modified) composite resins. **Biomat.**, v.19, p.509-519, 1998.

VERMEERSCH, G., LELOUP, G., VREVEN, J. Fluoride release from glass-ionomer cements, compomer and resin composites. **J. Oral. Rehab.**, v.28, p.26-32, 2001.

VERMEERSCH, G. et al. Antibacterial activity of glass-ionomer cements, compomers and resin composites: relationship between acidity and material setting phase. **J. Oral. Rehab.**, v.32, p.368-374, 2005.

VIMERCATI, Bianca Mataveli. **Influência da aplicação de selantes de superfície na perda de massa e alteração da rugosidade superficial de um compósito após aplicação tópica de flúor fosfato acidulado e ensaio de escovação.** 2007. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

WATANABE, T. et al. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. **J. Oral Sci.**, v.47, n.1, p.21-25, 2005.

WEXLER, D.L. et al. Characteristics and cariogenicity of a frutanase-defective *Streptococcus mutans* strain. **Infect. Immun.**, v.60, n.9, p.3673-3681, Sept., 1992.

WHITEHEAD, S.A. et al. Comparison of methods for measuring surface texture. **Dent. Mat.**, v.15, p.79-86, 1999.

WIEGAND, A., BUCHALA, W., ATTIN, T. Review on fluoride-release materials - Fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. **Dent. Mat.**, v.23, p.343-362, 2007.

WILDER Jr., A.D. et al. Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin modified glass ionomer restorative materials. **J. Dent.** v.28, n.5, p.367-373, Jun., 2003.

WILLIAMS, J.A., BILLINGTON, R.W., PEARSON, G.J. The influence of sample dimensions on fluoride ion release from a glass ionomer restorative cement. **Biomat.**, v.20, p.1327-1337, 1999.

YAP, A.U.J., SAL, C., LYE, K.W. Effects of finishing/ polishing time on surface characteristics of tooth-coloured restoratives. **J. Oral Rehab.** v.25, p.456-461, 1998.

YLI-URPO, NÄRHI, T., SÖDERLING, E. Antimicrobial effects of glass ionomer cements containing bioactive glass (S53P4) on oral micro-organisms in vitro. **Acta Odontol. Scand.**, v.61, p.241-246, 2003.

YOO, J. II et al. Experimental salivary pellicles formed on the surface of self-curing resin. **J. Oral Rehab.** v.30, p.251-259, 2003.

APÊNDICE A - Metodologia estatística aplicada à análise de rugosidade

Processamento dos dados:

Após a filtragem inicial dos dados, os seguintes passos foram seguidos para determinação do perfil estatístico dos dados experimentais obtidos.

Determinação dos valores de Curtose (Standardized Kurtosis) e Assimetria (Standardized Skewness) da distribuição estatística.

Uma tarefa fundamental em muitas análises estatísticas é a caracterização da localização e variabilidade dos dados analisados. Neste momento, torna-se, portanto, necessária a análise de curtose e assimetria da distribuição.

Determinação da assimetria (*Skewness*), como o próprio nome indica, consiste em uma avaliação do grau de assimetria da distribuição dos dados. Uma distribuição estatística é dita simétrica se seus dados distribuem-se simetricamente ao redor do valor médio (caudas iguais à direita e à esquerda) (figura ...).

Análise da Curtose (*Kurtosis*) consiste em verificar se uma dada distribuição de dados apresenta-se com picos mais ou menos pronunciados do que o que seria esperado para uma distribuição normal associada aos dados. Assim, dados distribuídos que apresentem elevado valor de curtose tendem a se concentrar próximos ao valor médio, acentuando-se o “pico” da distribuição (*sharp peak*). Valores de curtose menores estarão associados a distribuições com menores picos em torno da média (*flat peak*).

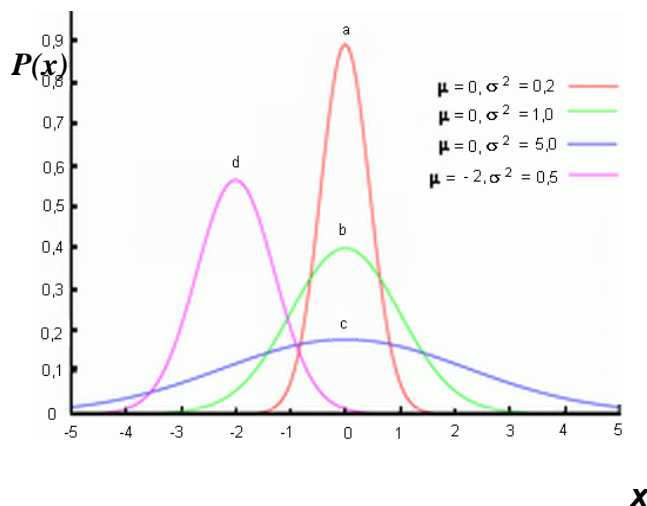


Gráfico 22 - representação do grau de afiação dos picos.

Para uma distribuição normal, tem-se um valor de assimetria igual a zero. Qualquer distribuição estatística que apresente um comportamento simétrico apresentará, portanto, um valor de assimetria próximo de zero. Valores negativos de assimetria indicam que a distribuição de dados tem sua simetria deslocada para a esquerda (cauda esquerda maior que cauda direita) enquanto valores positivos indicam um deslocamento de simetria para a direita (cauda direita maior que cauda esquerda).

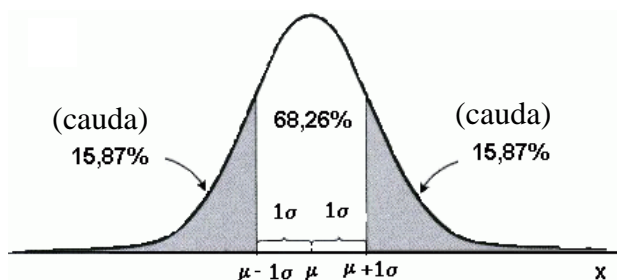


Gráfico 23- representa análise de assimetria.

O valor de curtose para uma distribuição normal padrão é zero. Valores positivos de curtose indicam uma distribuição com pico pronunciado enquanto

um valor negativo de curtose indica uma distribuição com caudas mais pronunciadas e menos concentrada ao redor da média.

A partir das considerações anteriores, se todos os resultados apresentarem os valores dos parâmetros analisados padronizados (relacionando-se, portanto, a uma distribuição normal, padrão) dentro do intervalo de -2 a 2, podemos afirmar com segurança que se trata de uma amostra retirada de uma população que apresenta distribuição normal de probabilidade para todos os parâmetros analisados.

Determinação dos intervalos de confiança das amostras

Para ensaios com número de corpos de prova relativamente pequeno e que representem amostras extraídas de populações com distribuição estatística normal, devem ser determinados os intervalos de confiabilidade adotando-se a distribuição do tipo t-Student. Para tanto, foi utilizado um software estatístico.

Comparação estatística entre os resultados para os diversos grupos

De forma a verificar se os grupos apresentaram resultados em média significativamente distintos uns dos outros do ponto de vista estatístico, utilizou-se a comparação dos resultados segundo o método de Student-Newman-Keuls a 95,0% de confiabilidade. Deve-se verificar, na utilização do método, se a ordem de grandeza das variâncias de todos os resultados comparados é comparável. Para tanto, foi utilizado um software estatístico.

Análise via Planejamento e Otimização de Experimentos

Muitos estudos experimentais são realizados sem planejamento estatístico, o que ocasiona muito trabalho e poucas respostas conclusivas para o pesquisador. O estudo estatístico possibilita ao pesquisador organizar o experimento de forma a minimizar a quantidade de experimentos e maximizar a qualidade das respostas obtidas.

Como primeiro passo a ser tomado, o pesquisador deve determinar quais são as variáveis (fatores) a serem controladas. Um segundo passo é definir claramente qual é o objetivo que se quer alcançar com o experimento, pois dependendo de cada objetivo se terá um planejamento diferente para cada experimento.

No caso de nosso trabalho, o planejamento de experimentos será executado como uma ferramenta de tratamento dos dados obtidos. Assim, será possível analisar a influência do tipo de acabamento superficial sobre o grau de rugosidade a partir do processamento dos resultados, segundo a metodologia descrita a seguir, de alguns dos grupos de acabamento confeccionados neste trabalho.

O projeto de experimentos baseia-se em um planejamento fatorial que requer a execução de experimentos para todas as possíveis combinações de variáveis em seus respectivos níveis. Entende-se por nível de uma variável um valor a ela atribuído. Os valores atribuídos aos níveis de uma variável/fator não precisam ser necessariamente valores numéricos. Por exemplo, dois tipos diferentes de tratamentos químicos podem representar dois níveis de uma variável. Entretanto, ressaltamos que planejamentos mais sofisticados muitas vezes restringem sua aplicação a matrizes em que os níveis das variáveis são

representados apenas por valores numéricos. Nas análises a seguir adota-se um planejamento fatorial em que cada variável pode apresentar dois níveis, tal como descrito anteriormente.

O planejamento fatorial 2^2 constitui uma ferramenta adequada quando as informações relacionadas a um dado sistema de interesse são escassas. Este planejamento permite analisar duas variáveis que afetam os resultados finais. Cada uma destas variáveis deve adquirir dois níveis: superior (+1) e inferior (-1). Os diferentes níveis das diferentes variáveis são cruzados em ensaios práticos e os resultados obtidos permitem direcionar qual é a combinação dos níveis das variáveis analisadas capaz de gerar resultados satisfatórios. O número de experimentos necessários para que todos os níveis de todas as variáveis analisadas se cruzem será o número de níveis adotado para cada variável elevado ao número de variáveis selecionadas para análise. Como neste caso analisamos duas variáveis a dois níveis cada, temos $2^2 = 4$ experimentos. Para cada experimento foram feitos 12 corpos de prova. A descrição dos níveis de cada fator utilizados em cada um dos experimentos é apresentada nas colunas 3 e 4 do Quadro 4.

Quando se analisam fatores dentro de um planejamento experimental tem-se por objetivo verificar se os fatores selecionados influenciam as respostas esperadas e, em caso afirmativo, como isto se dá. O efeito isolado de uma variável sobre as respostas obtidas é chamado de efeito principal da variável. Entretanto, em alguns ensaios podemos perceber que a variação de um fator estará relacionada muitas vezes com a variação dos demais. Neste caso, as propriedades finais obtidas (respostas) decorrem da ação combinada dos fatores de entrada – 2, neste caso –, e não seriam obtidas a partir de uma

ação isolada de cada um deles. Desta forma, os fatores devem ser analisados em conjunto e não isoladamente. Quando este fenômeno ocorre, verificamos a existência de um efeito de interação entre os diversos fatores analisados que determinarão as propriedades finais do produto.

Se observarmos a tabela 4, poderemos, a partir dos dados ali contidos, representativos da forma geral do projeto proposto, calcular o efeito principal de um dado fator A, que é, por definição, a média do efeito, sobre a variável de resposta, da variação deste fator em cada um dos dois níveis do outro fator analisado (B), no caso de um planejamento 2 x 2. O cálculo do efeito principal para o fator B é feito de forma análoga.

Código do Ensaio	Resultado do Ensaio	Fator A	Fator B	Interação AB
1	y_1	-1	-1	+1
2	y_2	+1	-1	-1
3	y_3	-1	+1	-1
4	y_4	+1	+1	+1

Quadro 4 - Fatores e Ensaio - Planejamento 2x2

As colunas 1 e 2 codificam, respectivamente, o experimento realizado e seu respectivo resultado, correspondente à média dos 12 corpos de prova ensaiados. Os valores y_i 's podem representar qualquer variável de saída sob análise, neste trabalho elas serão representadas pela a rugosidade de cada grupo estudado. As colunas 3 e 4 apresentam os níveis que foram utilizados em cada um dos ensaios. É possível perceber que, do ensaio 1 a 4, todas as combinações possíveis de níveis dos fatores 1 e 2 são feitas.

Para uma análise onde são feitas n replicatas, definem-se os efeitos principais A e B dos fatores em análise (Fator A e Fator B) da seguinte forma – respectivamente:

$$A = \frac{1}{2n} [y_2 + y_4 - y_3 - y_1] \quad (1)$$

$$B = \frac{1}{2n} [y_3 + y_4 - y_2 - y_1] \quad (2)$$

O efeito de interação pode ser definido como

$$AB = \frac{1}{2n} [y_4 + y_1 - y_2 - y_3] \quad (3)$$

Comparação de múltiplas amostras Avaliação de Ra:

Sumário da Análise:

Amostra 1: Exp1

Amostra 2: Exp2

Amostra 3: Exp3

Amostra 4: Exp4

Amostra 5: Exp5

Amostra 6: Exp6

Amostra 7: Exp7

Amostra 8: Exp8

Amostra 1: 4 valores variando de 4.26 a 4.77

Amostra 2: 4 valores variando de 3.88 a 5.16

Amostra 3: 4 valores variando de 3.1 a 3.29

Amostra 4: 4 valores variando de 1.51 a 1.83

Amostra 5: 4 valores variando de 0.351 a 0.512

Amostra 6: 4 valores variando de 0.674 a 1.13

Amostra 7: 4 valores variando de 0.532 a 0.69

Amostra 8: 4 valores variando de 0.54 a 1.04

Comparação de múltiplas amostras Avaliação de Rz:

Sumário da Análise:

Amostra 1: Exp1

Amostra 2: Exp2

Amostra 3: Exp3

Amostra 4: Exp4

Amostra 5: Exp5

Amostra 6: Exp6

Amostra 7: Exp7

Amostra 8: Exp8

Amostra 1: 4 valores variando de 23.2 a 25.0

Amostra 2: 4 valores variando de 20.0 a 26.3

Amostra 3: 4 valores variando de 17.2 a 17.2

Amostra 4: 4 valores variando de 8.07 a 10.4

Amostra 5: 4 valores variando de 3.0 a 3.75

Amostra 6: 4 valores variando de 5.0 a 7.71

Amostra 7: 4 valores variando de 4.47 a 5.07

Amostra 8: 4 valores variando de 3.53 a 6.91

Este procedimento compara os dados em oito colunas dos arquivos de dados apresentados. Ele constrói diversos testes e gráficos estatísticos para comparar as amostras. O *F-test* na tabela ANOVA testa quando há diferenças significantes entre as médias. Se houver alguma, emprega-se *Multiple Range Tests* que nos dirão quais médias são significativamente diferentes das outras. Na presença de *outliers* o teste de *Kruskal-Wallis* seria escolhido, comparando medianas ao invés de médias. Os diversos *plots* colaboram na decisão do significado prático dos resultados.

APÊNDICE B - Resumo da estatística (Ra):

Tabelas 7 e 8 - resumos de estatística de Ra, demonstrando as estatísticas para cada uma das oito colunas de dados, considerando média, variância e desvio padrão e considerando o grau de assimetria da distribuição dos dados (Skewness) e de picos (Kurtosis)

	Contagem	Média	Variância	Desvio Padrão
Exp1	4	4.5375	0.053625	0.231571
Exp2	4	4.3925	0.374092	0.61163
Exp3	4	3.195	0.01805	0.13435
Exp4	4	1.67	0.0512	0.226274
Exp5	4	0.425	0.004744	0.0688815
Exp6	4	0.877	0.044153	0.210127
Exp7	4	0.611	0.012482	0.111723
Exp8	4	0.79	0.125	0.353553
Total	32	2.2275	3.21191	1.79218
	Máximo	Intervalo	Skewness	Kurtosis
			Padrão	Padrão
Exp1	4.77	0.51	-0.299579	-1.08444
Exp2	5.16	1.28	0.52883	-0.959946
Exp3	3.29	0.19		
Exp4	1.83	0.32		
Exp5	0.512	0.161	0.385059	-0.18154
Exp6	1.13	0.456	0.343115	-1.16164
Exp7	0.69	0.158		
Exp8	1.04	0.5		
Total	5.16	4.809	0.841676	-1.66086

Tabela 9 - decomposição da variância dos dados em dois componentes: entre grupos e dentro dos grupos.

Análise de Variância					
Fonte	Sum of squares	of Df	Média	F-Ratio	Valor de P
Entre grupos	72.2374	7	10.3196	100.89	0.000
Dentro dos grupos	1.63658	16	0.10228		
Total	73.874	23			

F-ratio é a razão entre o resultado entre grupos e dentro dos grupos. Desde que o valor de P do F-test é menor que 0.05, há diferença estatisticamente significante entre as médias das oito variáveis com nível de confiança de 95%.

Tabela 10 - Tabela mostra a média para cada coluna de dados. Também mostra o erro padrão de cada média, o qual é uma medida de sua variabilidade. O erro padrão é formado através da divisão o desvio padrão a cada nível pela raiz quadrada do número de observações cada nível.

	Contagem	Média	Erro Padrão	Limite Menor	Limite Maior
Exp1	4	4.5375	0.15785	4.16902	4.90598
Exp2	4	4.3925	0.305815	3.41926	5.36574
Exp3	4	3.195	0.095	1.98791	4.40209
Exp4	4	1.67	0.16	-0.362993	3.70299
Exp5	4	0.425	0.0344408	0.315394	0.534606
Exp6	4	0.877	0.105063	0.542641	1.21136
Exp7	4	0.611	0.079	-0.39279	1.61479
Exp8	4	0.79	0.25	-2.38655	3.96655
Total	32	2.2275			

Método: 95.0% Student-Newman-Keuls			
	Contagem	Média	Grupos
			Homogêneos
Exp5	4	0.425	X
Exp7	4	0.611	X
Exp8	4	0.79	X
Exp6	4	0.877	X
Exp4	4	1.67	X
Exp3	4	3195	X
Exp2	4	4.3925	X
Exp1	4	4.5375	X

Quadro 5 - grupos homogêneos de acordo com similaridade

Contraste	Diferença
Exp1 - Exp2	0.145
Exp1 - Exp3	*1.3425
Exp1 - Exp4	*2.875
Exp1 - Exp5	*4.1125
Exp1 - Exp6	*3.6605
Exp1 - Exp7	*3.9265
Exp1 - Exp8	*3.7475
Exp2 - Exp3	*1.1975
Exp2 - Exp4	*2.7225
Exp2 - Exp5	*3.9675
Exp2 - Exp6	*3.515
Exp2 - Exp7	*3.7815

Exp2 - Exp8	*3.6025
Exp3 - Exp4	*1.525
Exp3 - Exp5	*2.77
Exp3 - Exp6	*2.318
Exp3 - Exp7	*2.584
Exp3 - Exp8	*2.405
Exp4 - Exp5	*1.245
Exp4 - Exp6	*0.793
Exp4 - Exp7	*1.059
Exp4 - Exp8	*0.88
Exp5 - Exp6	-0.452
Exp5 - Exp7	-0.186
Exp5 - Exp8	-0.365
Exp6 - Exp7	0.266
Exp6 - Exp8	0.087
Exp7 - Exp8	-0.179
* denota uma diferença estatisticamente significativa	

Quadro 6 - aplicação de um procedimento de múltipla comparação de forma a determinar que médias são significativamente diferentes das outras

Checagem de Variância:

Tabela 11 - As quatro estatísticas listadas nesta tabela testam a hipótese nula de o desvio padrão dentro de cada uma das oito colunas ser o mesmo.

Teste C de Cochran: 0.547441	Valor de P = 0.0311042
Teste de Bartlett: 2.41531	Valor de P = 0.126926
Teste de Hartley: 78.8447	
Teste de Levene: 4.32159	Valor de P = 0.0073027

	Tamanho da amostra	Rank médio
Exp1	4	21.0
Exp2	4	20.0
Exp3	4	15.5
Exp4	4	13.5
Exp5	4	2.5
Exp6	4	9.5
Exp7	4	65
Exp8	4	8.5
Teste estatístico = 21.48 Valor de P = 0.00312104		

Quadro 7 - teste de Kruskal-Wallis

O teste de Kruskal-Wallis testa a hipótese nula de que a mediana dentro de cada uma das colunas é a mesma. Como o valor de P é menor que 0.05, há uma diferença estatisticamente significativa entre as medianas num nível de confiança de 95%.

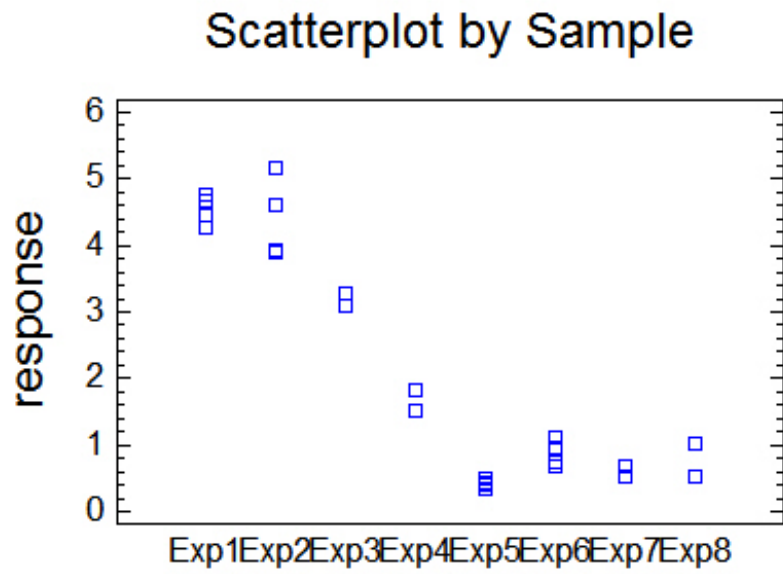


Gráfico 24 - Plot de dispersão por amostra

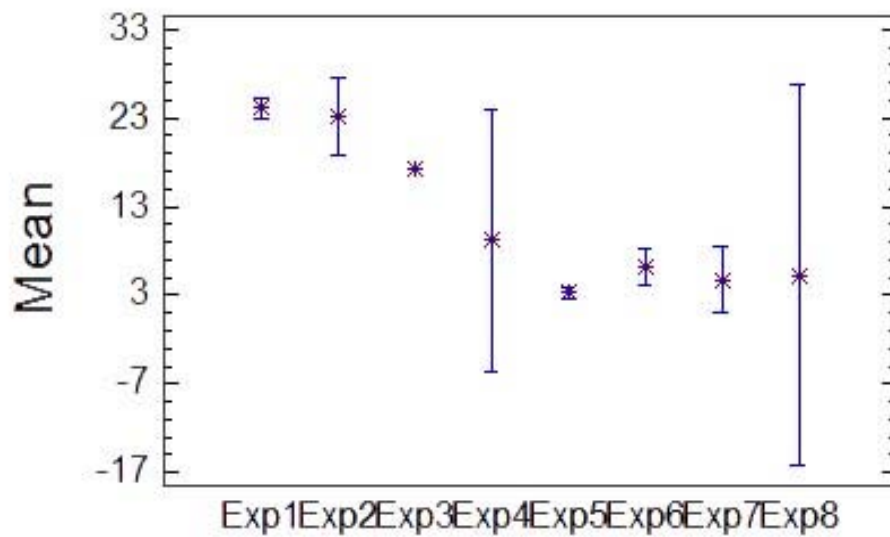


Gráfico 25 - plot de médias

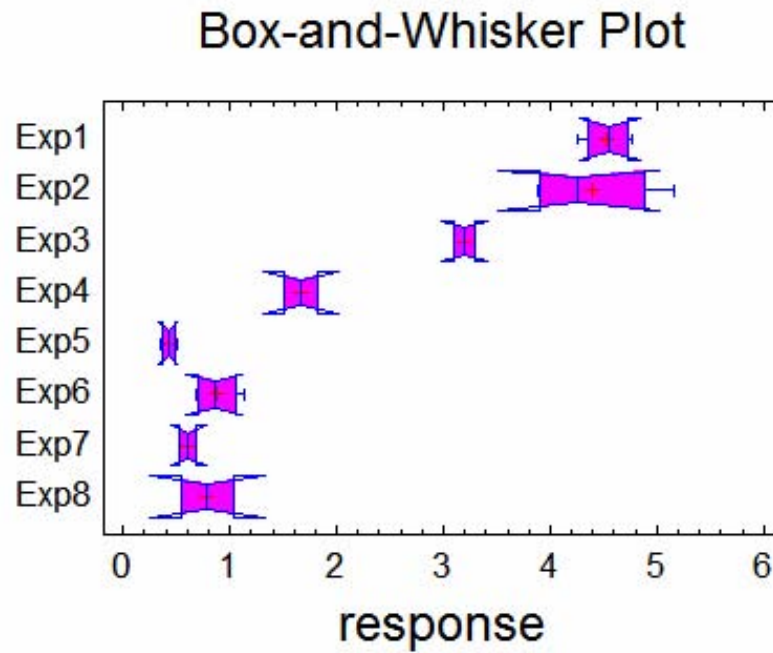


Gráfico 26 - Plot Box-and-Whisker

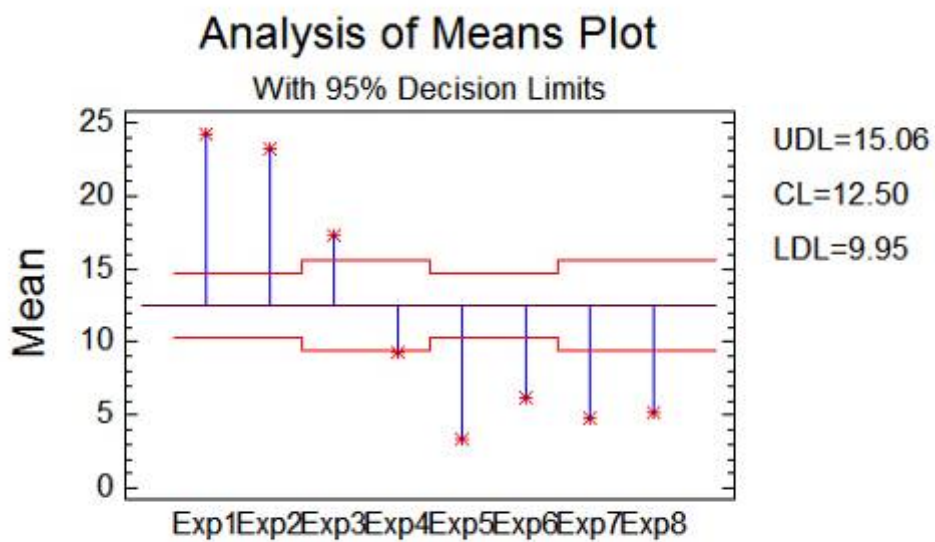


Gráfico 27 - Plot de análise de médias (ANOM)

APÊNDICE C - Resumo da estatística (Rz):

Tabela 12 - resumo de estatística de Rz, demonstrando as estatísticas para cada uma das oito colunas de dados, considerando média, variância e desvio padrão.

	Contagem	Média	Variância	Desvio Padrão
Exp1	4	24.15	0.55	0.74162
Exp2	4	23.125	7.2825	2.69861
Exp3	4	17.2	0.0	7.07107
Exp4	4	9.235	2.71445	1.64756
Exp5	4	3.355	0.1647	0.405832
Exp6	4	6.175	1,61763	1.27186
Exp7	4	4.77	0.18	0.424264
Exp8	4	5.22	5.7122	2.39002
Total	32	12.5029	79.0197	8.8893

Tabela 13 - resumo de estatística de Ra, demonstrando as estatísticas para cada uma das oito colunas de dados, considerando o grau de assimetria da distribuição dos dados (Skewness) e de picos (Kurtosis)

	Máximo	Intervalo	Skewness	Kurtosis
			Padrão	Padrão
Exp1	25.0	1.8	-0.32028	0.503394
Exp2	26.3	6.3	0.0370698	-0.405338
Exp3	17.2	1.07		
Exp4	10.4	2.33		
Exp5	3.75	0.75	0.0342036	-2.3485
Exp6	7.71	2.71	0.37443	-1.23815
Exp7	5.07	0.6		
Exp8	6.91	3.38		
Total	26.3	23.3	0.806677	-1.69179

Existe uma diferença maior que 3 para 1 entre o maior e o menor desvio padrão. Isto pode causar problemas na análise de variância já que esta considera que o desvio padrão é similar em todos os níveis. As análises de kurtosis e de skewness estão fora do intervalo de -2 a +2 para uma das colunas, o que indica anormalidade significativa nos dados, tornando-os passíveis de se encontrarem fora de uma distribuição normal. Opta-se por usar o teste de Kruskal-Wallis para comparar medianas ao invés de médias.

Tabela 14 - decomposição da variância dos dados em dois componentes: entre grupos e dentro dos grupos.

Análise de Variância					
Fonte	Sum.of squares	Df	Média	F-Ratio	Valor de P
Entre grupos	1780.0	7	254.286	108.64	0.000777
Dentro dos grupos	37.4512	16	2.3407		
Total	1817.45	23			

F-ratio é a razão entre o resultado entre grupos e dentro dos grupos. Desde que o valor de P do F-test é menor que 0.05, há diferença estatisticamente significativa entre as médias das oito variáveis com nível de confiança de 95%.

Tabela 15 - esta tabela mostra a média para cada coluna de dados. Também mostra o erro padrão de cada média, o qual é uma medida de sua variabilidade.

	Contagem	Média	Erro	Limite	Limite
			Padrão	Menor	Maior
Exp1	4	24.15	0.37081	22.9699	25.3301
Exp2	4	23.125	1.34931	18.8309	27.4191
Exp3	4	17.2	5.08	17.2	17.2
Exp4	4	9.235	1.165	-5.56773	24.0377
Exp5	4	3.355	0.202916	2.70923	4.00077
Exp6	4	6.175	0.635931	4.15118	8.19882
Exp7	4	4.77	0.3	0.958139	8.58186
Exp8	4	5.22	1.69	-16.2535	26.6935
Total	32	12.5029			

Método: 95.0% Student-Newman-Keuls			
	Contagem	Média	Grupos
			Homogêneos
Exp5	4	3.355	X
Exp7	4	4.77	X
Exp8	4	5.22	X
Exp6	4	6.175	X
Exp4	4	9.235	X
Exp3	4	17.2	X
Exp2	4	23.125	X
Exp1	4	24.15	X
Contraste		Diferença	
Exp1 - Exp2		1.025	
Exp1 - Exp3		*6.95	
Exp1 - Exp4		*14.915	
Exp1 - Exp5		*20.795	
Exp1 - Exp6		*17.975	
Exp1 - Exp7		*19.38	
Exp1 - Exp8		*18.93	
Exp2 - Exp3		*5.925	
Exp2 - Exp4		*13.89	
Exp2 - Exp5		*19.77	
Exp2 - Exp6		*16.95	
Exp2 - Exp7		*18.355	
Exp2 - Exp8		*17.905	

Exp3 - Exp4	*7.965
Exp3 - Exp5	*13.845
Exp3 - Exp6	*11.025
Exp3 - Exp7	*12.43
Exp3 - Exp8	*11.98
Exp4 - Exp5	*5.88
Exp4 - Exp6	*3.06
Exp4 - Exp7	*4.465
Exp4 - Exp8	*4.015
Exp5 - Exp6	-2.82
Exp5 - Exp7	-1.415
Exp5 - Exp8	-1.865
Exp6 - Exp7	1.405
Exp6 - Exp8	0.955
Exp7 - Exp8	-0.45

* denota uma diferença estatisticamente significativa

Quadro 8 - aplicação de um procedimento de múltipla comparação de forma a determinar que médias são significativamente diferentes das outras

Checagem de Variância:

Tabela 16 - as quatro estatísticas listadas nesta tabela testam a hipótese nula de o desvio padrão dentro de cada uma das oito colunas ser o mesmo.

Teste C de Cochran: 0.399666	Valor de P = 0.224824
Teste de Bartlett: 16.9828	Valor de P = 0.00000657839
Teste de Hartley: 1.4565	
Teste de Levene: 4.28997	Valor de P = 0.00754849

	Tamanho da amostra	Rank médio
Exp1	4	21.125
Exp2	4	19.875
Exp3	4	15.5
Exp4	4	13.5
Exp5	4	3.0
Exp6	4	9.5
Exp7	4	7.0
Exp8	4	7.0
Teste estatístico = 21.0717 Valor de P = 0.00366553		

Quadro 9 - teste de Kruskal-Wallis testa a hipótese nula de que a mediana dentro de cada uma das colunas é a mesma.

Como o valor de P é menor que 0.05, há uma diferença estatisticamente significativa entre as medianas num nível de confiança de 95%.

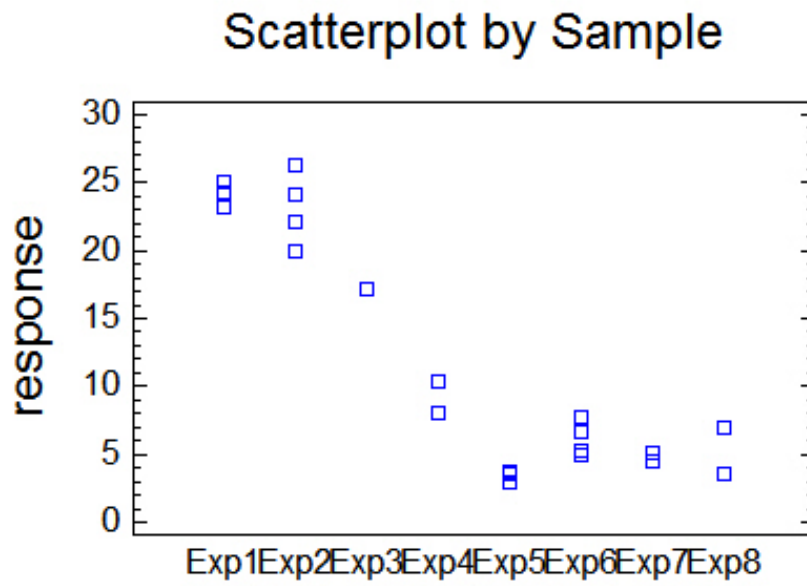


Gráfico 28 - Plot de dispersão por amostra, análise estudo Rz

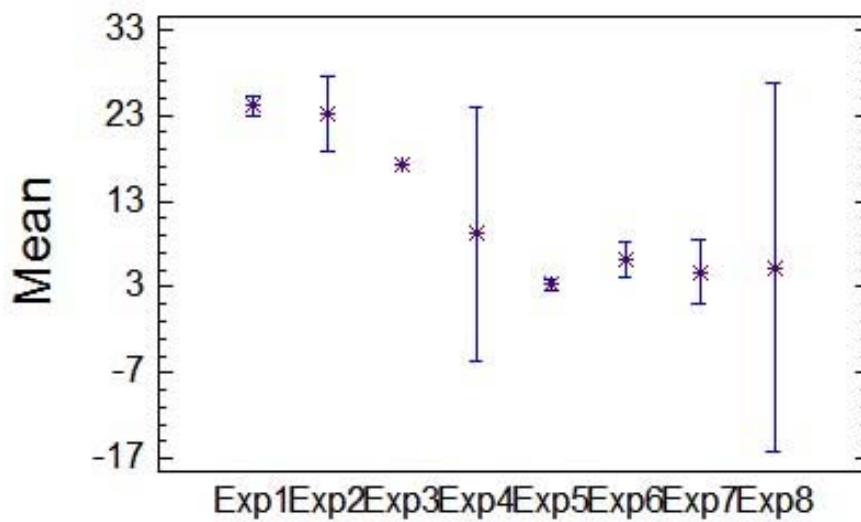


Gráfico 29 - Plot das médias

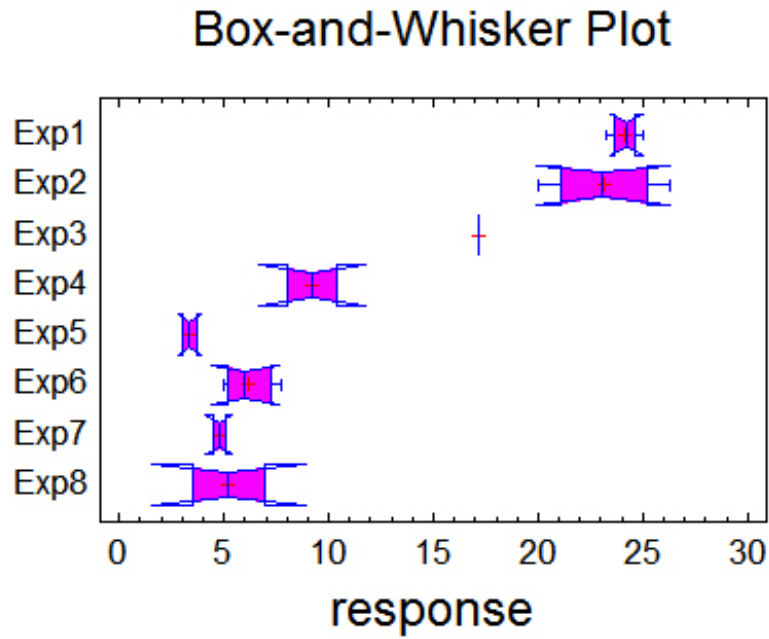


Gráfico 30 - Plot Box e Whisker

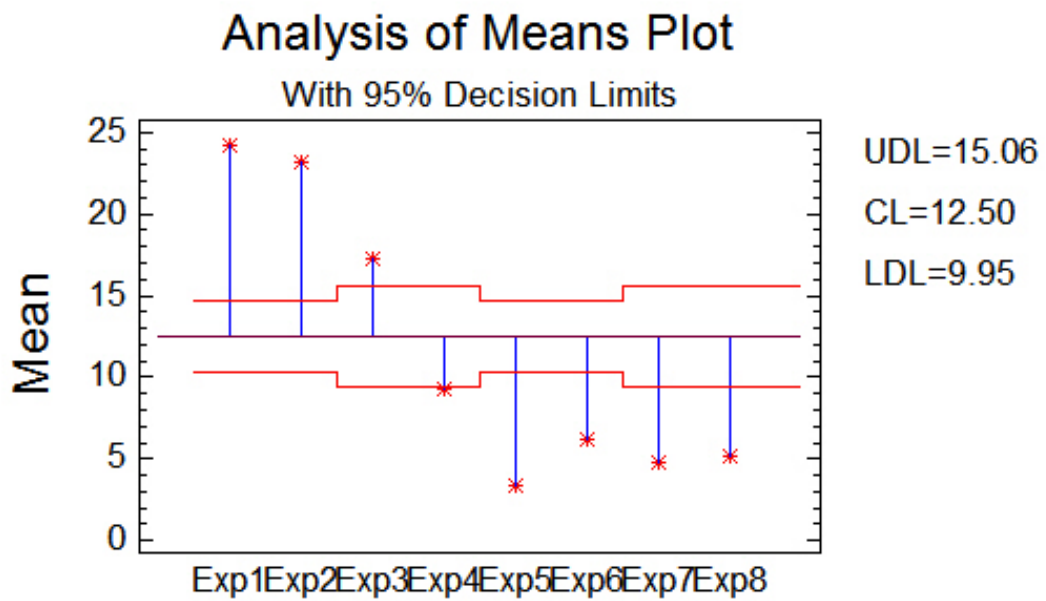


Gráfico 31 - Plot de análise de médias

APÊNDICE D - Análise de Experimento: Ra

Resumo da análise:

Tabela 17 - demonstra cada um dos efeitos e interações estimados, o erro padrão de cada um dos efeitos.

Efeitos Estimados para Ra		
Média	2.32053	+/- 0.0966297
A:Material	-1.34565	+/- 0.161974
B:Selante	-2.773	+/- 0.120728
AA	-0.929813	+/- 0.271639
AB	1.59435	+/- 0.161974
block	-0.0145	+/- 0.209107
block	0.109	+/- 0.209107
block	-0.05225	+/- 0.209107
Erros padrão são baseados em erro total com 24 d.f.		

Para plotar as estimativas em ordem de importância decrescente, foi selecionado o mapa de Pareto. Para testar a significância estatística dos efeitos, foi escolhido o teste ANOVA.

Tabela 18 - ANOVA divide a variabilidade de Ra em porções separadas para cada um dos efeitos.

Fonte	Sum of squares	Df	média	F-ratio	Valor de P
A:Material	8.04788	1	8.04788	69.02	0.0000
B:Selante	61.5162	1	61.5162	527.57	0.0000
AA	1.3662	1	1.3662	11.72	0.0022
AB	11.2976	1	11.2976	96.89	0.0000
blocks	0.0332128	3	0.0110709	0.09	0.9621
Erro total	2.79846	24	0.116602		
Total corrig.	85.0596	31			
R-squared = 96.71%					
R-squared (ajustado para d.f.) = 96.226					
Erro padrão de estimativa = 0.341471					
Erro absoluto médio = 0.216014					
Estatística de Durbin-Watson = 2.06102 (p=0.2196)					

Testa, desta forma, a significância estatística e cada efeito através da comparação a média quadrada contra uma estimativa de erro experimental. Neste caso quatro efeitos apresentaram valores de p menores que 0.05, indicando que são significativamente diferentes de zero em um nível de confiança de 95%.

O teste estatístico R-Squared indica que o modelo demonstra 96.71% de variabilidade em Ra. A estatística R-Squared ajustada, que é mais adequada para comparar modelos com números diferentes de variáveis independentes, foi de 96.226%. O erro padrão da estimativa demonstra o desvio padrão dos

resíduos como sendo 0.341471. O erro absoluto médio (MAE) de 0.216014 é o valor médio dos resíduos. A estatística de Durbin-Watson (DW) testa os resíduos para determinar se existe alguma correlação significativa baseada na ordem em que ocorrem nos dados. Como o valor de P é maior que 0.05, não há indicação para auto-correlação serial nos resíduos.

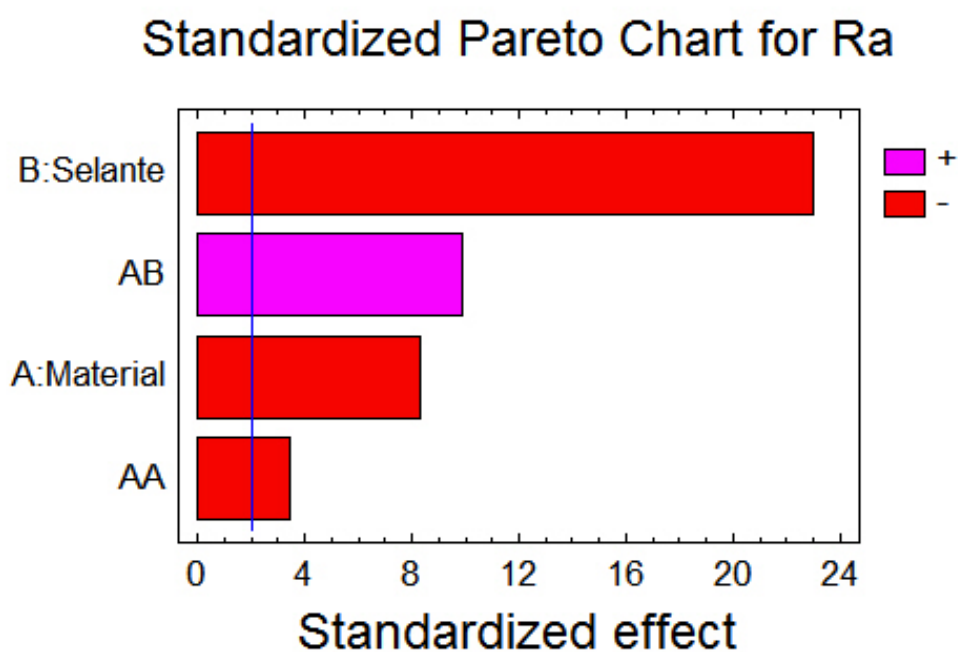


Gráfico 32 - mapa Pareto padronizado para Ra

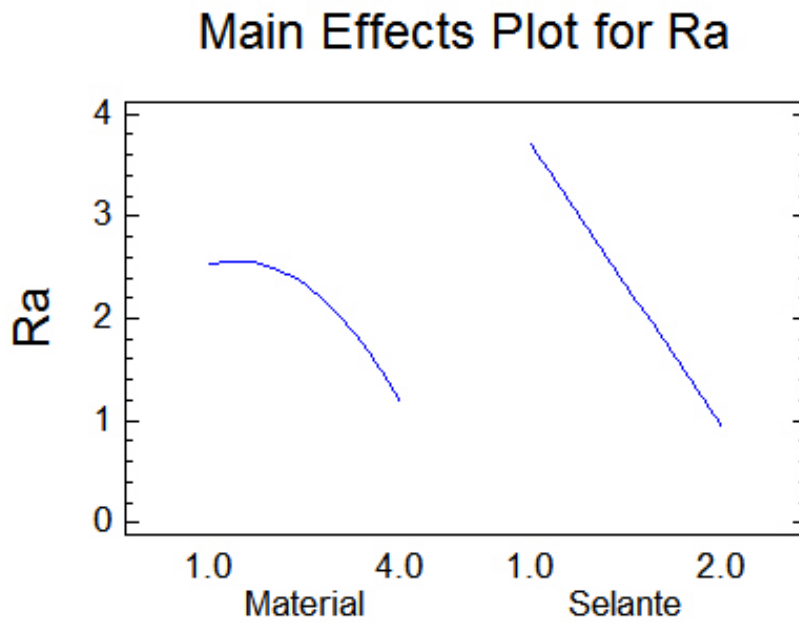


Gráfico 33 - Plot de efeitos principais para Ra

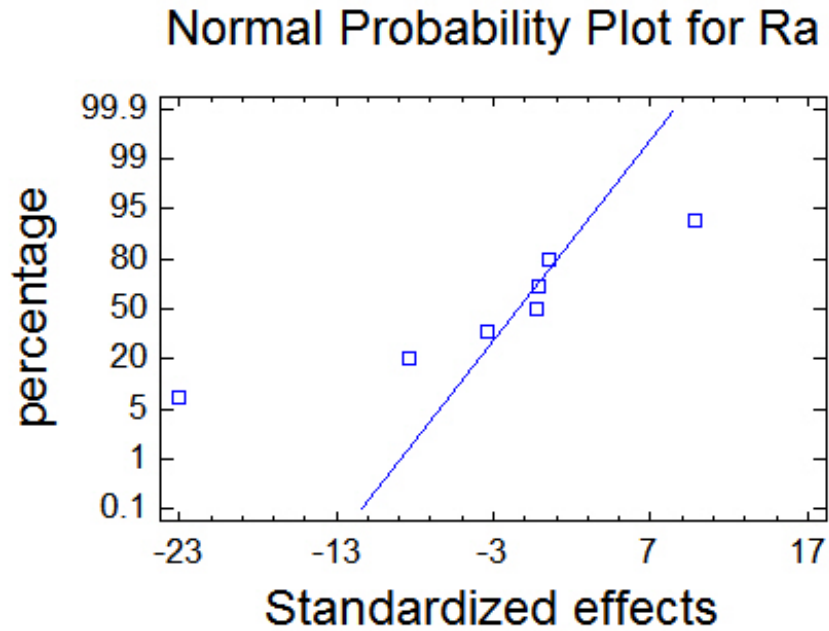


Gráfico 34 - Plot de probabilidade normal para Ra

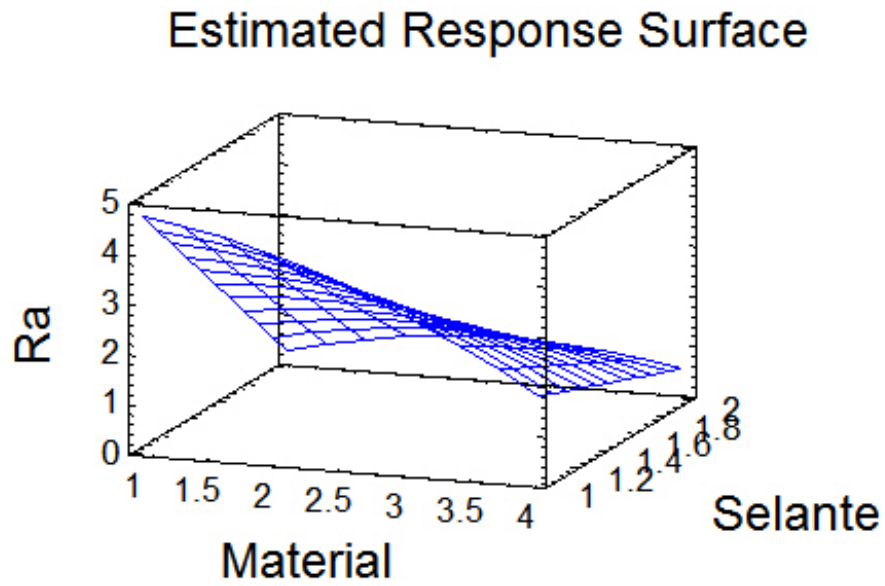


Gráfico 35 - Resposta de superfície estimada

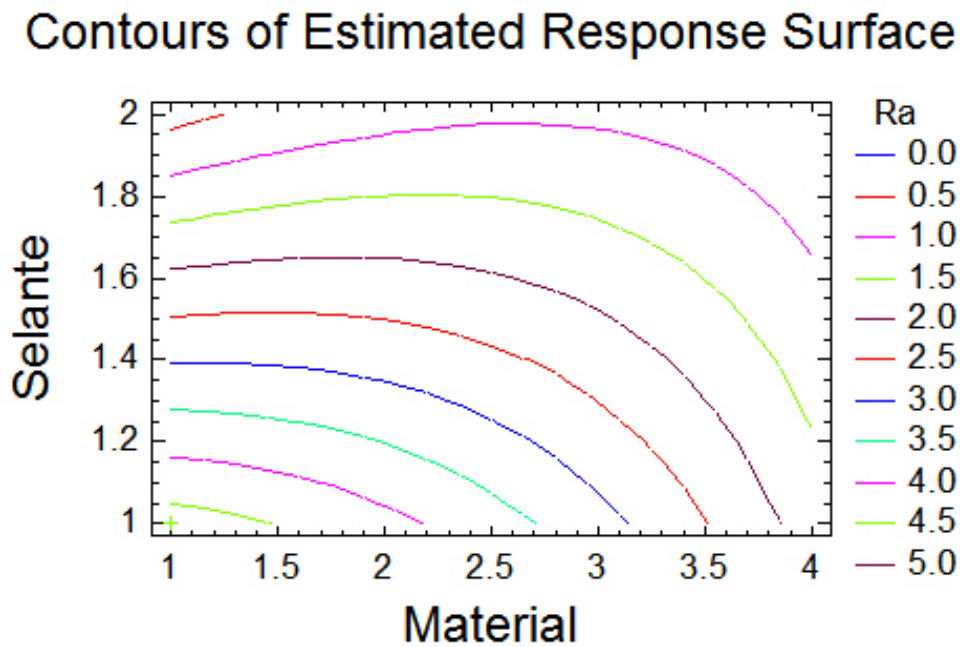


Gráfico 36 - Contornos da resposta de superfície estimada

APÊNDICE E - Análise de Experimento: Rz

Resumo da análise:

Tabela 19 - demonstra cada um dos efeitos e interações estimados, o erro padrão de cada um dos efeitos.

Efeitos Estimados para Rz		
Média	13.1084	+/- 0.461193
A:Material	-6.972	+/- 0.773068
B:Selante	-13.5475	+/- 0.576211
AA	-5.23688	+/- 1.29647
AB	8.229	+/- 0.773068
block	-0.0075	+/- 0.998026
block	0.5525	+/- 0.998026
block	-0.74	+/- 0.998026
Erros padrão são baseados em erro total com 24 d.f.		

Zggggv b

Para plotar as estimativas em ordem de importância decrescente, foi selecionado o mapa Pareto. Para testar a significância estatística dos efeitos, foi escolhido o teste ANOVA.

Tabela 20 - ANOVA divide a variabilidade de Rz em porções separadas para cada um dos efeitos. Testa, desta forma, a significância estatística e cada efeito através da comparação a média quadrada contra uma estimativa de erro experimental.

Fonte	Sum of squares	Df	média	F-ratio	Valor de P
A:Material	216.039	1	216.039	81.34	0.0000
B:Selante	1468.28	1	1468.28	552.78	0.0000
AA	43.3381	1	43.3381	16.32	0.0005
AB	300.962	1	300.962	113.31	0.0000
blocks	1.78187	3	0.59358	0.22	0.8790
Erro total	63.7476	24	2.65615		
Total corrig.	2094.15	31			
R-squared = 96.9559%					
R-squared (ajustado para d.f.) = 96.5049					
Erro padrão de estimativa = 1.2977					
Erro absoluto médio = 1.04473					
Estatística de Durbin-Watson = 2.04651 (p=0.2325)					

Neste caso quatro efeitos apresentaram valores de p menores que 0.05, indicando que são significativamente diferentes de zero em um nível de confiança de 95%.

O teste estatístico R-Squared indica que o modelo demonstra 96.9559% de variabilidade em Rz. A estatística R-Squared ajustada, que é mais adequada para comparar modelos com números diferentes de variáveis independentes, foi de 96.5049%. O erro padrão da estimativa demonstra o

desvio padrão dos resíduos como sendo 1.62977. O erro absoluto médio (MAE) de 1.04473 é o valor médio dos resíduos. A estatística de Durbin-Watson (DW) testa os resíduos para determinar se existe alguma correlação significativa baseada na ordem em que ocorrem nos dados. Como o valor de P é maior que 0.05, não há indicação para auto-correlação serial nos resíduos.

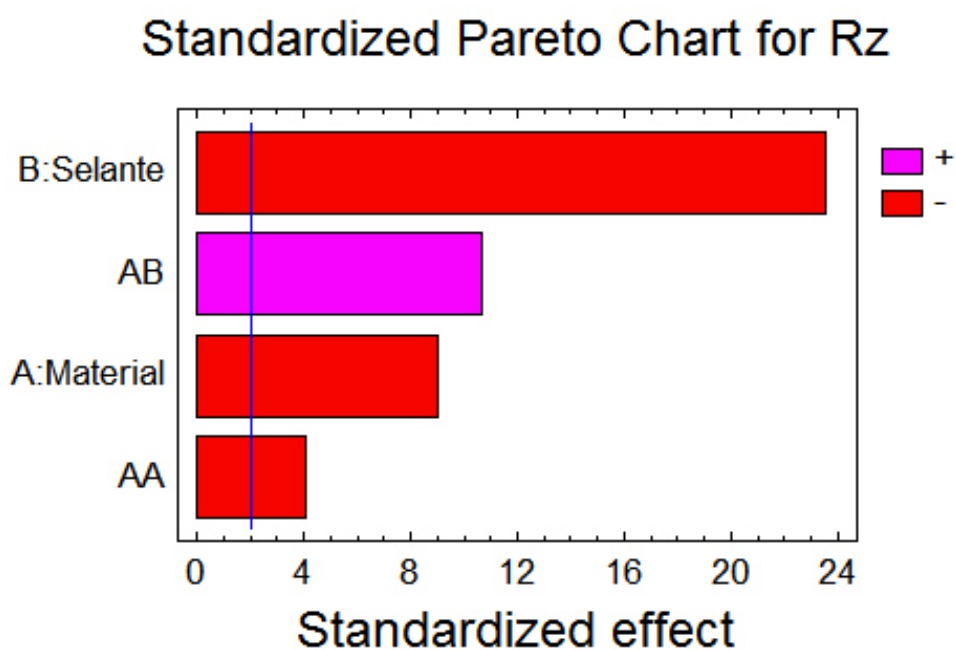


Gráfico 37 - Mapa Pareto padronizado para Rz

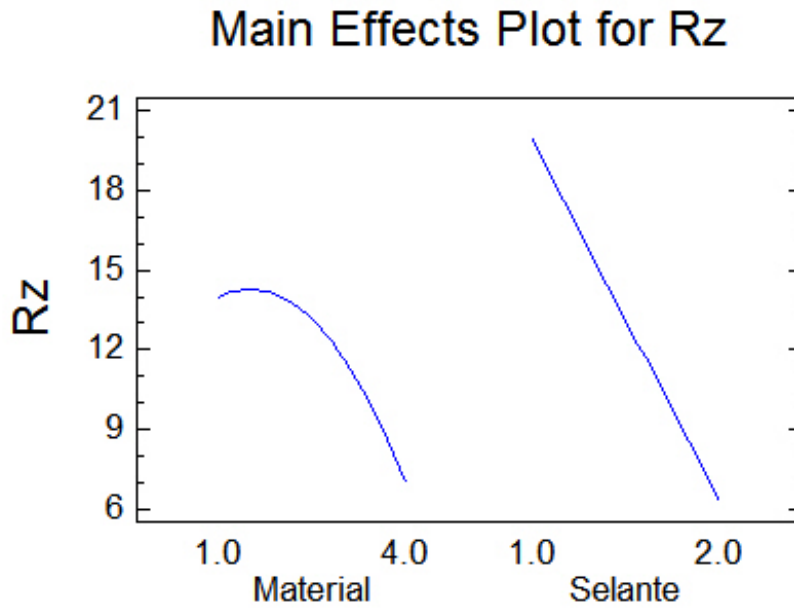


Gráfico 38 - Plot de efeitos principais para Rz

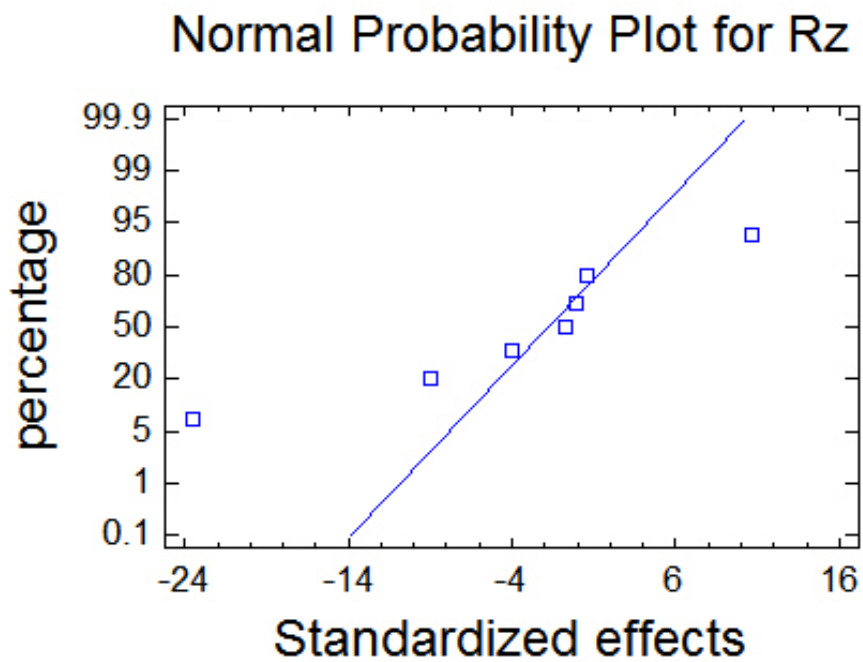


Gráfico 39 - Plot de probabilidade normal para Rz

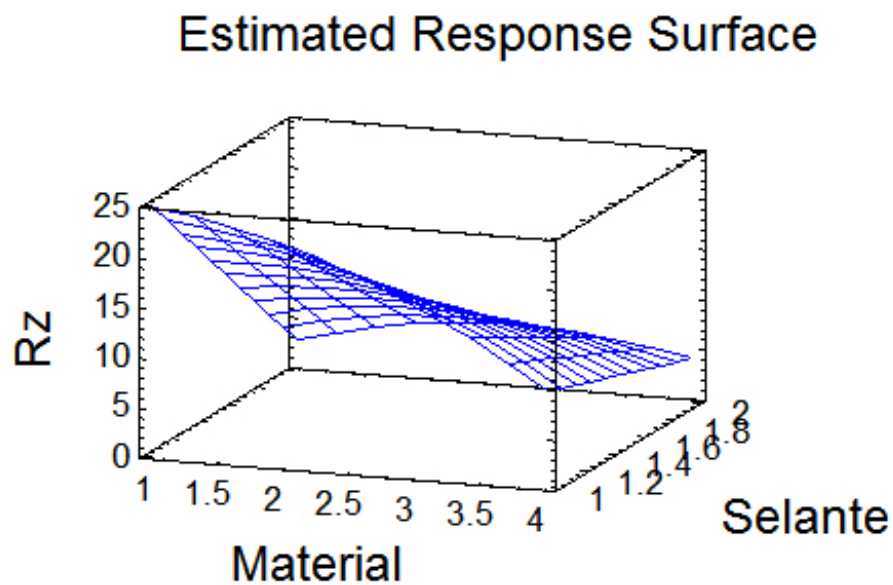


Gráfico 40 - Resposta de superfície estimada

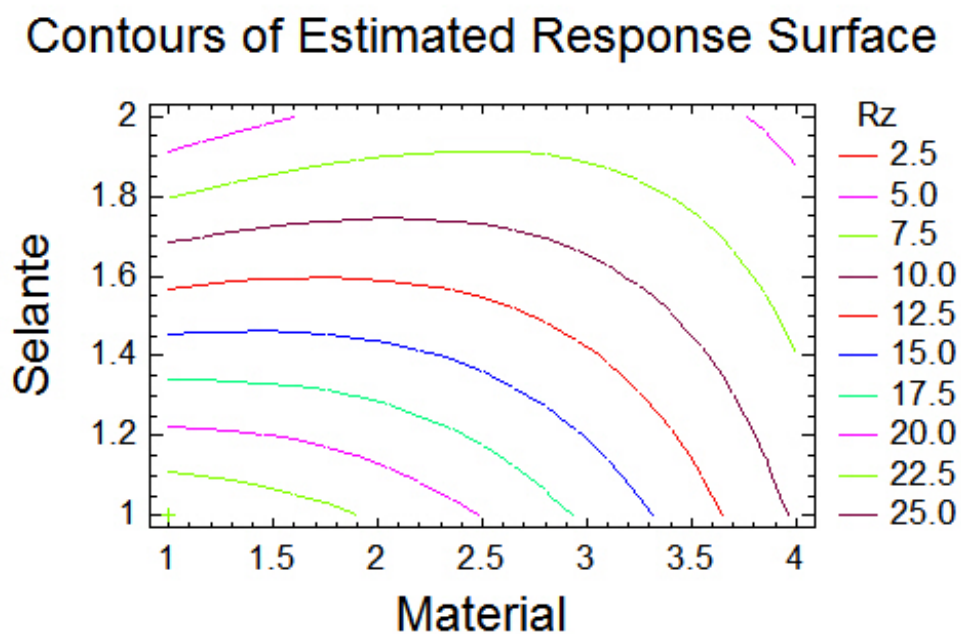


Gráfico 41 - Contornos da resposta de superfície estimada

APÊNDICE F - Comparação das médias obtidas na análise microbiológica por material

A análise estatística das médias percentuais de estreptococos do grupo mutans da microbiota total cultivável realizada através da comparação entre os grupos de tipos de tratamento superficial em cada material.

Material Vitremer / 3M ESPE:

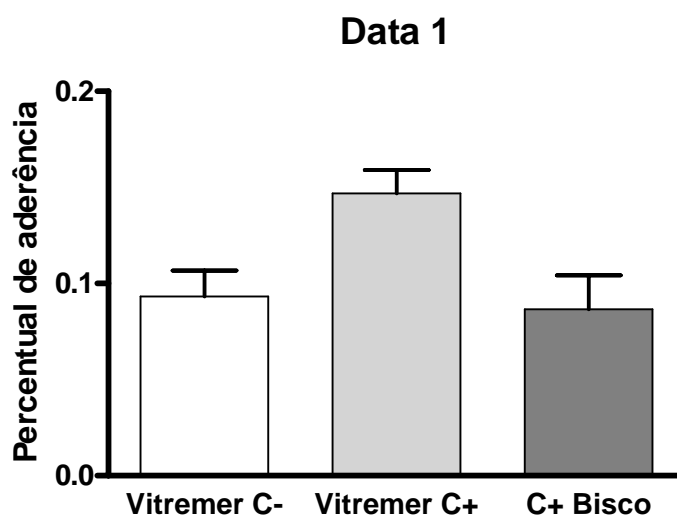


Gráfico 42 - percentuais de aderência de estreptococos do grupo mutans em biofilme formado sobre corpos de prova do material Vitremer / 3M ESPE, submetidos aos três diferentes tratamentos superficiais.

Material Vitremer 3M ESPE

Coluna A Vitremer C-

Coluna B Vitremer C+

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,0408

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.09333 ± 0.01333)

Média ± desvio padrão da coluna B (0.1470 ± 0.01212)

Diferença entre as médias: -0.05367 ± 0.01802

Intervalo de confiança de 95%: -0.1037 a -0.003639

Coluna A Vitremer C-

Coluna B Vitremer C+

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,0587

Médias são significativamente diferentes - **NÃO** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.09333 ± 0.01333)

Média ± desvio padrão da coluna B (0.1470 ± 0.01212)

Diferença entre as médias: -0.05367 ± 0.01802

Intervalo de confiança de 95%: -0.1110 a -0.003678

Coluna B Vitremer C+

Coluna C Vitremer C+ com Biscover

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,0479

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna B (0.1470 ± 0.01212)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.08667 ± 0.01764)

Diferença entre as médias: 0.06033 ± 0.02140

Intervalo de confiança de 95%: 0.0009171 a 0.1197

Coluna B Vitremer C+

Coluna C Vitremer C+ com Biscover

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,0668

Médias são significativamente diferentes- **NÃO** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna B (0.1470 ± 0.01212)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.08667 ± 0.01764)

Diferença entre as médias: 0.06033 ± 0.02140

Intervalo de confiança de 95%: -0.007773 a 0.1284

Coluna A Vitremer C -

Coluna C Vitremer C+ com Biscover

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,7780

Médias são significativamente diferentes - **NÃO** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.09333 ± 0.01333)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.08667 ± 0.01764)

Diferença entre as médias: 0.006667 ± 0.02211

Intervalo de confiança de 95%: -0.05471 a 0.06805

Coluna A Vitremer C -

Coluna C Vitremer C+ com Biscover

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,7827

Médias são significativamente diferentes - **NÃO** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.09333 ± 0.01333)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.08667 ± 0.01764)

Diferença entre as médias: 0.006667 ± 0.02211

Intervalo de confiança de 95%: -0.06369 a 0.07702

Material Filtek Supreme / 3M ESPE:

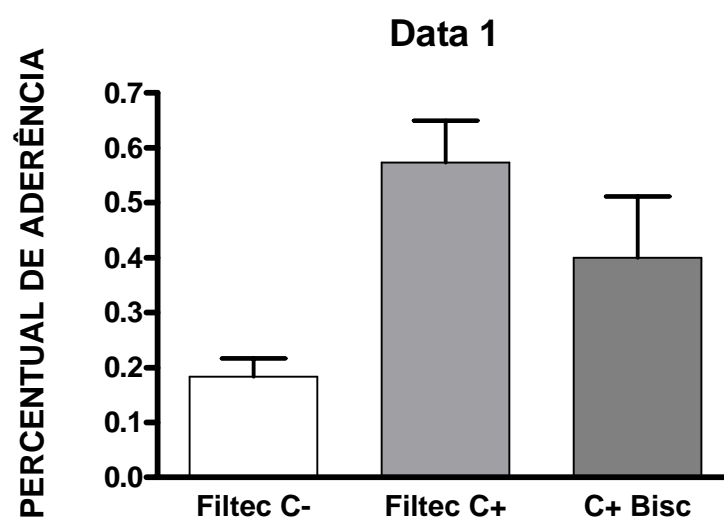


Gráfico 43 - percentuais de aderência de estreptococos do grupo mutans em biofilme formado sobre corpos de prova do material Filtek Supreme / 3M ESPE, submetidos aos três diferentes tratamentos superficiais.

Comparação das médias obtidas:

A análise estatística das médias percentuais de estreptococos do grupo mutans da microbiota total cultivável foi realizada através da comparação entre os grupos.

Filtek Supreme / 3M ESPE

Coluna A Filtek C-

Coluna B Filtek C+

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,0426

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.1833 ± 0.03333)

Média ± desvio padrão da coluna B (0.5733 ± 0.07623)

Diferença entre as médias: -0.3900 ± 0.08320

Intervalo de confiança de 95%: -0.7480 a -0.03199

Coluna A Filtek C-

Coluna B Filtek C+

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,0094

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.1833 ± 0.03333)

Média ± desvio padrão da coluna B (0.5733 ± 0.07623)

Diferença entre as médias: -0.3900 ± 0.08320

Intervalo de confiança de 95%: -0.6210 a -0.1590

Coluna B Filtek C+

Coluna C Filtek C+ com Bisclover

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,2892

Médias são significativamente diferentes - **NÃO** ($P < 0,05$)

Valor de P bicaudal

Média \pm desvio padrão da coluna B (0.5733 ± 0.07623)

Média \pm desvio padrão da coluna C (0.4000 ± 0.1114)

Diferença entre as médias: 0.1733 ± 0.1349

Intervalo de confiança de 95%: -0.2561 a 0.6027

Coluna B Filtek C+

Coluna C Filtek C+ com Bisclover

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,2683

Médias são significativamente diferentes - **NÃO** ($P < 0,05$)

Valor de P bicaudal

Média \pm desvio padrão da coluna B (0.5733 ± 0.07623)

Média \pm desvio padrão da coluna C (0.4000 ± 0.1114)

Diferença entre as médias: 0.1733 ± 0.1349

Intervalo de confiança de 95%: -0.2013 a 0.5480

Coluna A Filtek C -

Coluna C Filtek C+ com Bisclover

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,2033

Médias são significativamente diferentes - **NÃO** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.1833 ± 0.03333)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.4000 ± 0.1114)

Diferença entre as médias: -0.2167 ± 0.1162

Intervalo de confiança de 95%: -0.7168 a 0.2835

Coluna A Filtek C -

Coluna C Filtek C+ com Bisclover

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,1358

Médias são significativamente diferentes - **NÃO** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.1833 ± 0.03333)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.4000 ± 0.1114)

Diferença entre as médias: -0.2167 ± 0.1162

Intervalo de confiança de 95%: -0.5393 a 0.1060

Material Grandio / VOCO:

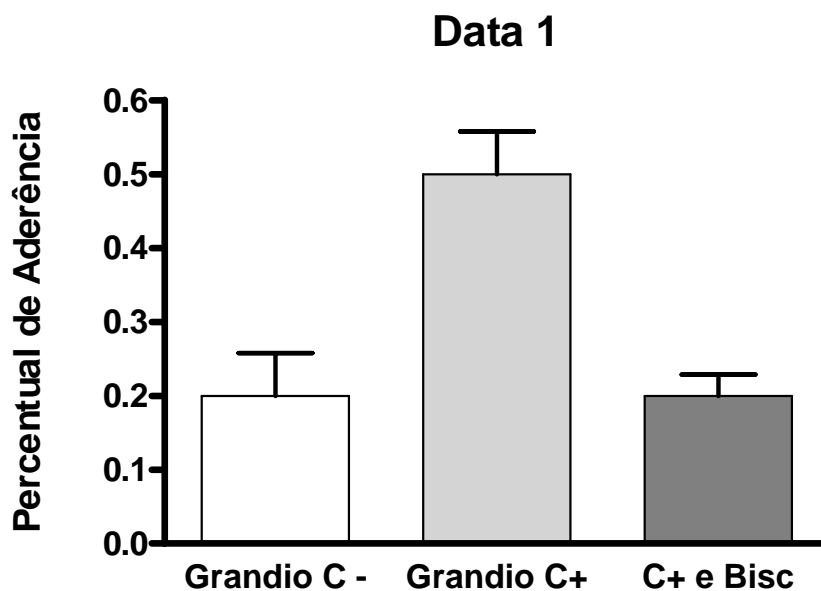


Gráfico 44 - percentuais de aderência de estreptococos do grupo mutans em biofilme formado sobre corpos de prova do material Grandio / VOCO, submetidos aos três diferentes tratamentos superficiais.

Comparação das médias obtidas:

A análise estatística das médias percentuais de estreptococos do grupo mutans da microbiota total cultivável foi realizada através da comparação entre os grupos.

Grandio / VOCCO

Coluna A Grandio C-

Coluna B Grandio C+

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,0213

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.2000 ± 0.05774)

Média ± desvio padrão da coluna B (0.5000 ± 0.05774)

Diferença entre as médias: -0.3000 ± 0.08165

Intervalo de confiança de 95%: -0.5267 a -0.07334

Coluna A Grandio C-

Coluna B Grandio C+

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,0213

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.2000 ± 0.05774)

Média ± desvio padrão da coluna B (0.5000 ± 0.05774)

Diferença entre as médias: -0.3000 ± 0.08165

Intervalo de confiança de 95%: -0.5267 a -0.07334

Coluna B Grandio C+

Coluna C Grandio C+ com Biscover

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,0433

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna B (0.5000 ± 0.05774)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.2000 ± 0.02887)

Diferença entre as médias: 0.3000 ± 0.06455

Intervalo de confiança de 95%: 0.1208 a 0.4792

Coluna B Grandio C+

Coluna C Grandio C+ com Biscover

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,0097

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna B (0.5000 ± 0.05774)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.2000 ± 0.02887)

Diferença entre as médias: 0.3000 ± 0.06455

Intervalo de confiança de 95%: 0.02224 a 0.5778

Coluna A Grandio C -

Coluna C Grandio C+ com Biscover

Teste t não pareado:

Valor de P = 1,0000

Médias são significativamente diferentes - **NÃO** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.2000 ± 0.05774)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.2000 ± 0.02887)

Diferença entre as médias: 0.0000 ± 0.06455

Intervalo de confiança de 95%: -0.1792 a 0.1792

Coluna A Grandio C -

Coluna C Grandio C+ com Biscover

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 1,0000

Médias são significativamente diferentes - **NÃO** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.2000 ± 0.05774)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.2000 ± 0.02887)

Diferença entre as médias: 0.0000 ± 0.06455

Intervalo de confiança de 95%: -0.2778 a 0.2778

Material Ionofil / VOCO:

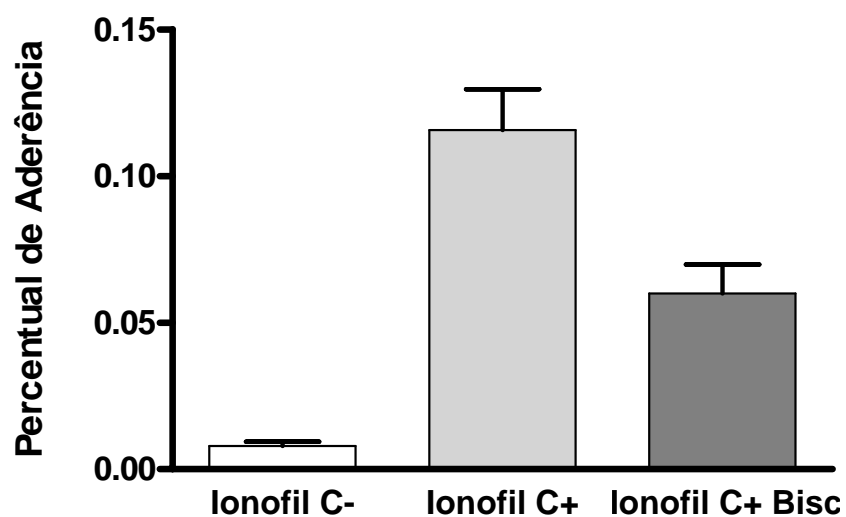


Gráfico 45 - percentuais de aderência de estreptococos do grupo mutans em biofilme formado sobre corpos de prova do material Ionofil / VOCO, submetidos aos três diferentes tratamentos superficiais.

Comparação das médias obtidas:

A análise estatística das médias percentuais de estreptococos do grupo mutans da microbiota total cultivável foi realizada através da comparação entre os grupos.

Ionofil / VOCO

Coluna A Ionofil C-

Coluna B Ionofil C+

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,0002

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.008000 ± 0.001414)

Média ± desvio padrão da coluna B (0.1158 ± 0.01377)

Diferença entre as médias: -0.1078 ± 0.01385

Intervalo de confiança de 95%: -0.1416 a -0.07387

Coluna A Ionofil C-

Coluna B Ionofil C+

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,0020

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.008000 ± 0.001414)

Média ± desvio padrão da coluna B (0.1158 ± 0.01377)

Diferença entre as médias: -0.1078 ± 0.01385

Intervalo de confiança de 95%: -0.1518 a -0.06369

Coluna B Ionofil C+

Coluna C Ionofil C+ com Biscover

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,0166

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna B (0.1158 ± 0.01377)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.0600 ± 0.009857)

Diferença entre as médias: 0.05575 ± 0.01694

Intervalo de confiança de 95%: 0.01430 to 0.09720

Coluna B Ionofil C+

Coluna C Ionofil C+ com Biscover

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,0217

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna B (0.1158 ± 0.01377)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.0600 ± 0.009857)

Diferença entre as médias: 0.05575 ± 0.01694

Intervalo de confiança de 95%: 0.01220 to 0.09930

Coluna A Ionofil C -

Coluna C Ionofil C+ com Biscover

Teste t não pareado:

Valor de P = 0,0020

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.008000 ± 0.001414)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.2000 ± 0.02887)

Diferença entre as médias: -0.0520 ± 0.009958

Intervalo de confiança de 95%: -0.07637 to -0.02763

Coluna A Ionofil C -

Coluna C Ionofil C+ com Biscover

Teste t não pareado com correção de Welch

Valor de P = 0,0137

Médias são significativamente diferentes - **SIM** (P < 0,05)

Valor de P bicaudal

Média ± desvio padrão da coluna A (0.008000 ± 0.001414)

Média ± desvio padrão da coluna C (0.2000 ± 0.02887)

Diferença entre as médias: -0.0520 ± 0.009958

Intervalo de confiança de 95%: -0.08369 to -0.02031

APÊNDICE G - Comparação das médias obtidas na análise microbiológica por tipo de tratamento superficial

Tabela 21 - Comparação do crescimento percentual de estreptococos do grupo mutans por tipos de tratamento superficial - controle negativo - Teste de Tukey

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
Filtec C- vs Grandio C -	-0,01667	0,4901	P > 0.05	-0.1707 to 0.1373
Filtec C- vs Ionofil C-	0,1760	5,176	P < 0.05	0.02199 to 0.3300
Filtec C- vs Vitremer C-	0,0900	2,647	P > 0.05	-0.06401 to 0.2440
Grandio C - vs Ionofil C-	0,1927	5,666	P < 0.05	0.03866 to 0.3467
Grandio C - vs Vitremer C-	0,1067	3,137	P > 0.05	-0.04734 to 0.2607
Ionofil C- vs Vitremer C-	-0,0860	2,529	P > 0.05	-0.2400 to 0.06801

Tabela 22 - Comparação do crescimento percentual de estreptococos do grupo mutans por tipos de tratamento superficial - controle positivo - Teste de Tukey

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
Filtec C+ vs Vitremer C+	0,4263	8,790	P < 0.01	0.2067 to 0.6460
Filtec C+ vs Grandio C+	0,07333	1,512	P > 0.05	-0.1463 to 0.2930
Filtec C+ vs Ionofil C+	0,4690	9,669	P < 0.001	0.2493 to 0.6887
Vitremer C+ vs Grandio C+	-0,3530	7,278	P < 0.01	-0.5727 to -0.1333
Vitremer C+ vs Ionofil C+	0,04267	0,8797	P > 0.05	-0.1770 to 0.2623
Grandio C+ vs Ionofil C+	0,3957	8,158	P < 0.01	0.1760 to 0.6153

Tabela 23 - Comparação do crescimento percentual de estreptococos do grupo mutans por tipos de tratamento superficial - aplicação de biscover - Teste de Tukey

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
Bisc Filtec vs Bisc Grandio	0,2000	3,413	P > 0.05	-0.06541 to 0.4654
Bisc Filtec vs Bisc Ionofil	0,3390	5,785	P < 0.05	0.07359 to 0.6044
Bisc Filtec vs Bisc Vitremer	0,3133	5,347	P < 0.05	0.04792 to 0.5787
Bisc Grandio vs Bisc Ionofil	0,1390	2,372	P > 0.05	-0.1264 to 0.4044
Bisc Grandio vs Bisc Vitremer	0,1133	1,934	P > 0.05	-0.1521 to 0.3787
Bisc Ionofil vs Bisc Vitremer	-0,02567	0,4380	P > 0.05	-0.2911 to 0.2397

APÊNDICE H - Termo de consentimento de uso voluntário da placa intra-oral**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Leia atentamente as informações contidas neste termo e assinie caso concorde com as condições deste.


- O presente projeto envolve o uso de uma placa oclusal individual com amostras de materiais restauradores que devem ser usados por 24 horas.
- Neste período ela deverá ser removida apenas nos momentos das refeições e da higiene bucal
- A higiene bucal deverá ser realizada com material a ser cedido pelo pesquisador (creme dental sem flúor, escova dental nova e água deionizada)
- O uso da placa não implica em nenhum risco para os voluntários. Apesar disto quaisquer danos ou dúvidas deverão ser resolvidos ou dirimidos pelo pesquisador responsável.

Declaro estar ciente e aceito as condições da pesquisa.

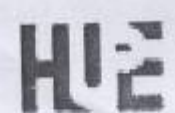
Rio, _____

Ass: _____

ANEXO - Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da UERJ



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



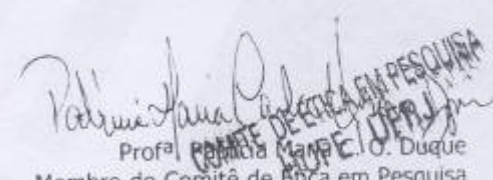
Rio de Janeiro, 03 de março de 2008

Do: Comitê de Ética em Pesquisa
 Prof^a. Patrícia Maria C. O. Duque
 Para: Prof. Cesar dos Reis Perez

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto, após avaliação, considerou o projeto (2007-CEP/HUPE) "EFICIÊNCIA DO POLIMENTO QUÍMICO: EFEITOS SOBRE RUGOSIDADE SUPERFICIAL E ADESÃO DE *STREPTOCOCCUS MUTANS IN VIVO*" aprovado, encontrando-se este dentro dos padrões éticos da pesquisa em seres humanos, conforme Resolução n.º196 sobre pesquisa envolvendo seres humanos de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde, bem como o consentimento livre e esclarecido.

O pesquisador deverá informar ao Comitê de Ética qualquer acontecimento ocorrido no decorrer da pesquisa.

O Comitê de Ética solicita a V. S^a., que ao término da pesquisa encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto.



Prof^a **PATRÍCIA MARIA C. O. DUQUE**
 Membro do Comitê de Ética em Pesquisa

CEP - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
 AV. VINTE E OITO DE SETEMBRO, 77 TÉRREO - VILA ISABEL - CEP 20551-030
 TEL: 21 2587-6353 – FAX: 21 2264-0853 - E-mail: cep-hupe@uerj.br

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)