

CARLOTA CRISTINA LEITE MENDONÇA  
Cirurgiã - Dentista

**“AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE PLACA BACTERIANA *in situ*  
SOBRE A SUPERFÍCIE DE DOIS MATERIAIS ESTÉTICOS  
INDIRETOS.”**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, área de concentração Dentística.

PIRACICABA  
2002

CARLOTA CRISTINA LEITE MENDONÇA  
Cirurgiã - Dentista

**“AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE PLACA BACTERIANA *in situ*  
SOBRE A SUPERFÍCIE DE DOIS MATERIAIS ESTÉTICOS  
INDIRETOS.”**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, área de concentração Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Luís Alexandre M. S. Paulillo  
Co-orientador: Prof. Dr. Jaime Aparecido Cury

PIRACICABA  
2002

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| UNIDADE    | BC                                  |
| Nº CHAMADA | F/UNICAMP                           |
|            | M523a                               |
| V          | EX                                  |
| TOMBO BC/  | 96627                               |
| PROC.      | 26/117104                           |
| C          | <input type="checkbox"/>            |
| D          | <input checked="" type="checkbox"/> |
| PREÇO      | 11,00                               |
| DATA       | 19/10/2004                          |
| Nº CPD     |                                     |

CM00193213-4

BIBID 308 792

### Ficha Catalográfica

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M523a | <p>Mendonça, Carlota Cristina Leite.<br/> Avaliação da formação de placa bacteriana <i>in situ</i> sobre a superfície de dois materiais estéticos indiretos. / Carlota Cristina Leite Mendonça. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2002.<br/> xx, 114p. : il.</p> <p>Orientadores : Prof. Dr. Luís Alexandre M. S. Paulillo; Prof. Dr. Jaime Aparecido Cury.<br/> Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>I. Dentística. 2. Porcelana. 3. Resinas compostas. 4. Biofilme. I. Paulillo, Luís Alexandre M. S. II. Cury, Jaime Aparecido. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.</p> |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 11 de Dezembro de 2002, considerou a candidata CARLOTA CRISTINA LEITE MENDONÇA aprovada.

1. Prof. Dr. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

2. Prof. Dr. ADALBERTO BASTOS DE VASCONCELLOS

3. Prof. Dr. HÉLIO RODRIGUES SAMPAIO FILHO

4. Prof. Dr. JOSE ROBERTO LOVADINO

5. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

*Dedico este trabalho ao meu pai, ELIR,  
que foi e sempre será a minha inspiração,  
pela maneira magnífica que se posicionou  
frente à vida.*

À minha mãe, MARLY,

por todas as palavras de incentivo e amor imenso,  
que, com certeza, foram essenciais para a realização deste sonho.

Ao meu irmão, ELIR,

pela sua sabedoria e serenidade, que tanto me ajudam a superar  
os obstáculos.

## **AGRADECIMENTOS**

*A DEUS,*

*pela presença viva em todos os momentos de minha vida.*

Ao orientador,

Prof. Dr. LUÍS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO, que acompanhou e participou ativamente de todo o desenvolvimento deste trabalho e, mais que orientador, tornou-se um amigo. Traços como perfeccionismo e clareza de caráter fazem parte de sua personalidade, características que tentarei levar para a minha vida docente. Obrigada por acreditar em mim.

Ao co-orientador,

Prof. Dr. JAIME APARECIDO CURY, exemplo de ética e sabedoria em pesquisa, meu sincero agradecimento e admiração.

A querida amiga ANDRÉA ASSAF, que durante agradáveis momentos de convivência demonstrou sua determinação, inteligência, espiritualidade e sensibilidade, influenciando diretamente meu crescimento profissional e pessoal.

**A** conclusão de um trabalho de tese depende de muita dedicação. Assim, sem a ajuda das pessoas que acompanharam todo o seu desenvolvimento, amparando e apoiando nos momentos difíceis, contribuindo direta ou indiretamente, com certeza, a concretização desse ideal não teria sido possível. Portanto, agradeço:

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp, nas pessoas do Diretor Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum e do Diretor Associado Prof. Dr. Frab Norberto Boscolo.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Altair Antoninha Del Bel Cury, coordenadora geral do curso de pós-graduação e à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, coordenadora do curso de pós-graduação em Clínica Odontológica.

À Faculdade de Odontologia de Nova Friburgo – FONF, nas pessoas do Diretor Prof. Roberto Erthal e coordenador de ensino Prof. Maurício Assumpção, pela compreensão nos momentos ausentes, além do incentivo e da colaboração direta.

À Universidade Salgado de Oliveira – UNIVERSO, na pessoa do Coordenador do Curso de Odontologia, Prof. José Mocarzel Filho, pelo apoio.

Ao Prof. Dr. Milton de Uzeda, responsável pelo laboratório de Microbiologia Oral e equipe, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, por pacientemente permitir o desenvolvimento da etapa experimental da tese, através da utilização de aparatos específicos.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cândida de Souza e à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Regina Maria Cavalcanti P. Domingues, responsáveis pelo laboratório de Biologia de Anaeróbios da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, por possibilitarem a realização da fase experimental do trabalho.

Ao Prof. Dr. Helio Rodrigues Sampaio Filho, que com sua influência e boa vontade viabilizou a confecção das micrografias no laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura da Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

Aos funcionários do laboratório de produção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, principalmente Neide e Eduardo, pela imensa ajuda prestada durante a fase de confecção dos corpos de prova.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos, do Departamento de Matemática e Estatística da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, pela indispensável contribuição para a realização da análise estatística.

Aos voluntários que participaram desta pesquisa: Abílio, Andréia Cristina, Antônio Carlos, Bruno, Daniel, Danielle, Flávio, Ícaro, Leonardo, Marcio, Marcus José e Ney, pela essencial colaboração na fase laboratorial.

Aos queridos professores das disciplinas de Dentística, da Universidade Salgado de Oliveira - UNIVERSO e Prótese Clínica Fixa, da Faculdade de Odontologia de Nova Friburgo - FONF, que, por dividirem seus conhecimentos, ajudaram no aprimoramento de minha vida profissional.

Aos meus familiares e amigos, especialmente Maria Dalca e Levi que, proporcionando momentos de descontração, foram imprescindíveis para a conclusão do trabalho.

À José Antônio que me incentivou com palavras de carinho e amor nos momentos finais da elaboração da tese.

E por último, e nem por isso menos importante, aos meus amigos de pós- graduação, em especial NARA, que com o intercâmbio de conhecimentos e demonstrações de amizade influenciaram positivamente minha formação pessoal e profissional.

## SUMÁRIO

| <b>CAPÍTULO</b>                                                   | <b>Página</b> |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>RESUMO</b>                                                     | <b>1</b>      |
| <b>ABSTRACT</b>                                                   | <b>3</b>      |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                                              | <b>5</b>      |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>                                   | <b>9</b>      |
| 2.1 Cerâmicas dentais e Resinas compostas indiretas               | <b>9</b>      |
| 2.2 Formação do biofilme dental e sacarose                        | <b>22</b>     |
| 2.3 Trabalhos <i>in situ</i> e quantificação de placa bacteriana  | <b>37</b>     |
| 2.4 Rugosidade superficial e biofilme dental                      | <b>41</b>     |
| <b>3. PROPOSIÇÃO</b>                                              | <b>57</b>     |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>                                      | <b>59</b>     |
| 4.1 Material                                                      | <b>59</b>     |
| 4.2 Métodos                                                       | <b>60</b>     |
| 4.2.1 Delineamento experimental                                   | <b>60</b>     |
| 4.2.2 Obtenção dos corpos de prova cerâmicos                      | <b>60</b>     |
| 4.2.3 Obtenção dos corpos de prova em resina<br>composta indireta | <b>61</b>     |
| 4.2.4 Rugosidade superficial                                      | <b>63</b>     |
| 4.2.5 Grupos experimentais                                        | <b>63</b>     |
| 4.2.6 Seleção e informação dos voluntários da<br>pesquisa         | <b>64</b>     |
| 4.2.7 Avaliação <i>in situ</i> do acúmulo de placa bacteriana     | <b>64</b>     |
| 4.3 Delineamento estatístico                                      | <b>69</b>     |
| <b>5. RESULTADOS</b>                                              | <b>71</b>     |
| <b>6. DISCUSSÃO</b>                                               | <b>75</b>     |
| <b>7. CONCLUSÃO</b>                                               | <b>83</b>     |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                 | <b>85</b>     |
| <b>OBRAS CONSULTADAS</b>                                          | <b>93</b>     |
| <b>ANEXOS</b>                                                     | <b>95</b>     |

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a deposição superficial de placa bacteriana *in situ* sobre dois materiais estéticos indiretos, apresentando 2 texturas superficiais - lisa e rugosa - na presença ou não de sacarose. Assim, foram testadas a cerâmica Duceram LFC e a resina composta laboratorial Solidex. Para a avaliação do acúmulo de placa bacteriana foram selecionados 12 voluntários, para os quais foram confeccionados dispositivos palatinos em acrílico, onde foram fixados 4 corpos de prova correspondentes aos grupos experimentais: (1) Cerâmica lisa (*glaze*); (2) Cerâmica rugosa (desgaste com ponta diamantada); (3) Resina composta indireta lisa (polimerizada em contato com a tira matriz) e (4) Resina composta rugosa (desgaste com ponta diamantada). Os voluntários utilizaram a placa palatina 3 dias por semana, durante 8 semanas, divididas em 2 fases distintas: com sacarose e sem sacarose, 4 semanas para cada fase. Em uma etapa, metade dos voluntários realizou imersões do aparelho em sacarose a 20%, 8 vezes ao dia e a outra metade realizou as imersões em água. Na 2ª etapa, esta situação foi invertida. No 4º dia, a placa formada sobre cada corpo de prova foi extraída em NaOH 1,0M e quantificada em espectrofotômetro. Os resultados obtidos apresentaram efeito estatístico significativo para os fatores material e superfície, e não significativo para o fator sacarose. Entre os materiais estudados, a cerâmica com superfície lisa, grupo (1) apresentou as menores médias em relação ao acúmulo de placa dental, sem diferença estatística para o grupo (2). As maiores médias foram obtidas pelo grupo (4), que apresentou diferença estatística significativa em relação aos demais grupos experimentais.

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate *in situ* the plaque retention on indirect aesthetic restorative materials presenting rough or smooth surfaces, after sucrose exposing or not. Duceram LFC ceramic and Indirect composite resin Solidex were tested. Twelve subjects were requested and asked to wear palatal appliances containing four samples corresponding to the four experimental groups: (1) Ceramic (glaze); (2) Rough ceramic (finishing with diamond bur); (3) Indirect composite resin (polymerized in contact with Mylar Strips) and (4) Rough indirect composite resin (finishing with diamond bur). The experimental period was three days per week, divided into two distinct phases, during eight weeks: with or without sucrose exposing. Each phase corresponds to four weeks. Either the appliances were immersed eight times a day into 20% sucrose solution, to induce plaque formation or into water. The quantity of dental plaque formed on samples was extracted with Sodium Hydroxide solution 1,0 M and analysed by spectrophotometer. The results presented statistical main variances for the factors material and surface, and no significance for the factor sucrose. Among the studied samples, the ceramic blocks with smooth surface, group (1) showed the smallest mean considering plaque retention, no statistical difference was observed to group (2). In the other side, Group (4) presented larger amounts of dental plaque accumulation differing statistically from the other groups.

A excessiva valorização da técnica vem sendo gradativamente substituída por conceitos mais abrangentes, que determinam tratamentos estratégicos em relação à etiologia da doença cárie, buscando, através da informação e instrução dos pacientes, a manutenção do estado de saúde bucal. Conduza, esta, que se torna imperativa, após a realização de procedimentos restauradores (THYLSTRUP & FEJERSKOV, 1995).

Dessa maneira, processos de formação de placa bacteriana sobre materiais restauradores têm representado assunto de grande interesse por parte de pesquisadores - principalmente por sua relação direta no desenvolvimento da cárie dental e das doenças periodontais - bem como pela possibilidade de intervenções profiláticas, que interferem na adesão bacteriana (JENSEN *et al.*, 1990; ADAMCZYK & SPIECHOWICZ, 1990; SCHEIE, 1994; HANNING, 1999; NASSAR *et al.*, 2000; KAWAI & URANO, 2001; STEINBERG & EYAL, 2002).

Estudos *in situ* têm sido desenvolvidos com a utilização de solução de sacarose, seja com o gotejamento em amostras posicionadas em dispositivos intraorais, seja com a imersão destes nas soluções, com o objetivo de acelerar o processo de formação do biofilme dental (ZERO, 1995; LEITE Jr., 2001; MENDONÇA, 1999; CURY *et al.*, 2001). A sacarose é considerada o carboidrato de maior potencial cariogênico, principal fonte de energia da microbiota da placa dental (ROLLA *et al.*, 1985; ROLLA, 1989; THYLSTRUP & FEJERSKOV, 1995; CURY *et al.*, 2001). Porém, a retenção de placa bacteriana não depende apenas

da ingestão de sacarose. Outros fatores podem estar relacionados, tais como a composição e a textura superficial de materiais restauradores (DE WET, 1980; HAHN *et al.*, 1993; QUIRYNEN & BOLLEN, 1995; STEINBERG & EYAL, 2002).

A associação entre a textura superficial e o acúmulo de placa bacteriana representa um tema de freqüente discussão na literatura (DE WET, 1980; QUIRYNEN & BOLLEN, 1995; BOLLEN *et al.*, 1996; CASTELLANI *et al.*, 1996; YAMAMOTO *et al.*, 1996; BOLLEN *et al.*, 1997; RIMONDINI *et al.*, 1997; MENDONÇA, 1999; KAWAI *et al.*, 2000; LEITE Jr., 2001). A adesão bacteriana em superfícies sólidas na cavidade bucal é diretamente influenciada pelo grau de rugosidade superficial (BOLLEN, 1996). Superfícies que apresentam baixos valores de rugosidade, parâmetro Ra de leitura, dificultam a maturação de bactérias, diminuindo o acúmulo de placa bacteriana e, portanto, a possibilidade de instalação de doença periodontal e cárie (QUIRYNEN & BOLLEN, 1995).

Por outro lado, em situações clínicas de grandes destruições coronárias há necessidade de se recuperar a estética e a função. Entre os materiais estéticos indiretos, destacam-se as cerâmicas dentais e as resinas compostas laboratoriais.

Desde sua primeira utilização em 1774 (JONES, 1985), as cerâmicas dentais vêm desempenhando um papel fundamental na Odontologia Restauradora devido a sua biocompatibilidade (CAPUTO, 1980; FRIEDL *et al.*, 1996; SCHUSTER *et al.*, 1996; BOLLEN *et al.*, 1997; GARONE NETTO & BURGER, 1998) e capacidade de reproduzir com fidelidade as nuances de cor e translucidez do esmalte dental (ANUSAVICE, 1993). Outro aspecto importante em

relação às propriedades das cerâmicas odontológicas é a sua capacidade de minimizar o acúmulo de biofilme dental (CHAN & WEBER, 1986; ADAMCZYK & SPIECHOWICS, 1990; JENSEN, 1990; KORKOUTA *et al*, 1994; MENDONÇA, 1999; SJÖGREN *et al.*, 1999). Essa característica de baixo acúmulo superficial de placa bacteriana foi demonstrada por MENDONÇA, 1999, comprovando que, para a cerâmica DUCERAM LFC (Low Fusing Ceramic), a textura superficial, após os procedimentos de acabamento e polimento, não influencia na quantificação do biofilme dental. Essa propriedade deve ser considerada no momento da eleição do material restaurador, por apresentar uma grande vantagem clínica.

Outra alternativa viável para restaurações indiretas estéticas é o uso de resinas compostas que, desde a sua introdução por Bowen, em 1962, sofreram modificações no tamanho e tipo de partículas, chegando ao desenvolvimento das resinas compostas indiretas na década de 80 (LEINFELDER, 1997). As desvantagens da contração de polimerização e do acentuado desgaste oclusal relacionadas à técnica direta foram minimizadas, e ainda, as resinas compostas laboratoriais propiciam adequada adaptação marginal, estabelecimento de corretos contatos proximais e anatomia oclusal, favorecendo, assim, procedimentos indiretos (TOUATI & AIDAN, 1997; KOCZARSKI, 1998; DUKE, 1999; RITTER & BARATIERI, 1999 ).

Comportamentos distintos quanto ao acúmulo de placa bacteriana apresentados por diferentes materiais restauradores demonstram que não só as características de textura superficial influenciam na adesão de bactérias. Segundo HAHN *et al.*, 1993, o acúmulo de biofilme dental em superfícies intraorais

depende de uma complexa interação físico-química entre o elemento dental, materiais restauradores, saliva e fluidos gengivais, pois sua microestrutura tem efeito fundamental na formação da placa bacteriana.

Portanto, frente à crescente demanda por procedimentos estéticos e a utilização de restaurações indiretas tanto em cerâmica, como em resinas compostas indiretas, há necessidade de se avaliar como estes materiais se comportam em relação ao acúmulo de placa bacteriana. É relevante ressaltar que a preocupação com a manutenção da saúde deve ser considerada, enfatizando a importância do fator biológico frente ao procedimento restaurador, que visa não só à estética e à função mas, principalmente, ao total restabelecimento da saúde bucal.

## **2.1 Cerâmicas dentais e resinas compostas indiretas**

O propósito de Mc LEAN & HUGHES (1965) foi desenvolver um material cerâmico com melhores propriedades mecânicas, capaz de substituir metais utilizados no reforço de porcelanas dentais disponíveis na época. Os resultados de testes mecânicos e clínicos mostraram que, cristais de alumina ( $Al_2O_3$ ), utilizados para esta finalidade, foram capazes de duplicar a resistência flexural em relação às porcelanas convencionais. As coroas de jaqueta e próteses parciais fixas feitas com porcelana alumínica apresentaram aumento considerável em suas propriedades mecânicas, além de se mostrarem similares às convencionais no aspecto clínico.

**E**m 1985, JONES relatou o desenvolvimento das cerâmicas dentais. Entre os fatos históricos, destaca-se a primeira utilização da cerâmica na Odontologia, em 1774, por Duchateau, um farmacêutico francês, que durante a manipulação de substâncias químicas em recipientes cerâmicos notou a ausência de pigmentações ou abrasividade. Na ocasião, os dentes artificiais utilizados em próteses totais eram de marfim, e apresentavam elevada porosidade, portanto, alto índice de manchas e odor. Devido a isto, surgiu a possibilidade de se produzir dentes com materiais cerâmicos. Outro fato histórico importante mencionado pelo autor foi a utilização pela primeira vez, em 1886, de

restaurações em cerâmica pura do tipo *inlay* e de coroas de jaqueta. Também destacou que, com o objetivo de melhorar a característica frável das cerâmicas dentais, em 1965, Mc Lean e Hughes introduziram as porcelanas alumínicas, que apresentaram um aumento de cerca de 80% na resistência flexural. A evolução da cerâmica, somada ao desenvolvimento dos preparos cavitários, a utilização de turbinas de alta rotação e o surgimento de materiais e técnicas de impressão de maior fidelidade, contribuiu para a utilização cada vez mais ampla das cerâmicas dentais na Odontologia restauradora. Na década de 80, surgiram as cerâmicas de baixa fusão, cerâmicas de vidro fundido e a possibilidade de se confeccionar casquetes cerâmicos melhorando a estética de coroas totais anteriores. Todos estes fatos, segundo o autor, demonstram um desenvolvimento contínuo e crescente desses materiais.

**NATHANSON** (1989) justificou o sucesso da utilização de restaurações do tipo *onlay/inlay* de cerâmica pura, a capacidade de condicionamento desses materiais e a adesão aos tecidos dentais remanescentes em função da utilização de agentes cimentantes resinosos. Relatou que, embora estas restaurações estejam sendo amplamente utilizadas devido a seu caráter conservativo e estético, estudos longitudinais ainda são necessários para avaliar-se de maneira mais eficaz o sucesso clínico dessas restaurações.

**E**m uma revisão de literatura, BANKS (1990) enfatizou a utilização de restaurações do tipo *onlay/inlay* de cerâmica em dentes posteriores, e justificou a não utilização destas restaurações em ampla escala, logo que surgiram, devido a friabilidade acentuada destes materiais, altos índices de infiltração marginal, falhas de cimentação e adaptação marginal precária, visto que as primeiras restaurações de porcelana pura eram cimentadas com fosfato de zinco. Relatou que, o condicionamento da superfície interna da restauração cerâmica e do elemento dental, assim como o surgimento de agentes cimentantes resinosos são os responsáveis por solucionar problemas de retenção, infiltração marginal e resistência aos esforços mastigatórios, apresentando uma união estável entre a restauração e a estrutura dental remanescente.

**A** relação existente entre o acúmulo de placa bacteriana na margem gengival de coroas protéticas, o desenvolvimento de lesões cáries recorrentes e a gengivite é um fato clinicamente detectável. O estudo desenvolvido por JENSEN (1990) consistiu na utilização de 77 voluntários, cujo plano de tratamento indicava coroas totais posteriores. Os indivíduos selecionados apresentavam-se bons controladores de placa dental e livres de doença periodontal ou cárie. Foi cimentada uma coroa total cerâmica (Dicor) em cada um dos participantes da pesquisa e o elemento contralateral de cada paciente foi utilizado como controle. Foram avaliados: o índice de placa bacteriana (IP), o índice de sangramento (IS) e o índice gengival (IG), após 1, 3, 6, 12, 24, e 48 meses. Os exames consistiram

na observação da presença ou ausência de sinais clínicos de inflamação gengival, sangramento após leve sondagem e acúmulo de placa dental visível em 6 localizações diferentes dos elementos restaurados e de controle. Os índices de placa bacteriana encontrados nos elementos controles permaneceram relativamente constantes por todo o período de observação (média = 0,60), contrastando com os resultados relacionados aos dentes restaurados, que apresentaram uma diminuição no índice de placa bacteriana (média variando entre 0.11 e 0.24). Houve diferença estatística em relação ao (IP) entre os elementos restaurados e os contralaterais em todos os intervalos estudados, exceto no intervalo de 48 meses. O (IS) apresentou diferença estatística para os períodos de 3, 6 e 12 meses, mantendo-se estável. O (IG) só demonstrou diferença estatística no período de 3 meses ( $\alpha < 0.05$ ). Os resultados do experimento salientaram a resistência apresentada pelas cerâmicas vítreas em relação ao acúmulo de biofilme dental. A justificativa para tais resultados não está clara, segundo os autores, mas levantou-se a hipótese de que as cerâmicas apresentam baixa energia superficial, o que causa uma alteração na adsorção bacteriana, além de diferirem em sua composição em relação às cerâmicas feldspáticas.

**QUALTROUGH** *et al.* (1990), através de uma revisão de literatura, descreveram a história de restaurações cerâmicas em dentes posteriores reconhecidas por mais de um século, introduzidas mesmo antes da primeira

utilização do amálgama dental em 1895. Os autores ressaltaram a privilegiada performance estética dessas restaurações, assim como a biocompatibilidade, e concluíram que a procura de um material restaurador ideal é contínua, porém o evidente desenvolvimento de restaurações cerâmicas vem demonstrando real interesse por parte de clínicos e técnicos de laboratório.

**NASEDKIN** (1995) ressaltou o crescente desenvolvimento das restaurações cerâmicas, devido ao grande interesse estético e questionamentos relacionados ao mercúrio contido no amálgama dental. A utilização de técnicas adesivas para a cimentação de porcelanas condicionadas, segundo o autor, proporcionou um aumento considerável na utilização de restaurações do tipo onlay/inlay de cerâmica, assim como o surgimento de novos materiais, onde destacou a cerâmica DUCERAM LFC, definida como um vidro hidrotérmico de baixa fusão, contendo substrato cerâmico.

**OBERWESER et al.** (1995) relataram que a porcelana DUCERAM LFC foi introduzida em 1989, e foi definida como uma nova categoria de material restaurador - *hydrothermal dental glass* - vidro dental hidrotérmico, composta por uma única fase vítrea de baixo ponto de fusão. Os autores avaliaram clinicamente 102 restaurações do tipo *veneers* cerâmicas realizadas com DUCERAM LFC por um período de 3 anos, e observaram uma excelente performance clínica, com

mínimo acúmulo de placa bacteriana, devido a sua particular característica de textura superficial homogênea.

**A**NUSAVICE (1996) descreveu em seu livro uma perspectiva histórica sobre cerâmicas dentais e a terminologia utilizada, definindo cerâmica como uma combinação entre elementos metálicos e não metálicos, e cerâmica dental como uma composição de metais - alumínio, cálcio, lítium, magnésio, potássio, sódio, estanho, titânio e zircônio -, e não metais – sílica, bário, flúor e oxigênio, que podem ser utilizados como um único componente estrutural, como nas restaurações do tipo *onlay/inlay*, ou como uma camada dentre várias outras nas restaurações metalo-cerâmicas. Segundo o autor, todas as porcelanas e vitro-cerâmicas são cerâmicas, porém, a recíproca não é verdadeira.

**O** objetivo do estudo desenvolvido por FRIEDL *et al.* (1996) foi avaliar clinicamente restaurações do tipo *onlay/inlay* de cerâmicas feldspáticas, analisando a adaptação marginal dessas restaurações. Foram confeccionadas 50 restaurações, em cavidades classe II, com margens localizadas em esmalte. Um agente de fixação resinoso dual de baixa viscosidade foi utilizado para a cimentação das peças. As restaurações foram avaliadas clinicamente após 2 dias, 1 ano e 2 anos, e as margens analisadas através de MEV – microscopia eletrônica de varredura - utilizando um sistema de imagem. Foi observada boa performance clínica após 2 anos, com ausência de cárie secundária, mudança de

cor ou descoloração marginal. Os autores concluíram que o tempo e a interface remanescente dental/restauração influenciaram na formação de *gaps*, no entanto, estes só foram observados através de MEV, ressaltando a importância da utilização deste método em estudos clínicos para a avaliação de restaurações cerâmicas e agentes de fixação resinosos.

**GARBER & GOLDSTEIN** (1996) relataram o desenvolvimento de resinas compostas e cerâmicas dentais utilizadas em dentes posteriores. Através de uma perspectiva histórica, observaram que a utilização desses materiais em restaurações intracoronárias é longínqua, porém, não apresentava sucesso clínico em virtude da falta de um meio efetivo de cimentação. Segundo os autores, a habilidade de se condicionar a porcelana com ácido fluorídrico, associada ao efeito de adesão da resina composta ao esmalte e dentina possibilitaram que restaurações em cerâmica e resina composta laboratorial fossem consideradas opções definitivas.

**KELLY et al.** (1996) apresentaram um levantamento histórico sobre cerâmicas dentais e discutiram sobre as perspectivas de sua utilização clínica baseados em estudos referentes ao desenvolvimento de tais materiais. Os autores definiram a porcelana feldspática, também conhecida como porcelana convencional, como uma estrutura vítrea composta basicamente de três minerais: o caulim - silicato de alumínio hidratado, que atua como um aglutinante,

melhorando a modelagem da porcelana ainda não queimada; o feldspato – mistura de potássio/silicato de alumínio e sódio/silicato de alumínio sendo o componente de menor ponto de fusão, e o quartzo – forma cristalina da sílica, a base das porcelanas. Os sistemas mais atuais de porcelanas feldspáticas são reforçados com óxidos de alumínio, leucita ou fibras de vidro para torná-las mais resistentes à propagação de trincas. Outro tipo de porcelana descrito pelos autores é a aluminizada, constituindo-se de uma porcelana feldspática, apresentada na forma de pó, ao qual se incorpora um alto teor de óxido de alumínio (40 a 50% de alumina), e as porcelanas aluminizadas infiltradas de vidro, contendo altíssimo teor de óxido de alumínio (até 97%). Também foram abordados tópicos como: desgaste de dentes antagonistas, ressaltando a relação entre tamanho e forma de partículas abrasivas, elementos microestruturais da cerâmica, dureza e resistência à fratura; acabamento e polimento; influência do tempo de cocção na expansão térmica de restaurações metalo-cerâmicas; adaptação marginal; falhas de coroas totais de porcelanas puras; reparos intraorais; e critérios de seleção dos diversos sistemas cerâmicos apresentados. Os autores concluíram que a literatura apresenta grande embasamento científico para o entendimento e utilização de restaurações cerâmicas.

**DIETSCHI & SPREAFICO**, em 1997, publicaram um livro que abordou conceitos para o tratamento estético de dentes posteriores. Os autores fizeram uma análise comparativa entre restaurações cerâmicas e de resinas compostas

indiretas nos seguintes parâmetros: conveniência dos procedimentos clínicos, praticidade dos procedimentos laboratoriais, potencialidade de reparo, viabilidade de correções intraorais, longevidade, possibilidade de polimento após desgaste oclusal, resistência ao desgaste do material restaurador e dentes antagonistas, módulo de elasticidade, friabilidade, coeficiente de expansão térmica, eficiência dos procedimentos de adesão, estabilidade química, biocompatibilidade e custo. Os autores concluíram que as restaurações estéticas, em dentes posteriores, representam alternativas viáveis, pois, além de restabelecerem a função, permitem a confecção de preparos que preservam a estrutura dental remanescente.

**E**studos têm sido realizados com o objetivo de desenvolver polímeros que possam substituir materiais cerâmicos utilizados nas restaurações de superfícies oclusais, segundo LEINFELDER (1997). Na maioria dos casos, as resinas compostas exibem resistência insuficiente ao desgaste, enquanto as cerâmicas apresentam abrasão excessiva em dentes antagonistas. Clinicamente, resultados positivos têm sido observados no desempenho de restaurações em resina composta laboratorial em dentes posteriores, discutidos através de revisão de literatura pelo autor.

**S**CHUSTER *et al.* (1997), numa revisão de literatura, abordaram o tema da biocompatibilidade de materiais utilizados em restaurações posteriores.

Os autores afirmaram que efeitos adversos relacionados à biocompatibilidade dos materiais são dependentes da composição dos mesmos, associados a possíveis liberações de substâncias. Parâmetros relacionados às cerâmicas demonstraram alto potencial de biocompatibilidade. Foram consideradas inertes quimicamente, com baixo coeficiente de condutibilidade térmica, além de serem resistentes à retenção bacteriana, pelas características apresentadas quanto à lisura superficial.

**N**ovos conceitos de tratamentos restauradores em dentística surgiram a partir do desenvolvimento de biomateriais. TOUATI & AIDAN (1997) discutiram, através de revisão de literatura, avanços ocorridos em relação às resinas compostas utilizadas em restaurações indiretas, denominando esta categoria de materiais como segunda geração de resinas laboratoriais. Os autores atribuíram à incorporação de uma maior quantidade de partículas inorgânicas na composição do material, a melhora em suas propriedades físicas e mecânicas. Outros aspectos também foram abordados, tais como grau de conversão do material, técnica restauradora e procedimentos de cimentação.

**E**m seu livro, GARONE NETTO & BURGER (1998) descreveram os diversos tipos de porcelanas dentais, assim como todo o processo de queima, infiltração de vidro, prensagem e fresagem, de acordo com cada tipo de porcelana selecionada para a confecção de restaurações do tipo *onlay/inlay*.

**KOCZARSKI** (1998), em uma revisão de literatura, relatou aspectos relacionados à tecnologia aplicada na utilização de resinas compostas indiretas indicadas para restaurações do tipo *onlay/inlay*, coroas totais, próteses parciais fixas e restaurações diretas; ressaltou a necessidade do material exibir propriedades físicas adequadas, além de permitir uma técnica de confecção facilitada e possibilitar reparos. O autor descreveu um breve histórico, enumerou indicações e contra-indicações, passos relacionados ao preparo do elemento dental, técnica de cimentação e procedimentos de acabamento e polimento. As resinas compostas indiretas combinam os atributos positivos das primeiras gerações de compósitos indiretos, das cerâmicas feldspáticas e das restaurações metálicas fundidas, concluiu o autor.

**Avanços** contínuos na utilização de agentes de fixação resinosos permitiram a confecção de preparos conservativos e a utilização de restaurações estéticas indiretas em dentes posteriores, relatou **SHANNON** (1998), através de uma revisão de literatura. O autor direcionou a revisão para o esclarecimento de técnicas clinicamente aceitas na utilização de resinas compostas indiretas e cerâmicas baseado em resultados consistentes quanto à longevidade clínica funcional. Enfatizou a tendência, cada vez maior, da demanda por restaurações estéticas e o receio, por parte dos clínicos, relacionado a resultados adversos, advindos da utilização das mesmas, tais como: lesões de cárie recorrentes, sensibilidade pós-operatória, degradação marginal, falha nos contatos proximais

ou contração de polimerização acentuada. Segundo o autor, tais efeitos são contornados a partir de um diagnóstico preciso e de uma correta seleção do caso, associados ao domínio de conhecimentos técnicos apropriados.

**DUKE** (1999) publicou uma revisão de literatura sobre o material que denominou ser uma nova classe de resinas compostas indiretas, os cerômeros. A diversidade de materiais estéticos diretos e indiretos tem aumentado graças a avanços tecnológicos e ao interesse de profissionais e pacientes. Os cerômeros foram classificados como compósitos reforçados por partículas cerâmicas, embora alguns fabricantes utilizem fibras de variadas composições. Quando comparados às resinas compostas convencionais, apresentaram-se mais viscosos e com um aumento no número de partículas. Ensaio mecânicos revelaram propriedades físicas equivalentes às resinas compostas convencionais. O autor concluiu afirmando que as resinas compostas indiretas devem ser utilizadas como uma alternativa estética viável nas substituições de restaurações metálicas fundidas.

**RITTER & BARATIERI** (1999) enfatizaram em seu estudo o aumento crescente na utilização de sistemas cerâmicos em dentes posteriores. Relataram ser as restaurações cerâmicas, quando bem indicadas e confeccionadas, alternativas viáveis para dentes posteriores. O objetivo do estudo foi apresentar, através de revisão de literatura, informações atualizadas em relação à indicação,

a técnica restauradora e a longevidade de restaurações *onlay/inlay* cerâmicas. Essas informações foram baseadas em 15 anos de controle clínico nessa categoria de restaurações indiretas.

**E**m 1999, SJÖGREN *et al.* propuseram um estudo para avaliar clinicamente a qualidade de coroas totais em cerâmica vítrea através do exame de pacientes regularmente atendidos na clínica do serviço nacional de saúde bucal da Suécia. Quarenta e seis voluntários participaram do estudo retrospectivo, e noventa e oito restaurações cerâmicas cimentadas no período de 1987 a 1997 foram avaliadas, seguindo critérios sugeridos pela Associação Dental da Califórnia. Os resultados demonstraram que 82% das 98 coroas protéticas estavam satisfatórias. Em relação à integridade marginal, 51% foram consideradas excelentes. Quatorze restaurações apresentaram fraturas e um elemento tratado endodônticamente foi extraído com fratura radicular. Cinquenta e cinco por cento dos elementos examinados apresentaram ótimos resultados relacionados à estabilidade de cor. O aspecto mais comum na análise foi uma discreta rugosidade superficial encontrada em 64% das amostras. Em relação aos grupos controles (elementos que permaneciam hígidos), não houve diferença estatística significativa nos parâmetros acúmulo de placa bacteriana e sangramento por sondagem ( $\alpha= 0.05$ ).

**TOUATI et al.** (2000) relataram em seu livro o constante avanço no desenvolvimento de materiais e, em particular, o conhecimento de princípios básicos em cerâmica adesiva, reforço e transmissão de luminosidade, que contribuíram na evolução da Odontologia estética. Quatro princípios fundamentaram a Odontologia a partir da década de 80: biocompatibilidade dos materiais, redução de danos aos tecidos circunvizinhos, longevidade e considerações estéticas. O livro aborda não só tais princípios, como procedimentos clínicos, indicações e limitações, relacionados às técnicas restauradoras com a utilização de cerâmicas dentais.

## **2.2 Formação do biofilme dental e sacarose**

**CARLSSON & SUNDSTROM** (1968) desenvolveram um estudo que objetivou comparar *in vivo* a formação de placa bacteriana sobre superfícies dentais, na presença de sacarose e glicose. Foram selecionados 7 voluntários que se submeteram ao experimento em 2 fases de 3 dias de duração cada. A dieta permitida no período apresentou-se pobre em sacarose e cereais e, durante o dia, a cada 30 minutos os voluntários foram instruídos a realizar bochechos com solução de sacarose 25%(10 ml) por 3 minutos, e glicose, em fases distintas. No início do experimento foi realizada uma profilaxia com pedra-pomes em taça de borracha, até que as superfícies dentais se encontrassem livres de depósitos bacterianos, com a utilização de evidenciadores de placa à base de eritrosina. Os

indivíduos foram instruídos a não escovarem os dentes durante o experimento e alimentar-se de modo a evitar a fricção dos alimentos nas faces vestibulares dos elementos dentais. A placa bacteriana foi colhida no 4º dia e quantificada através de peso úmido. Os resultados demonstraram que uma maior quantidade de placa dental foi colhida quando realizados bochechos com sacarose, porém, a densidade de microorganismos viáveis foi maior com a presença de glicose, não apresentando diferença estatística. Por outro lado, a quantidade de carboidratos foi 5 vezes maior na presença de sacarose. O presente estudo atesta ser uma maior quantidade de matriz extracelular (aproximadamente 60%) composta de polissacarídeos, produzidos através da presença de sacarose, o responsável pelo aumento do peso da placa dental, comprovando sua cariogenicidade. O fator indivíduo também foi observado neste experimento, pois a diferença na quantidade de placa dental entre os voluntários utilizando a mesma substância para bochecho foi significativa, provavelmente justificada pela diferença na microbiota e nutrientes da saliva.

**LAZZARI** (1976) descreveu diversos aspectos relacionados à película adquirida, placa bacteriana e cálculo dental. Definiu placa bacteriana como um biofilme orgânico, composto de bactérias e seus produtos, além de constituintes derivados da saliva e do fluido gengival, representando um sistema ecológico complexo e dinâmico. Relatou serem as bactérias as principais constituintes desse biofilme, afirmando que sua quantificação está sujeita a variações, de

acordo com a dieta do indivíduo, influenciando no volume da matriz extracelular, pois a placa dental formada na presença de sacarose pode conter 30% a mais de polissacarídeos extracelulares.

**JENKINS** (1978) definiu placa bacteriana como depósitos formados no esmalte dental não submetidos à higiene, que têm importância clínica na formação de lesões cariosas e inflamações gengivais. Em seu livro, o autor fez uma abordagem geral sobre as diversas etapas na formação da placa dental, como também sua composição, estrutura química e histológica, matriz, colonização bacteriana, propriedades, síntese de polissacarídeos e cálculo dental.

**O**s resultados apresentados pelo estudo desenvolvido por **ROLLA et al.** (1985) confirmaram o conceito de que a enzima bacteriana glicosiltransferase representa um papel crucial na formação de placa bacteriana na presença de sacarose. É claro o potencial cariogênico da sacarose, principalmente associado à alta energia liberada na hidrólise utilizada pelas bactérias na síntese de glucanos insolúveis. A função da molécula livre de glicosiltransferase é intermediar as ligações de correntes de glucanos e as superfícies sólidas do meio, possibilitando a aderência de bactérias. Tais interações geram fontes de ligações dependentes de sacarose, que podem explicar a adesividade de *Streptococcus mutans* durante a fase de produção de glucanos. Não é a síntese de glucanos, propriamente dita, que parece ser essencial no processo de aderência bacteriana

e sim, a produção e liberação de glicosiltransferase intermediando tais ligações. Tal molécula apresenta grande quantidade de resíduos – cadeias hidrófobas e negativas, o que justifica o seu alto potencial de ligação com superfícies sólidas.

**CHAN & WEBER (1986)** destacaram o fator estético das restaurações de cerâmica pura utilizadas para dentes anteriores e posteriores, evitando, portanto, o comprometimento estético das restaurações metalo-cerâmicas. Os autores desenvolveram um estudo clínico comparativo, envolvendo restaurações indiretas, com o objetivo de determinar o índice de retenção de placa bacteriana em dentes restaurados com 4 materiais diferentes. Neste estudo, os dentes foram restaurados com coroas em porcelana pura (Cerestore – Johnson and Johnson Co., East Windsor, N.J.), coroas metalo-cerâmicas, coroas metálicas e coroas *veneers* com a faceta estética em resina acrílica, e como controle foram utilizados dentes hígidos. As margens das restaurações foram avaliadas com a ponta de uma sonda exploradora e classificadas em categorias: (1) transição suave entre o dente e a restauração; (2) discreta irregularidade marginal, sem retenção da sonda exploradora; (3) desadaptação marginal grosseira, com retenção da sonda exploradora. O índice de placa dental era conseguido através da média dos resultados de 4 faces do dente avaliado. Através dos resultados obtidos, os autores concluíram que restaurações de cerâmica pura são facilmente higienizadas e exibem mínima retenção de placa bacteriana, seguidas das restaurações metalo-cerâmicas, metálicas e *veneers*. Portanto, materiais

cerâmicos acumulam pouca quantidade de placa bacteriana, quando comparados a outros materiais, ressaltando que a estética não deve ser o único fator a ser avaliado para a indicação de restaurações de cerâmica pura em dentes posteriores, pois o sucesso, a longo prazo, não depende somente da estética e sim, de fatores periodontais e de higiene bucal.

**ROLLA** (1989) objetivou, através da revisão de literatura, discutir o potencial cariogênico da sacarose e sua importância nos processos de adesividade do biofilme dental e colonização de *Streptococcus mutans in vivo*. Considera-se que uma grande parte do biofilme dental formado na presença de sacarose é composta de polissacarídeos extracelulares, produzidos por *Streptococcus mutans* através da interferência da glicosiltransferase presente na parede celular e saliva. Esta molécula é capaz de se adsorver a variadas superfícies sólidas e, na exposição à sacarose, forma cadeias de glucanos com fortes ligações do tipo  $\alpha$  1-3, atuando diretamente nos mecanismos de adesão microrganismo/hospedeiro e microrganismo/microrganismo. Os *Streptococcus mutans* foram capazes de colonizar as superfícies dentais na ausência de sacarose, porém, observações clínicas recentes confirmaram que tais microrganismos não apresentam patogenicidade sob esta condição. Portanto, é necessária uma colonização sacarose-dependente para que ocorram processos de desmineralização. O biofilme dental composto por um número reduzido de bactérias e grande quantidade de matriz extracelular demonstrou um maior

potencial de desmineralização do esmalte, em oposição àquele constituído por grande número de bactérias e pouca matriz. A placa dental encontrou-se porosa pela grande quantidade de matriz extracelular e, com isso, permitiu uma maior difusibilidade de ácidos, aumentando sua concentração na interface biofilme dental/ esmalte.

O estudo desenvolvido por ADAMCZYK & SPIECHOWICS (1990) avaliou quantitativa e qualitativamente a placa bacteriana formada nas superfícies de materiais restauradores. Selecionou-se 20 pacientes necessitados de reabilitação protética, e que foram divididos em 3 grupos: (1) coroa em resina acrílica; (2) coroa em liga prata/paládio e (3) coroa em porcelana. Os índices de placa bacteriana foram registrados após 1, 3, 24 e 48 horas, pelo método Loe and Silness e visualização por fluorescência. Em uma 2ª etapa, somente 10 voluntários participaram do estudo. Foram cimentadas, provisoriamente, 17 coroas protéticas confeccionadas com os mesmos materiais utilizados na 1ª etapa. A quantidade de placa bacteriana formada em cada coroa foi medida após 1,3 e 24 horas, através de MEV, e a composição avaliada por meio de microanálise de elementos (CHN Analyzer 184). Foram obtidos registros de índice de placa bacteriana sobre as superfícies dentais previamente à instalação das coroas protéticas, respeitando os mesmos intervalos de tempo, para permitir a comparação posterior. Os resultados obtidos demonstraram que as coroas metálicas acumularam mais placa dental após 48 horas. Os pacientes que

receberam coroas em porcelana apresentaram os mais baixos escores. As análises através de MEV confirmaram os resultados clínicos. A maior quantidade de placa bacteriana foi observada nas superfícies metálicas, seguidas pelas coroas em resina acrílica. Tal avaliação demonstrou quantidades mínimas de placa dental formadas nas superfícies cerâmicas. A microanálise de elementos indicou que, após 24 horas, a composição do biofilme dental depositado sobre os diferentes materiais diferiu em percentagem de carbono, hidrogênio e nitrogênio. Os autores concluíram que a distribuição da placa bacteriana sobre a superfície de diferentes materiais seguiu o mesmo padrão que em dentes hígidos, diferindo em sua composição. E ainda, que a retenção bacteriana aumentou, com o aumento da rugosidade.

O objetivo do estudo desenvolvido por HAHN *et al.* (1993) foi avaliar a quantidade de placa bacteriana acumulada em regiões interproximais restauradas com dois materiais cerâmicos: feldspático e vidro fundido, e ainda, resina composta. Para isto, foram utilizadas restaurações metálicas fundidas, contendo, nas regiões proximais, fragmentos de cerâmica, resina composta e esmalte dental cimentadas provisoriamente em primeiros molares ou segundos pré-molares inferiores. Participaram desta pesquisa 10 voluntários previamente selecionados, que seriam instruídos quanto aos procedimentos de higiene oral 3 semanas antes da instalação do experimento, mantendo um ótimo controle de placa dental. Após a cimentação das restaurações, os voluntários ficaram 3 dias sem que

realizassem qualquer tipo de higiene oral, para permitir o acúmulo de placa. Após este período, as restaurações foram removidas no sentido coronal, cautelosamente, para que a placa bacteriana acumulada não fosse perdida, e coletada com a utilização de curetas. No total, foram avaliados 40 espécimes - 10 de cada grupo experimental. Os resultados obtidos mostraram que as superfícies cerâmicas apresentaram valores menores, apresentando diferença estatística significativa em relação à resina composta e ao esmalte dental. Os autores concluíram que o acúmulo de placa em superfícies intraorais depende de uma complexa interação físico-química entre o elemento dental, materiais restauradores, saliva e fluidos gengivais. Após a formação da película adquirida, efeitos bacteriostáticos e bactericidas de materiais restauradores e sua microestrutura, principalmente, têm influência fundamental no início de formação de placa dental, assim como as interações biológicas entre os microorganismos presentes na placa e o sistema imune do indivíduo.

**SCHEIE** (1994) propôs, através de revisão de literatura, elucidar os diversos mecanismos de adesão bacteriana nas superfícies dentais. Relatou ser comprovado que interações advindas de específicos receptores de adesina entre a parede bacteriana e a película formada determinam uma especificidade representada por microrganismos pioneiros e seletos na microbiota, particularmente o *Streptococcus sanguis*. Embora a adesão microbiana em superfícies dentais seja geralmente um pré-requisito para o início da formação da

placa dental, a multiplicação microbiana é, provavelmente, o fator dominante, assim como o meio. O fator indivíduo também influencia nos processos de adesão e atestam as condições não uniformes da microbiota. Cada sítio representa seu próprio ecossistema e a composição do biofilme depende das interações com o hospedeiro e microrganismo/microrganismo, resultando na dificuldade de acesso *in vivo* dessas interações. O conceito de formação de placa dental considera 4 estágios, representando o dinâmico processo. O 1º estágio envolve um transporte inicial de bactérias para a superfície dental, depositadas aleatoriamente, através do fluido ou movimentos ativos dessas. O 2º estágio é o considerado de adsorção reversível. As interações são muito fracas para permitirem uma adesão definitiva. É o resultado da troca entre forças de Van der Waals e interações eletrostáticas repulsivas, influenciadas pelo pH e forças iônicas determinadas por características físico-químicas, carga, energia e hidrofobicidade da película e superfície. Superadas estas etapas, considera-se que características biológicas específicas da película e superfície bacteriana passam a ser o fator determinante para uma adesão firme, constituindo-se o 3º estágio. Uma adesão forte, seguida da colonização da superfície e formação do biofilme, atinge o ápice de formação e maturação do biofilme dental – 4º estágio.

○ objetivo do estudo proposto por KOURKOUTA *et al.* (1994) foi avaliar a resposta dos tecidos gengivais adjacentes a restaurações do tipo coroa total em porcelana, cimentadas em dentes anteriores e observar a presença de microrganismos na placa bacteriana depositada sobre as superfícies. Nove

pacientes participaram do experimento. Trinta e cinco coroas em porcelana foram posicionadas nos dentes anteriores dos indivíduos, 17 na arcada superior e 18 na arcada inferior. As metodologias aplicadas foram: quantificação do volume do fluido gengival (Sistema Periotron); nível de enzimas proteolíticas presentes no fluido (kit para teste de atividade enzimática); índice gengival (Sinless & Loe); e vitalidade da placa bacteriana (visualização por fluorescência). Através dos resultados obtidos, observou-se: (1) aumento do fluido gengival após a instalação das coroas; (2) diferença estatística significativa ( $\alpha = 0,001$ ) no índice de biofilme dental, com redução tanto no índice de placa quanto na vitalidade dessa, após a cimentação das restaurações cerâmicas. Os resultados demonstraram que a característica de lisura superficial de cerâmicas com *glaze* não predispõe à formação e maturação do biofilme dental.

**NASSAR et al.** (1995) relataram, em uma revisão de literatura, que a influência de vários materiais restauradores no acúmulo de placa dental devem ser observadas a partir de características na tensão superficial, propriedades hidrófilas e hidrófobas, rugosidade superficial e composição química, além das condições intraorais a que estão submetidos. O termo material com alta energia de superfície refere-se a sólidos rígidos, com alto ponto de fusão e fortes forças intermoleculares, basicamente estruturas cristalinas (vidros, cerâmicas, metais). Porém, após a instalação na cavidade bucal, estes materiais são rapidamente adsorvidos pela saliva, o que explica serem considerados de baixa e intermediária

energia superficial. Fatores como rugosidade superficial, tamanho de partículas, porosidade, resíduos advindos de polimentos dentais, corrosão e materiais com propriedades antimicrobianas também devem ser observados quanto à formação de biofilme dental.

**THYLSTRUP & FEJERSKOV (1995)** abordaram, em seu livro, diversos aspectos relacionados à cárie dental, através de conhecimentos sobre bioquímica, microbiologia, imunologia, química, patologia e epidemiologia. Segundo os autores, a doença cárie é um processo dinâmico que ocorre nos depósitos microbianos, que tem como conseqüência o distúrbio do equilíbrio entre o elemento dental e o fluido da placa bacteriana adjacente, resultando na perda de mineral da superfície dental.

**O** objetivo de um estudo conduzido por **CURY *et al.* (1997)** foi analisar a composição da placa dental relacionada com a exposição à sacarose. Doze voluntários participaram do estudo que foi desenvolvido em 2 fases de 28 dias. Em cada fase os voluntários utilizaram placas palatinas acrílicas que continham 4 blocos de esmalte dental. Uma solução de sacarose a 20% foi gotejada nos blocos de esmalte, de zero a 8 vezes ao dia e, durante o experimento, a escovação desses blocos não era permitida, bem como a utilização de dentífrico fluoretado. Após cada fase, as concentrações de flúor (F), cálcio (Ca), fósforo (P) e o total de carboidratos encontrados na placa dental foram medidos. Manchas

brancas foram observadas nos blocos de esmalte nos períodos de maior exposição à sacarose, 4 e 8 vezes ao dia, em todos os voluntários. Os resultados obtidos mostraram um aumento na estrutura da matriz da placa bacteriana e uma redução em sua composição inorgânica na presença de sacarose. Considerando-se que os componentes inorgânicos da placa dental participam do processo de remineralização do esmalte, justifica-se o aparecimento de manchas brancas que caracterizam a desmineralização nos blocos de esmalte submetidos a uma maior exposição à sacarose. Análises estatísticas mostraram que a freqüente exposição à sacarose reduziu significativamente ( $\alpha=0,05$ ) a concentração de flúor, cálcio e fosfato na placa bacteriana, porém, aumentou a concentração de carboidratos.

O objetivo do estudo desenvolvido por ZEE *et al.* (1997) foi comparar a colonização microbiana da placa supragengival em grupos de indivíduos com rápida ou lenta formação de placa dental, utilizando corpos de prova em esmalte posicionados nas faces vestibulares de caninos, pré-molares e molares superiores esquerdos, próximos à margem gengival. Onze voluntários foram selecionados para a pesquisa: 5 participantes do grupo de rápida formação e 6 para o grupo de lenta formação, utilizando-se o critério de índice de placa (Silness & Loe). Foi utilizada MEV para avaliar as características morfológicas do biofilme dental formado nos períodos de 3 horas, 6 horas, 1, 3, 7, e 14 dias. Durante o período experimental, os voluntários foram instruídos a não realizar procedimentos de higiene oral. Quantitativamente, um maior número de bactérias

foi observado nos períodos de 3 horas a 1 dia nos indivíduos de rápida formação. No entanto, no intervalo de 3 a 14 dias, o aspecto morfológico da placa mostrou-se semelhante em ambos os grupos, exceto pela presença predominante de matriz intermicrobiana no biofilme formado a partir do grupo de rápida formação. Os autores concluíram que, em relação à formação de placa bacteriana na região supragengival em indivíduos de rápida ou de lenta formação, as diferenças tanto quantitativas como qualitativas se encontram nos períodos de até 24 horas.

O objetivo do estudo desenvolvido por HANNING (1999) foi investigar se materiais restauradores exibem uma colonização diferenciada estruturalmente na formação inicial de biofilme dental *in vivo*. Foram confeccionados corpos de prova, nas dimensões 2x2 mm, utilizando 19 tipos de materiais diferentes – 3 limalhas para amálgama dental, 3 ligas metálicas, titânio, ionômero de vidro, ionômero de vidro reforçado com prata, 2 cerâmicas feldspáticas, cerâmica infiltrada de vidro, 5 resinas compostas e 2 resinas sem carga, além de esmalte bovino. Três voluntários fizeram parte do experimento e utilizaram, por 24 horas, dispositivos intraorais, onde foram fixados os corpos de prova, com resina composta fotopolimerizável nas regiões vestibular e lingual das placas acrílicas. As amostras foram processadas através de microscópio de transmissão eletrônica, e os resultados não demonstraram diferença estatística na quantidade de biofilme formado sobre os corpos de prova dos diversos materiais. Porém, diferenças foram observadas em relação às diferentes posições vestibular e

lingual das amostras na placa acrílica. O autor concluiu que a formação de biofilme dental recente em superfícies sólidas é predominantemente influenciada pelo meio intraoral/indivíduo, e não por parâmetros materiais dependentes. Ressalta, ainda, que a presença de película adquirida aparentemente mascara qualquer diferença entre os materiais, assim como as características de superfície e biocompatibilidade.

**A** sacarose tem sido considerada o carboidrato de maior potencial cariogênico, com a capacidade de aumentar a porosidade da placa dental. Este aumento deve-se a uma maior quantidade de matriz extracelular, apresentando baixas concentrações de cálcio, fósforo e flúor, além de maiores níveis de *Streptococcus mutans* e, portanto, a manutenção de um pH baixo. Baseados em tais afirmativas, CURY *et al.* (2001) desenvolveram um estudo com o objetivo de avaliar a relação entre a frequência de ingestão de sacarose, quantidade de *Streptococcus mutans* na placa dental e potencial de desmineralização do esmalte dental. Foram utilizados blocos de esmalte nas dimensões 3x3x2mm, extraídos de 3<sup>os</sup> molares impactados pós-exodontia. Quatro corpos de prova foram posicionados em placas palatinas 1mm abaixo da superfície acrílica e recobertos com uma rede para facilitar a retenção de placa dental. Doze voluntários participaram do experimento, utilizando os dispositivos intraorais durante 28 dias, em 4 fases, diferenciadas pelo gotejamento com solução de sacarose 20% sobre os blocos de esmalte, 0, 2, 4, e 8 vezes ao dia. Após cada

etapa, a placa bacteriana foi coletada e a contagem de microrganismos realizada através de estereomicroscópio. Para a avaliação da perda de mineral foram realizados testes de microdureza. Os resultados obtidos revelaram uma relação entre maior quantidade de microrganismos e maior perda de mineral, de acordo com o aumento na frequência de gotejamento com solução de sacarose. Os tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa quanto ao número de bactérias, porém, em relação à perda de mineral na exposição de sacarose 8 vezes ao dia apresentou diferença estatística. Os autores concluíram que o aumento na perda de mineral produzido pela alta de frequência de sacarose pode ser explicado pela mudança estrutural e composição da matriz do biofilme dental produzida por *Streptococcus mutans*, e não pelo aumento do número dos mesmos.

**A** formação do biofilme dental composto de bactérias cariogênicas é um fator associado à progressão de lesões cáries e doenças periodontais. Materiais restauradores são recobertos por esse biofilme, quando presentes na cavidade oral e servem como reservatórios de bactérias. STEINBERG & EYAL (2002) avaliaram a formação de placa bacteriana inicial, através de um modelo *in vitro* composto de saliva, enzimas livres de bactérias (Glicosiltransferase), polissacarídeos e *Streptococcus sobrinus* sobre diversos materiais restauradores: amálgama (Silmet), Charisma (Kulzer), Durafil (Kulzer), Prodigy (Kerr), Fugii II LC, Fugii II GC e resina acrílica (GC International). Os resultados obtidos indicaram

que a adsorção de saliva em superfícies sólidas depende do tipo de material restaurador e, por conseguinte, direcionam a adesão bacteriana. O trabalho foi conduzido na ausência de sacarose, indicando que interações hidrófobas e eletrostáticas entre as bactérias e o substrato devem ser levadas em consideração quanto à adesão.

### **2.3 Trabalhos *in situ* e quantificação de biofilme dental**

**FOX & DAWES**, em 1970, compararam as porcentagens de proteínas extraídas da placa dental, acumulada *in vivo*, àquelas presentes em culturas de microrganismos predominantes da placa dental. Isso permitiu uma avaliação em relação à quantidade de proteína extraída da matriz da placa dental e de bactérias presentes, de acordo com o grau de contaminação. Foram voluntários desse trabalho estudantes de Odontologia, instruídos a escovarem os dentes após o café da manhã do dia da instalação da pesquisa e interromper a higiene bucal pelos dois dias subsequentes. Antes da refeição matinal do terceiro dia consecutivo, a placa dental acumulada foi coletada e pesada imediatamente. As proteínas foram então extraídas tanto da placa bacteriana coletada, quanto da cultura de microrganismos utilizando-se solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) variando a temperatura, pH e tempo de extração. Na análise dos resultados obtidos, os autores puderam concluir que 25% do total de proteína extraída foi derivado da matriz da placa dental, enquanto sua grande maioria, 75%, advinha das populações de bactérias que colonizavam a placa bacteriana formada nas

superfícies dentais *in vivo*. Através de cálculos comparativos pôde-se assumir que os microrganismos da placa dental responderam à extração de proteína com solução de NaOH de maneira equivalente à cultura *in vivo*.

**R**ENDINA (1971) apresenta em seu livro uma comparação entre os diversos métodos de determinação da quantidade de proteína em produtos naturais, e relatou que o método deve ser selecionado de acordo com o material a ser analisado e o tipo de informação a ser obtida. Destaca entre os métodos mais comuns o de Warburg & Christian, que consiste na quantificação de proteínas através da análise da absorção em luz ultravioleta, num comprimento de onda de 280/260nm.

**S**TOOKEY (1992) desenvolveu um estudo com o objetivo de avaliar os critérios de seleção de pacientes destinados a pesquisas *in situ*, assim como o desenho dos aparelhos intraorais. Segundo o autor, os dispositivos devem ser desenhados de maneira que não possibilitem nenhum tipo de injúria aos tecidos bucais, pois ficarão expostos ao ambiente oral continuamente, pelo período previamente estipulado, e devem conter, no mínimo, 2 corpos de prova relacionados ao estudo que está sendo proposto para que mais informações possam ser obtidas. Ressaltou, também, a importância de uma seleção prévia criteriosa em relação aos indivíduos participantes da pesquisa, constituindo um maior grau de variabilidade, e concluiu que a escolha do modelo intraoral e dos

voluntários deve ser meticulosa, para que os processos biológicos envolvidos no estudo se aproximem o tanto quanto possível do natural.

**F**oi proposto por CURY *et al.* (1994) o desenvolvimento de uma metodologia *in situ*, com a utilização de aparelhos palatinos acrílicos, com o objetivo de avaliar-se a eficácia clínica de substâncias anti-placa e anti-cálculo dental. Quatro blocos de esmalte foram posicionados em placas palatinas 1,0 mm abaixo da superfície acrílica, e foram utilizados por voluntários previamente selecionados, em 4 fases de 15 dias cada. Metade dos voluntários utilizaram dentífrico contendo substâncias anti-placa ou anti-tártaro e a outra metade placebo. Para a quantificação da placa bacteriana acumulada sobre os blocos de esmalte, foi utilizada solução de Hidróxido de Sódio e analisada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 280nm. Através dos resultados obtidos, os autores concluíram que a metodologia empregada foi eficaz na avaliação de substâncias anti-placa e anti-cálculo sobre o esmalte dental.

**C**omo resultado de uma extensa revisão de literatura, ZERO (1995) relatou aspectos fundamentais quanto à utilização de modelos *in situ*, capazes de possibilitar a introdução de amostras no meio bucal, simulando situações semelhantes aos processos que acometem as estruturas dentais. Recomendou que os desenhos desenvolvidos para os dispositivos sejam cuidadosamente analisados, com o objetivo de maximizar a relevância clínica, minimizando as

variações com a manutenção de normas éticas. Enfatizou a necessidade do desenvolvimento de protocolos para os principais parâmetros experimentais, tais como: seleção de voluntários, forma dos aparelhos e protocolos clínicos. Segundo o autor, a maior fonte de variações associada aos modelos *in situ* é de origem biológica e não experimental; advém das respostas biológicas individuais de cada voluntário.

O objetivo do estudo *in vitro* desenvolvido por ZALKIND *et al.* (1998) foi de examinar o acúmulo de *Streptococcus mutans* em compósitos fotopolimerizáveis e em amálgama. Amostras de compósitos foram preparadas de acordo com as instruções do fabricante, polimerizadas com tira matriz e divididas em 6 grupos, de acordo com o acabamento e polimento a que foram submetidas. Essas foram comparadas com 2 grupos de amostras em amálgama e 1 grupo de amostras em dentina de dentes extraídos. Três amostras foram colocadas em suspensão bacteriana cultivada em meio líquido, que foi substituída diariamente, durante 4 dias. No final do experimento, as amostras foram removidas e 1ml de NaOH 0,5M foi adicionado. A concentração de bactérias foi determinada, medindo-se a turbidez através de espectrofotometria. As amostras em amálgama acumularam mais bactérias, com diferença estatística significativa quando comparadas com as amostras de compósitos e com amostras em dentina. Não houve diferença estatística significativa no acúmulo de placa dental nos diferentes

compósitos, após os procedimentos de acabamento e polimento, comparado com o acúmulo de placa nos compósitos polimerizados junto à tira matriz.

**D**e acordo com NELSON & COX (2000), uma ampla variedade de biomoléculas absorvem luz em comprimentos de ondas característicos. Os aminoácidos aromáticos constituintes das proteínas, como o tripofano e a tirosina, absorvem luz no comprimento de onda de 280nm. A medida da absorção de luz por um espectrofotômetro é usada para detectar e identificar moléculas e medir sua concentração nas soluções. A fração de luz incidente absorvida por uma solução num dado comprimento de onda é dado pela espessura da camada absorvente e a concentração da espécie absorvente. O logaritmo da relação entre a intensidade da luz incidente e a intensidade da luz transmitida é chamada absorbância.

#### ***2.4 Rugosidade superficial e biofilme dental***

**C**APUTO (1980), estudando as implicações biológicas dos materiais restauradores, relatou ser de concordância geral que superfícies lisas minimizam o acúmulo de placa bacteriana, especialmente nas restaurações que apresentam margens próximas à gengiva. Os vários materiais restauradores discutidos no trabalho apresentam diferentes características de polimento. As ligas metálicas, como ouro e níquel-cromo-cobalto, são capazes de apresentar superfícies

extremamente lisas, não demonstrando receptividade à placa bacteriana. Os autores concluíram que, em relação aos materiais estéticos, as porcelanas submetidas ao *glaze* acumulam menos placa dental quando comparadas a superfícies de resina acrílica, portanto, são mais biocompatíveis.

**DE WET** (1980) desenvolveu um estudo com o objetivo de avaliar a rugosidade superficial *in vitro*, e o acúmulo de placa bacteriana *in vivo* em superfícies de resina composta submetidas à aplicação de selante superficial, com a função de não permitir o desprendimento de partículas inorgânicas. Para o estudo *in vitro*, amostras foram confeccionadas em resina composta, submetidas a acabamento e polimento superficial, e posterior aplicação de selante. Os valores de rugosidade foram obtidos através de rugosímetro nos parâmetros Rt e Ra. Cem voluntários participaram do estudo *in vivo* em que a placa bacteriana, acumulada sobre restaurações em resina composta, foi observada no período de 3 meses, 6 meses e 1 ano, através de fotografias. O autor concluiu que, restaurações em resina composta, submetidas à aplicação de selante superficial, acumularam menos placa dental.

**LEITÃO & HEGDAHL** (1981) propuseram um estudo para a avaliação do fenômeno de filtragem e seus efeitos na expressão numérica da rugosidade. Geralmente, a superfície é considerada rugosa quando caracterizada por protuberâncias e reentrâncias com alta amplitude e baixo comprimento de

onda. Quando se calcula a rugosidade, o aparelho de medida deve ser ajustado para excluir grandes oscilações traduzidas por ondas. Deve ser feita uma distinção entre rugosidade e curvatura. Valores de *cut-off* (comprimento de onda limite) devem ser determinados, para que haja uma filtragem dessas grandes oscilações, e as medidas obtidas expressem valores condizentes com a realidade. Valores mais altos de *cut-off* implicam aumento nas medidas de rugosidade. Os autores concluíram que, com a utilização de apropriados valores de filtragem ou de *cut-off*, é possível distinguir os resultados obtidos pelos diversos parâmetros de rugosidade.

**QUIRYNEN & BOLLEN (1995)**, através de uma revisão de literatura, propuseram a avaliação da influência da rugosidade e energia livre de superfície de materiais restauradores, implantes e elemento dental no processo de adesão de bactérias. Descreveram o mecanismo de adesão bacteriana em superfícies da cavidade oral em 4 fases: o transporte de bactérias para a superfície; o início da adesão, propriamente dita, com caráter reversível e irreversível; a fixação por interações específicas; e, finalmente, a colonização, com a formação de um biofilme. Os autores concluíram que existe influência direta da rugosidade superficial na formação de placa bacteriana, e a necessidade de se promover superfícies o quanto mais lisas possível é clara, evitando o acúmulo excessivo de placa dental e, portanto, a formação de doença periodontal e cárie.

A adesão bacteriana, em superfícies sólidas na cavidade bucal, é diretamente influenciada pelo grau de rugosidade superficial destas estruturas. Segundo BOLLEN *et al.* (1996), os valores de rugosidade submetidos à análise por meio de rugosímetro, utilizando o parâmetro Ra de leitura, sugerem um limiar de  $0,2\mu\text{m}$  para retenção bacteriana, abaixo do qual nenhum efeito quantitativo e qualitativo deve ser esperado. A proposta do estudo foi realizar uma análise longitudinal clínica, por um período de 12 meses, comparando a colonização bacteriana supra e subgingival na superfície de 2 conectores, um cerâmico e outro de titânio, apresentando diferentes níveis de rugosidade,  $Ra = 0.06\mu\text{m}$  e  $Ra = 0.2\mu\text{m}$ , respectivamente. Seis voluntários participaram do estudo e foram submetidos à instalação de 2 implantes na região sinfisária da mandíbula. Aproximadamente 4 meses após a implantação, os conectores foram posicionados nos pacientes, um de cada grupo experimental. Passados 3 e 12 meses de exposição intraoral, a placa bacteriana supra e subgingival foi comparada por microscópio de contraste diferencial. Parâmetros clínicos, profundidade de sondagem, recessão gengival e sangramento pós-sondagem foram registrados. As bactérias foram coletadas e armazenadas em condições aeróbias, ricas em  $\text{CO}_2$  e anaeróbias para que fossem analisadas. Os testes não detectaram diferenças significativas na cultura bacteriana entre as amostras. A partir dos resultados obtidos, os autores concluíram que, clinicamente, o conector mais liso apresentou um discreto aumento na profundidade da sondagem entre o 3º e o 12º mês, além de maior índice de sangramento. Portanto, confirmam a

afirmativa de que valores abaixo de  $0,2\mu\text{m}$  (Ra) não apresentaram diferenças significativas quanto à composição bacteriana. A redução da rugosidade superficial abaixo destes parâmetros resulta em um atraso na maturação de bactérias, porém, uma superfície demasiadamente lisa pode interferir na estabilidade e co-adaptação dos tecidos peri-implantares. Um bom resultado deve ser esperado em superfícies que apresentem padrões de rugosidade em torno de  $0.2\mu\text{m}$  (Ra).

**A** proposta do estudo desenvolvido por CASTELLANI *et al.* (1996) foi avaliar o acúmulo de placa dental *in situ* em superfícies polidas e com *glaze* de uma porcelana feldspática (Vita), e superfícies caracterizadas ou não de uma porcelana fundida (Dicor). Os espécimes que não foram submetidos ao *glaze* foram polidos com sistema de acabamento e polimento Shofu. Os corpos de prova cerâmicos foram posicionados em placas acrílicas palatinas, utilizadas por 10 voluntários, previamente selecionados. Os discos de cerâmica foram removidos, após os intervalos de tempo de 4,12,24 e 48 horas. A placa bacteriana acumulada foi coletada com espátulas estéreis e depositada em meio de cultura aeróbio e anaeróbio. Foi utilizada como grupo controle a quantidade de placa dental acumulada sobre o esmalte hígido do primeiro pré-molar. Os resultados obtidos apresentaram diferença estatística significativa no acúmulo de placa dental. Como conclusão, os autores relataram que, em superfícies rugosas, isto é,

as que não sofreram *glaze* ou não foram caracterizadas, o acúmulo de placa bacteriana foi consideravelmente maior.

**YAMAMOTO et al.** (1996) consideraram a adesão bacteriana em superfícies dentais um passo importante no desenvolvimento de cárie secundária e doença periodontal. O estudo desenvolvido pelos autores propôs avaliar a relação existente entre a adesão de *Streptococcus oralis* e rugosidade em superfícies de resina composta. As amostras foram obtidas através de uma matriz nas dimensões 10 x 10 x 2mm, e polidas com discos de papel (600 e 2000). A rugosidade superficial foi avaliada através de rugosímetro no parâmetro Ra de leitura e os resultados variaram entre 0,2 e 3,0 $\mu$ m. A adesão bacteriana foi obtida na ausência de sacarose e os espécimes foram observados através de microscopia eletrônica de varredura. Embora os resultados obtidos não tenham apresentado diferença estatística significativa na interação rugosidade superficial e acúmulo de placa dental, os autores concluíram que partículas inorgânicas expostas, a partir de procedimentos de acabamento e polimento, desempenharam importante papel na formação de placa bacteriana sobre as superfícies testadas.

**A** rugosidade relacionada à superfície de elementos dentais, implantes, ouro, resina acrílica, resina composta, cimento de ionômero de vidro e cerâmicas, influencia diretamente na retenção de placa bacteriana, segundo **BOLLEN et al.** (1997) que, através de revisão de literatura, objetivaram avaliar a

rugosidade superficial de diversos materiais restauradores, bem como as modificações ocorridas em suas superfícies em consequência de diferentes procedimentos terapêuticos, de acabamento, polimento, condensação e *glaze*. Os autores sugeriram um valor de rugosidade limite para retenção bacteriana ( $Ra = 0,2 \mu\text{m}$ ), onde um aumento nesse valor acarretaria um simultâneo aumento no acúmulo de placa bacteriana e, conseqüentemente, cárie e doença periodontal. Os resultados demonstraram uma larga escala de valores de  $Ra$  para os vários materiais envolvidos no estudo, e concluíram que, para cada material, o efeito dos diversos tratamentos realizados sobre a superfície apresentou-se diferente, sendo necessárias técnicas próprias para a obtenção de lisura superficial condizentes com a saúde dos tecidos circunvizinhos.

O estudo desenvolvido por RIMONDINI *et al.* (1997) examinou a relação existente entre 3 níveis de rugosidade superficial, obtidas através de procedimentos de acabamento em implantes de titânio e a quantidade de placa dental supragengival acumulada em 24 horas, *in vivo*. Os corpos de prova foram confeccionados com 4 mm de largura e fixados em placas acrílicas posicionadas na cavidade oral de 8 voluntários, na região de molares e pré-molares inferiores direito e esquerdo. O grupo (A) recebeu polimento mecânico com disco de papel, pasta diamantada e taça de borracha com pasta de óxido de silício ( $\text{Si O}_2$ ),  $0,04\mu\text{m}$ ; (B) polimento mecânico com disco de papel e pasta diamantada; (C) jato de óxido de alumínio com  $200\mu\text{m}$  de diâmetro. Os valores de rugosidade

superficial foram medidos através de rugosímetro nos parâmetros Ra e Rz de leitura e a quantificação de placa dental através de MEV. Os resultados obtidos demonstraram que o grupo (A) apresentou superfícies mais lisas em relação aos grupos (B) e (C) ANOVA ( $\alpha= 0,001$ ). A aderência bacteriana também foi menor no grupo (A) ( $\alpha= 0,001$ ). Os autores concluíram que existe uma relação direta entre rugosidade superficial e acúmulo de placa dental em superfícies de titânio. Corpos de prova que se apresentavam mais lisos inibiram o acúmulo e a maturação de placa bacteriana.

**HOLLSCHER** *et al.* em 1998 estudaram 3 sistemas de acabamento e polimento (Sof-lex, Enhance e brocas de acabamento) em 2 compósitos (Silux e Prisma TPH), 1 ionômero convencional (Ketac-fil) e 1 ionômero modificado por resina composta (Fuji II LC). Sessenta amostras foram condensadas em tubos de acrílico seccionados, recobertas com tira matriz de poliéster e placa de vidro para que fossem polimerizadas, seguindo as recomendações do fabricante. Foram divididas aleatoriamente em 3 grupos experimentais e analisadas através de rugosímetro (Ra), antes de receberem os tratamentos superficiais. O padrão de superfície obtido, a partir da polimerização da resina em contato com a tira matriz, apresentou as menores médias de rugosidade (Ra). Os resultados foram avaliados e não apresentaram diferença estatística significativa entre os três tipos de acabamento e polimento testados, embora o grupo que recebeu o tratamento com brocas tenha apresentado os maiores valores de rugosidade.

**RIBEIRO** (1998) desenvolveu um estudo com o objetivo de comparar a rugosidade superficial de cinco cerâmicas dentárias: Ceramco II, Duceram Plus, Duceram LFC, Noritake e Vita VMK 95, segundo diversos parâmetros de rugosidade superficial, e submetidas a 10 diferentes condições experimentais: grupo (A) *glaze*; grupo (B) pontas diamantadas F e FF; grupo (C) sistema Shofu de acabamento e polimento; grupo (D) discos de lixa SofLex; grupo (E) sistema Vikings de acabamento e polimento; grupo (F) sistema Exa-Cerapol; grupos (G), (H), (I) e (J) repetiram os processos de polimento aplicados aos grupos (C), (D), (E) e (F), respectivamente, e foi acrescentada a aplicação de pasta diamantada KG Sorensen com disco de feltro. As leituras da rugosidade superficial dos corpos de prova cerâmicos foram obtidas por meio da utilização de um rugosímetro com ponta analisadora de superfície (SURFTEST 301 – MITUTOYO). Com base nos resultados obtidos, o autor concluiu que os procedimentos de polimento superficial testados, à exceção do grupo (F), restabeleceram ou reduziram a rugosidade superficial, após o desgaste com pontas diamantadas, para as porcelanas feldspáticas Ceramco II, Duceram Plus, Noritake e Vita VMK, quando comparadas à rugosidade obtida com o *glaze*, nos parâmetros Ra, Ry, Rz e Rp. Já a cerâmica Duceram LFC apresentou rugosidade superficial semelhante ou menor do que a obtida com o *glaze* em qualquer dos processos de polimento testados e em todos os parâmetros de superfície avaliados.

**E**m situações de grandes destruições coronárias, restaurações do tipo *onlay/inlay* cerâmicas são indicadas. Ajustes oclusais são realizados após a cimentação da peça, removendo-se o *glaze* final, levando ao maior desgaste nos dentes naturais antagonistas e ao acúmulo de placa bacteriana. Para minimizar esses problemas, procedimentos de acabamento e polimento devem ser realizados. MENDONÇA (1999) avaliou a rugosidade superficial *in vitro* e o acúmulo de placa bacteriana *in situ* de superfícies cerâmicas submetidas a 7 procedimentos de acabamento e polimento. A rugosidade superficial medida em rugosímetro (Ra) mostrou que os procedimentos realizados não foram capazes de promover a lisura superficial do *glaze* final e os melhores resultados foram apresentados pelos grupos sistema Kota, pasta diamantada e sistema Viking. Para o estudo *in situ* foram confeccionadas placas palatinas, onde 7 amostras correspondendo aos grupos experimentais foram posicionadas. Nove voluntários utilizaram os dispositivos intraorais durante 3 dias por semana, num total de 7 semanas. Os aparelhos foram imersos em sacarose 20%, 8 vezes ao dia, para estimular a formação de placa dental e, após os períodos de utilização, esta foi extraída e quantificada em espectrofotômetro. Os resultados obtidos não demonstraram diferença estatística significativa em relação ao acúmulo de placa bacteriana entre os diferentes materiais de acabamento e polimento.

**KAWAI et al.** (2000) propuseram um estudo para comparar a quantidade de biofilme dental acumulado sobre discos de porcelana com diversos

graus de rugosidade superficial, objetivando analisar as relações existentes entre os efeitos de rugosidade e o acúmulo de placa. Foi realizada uma análise *in vitro*, utilizando-se suspensão de células identificadas por radioisótopos ( $[^3\text{H}]$  - Timidina), incubadas em superfícies cerâmicas por 3, 8, e 24 horas a  $37^\circ\text{C}$ . Discos de porcelana, com 9 mm de diâmetro e 1 mm de espessura, foram confeccionados e submetidos ao *glaze* final. Os corpos de prova foram divididos em 4 grupos experimentais: (1) superfícies mantidas com *glaze*; (2) polidas com discos de papel abrasivos – 120; (3) polidas com discos de papel abrasivos – 600; e (4) polidas com discos de feltro e pasta diamantada. A rugosidade superficial foi medida através de rugosímetro no parâmetro Ra de leitura. As superfícies mais lisas foram encontradas no grupo (4), seguidas pelos grupos (1), (2) e (3). O número de bactérias cresceu exponencialmente no intervalo de 3 a 10 horas e manteve-se estável após este período. O grupo (4) apresentou os menores valores de rugosidade e acúmulo de placa bacteriana. A maior quantidade de bactérias e glucanos foi encontrada nas superfícies submetidas ao *glaze*, embora estas não apresentassem altos valores de rugosidade. Diferenças estatísticas ( $\alpha= 0,001$ ) foram obtidas nos variados tempos de incubação, em relação a todos os grupos experimentais. Portanto, a quantidade de biofilme dental acumulado cresceu, de acordo com o aumento do tempo de incubação. Os valores de rugosidade superficial e acúmulo de placa bacteriana se comportaram de maneira diretamente proporcional ao grau de lisura superficial, com exceção das superfícies submetidas ao *glaze* final. Os autores concluíram que o polimento

superficial com pastas diamantadas não acarreta aumentos consideráveis no acúmulo de placa bacteriana.

O estudo desenvolvido por KAWAI & URANO (2001) comparou a quantidade de biofilme sintetizado artificialmente por *Streptococcus sobrinus* na superfície de materiais restauradores *in vitro*, utilizando radioisótopos. Corpos de prova em amálgama dental, ouro, resina composta e 3 cerâmicas - feldspática (Vita), prensada (IPS Empress) e fundida (Dicor) - foram utilizados na pesquisa. Seis amostras de cada material foram confeccionadas, tendo 9 mm de diâmetro e 1 mm de espessura, das quais 3 foram submetidas a desgastes superficiais com discos de papel abrasivos e as demais, submetidas a procedimentos de acabamento e polimento clinicamente recomendados. A quantidade de bactérias e glucanos depositados na superfície das amostras foi medida separadamente, após um período de incubação de 24 horas a 37° C, identificados através de radioisótopos na presença de sacarose. A rugosidade superficial foi obtida através de rugosímetro no parâmetro Ra de leitura. Os resultados demonstraram que corpos de prova rugosos apresentaram um maior acúmulo de bactérias e glucanos. Os espécimes em amálgama dental e resina composta, submetidos aos tratamentos superficiais, apresentaram diferença estatística quanto ao acúmulo de placa dental. Já as cerâmicas estudadas não apresentaram diferença estatística entre si quanto à deposição bacteriana em superfícies rugosas e se comportaram de maneira semelhante, quando submetidas a polimentos

superficiais. Os autores concluíram, através da análise dos resultados, que a rugosidade superficial expressa ser um fator primordial na adesividade bacteriana sobre materiais restauradores.

O objetivo da pesquisa desenvolvida por LEITE Jr. (2001) foi avaliar o efeito de sistemas de acabamento e polimento em materiais restauradores híbridos de ionômero de vidro e resina composta, no acúmulo de placa bacteriana *in situ* e na rugosidade superficial *in vitro*. Quatro sistemas para acabamento e polimento foram testados: tira matriz, discos Sof – lex, pontas Vikings e Enhance. Para a avaliação do acúmulo de placa dental *in situ* foram selecionados 10 voluntários, que utilizaram dispositivos intraorais contendo 4 corpos de prova por 3 dias, durante 8 semanas, gotejando solução de sacarose a 20%, oito vezes ao dia. No quarto dia, a placa dental foi extraída com Na OH 1,0M e quantificada em espectrofotômetro. A rugosidade superficial foi avaliada através de rugosímetro. O autor concluiu que, entre as resinas compostas modificadas por poliácidos estudados, o Dyract AP apresentou maior acúmulo de placa bacteriana quando comparado ao Compoglass F, com diferença estatística significativa e, apesar das diferenças observadas na rugosidade *in vitro*, após o uso dos diferentes sistemas de acabamento e polimento, essas diferenças não evidenciaram maior acúmulo de placa bacteriana.

**E**m 2002, JUNG estudou a rugosidade superficial de uma resina composta (Tetric – Vivadent) e de um vidro ceramizado (IPS Empress – Ivoclar), após serem submetidos a procedimentos de acabamento e polimento, através dos parâmetros Ra e LR de leitura. Noventa corpos de prova em resina composta foram confeccionados, divididos em 3 grupos experimentais e submetidos a desgastes superficiais: grupo (1), ponta diamantada 30 $\mu$ m; grupo (2), ponta diamantada 30 $\mu$ m seguida de ponta diamantada 20 $\mu$ m; e grupo(3), ponta diamantada 30 $\mu$ m seguida de broca *carbide* 16 lâminas. Os trinta corpos de prova de cada grupo experimental foram, então, subdivididos em 6 grupos, para que fossem realizados polimentos com discos Sof-lex; Kit cerâmico; pasta diamantada; Diafix oral; gel MPS e sistema Politip, cada método correspondendo a um subgrupo. Foram confeccionadas 75 amostras de cerâmica, divididas em 3 grupos experimentais e submetidas a desgastes superficiais: grupo(1), ponta diamantada 24-40 $\mu$ m; grupo (2), ponta diamantada 15-30 $\mu$ m; e grupo(3), broca *carbide* 16 lâminas. As vinte e cinco amostras de cada grupo foram subdivididas, para que recebessem os mesmos tratamentos superficiais realizados nas amostras em resina, exceto o sistema Politip. Os resultados foram analisados e não apresentaram diferença estatística significativa entre os 5 métodos de polimento estudados (Ra). As cerâmicas obtiveram os menores valores de rugosidade. O autor concluiu que tanto a resina composta quanto a cerâmica apresentaram polimento efetivo quando realizados acabamentos com duas pontas diamantadas, de granulações diferentes, polidas com pasta diamantada,

ou utilizando a ponta diamantada e a broca *carbide* multilaminada, também seguida de polimento com pasta diamantada. Observou-se que os corpos de prova em resina composta apresentaram sinais de desprendimento seletivo de partículas inorgânicas, após serem submetidos aos tratamentos superficiais com sistema cerâmico e Politip.



**A** proposta deste trabalho foi verificar a deposição superficial de placa bacteriana *in situ* sobre dois materiais estéticos, cerâmica e resina composta laboratorial, indicados para restaurações indiretas, apresentando duas texturas superficiais - lisa e rugosa - na presença ou ausência de sacarose, através de espectrofotometria.

## 4. Material e Métodos

### 4.1 Material

Para o desenvolvimento deste estudo foram selecionados dois materiais estéticos utilizados para restaurações indiretas: uma cerâmica (FIG. 4.1) e uma resina composta laboratorial (FIG. 4.2), listadas no Quadro 4.1. Para a obtenção de uma superfície rugosa nos corpos experimentais foi utilizada uma ponta diamantada nº 2135 - KG Sorensen, Barueri, S.P.

Quadro 4.1- Nome comercial, composição e fabricante dos materiais utilizados para a confecção dos corpos de prova.

| Material       | Composição                                                                                                      | Fabricante                |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Solidex        | 53% componentes inorgânicos – UDMA<br>25% de co-polímeros funcionais<br>22% de foto – iniciadores convencionais | Shofu<br>Incorporações.   |
| Duceram<br>LFC | OH, O, Si, K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup><br>Vidro hidrotérmico ceramizado                                    | Degussa do<br>Brasil S.A. |



Fig. 4.1: Cerâmica Duceram LFC



Fig. 4.2: Resina composta indireta - Solidex

## **4.2 Métodos**

### **4.2.1 Delineamento Experimental**

Através de corpos de prova cerâmicos e de resina composta indireta, estudou-se a variável experimental deposição superficial de placa bacteriana, *in situ*, através de espectrofotometria, comparando-se superfícies lisas ou rugosas submetidas a imersões em sacarose ou água, em um delineamento fatorial inteiramente ao acaso.

### **4.2.2 Obtenção dos corpos de prova cerâmicos**

Foram confeccionados corpos de prova cerâmicos (*FIG. 4.3*) utilizando-se uma matriz de alumínio com 10cm de comprimento, 3cm de largura e 0,2cm de espessura, possuindo 5 perfurações medindo 0,6 cm de diâmetro interno por 0,2cm de altura (*FIG. 4.4*). O pó cerâmico foi incorporado ao líquido e manipulado até se atingir a consistência de massa; em seguida, esta foi levada às perfurações da matriz até o seu completo preenchimento. Após a remoção dos excessos de água com papel absorvente, os corpos de prova foram removidos das perfurações por compressão digital suave, tomando-se o cuidado para não ocorrer fratura, e levados ao forno. Ficou estabelecido, em testes preliminares, que seriam confeccionados apenas cinco corpos de prova por período de queima.

Após a obtenção dos cilindros cerâmicos, estes foram levados ao forno – Dekema, Degussa do Brasil S.A. – São Paulo, S.P., para o ciclo de cocções, seguindo o esquema apresentado no *Quadro 4.2*.



Fig. 4.3: Corpos de prova cerâmicos e resinosos

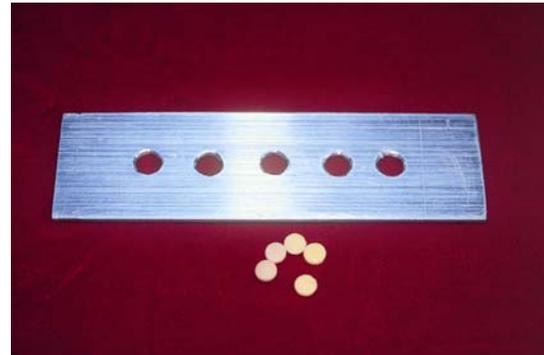


Fig. 4.4: Matriz metálica para confecção dos corpos de prova

Quadro 4.2: Seqüência utilizada para o ciclo de cocções da cerâmica (Low Fusing Ceramic – Working instruction Ducera Dental Gesellschaft n° 1).

| Etapa / Ciclo             | Tempo / Temperatura |
|---------------------------|---------------------|
| Secagem                   | 3 minutos           |
| Pré aquecimento           | 3 minutos           |
| Temperatura inicial       | 440°                |
| Velocidade de aquecimento | 55° por minuto      |
| Temperatura final         | 650°                |
| Tempo de queima           | 1 minuto sem vácuo  |

#### 4.2.3 Obtenção dos corpos de prova em resina composta indireta

Os corpos de prova em Solidex foram confeccionados com o auxílio da mesma matriz metálica descrita no ítem 4.2.2. Para que fosse obtida uma característica de lisura superficial dos corpos de prova, antes da inserção dos

incrementos a matriz foi posicionada sobre uma placa de vidro e interposta por uma tira matriz de poliéster – Dentort, São Paulo, S.P (HOELSCHER *et al.*,1998).

Antes da inserção da resina composta, os orifícios da matriz foram isolados - Rubber Sep, George Taub product – Fusion Co., U.S.A., para facilitar a remoção das amostras, após finalizada a polimerização. Seguindo as recomendações do fabricante, um primeiro incremento foi inserido, tendo a espessura de aproximadamente 0,1cm e levado à unidade polimerizadora - EDG LUX NS 1994, modelo Master – EDG, São Carlos, S.P. (FIG. 4.5), com espectro entre 420/480nm, por 2 minutos. Finalizado o tempo de polimerização, nova camada de Solidex foi depositada no orifício e levada à unidade para a polimerização final, nesta etapa por um período de 7 minutos. Após o tempo de polimerização, os corpos de prova foram retirados da matriz, com o auxílio de uma espátula nº 1 – Duflex, SS White – Juiz de Fora, Minas Gerais.



*Fig. 4.5: Unidade polimerizadora  
EDG – LUX Master*

#### **4.2.4 Rugosidade superficial**

Para o desenvolvimento do estudo foram obtidas duas texturas superficiais, lisa e rugosa. Para isso, foram realizados desgastes superficiais em todos os corpos de prova pertencentes aos grupos com superfície rugosa, através da utilização de uma ponta diamantada 2135 – KG Sorensen, Barueri, S.P., em alta rotação – Dabi Atlante S.A. Ind. Med. Odontológicas, Ribeirão Preto, S.P., com refrigeração ar/ água, durante 10 segundos. A cada 10 corpos de prova a ponta diamantada foi substituída. Os demais grupos experimentais, superfície lisa, não receberam nenhum tipo de tratamento superficial permanecendo o aspecto de *glaze* natural para os cilindros cerâmicos e a lisura superficial obtida com a tira matriz de poliéster nos corpos de prova em resina composta indireta.

#### **4.2.5 Grupos experimentais**

Após o acabamento superficial, os cilindros foram divididos e nos grupos experimentais de acordo com o tipo de material utilizado e o tratamento superficial.

**Grupo 1-** Duceram LFC

**Grupo 2-** Duceram LFC rugosa

**Grupo 3-** Solidex

**Grupo 4-** Solidex rugosa

Foram utilizados 192 corpos de prova cerâmicos e 192 em resina composta, distribuídos, através de sorteio, entre os grupos experimentais.

#### **4.2.6 Seleção e informação dos voluntários da pesquisa**

**S**erviram, como critério para o recrutamento de voluntários, indivíduos saudáveis, com idade entre 20 e 30 anos, apresentando adequado controle de placa bacteriana e baixa atividade de cárie; como critério de exclusão da amostra, voluntárias em período de gestação, indivíduos com atividade de cárie ou doença periodontal, portadores de patologias locais ou sistêmicas, e voluntários que não colaborassem com os termos da pesquisa.

Os voluntários assinaram um termo de consentimento e, de acordo com este, possuíam liberdade para desistir da pesquisa a qualquer momento (*ANEXO 1*). Um cirurgião-dentista não ligado ao projeto forneceu um documento assinado pelos pesquisadores, contendo todas as informações a respeito da metodologia envolvida no trabalho, seus objetivos, critérios de seleção e exclusão dos voluntários, análise crítica dos riscos e formas de ressarcimento (*ANEXO 2*).

O projeto desta pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa – CEP – da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP e recebeu aprovação, sem nenhum adendo por parte da comissão (*ANEXO 3*), cumprindo integralmente o disposto na Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

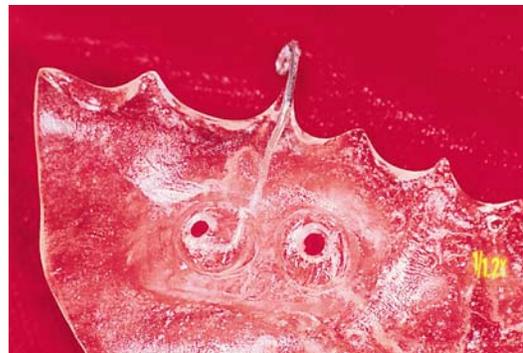
#### **4.2.7 Avaliação in situ do acúmulo de placa bacteriana**

**P**ara o desenvolvimento da fase experimental, foram selecionados 12 voluntários (*ANEXO 2*), dos quais foram obtidos os modelos em gesso tipo III do arco superior e inferior, através da moldagem anatômica com alginato – Jeltrate Chromatic Dentsplay, Petrópils, R.J. Por meio desse modelo, foram

confeccionadas placas palatinas em resina acrílica ativada quimicamente – Jet, Artigos Odontológicos Clássico Ltda., São Paulo, S.P., onde foram fixados, com cera pegajosa, 4 corpos de prova, um espécime de cada grupo experimental posicionados um milímetro abaixo do nível da superfície da resina acrílica, para facilitar a retenção de placa bacteriana, na região de molar e pré molar (FIG. 4.6). No local do aparelho destinado ao posicionamento dos espécimes, foi confeccionado um orifício (FIG. 4.7), para facilitar a remoção dos corpos de prova, com o auxílio de uma sonda exploradora - Duflex, SS White – Juiz de Fora, Minas Gerais - e subsequente quantificação da placa bacteriana.



*Fig 4.6: Placa acrílica palatina*



*Fig 4.7: Orifícios que possibilitaram a remoção dos corpos de prova*

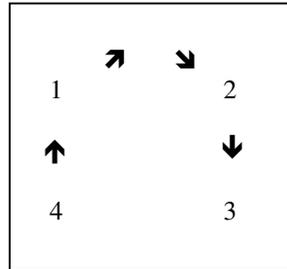
Cada voluntário utilizou a placa palatina 3 dias por semana, durante 8 semanas, divididas em 2 fases distintas: com sacarose e sem sacarose, 4

semanas para cada etapa, determinadas aleatoriamente por sorteio para cada voluntário. Em uma etapa, os voluntários realizaram imersões do aparelho em solução de sacarose a 20%, 8 vezes ao dia, durante 1 minuto, para estimular a formação do biofilme, e na outra, as imersões foram realizadas em água.

Os voluntários foram instruídos a remover os dispositivos intraorais apenas durante as refeições e mantê-los em ambiente úmido e fechado. Para isto, foi fornecido um porta-aparelho ortodôntico, contendo algodão umedecido. Ao final de cada ciclo, no quarto dia, a placa bacteriana foi coletada, e as leituras realizadas no espectrofotômetro – BECKMAN – DU, no comprimento de onda de 280 nm.

Após as leituras, um intervalo de 4 dias foi necessário para a neutralização de resíduos, período em que os aparelhos foram mantidos em solução desinfetante – Glutalabor, Glicolabor indústria farmacêutica Ltda. - São Paulo – S.P., nas primeiras 24 horas e, em seguida, em água corrente por mais 3 dias. Ao término desse período, novos corpos de prova foram posicionados nos dispositivos intraorais e iniciou-se um novo ciclo de formação de placa. Estes procedimentos foram repetidos por 8 semanas, divididas em duas etapas, de acordo com a solução utilizada nas imersões dos dispositivos, e a cada ciclo as amostras foram substituídas, e suas posições modificadas. A posição dos corpos de prova foi aleatória no primeiro ciclo (*ANEXO 4*); depois, respeitou-se a seqüência apresentada na figura 4.8. Com a realização do rodízio, os grupos experimentais passaram por 4 diferentes posições da placa palatina, em cada

etapa distinta, para se evitar uma possível interferência da localização nos resultados finais.



*Figura 4.8:* Esquema do rodízio de posicionamento dos corpos de prova nas placas palatinas. As setas representam a direção do rodízio.

Durante o experimento, os voluntários foram instruídos a não utilizarem qualquer substância antimicrobiana (enxaguatórios bucais, antibióticos etc.). Além disto, foi fornecido um dentífrício fluoretado padronizado – creme dental com flúor SORRISO – Kolynos, São Paulo, S.P., e os voluntários foram instruídos a iniciarem a escovação na semana anterior ao experimento, mantendo seus hábitos de higiene oral, porém, as placas palatinas só poderiam ser escovadas na porção que se encontrava em contato com o palato.

Finalizado o período de formação de placa bacteriana, os corpos de prova foram removidos e a placa quantificada. Para isto, os espécimes foram colocados individualmente em tubos identificados, contendo 1,5ml de solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) - 1,0M (FIG. 4.9), permanecendo em agitação durante

três horas – Agitador de tubos, Nova Técnica. Em seguida, os tubos foram centrifugados por 1 minuto na velocidade de 16000 rpm – Microcentrífuga – INCIBRÁS SPIN 1 (FIG.4.10). O precipitado foi desprezado e o sobrenadante (FIG. 4.11) submetido à leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda de 280 nm (FIG. 4.12). Para se calibrar o aparelho, foi utilizada uma solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) - 1,0 M, sem amostra. Ao término de cada ciclo, os resultados foram anotados, tabulados e, ao final das 8 semanas, submetidos à análise estatística.



Fig. 4.9: Tubos identificados

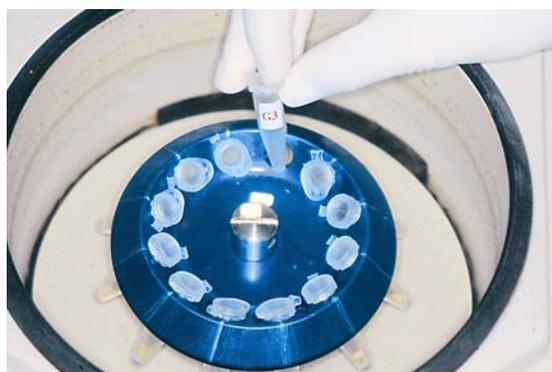


Fig. 4.10: Centrifugação dos tubos



Fig. 4.11: Cubetas de quartzo contendo o sobrenadante

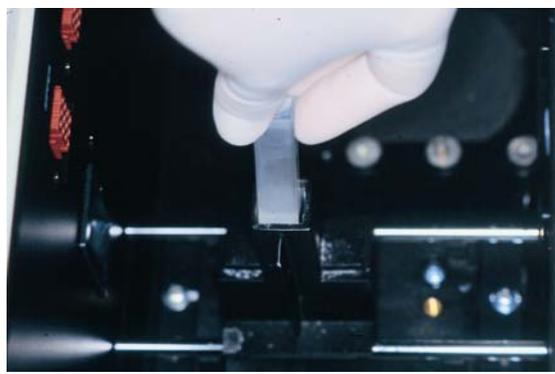


Fig. 4.12: Leitura no espectrofotômetro

### 4.3. Delineamento estatístico

Para a avaliação dos resultados do ensaio, a análise estatística foi realizada seguindo um delineamento inteiramente casual, em esquema fatorial, em que os fatores considerados foram: Fator A – material, em dois níveis: cerâmica e resina composta indireta; Fator B – superfície, em dois níveis: lisa e rugosa; Fator C – sacarose, em dois níveis: presença ou não, apresentado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Delineamento estatístico inteiramente ao acaso em esquema fatorial - avaliação *in situ*.

| F.V.                             | G.L. |
|----------------------------------|------|
| Material                         | 1    |
| Superfície                       | 1    |
| Sacarose                         | 1    |
| Material x Superfície            | 1    |
| Material x Sacarose              | 1    |
| Superfície x sacarose            | 1    |
| Material x Superfície x sacarose | 1    |
| Resíduo                          | 376  |
| Total                            | 283  |



Com os dados obtidos no ensaio *in situ* (ANEXO 5) foram calculadas as médias e o desvio padrão do acúmulo de placa bacteriana para cada condição experimental e são apresentadas na *Tabela 5.1*. Essas médias foram submetidas à Análise de Variância. Para a tomada de decisões foi considerado o nível de 5% de significância.

Tabela 5.1: Resultado do ensaio de acúmulo de placa bacteriana, grupo, média e desvio padrão.

| GRUPO | MÉDIA      | DESVIO PADRÃO |
|-------|------------|---------------|
| PAC   | 0,46931250 | 0,25214097    |
| PAS   | 0,44514583 | 0,25576277    |
| PLC   | 0,40056250 | 0,27263317    |
| PLS   | 0,36683333 | 0,29658405    |
| RAC   | 0,87252083 | 0,35225857    |
| RAS   | 0,84389583 | 0,36715527    |
| RLC   | 0,48745833 | 0,24313493    |
| RLS   | 0,48108333 | 0,28095550    |

(P) PORCELANA; (R) RESINA COMPOSTA INDIRETA; (C) COM SACAROSE;  
(S) SEM SACAROSE; (A) ÁSPERO; (L) LISO

A Análise de Variância apontou um coeficiente de variação (C.V.) de 53,73366 %, que foi considerado elevado apesar do estudo ser *in situ*. Assim,

realizou-se o teste das pressuposições do modelo, que apontou problemas de Heterogeneidade de Variância, Outliers e Escala da Variável Resposta. Para corrigir esses problemas, o programa sugeriu a transformação matemática, calculando-se a raiz quadrada dos dados. Com esta transformação, houve o ajuste dos problemas e novo teste de Análise de Variância foi aplicado (*Tabela 5.2*), que apresentou F igual a 21,49 significativo com 5% de probabilidade e coeficiente de variação igual a 28,2073%. Pelo fato de existir mais de um fator em estudo, foi realizada a decomposição da Análise de Variância (ANOVA), bem como as suas interações (*Tabela 5.3*).

Tabela 5.2: Resultado da Análise de Variância para o ensaio de acúmulo de placa bacteriana.

| F.V.    | G.L. | S.Q.        | Q.M.       | F     | Pr>F   |
|---------|------|-------------|------------|-------|--------|
| Grupos  | 7    | 5,89084791  | 0,84154970 | 21,49 | 0,0001 |
| Resíduo | 376  | 14,72392217 | 0,03915937 |       |        |
| Total   | 383  | 20,61477008 |            |       |        |

Coeficiente de Variação = 28,2073%

Tabela 5.3: Resultado da decomposição da Análise de Variância para o ensaio de acúmulo de placa bacteriana.

| F.V.                 | G.L. | Q.M.       | F     | Pr>F     |
|----------------------|------|------------|-------|----------|
| Material             | 1    | 2,89707150 | 73,98 | 0,0001** |
| Superfície           | 1    | 2,22511565 | 58,82 | 0,0001** |
| Mat. x Superf.       | 1    | 0,71252921 | 18,20 | 0,0001** |
| Sacarose             | 1    | 0,04558320 | 1,16  | 0,2813   |
| Mat. x Sacarose      | 1    | 0,00645372 | 0,16  | 0,6850   |
| Superf. X Sacarose   | 1    | 0,00014562 | 0,00  | 0,9514   |
| Mat x Sup x Sacarose | 1    | 0,00394902 | 0,10  | 0,7510   |

\*\* Significativo

A decomposição da Análise de variância (ANOVA) apontou efeito estatístico significativo para os fatores Material e Superfície, e ainda, para a interação Material x Superfície, não havendo efeito significativo para o fator Sacarose e demais interações. Como os resultados da ANOVA mostraram que os fatores Material e Superfície são dependentes, foi aplicado o teste de Tukey Ajustado para Comparações Múltiplas na interação desses dois fatores para evidenciar esse resultado. Também foi adotado o nível de 5% de probabilidade para a tomada de decisões (*Tabela 5.4*).

Tabela 5.4: Resultado do Teste de Tukey Ajustado para Comparações Múltiplas para o ensaio de acúmulo de placa bacteriana, médias originais, independente do fator scarose.

| Grupo | Média (Desvio padrão) | Tukey (5%) |
|-------|-----------------------|------------|
| PL    | 0,38369792            | a          |
| PA    | 0,45722917            | ab         |
| RL    | 0,48427083            | b          |
| RA    | 0,85820833            | c          |

(P) porcelana; (L) lisa; (A) áspera; (R) resina composta indireta

\* Letras iguais indicam médias sem diferença estatística significativa.

O teste de Tukey Ajustado para Comparações Múltiplas mostrou que a menor média de acúmulo de placa bacteriana foi apresentada pela porcelana com a sua superfície lisa, isto é, que recebeu o *glaze*; porém, essa média não apresentou diferença estatística significativa da média da porcelana com a superfície áspera, com desgaste feito com ponta diamantada. Por outro lado, a porcelana com *glaze* apresentou diferença estatística significativa das médias da resina composta indireta em qualquer condição estudada. Já a porcelana áspera não apresentou diferença estatística significativa da média da resina composta com a superfície lisa. A maior média de acúmulo de placa bacteriana foi apresentada pela resina composta indireta com a superfície áspera com diferença estatística significativa de todas as demais condições em estudo.



Os sistemas cerâmicos e as resinas compostas laboratoriais representam opções viáveis para o restabelecimento da função em situações de grandes destruições coronárias, sem comprometer a estética (NATHANSON, 1989; BANKS, 1990; QUALTROUGH *et al.*, 1990; SHANNON, 1997; KOCZARSKI, 1998; DUKE, 1999; RETTI & BARATIERI, 1999).

Por outro lado, o acúmulo de placa bacteriana sobre materiais restauradores influencia na manutenção de saúde bucal, favorecendo a instalação de novas lesões de cárie, assim como de doenças periodontais (JENSEN, 1990; QUIRYNEN & BOLLEN, 1995; YAMAMOTO *et al.*, 1996; BOLLEN, 1997; STEINBERG & EYEL, 2002).

Para o desenvolvimento deste estudo, foi selecionada a cerâmica de baixa fusão, DUCERAM LFC (Low Fusing Ceramic), definida por NASEDSKIN (1995) como um vidro hidrotérmico, contendo substratos cerâmicos. Além da cerâmica, também foi utilizada a resina composta laboratorial SOLIDEX, que representa uma alternativa para reconstruções coronárias posteriores, por exibir propriedades físicas adequadas, estética compatível e menor friabilidade (GARBER & GOLDSTEIN, 1996; TOUATI & AIDAN, 1997; DIETSCHI & SPREAFICO, 1997).

A utilização destes materiais em grandes destruições coronárias evidencia a necessidade de se avaliar o comportamento quanto à deposição

superficial de placa bacteriana. Para isso, foi desenvolvido o experimento *in situ*, que possibilita a reprodução das condições da cavidade bucal (STOOKEY, 1992; ZERO, 1995), sem apresentar risco aos voluntários que se dispõem a participar do experimento, desde que seja estabelecido um correto delineamento.

O método utilizado para a quantificação de biofilme dental foi previamente descrito por CURY *et al.* (1994), e se mostrou eficaz, por apresentar-se simples e preciso (MENDONÇA, 1999; LEITE Jr., 2001).

A placa bacteriana é composta por uma fração insolúvel em água, formada por células, que têm cerca de 11% de carboidratos e 40% de proteínas, a maioria destas de alto peso molecular (JENKINS, 1978). As proteínas, principais substâncias da placa dental, são solúveis em hidróxido de sódio e absorvem luz na faixa de 260-280nm, como descrito no método de Warburg e Christian (RENDINA, 1971). Este método consiste na quantificação de proteínas pela leitura dos anéis aromáticos dos aminoácidos que absorvem luz ultravioleta (NELSON & COX, 2000). Esta metodologia foi utilizada por ZALKIND *et al.* (1998), que confirmaram a presença de bactérias nas amostras extraídas com hidróxido de sódio. Além disso, FOX & DAWES, em 1970, compararam as porcentagens de proteínas extraídas da placa dental acumulada *in vivo*, àquelas presentes em culturas de microrganismos predominantes na placa dental *in vitro*, concluindo que essas respondem de maneira equivalente à extração de proteínas com hidróxido de sódio, que por ser uma solução detergente tem a função de provocar a ruptura da membrana citoplasmática da célula bacteriana expondo seu

núcleo, assim como o rompimento da membrana nuclear possibilitando a quantificação.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que cerâmicas com superfícies lisas, ou seja, apresentando o *glaze* final, obtiveram as menores médias quanto ao acúmulo de placa bacteriana, não apresentando diferença estatística significativa em relação às amostras com superfície rugosa. Estas, por sua vez, apresentaram semelhança estatística em relação às resinas compostas lisas. Já as amostras de resinas compostas indiretas, submetidas a desgastes superficiais, apresentaram diferença estatística significativa, quando comparadas às demais superfícies estudadas. Esses resultados sugerem uma relação existente entre textura superficial, composição do material e acúmulo de biofilme dental.

Os desgastes superficiais, confeccionados neste estudo, que caracterizaram a superfície rugosa dos materiais restauradores, foram realizados com pontas diamantadas, já que em trabalhos anteriores esse tipo de desgaste apresentou as maiores médias de rugosidade no parâmetro Ra de leitura (DE WET, 1980; RIBEIRO, 1998; MENDONÇA, 1999; LEITE, 2001). Do mesmo modo, a característica de lisura superficial obtida através da tira matriz de poliéster nos corpos de prova em resina composta e o *glaze* final dos cerâmicos, representou a superfície lisa, pois como comprovado por CAPUTO, 1980; CASTELLANI, 1996; HOELSCHER, 1998; RIBEIRO, 1998; ZALKIND, 1998; MENDONÇA, 1999; KAWAI, 2000; LEITE, 2001, estas superfícies apresentaram os menores valores de rugosidade (Ra).

A rugosidade é uma propriedade que, pelo aumento ou diminuição da área e da fricção, está diretamente relacionada ao acúmulo de pigmentos e placa bacteriana (BOLLEN *et al.*, 1997). Uma superfície é considerada rugosa quando apresenta protuberâncias e reentrâncias de amplitude alta e pequenos comprimentos de onda (LEITÃO & HEGDAHL, 1981).

A associação entre rugosidade superficial e acúmulo de placa bacteriana é freqüentemente referenciada na literatura (CAPUTO, 1980; BOLLEN *et al.*, 1997; RIMONDI *et al.*, 1997; LEITE Jr, 1999; MENDONÇA, 1999; KAWAI, 2000). QUIRYNEN & BOLLEN (1995) mostraram uma relação direta entre textura superficial e formação de placa dental. KAWAI & URANO (2001) compararam a quantidade de placa bacteriana sintetizada artificialmente por *Streptococcus sobrinus* na superfície de materiais restauradores *in vitro*, e concluíram que a rugosidade superficial representa um fator primordial na adesividade bacteriana sobre materiais restauradores. Porém, este fato não se estende a todos os materiais, como comprova o resultado deste estudo, em que a cerâmica e a resina composta indireta apresentaram comportamentos distintos.

A cerâmica DUCERAM LFC apresentou os mesmos resultados em relação ao acúmulo de placa bacteriana, independente da superfície apresentar-se lisa ou rugosa. Este resultado é suportado por MENDONÇA (1999), que não constatou relação entre o acúmulo de biofilme dental e a rugosidade superficial para a cerâmica DUCERAM LFC, e ainda, por OBERWESER *et al.* (1995), que observaram uma excelente performance clínica em restaurações confeccionadas

com esta cerâmica, com mínimo acúmulo de placa bacteriana, comprovando sua particular característica de textura superficial homogênea.

Os resultados obtidos por RIBEIRO (1998), através da avaliação de diferentes cerâmicas, demonstraram que a cerâmica DUCERAM LFC apresentou as menores médias de rugosidade superficial em todos os parâmetros analisados. Da mesma forma, ADAMCZYK & SPIECHOWICS (1990) avaliaram quantitativa e qualitativamente a placa bacteriana formada na superfície de materiais restauradores, observando os mais baixos escores relacionados às superfícies cerâmicas, demonstrando quantidades mínimas de acúmulo de biofilme dental, corroborando com os resultados obtidos nesse estudo.

Outro aspecto importante a ser destacado é o desgaste superficial realizado com ponta diamantada, que modificou a textura superficial da cerâmica DUCERAM LFC, alterando sua energia superficial. Porém, o aumento da rugosidade não determinou um maior acúmulo de placa bacteriana, evidenciando que não é apenas a textura do material restaurador que tem influência no seu desempenho, mas também sua composição. Este comportamento apresentado por materiais cerâmicos é justificado por JENSEN (1990), que considera sua baixa energia superficial a causa da alteração na adsorção bacteriana.

As amostras em resina composta laboratorial apresentaram diferença estatística significativa quanto ao acúmulo de placa dental em superfícies rugosas e lisas, porém, não apresentaram diferença significativa entre cerâmica rugosa e resina composta lisa.

Diferente da cerâmica, que tem a particularidade de apresentar uma elevada união intermolecular – sinterização - ( NASSAR, 1995; ANUSAVICE, 1996), a resina composta indireta é um material constituído por 2 componentes insolúveis entre si, unidos quimicamente através de um agente intermediário - silano. Esta composição heterogênea possivelmente permitiu o deslocamento de partículas de carga da resina composta pelo acabamento superficial realizado (DE WET, 1990; YAMAMOTO *et al.*, 1996; JUNG, 2002). O aumento da rugosidade e, conseqüentemente, da energia superficial, provavelmente aumentou a adsorção bacteriana. Portanto, esse resultado evidencia a influência da composição do material em relação ao acúmulo de biofilme, corroborando com os estudos de JENSEN *et al.*, 1990; HAHN, 1993; NASSAR *et al.* 1995; SCHUSTER *et al.*, 1997; STEINBERG & EYAL, 2002. A cerâmica apresenta-se inerte, pois não existem forças eletrostáticas disponíveis para que ocorram ligações químicas, por outro lado a resina composta pela própria característica do material apresenta uma alta energia superficial tornando-se portanto mais reativa.

BOLLEN *et al.* (1997) sugeriram um limiar de rugosidade superficial, Ra igual a 0,2  $\mu\text{m}$ , para a retenção de placa bacteriana, abaixo do qual nenhum efeito quantitativo e qualitativo deve ser esperado. Somente um aumento na rugosidade acima desse limiar resultaria numa elevação simultânea do acúmulo de placa bacteriana e, assim, aumentariam os riscos de cáries ou inflamações periodontais. Pode-se inferir que a diferença estatística significativa observada neste trabalho entre a superfície de resina composta indireta lisa e rugosa tenha ultrapassado esse valor, o que poderia justificar a diferença. Além disso, os

resultados obtidos por CAPUTO (1980) e KAWAI & URANO (2001) comprovaram o comportamento diferenciado das resinas compostas em relação ao maior acúmulo de placa bacteriana.

Outro aspecto avaliado neste estudo foi a influência da sacarose nos resultados obtidos no estudo *in situ*. Assim, o experimento foi delineado utilizando-se ou não a sacarose para estimular a formação de placa bacteriana. Os resultados mostraram que a imersão dos dispositivos intraorais em solução de sacarose a 20% não apresentou influência na quantificação do biofilme formado sobre as amostras.

Não existe dúvida quanto ao potencial cariogênico da sacarose, principalmente por estar associado à alta energia liberada na hidrólise utilizada pelas bactérias na síntese de glucanos insolúveis (ROLLA *et al.*, 1985). Por outro lado, considera-se que uma grande parte do biofilme dental formado na presença de sacarose é composta de polissacarídeos extracelulares produzidos por *Streptococcus mutans* através da interferência da glicosiltransferase, presente na parede celular e na saliva (ROLLA, 1989). Justifica-se, portanto, a análise estatística dos resultados apresentados nas fases 1 e 2 do experimento, ou seja, presença ou não de sacarose. Como a placa bacteriana foi quantificada através da concentração de proteínas advindas, em sua grande maioria, de bactérias (FOX & DAWES, 1970), o aumento na quantidade de matriz extracelular não foi avaliado. Segundo ZEE *et al.* (1997) e KAWAI & URANO (2001), o número de bactérias se estabiliza nas primeiras 24 horas. Existe uma mudança estrutural e, também, na composição da matriz do biofilme dental produzido por *Streptococcus*

*mutans*, e não no aumento do número destes (ADAMCZYK & SPIECHOWICS, 1990; CURY, 2001). Segundo CARLSSON & STRUSTROM (1968), uma maior quantidade de placa bacteriana é expressa aproximadamente por 60% de matriz extracelular composta de polissacarídeos produzidos através da presença de sacarose. Os polissacarídeos produzidos *in vivo* na presença de sacarose resultam em um maior acúmulo de biofilme dental, porém, não necessariamente no aumento da quantidade de bactérias (ROLLA; 1989). Na realidade, a importância da sacarose se traduz na perda de mineral da estrutura dental. Este desequilíbrio entre os fatores de desmineralização e remineralização se dá em função direta das condições que mantêm o pH crítico na cavidade bucal, e pode resultar na instalação do processo cariioso. Portanto, a sacarose não está relacionada somente ao aumento da adesão microbiana, mas também ao estímulo na produção de polissacarídeos (ROLLA, 1989; THYLSTRUP & FEJERSKOV, 1995; CURY *et al.*, 1997; CURY *et al.*, 2001).

Assim, torna-se facultativo ao pesquisador a utilização de solução de sacarose para estimular a formação de placa bacteriana nos estudos *in situ*, desenvolvidos com a utilização da metodologia de quantificação de proteínas através de espectrofotometria no comprimento de onda de 280 nm.

Por outro lado, quando se considera a eleição de um material restaurador em situações clínicas de grandes destruições coronárias, a indicação das cerâmicas dentais é mais vantajosa, por permitir um menor acúmulo de placa bacteriana.



**D**e acordo com os fatores avaliados nesta pesquisa e a metodologia empregada, os resultados obtidos permitem concluir que:

- Este estudo evidencia uma relação existente entre textura superficial, composição do material e acúmulo de placa bacteriana;
- A cerâmica DUCERAM LFC apresentou o mesmo comportamento em relação ao acúmulo de biofilme dental, independente de a superfície apresentar-se lisa ou rugosa;
- As amostras em resina composta SOLIDEX apresentaram diferenças estatísticas quanto ao acúmulo de placa dental entre as superfícies rugosas e lisas, porém, a superfície lisa teve o mesmo comportamento da superfície de cerâmica rugosa;
- As imersões dos dispositivos intraorais em solução de sacarose a 20% não influenciaram na quantificação de placa dental formada sobre as amostras.

ADAMCZYK, E.& SPIECHOWICZ, E. Plaque accumulation on crowns made of various materials. *Int J Prosthod.*, Lombard, 3(3): 285-91, 1990.

ANUSAVICE, K.J. *Phillips' science of dental materials*. 10. Ed. Philadelphia, W.B

\*Saunders Company, 1996. 583p.

BANKS, R.G. Conservative posterior ceramic restorations: a literature review. *J prosth Dent.*, Saint Louis, 63(6): 619-26, 1990.

BOLLEN, C.M.L.; PAPAIOANNOU, W.; VAN ELDERE, J.; SCHEPERS, E.; QUIRYNEN, M.; VAN STEENBERGHE, D. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res.*, Copenhagen 7: 201-11, 1996.

BOLLEN, C.M.L.; 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.*, Washington, 13(4): 258-69, 1997.

CAPUTO, A.A. Biological implications of dental materials. *Dent Clin N Am.*, Philadelphia, 24(2): 331-41, 1980.

---

\* De acordo com a NB-66, de 1978, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).  
Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

- CARLSSON, J. & SUNDSTROM, B. Variations in composition of early dental plaque following ingestion of sucrose and glucose. *Odontol. Rev.* , 19:161-69, 1968.
- CASTELLANI, D.; BECHELLI, C.; TISCIONE, E.; LO NOSTRO, A.; PIERLEONE, P.P. *In vivo* plaque formation on cast ceramic (Dicor) and conventional ceramic. *Int J Prosthodont.*, Lombard, 9(5): 459-65, 1996.
- CHAN, C. & WEBER, H. Plaque retention on teeth restored with full-ceramic crowns: a comparative study. *J prosth Dent.*, Saint Louis, 56(6): 666-71, 1986.
- CURY, J.A.; MAMBRIN, S.C.T.; GAZAL, W. *In situ* models to study dental and/or calculus inhibition. *J Dent Res.*, Washington, 73: 424, 1994.
- \_\_\_\_\_.; REBELLO, M.A.B.; DEL BEL CURY, A.A. *In situ* relationship between sucrose exposure and the composition of dental plaque. *Caries Res*, Basel, 31:356-60, 1997.
- \_\_\_\_\_.; FRANCISCO, S.B.; DEL BEL CURY, A.A.; TABCHOURY, C.P.M. *In situ* study of sucrose exposure, *Mutans Streptococci* in dental plaque and dental caries. *Braz Dent J*, Ribeirão Preto, 12(2): 101-104, 2001.
- DE WET, F.A. Dental glazes – Surface roughness and plaque accumulation. *Quintessence Int.*, Berlin, 9: 127-33, 1980.
- DIETSCHI, D. & SPREAFICO, R. *Conceitos atuais para o tratamento estético de dentes posteriores*. 1ª ed., São Paulo, Quintessence editora Ltda., 1997. 140p.
- DUKE, E.S. The introduction of a new class of composite resins: ceromers. *Compend Cont Educ Dent.*, Janesburg, 20(3): 246-7, 1999.

- FOX, D.J. & DAWES, C. The extraction of protein matrix from human dental plaque. *Archs. Oral Biol.*, 15: 1069-77, 1970.
- FRIEDL, K.H.; SCHMALZ, G.; HILLER, K.A.; SALLER, A. *In vivo* evaluation of a feldspathic ceramic system: 2 year results. *J Dent.*, Oxford, 24(1): 25-31, 1996.
- GARBER, D. A. & GOLDSTEIN, R.E. *Inlays e onlays de porcelana e resina composta restaurações estéticas em dentes posteriores*. 1.ed. São Paulo, Quintessence editora Ltda., 1996. 32p.
- GARONE NETTO, N. & BURGER, R.C. *Inlay e onlay: metálica e estética*. 1. Ed. São Paulo, Editora Santos, 1998. 233p.
- HAHN, R.; WEIGER, R.; NETUSCHIL, L.; BRÜCH, M. Microbiol accumulation and vitality on different restorative materials. *Dent Mater.*, Washington, 9(1-6): 312-6, 1993.
- HANNING, M. Transmission elecron microscopy of early plaque formation on dental materials *in vivo*. *Eur J Oral Sci.*, Munksgaard, 107: 55-64,1999.
- HOELSCHER, D.C.; NEME, A.M.L.; PINK, F.E.; HIGHERS, P.J. The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. *Oper Dent*, Seattle, 23: 36-42, 1998.
- JENKINS, G.N. *The phisiology and biochemistry of the mounth*. 4. Ed. Oxford, Blackweel scientific publications, 1978. 360p.
- JENSEN, O.E.; SCHULTES, A.M.; HANDELMAN, S. L.; PROSKIN, H. M. Plaque retntion on Dicor crowns and gingival health evaluated over a four year period. *Int. J Periodontics Restorative Dent.*, Carol Stram, 10(6): 455-463, 1990.

- JONES, D.W. Development of dental ceramics: An historical perspective. *Dent Clin N Am.*, Philadelphia, 29(4): 621-44, 1985.
- JUNG, M. Finishing and polishing of a hybrid composite and a heat-pressed glass ceramic. *Operative Dent.*, Seattle, 27: 175-83, 2002.
- KAWAI, K.; URANO, M.; EBISU, S. Effect of surface roughness of porcelain on adhesion of bacteria and their synthesizing glucans. *J Prosthet Dent.*, Saint Louis, 83: 664-7, 2000.
- KAWAI, K. & URANO, M. Adherence of plaque components to different restorative materials. *Operative Dent.*, Seattle, 26: 396-400, 2001.
- KELLY, J.R.; NISHIMURA, I.; CAMPBELL, S.D. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *J prosth Dent.*, Saint Louis, 75(1): 18-32, 1996.
- KOCZARSKI, M.J. Utilization of ceromer inlays/onlays for replacement of amalgam restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent.*, New York, 10(4): 405-12, 1998.
- KORKOUTA, S.; WALSH, T.F.; DAVIS, L.G. The effect of porcelain laminate veneers on gingival health and bacterial plaque characteristics. *J. Clin. Periodontol.*, Denmark, 21: 638-40, 1994.
- LAZZARI, E.P. *Dental biochemistry*. 2.ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1976.
- LEITÃO, J. & HEGDAHL, T. On measuring of roughness. *Acta Odontol Scand.*, Oslo, 39(6): 379-84, 1981.
- LEITE Jr, F.H.C. *Avaliação do acúmulo de placa in situ e da rugosidade superficial in vitro em resinas compostas modificadas por poliácidos submetidas a acabamento e polimento*. Piracicaba, 2001. 81p. Dissertação (Mestrado) –

Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

LEINFELDER, K.F. New development in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc.*, Chicago, 128: 573-581, 1997.

MENDONÇA, C.C.L. *Avaliação da rugosidade superficial in vitro, e da formação de placa in situ, em superfícies cerâmicas submetidas a acabamento e polimento*. Piracicaba, 1999. 92p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

Mc LEAN, J. W. & HUGHES, T.H. The reinforcement of dental porcelain with ceramics oxides. *Br Dent J.*, London, 119(6): 251-67, 1965.

NASEDKIN, J.N. Ceramic inlays and onlays: update 1995. *Res Dent.* 61(8): 676-82, 1995.

NASSAR,U.; MEYER, A.E.; OGLE, R.E.; BAIER, R.E. The effect of restorative and prosthetic materials on dental plaque. *Periodontology 2000*, Denmark, 8: 114-24, 1995.

NATHANSON, D. Etched porcelain restorauion for improved esthetics, part II: Onlays. *Compend Contin Educ Dent.*, Janesburg, 8(2): 105-10, 1989.

NELSON, D.L. & COX, M.M. *Lehninger principles of biochemistry*. 3. ed. New York, worth Publishers, 2000. 1152p.

OBERWESER, A.M.; CAMBERG, J.W.B.; GREIFSWALD, R.B. Hydrothermal ceramic veneering: An initial experiance report from the clinical practice. *Quintessenz*, Berlin, 46(3): 409-18, 1995.

- QUALTROUGH, A.J.E.; WILSON, N.H.F.; SMITH, G.A. The porcelain inlay: a historical view. *Operative Dent.*, Seattle, 15(2): 61-70, 1990.
- QUIRYNEN, M. & BOLLEN, C.M. The influence of surface roughness and surface free energy on supra and subgingival plaque formation in man. *J. Clin. Periodontol.* Copenhagen, 22(1): 1-14, 1995.
- RENDINA, G. *Experimental methods in modern biochemistry*. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1971. 75p.
- RIBEIRO, F.C. *Avaliação da rugosidade da superfície de cerâmicas dentárias frente ao uso de diferentes sistemas de polimento*. São Paulo, 1998. 108p. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
- RIMONDINI, L.; FARE, S.; BRAMBILLA, E. FELLONI, A. The effect of surface roughness on early *in vivo* plaque colonization on Titanium. *J Periodontol.*, Chicago, 68: 556-62, 1997.
- RITTER, A.,V. & BARATIERI, L.N. Ceramic restorations for posterior teeth: guidelines for the clinician. *J Esthet Dent.*, Hamilton, 11(2): 72-85, 1999.
- RÖLLA, G.; SCHEIE, A.A.; CIARDI, J.E. Role of sucrose in plaque formation. *Scand J Dent Res.*, Copenhagen, 93: 105-11, 1985.
- RÖLLA, G. Why is sucrose so cariogenic? The role of glucosyltransferase and polysaccharides. *Scand J Dent Res.*, Copenhagen, 97: 115-19, 1989.
- SCHUSTER, G.S.; LEFEBVRE, C. A.; WATASHA, J.C.; WHITE, S.N. Biocompatibility of posterior restorative materials. *CDA Journal* 24(9): 17-31, 1996.

- SHANNON, A. Ceromers used with indirect resin/ceramics: materials, clinical applications and prep guidelines. *Dent Today.*, Mont Clair, 17(3): 60-65, 1998.
- SCHEIE, A.A. Mechanisms of dental plaque formation. *Adv. Dent. Res.*, Washington, 8(2): 246-53, 1994.
- SJÖGREN, G.; LANTTO, R. TILLBERG, A. Clinical evaluation of all-ceramic crowns (Dicor) in general practice. *J prosth Dent.*, Saint Louis, 81(3): 277-284, 1999.
- STEINBERG, D. & EYEL, S. Early formation of *Streptococcus sobrinus* biofilm on various dental restorative materials. *J Dent.*, Oxford, 30: 47-51, 2002.
- STOOKEY, G.K. Reactor paper concerning patient selection and appliance design in intra-oral models. *J. Dent. Res.*, Washington, 71 (Spec Iss): 911-12, 1992.
- THYLSTRUP, A. & FEJERSKOV, O. *Cariologia Clínica*, 2.ed., São Paulo, Santos livraria editora Ltda., 1995. 71p.
- TOUATI, B. & AIDAN, N. Second generation laboratory composite resin for indirect restorations. *J Esth Dent.*, Hamilton, 9(3): 108-118, 1997.
- TOUATI, B.; MIARA, P.; NATHANSON, D. *Odontologia estética e restaurações cerâmicas*. 1. Ed. São Paulo, Santos livraria editora, 2000. 1p.
- YAMAMOTO, K.; OHASHI, S. TAKI, E.; HIRATA, K. Adherence of oral streptococci to composite resin of varying surface roughness. *Dent Mater J.*, Tokio, 15(2): 201-4, 1996.
- ZALKIND, M.M. *et al.* Accumulation of *Streptococcus mutans* on light-cured composites and amalgam: na *in vitro* study. *J Esthet Dent*, Hamilton, 19(4): 187-90, 1998.

ZEE, K.Y.; SAMARANAYAKE, L.P.; ATTSTRÖM, R. Scanning electron microscopy of microbial colonization of rapid and slow dental plaque formers *in vivo*. *Archs oral Biol.* Great Britain, 42(10-11): 735-42, 1997.

ZERO, D.T. *In situ* caries models. *Adv Dent Res.*, Washington, 9(3): 214-30, 1995.

**ANEXO 1****TERMO DE CONSENTIMENTO PARA TRATAMENTO E PESQUISA**

Por este instrumento particular declaro, para efeitos éticos e legais, que eu (nome) \_\_\_\_\_, (nacionalidade) \_\_\_\_\_, (profissão) \_\_\_\_\_, portador(a) do R.G. \_\_\_\_\_, C.I.C. \_\_\_\_\_, residente e domiciliado(a) à \_\_\_\_\_, na cidade de \_\_\_\_\_, Estado \_\_\_\_\_, concordo em absoluta consciência com os procedimentos a que vou me submeter para a realização da fase experimental da tese de Doutorado do curso de Clínica Odontológica – área de concentração Dentística, sob responsabilidade da aluna Carlota Cristina Leite Mendonça, R.G. 06480484-2 IFP, nos termos abaixo relacionados:

1. Esclareço que recebi todas as informações sobre minha participação nesse experimento, possuindo plena liberdade para me abster em participar da referida pesquisa em qualquer momento, sem prejuízo financeiro, hierárquico ou de qualquer natureza;
2. Esclareço também que fui amplamente informado por um profissional, que não está envolvido na pesquisa, sobre os possíveis benefícios e riscos aos quais estou me submetendo durante este experimento, tomando conhecimento de que o meu consentimento não exime a responsabilidade do profissional que está executando a pesquisa;

3. Todas essas normas estão de acordo com a Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde.

Por estar de pleno acordo com o teor do presente termo, assino abaixo o mesmo. Nova Friburgo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2001.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

\_\_\_\_\_  
Assinatura do profissional que  
efetuou o esclarecimento ao  
voluntário

## ANEXO 2

### INFORMAÇÕES AOS VOLUNTÁRIOS DA PESQUISA

#### “AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE PLACA BACTERIANA *in situ* SOBRE A SUPERFÍCIE DE DOIS MATERIAIS ESTÉTICOS INDIRETOS.”

#### OBJETIVO DA PESQUISA:

O objetivo desta pesquisa é avaliar o acúmulo de placa bacteriana *in situ* sobre materiais restauradores estéticos indiretos, resinosos e cerâmicos, apresentando duas texturas superficiais, lisa e rugosa, através de espectrofotometria.

## RESUMO DA PESQUISA:

A Odontologia Restauradora vem sofrendo modificações ao longo dos anos, dentre as quais se destacam os conceitos de preservação da estrutura dental. A excessiva valorização da técnica vem sendo substituída gradativamente por conceitos mais abrangentes que determinam tratamentos estratégicos em relação à etiologia da doença cárie, buscando através da informação e instrução dos pacientes a manutenção do estado de saúde bucal.

Por outro lado, há uma maior preocupação com a estética por parte desses mesmos pacientes e por profissionais da área odontológica, existindo uma grande tendência ao desenvolvimento de materiais e técnicas restauradoras que se enquadrem tanto nos preceitos filosóficos de promoção de saúde, quanto estéticos e portanto, sejam capazes de ampliar as perspectivas de tratamentos mais duradouros que recuperem as funções do elemento dental.

Entre os materiais estéticos indiretos destacam-se as cerâmicas dentais, que desde sua primeira utilização em 1774 vêm desempenhando um papel fundamental na odontologia restauradora devido a sua capacidade de reproduzir com fidelidade as nuances de cor e translucidez do esmalte dental, assim como sua biocompatibilidade sempre alvo de grandes discussões dentro da literatura. Outra alternativa viável para restaurações indiretas estéticas são as resinas compostas indiretas. Estes materiais apresentam vantagens em relação às porcelanas principalmente relacionadas ao custo e por se apresentarem menos friáveis determinando preparos menos invasivos. Frente a crescente

demanda por restaurações estéticas e portanto a ampla utilização de restaurações indiretas tanto em cerâmica como resina composta indireta, surge a necessidade de se avaliar como estes materiais se comportam em relação ao acúmulo de placa dental, ressaltando a importância do fator biológico frente a qualquer procedimento restaurador visando não só a estética e função mas principalmente o total restabelecimento da saúde bucal.

Os materiais restauradores testados serão: Cerâmica Duceram LFC e resina composta laboratorial Solidex.

***Avaliação “in situ” do acúmulo de placa:***

Para o estudo *in situ*, obteremos o modelo da arcada superior de 12 voluntários, para confecção das placas palatinas de acrílico, onde serão posicionados 4 corpos de prova referentes aos grupos experimentais, 1mm abaixo do nível da superfície da resina, para o depósito de bactérias. Cada voluntário utilizará a placa palatina durante 3 dias. No quarto dia, a placa formada sobre cada corpo de prova será extraída e quantificada em espectrofotômetro. Um intervalo de 4 dias será necessário para neutralizar os resíduos do primeiro teste. Após substituímos os corpos de prova por outros, os voluntários utilizarão por mais 3 dias, repetindo-se o ciclo de formação de placa bacteriana. Serão realizados 8 ciclos divididos em 2 fases determinadas aleatoriamente para cada voluntário. Em uma etapa serão realizadas imersões da placa palatina em solução de sacarose 20%, 8 vezes ao dia. Em outra fase os mergulhos serão realizados em água.

Os dados obtidos serão tabulados e submetidos a análise estatística.

## INFORMAÇÕES AOS VOLUNTÁRIOS:

Os voluntários assinarão um termo de consentimento, e, nos termos deste documento, terão liberdade para desistir da pesquisa a qualquer momento (ANEXO 1).

Servirão como critério para recrutamento de voluntários:

- Indivíduos saudáveis;
- Com idade entre 20 e 30 anos
- Apresentando adequado controle de placa bacteriana
- Baixa atividade de cárie

Servirão como critério para exclusão da amostra:

- Voluntárias em período de gestação;
- Voluntários com atividade de cárie, gengivite ou doença periodontal;
- Voluntários que apresentem patologias locais ou sistêmicas;
- Voluntário que não colaborarem com os termos da pesquisa.

Os voluntários deverão seguir as instruções fornecidas, comparecendo ao laboratório de Dentística nos horários e datas pré estabelecidas. Os voluntários deverão manter as informações da corrente pesquisa em segredo até a mesma ser finalizada e publicada em periódico especializado.

O experimento será realizado durante 8 semanas, dentre as quais cada voluntário utilizará a placa palatina por 24 dias, seguindo o cronograma estabelecido no início do experimento.

Para que possamos obter resultados confiáveis e que não ofereça qualquer tipo de risco, cada voluntário deve seguir minuciosamente todas as recomendações a seguir:

1. Iniciar a realização de higiene bucal habitual reforçada com dentífrico padronizado que será fornecido, com uma semana de antecedência ao início do experimento.
2. Durante o experimento a placa palatina só poderá ser escovada em sua parte interna, ou seja aquela que se encontra em contato com o palato.
3. Nos 3 dias de utilização, a placa deverá ser imersa em solução de sacarose a 20%, 8 vezes ao dia de acordo com a etapa do experimento previamente estabelecida.  
( Esta solução será fornecida)
4. O dispositivo intraoral deverá ser removido somente durante as refeições, e nestas ocasiões deverá ser mantido em local úmido e fechado. Para isto será fornecido um porta aparelho, e a placa palatina deverá ser então envolvida com algodão molhado tornando o ambiente úmido.
5. Sempre no quarto dia após a utilização da placa palatina, o voluntário deverá comparecer ao laboratório de Dentística da Faculdade de Odontologia de Nova Friburgo, pela manhã, para que seja entregue ao responsável pela pesquisa, e assim a quantificação de placa bacteriana realizada.
6. Caso hajam dúvidas, estas serão esclarecidas no telefone (21) 24965608 ou (21) 99754791, pelo responsável da pesquisa, Carlota Cristina L. Mendonça.

## CRONOGRAMA

|                                  | Semana               | Data |
|----------------------------------|----------------------|------|
| <b>Instalação do experimento</b> |                      |      |
| <b>1<sup>ª</sup> CICLO</b>       | <b>1<sup>ª</sup></b> |      |
| <b>2<sup>ª</sup> CICLO</b>       | <b>2<sup>ª</sup></b> |      |
| <b>3<sup>ª</sup> CICLO</b>       | <b>3<sup>ª</sup></b> |      |
| <b>4<sup>ª</sup> CICLO</b>       | <b>4<sup>ª</sup></b> |      |
| <b>5<sup>ª</sup> CICLO</b>       | <b>5<sup>ª</sup></b> |      |
| <b>6<sup>ª</sup> CICLO</b>       | <b>6<sup>ª</sup></b> |      |
| <b>7<sup>ª</sup> CICLO</b>       | <b>7<sup>ª</sup></b> |      |
| <b>8<sup>ª</sup> CICLO</b>       | <b>8<sup>ª</sup></b> |      |

***Riscos e benefícios decorrentes da instalação da pesquisa:***

Pesquisas *in situ* têm sido amplamente utilizadas por possibilitarem a reprodução das condições da cavidade oral, e quando bem delineadas não apresentam risco algum aos voluntários que se dispõem a participar, a não ser uma discreta halitose durante o período experimental, que pode ser atenuado com adequada higiene bucal bem como limpeza da parte interna do dispositivo. Estudos utilizando dispositivos intra-orais são reconhecidos internacionalmente e têm sido utilizados desde 1964. Os aparelhos serão adequadamente polidos, especialmente em suas margens e arestas, a fim de se evitar o acúmulo de placa bacteriana e conseqüentemente, alterações nos tecidos gengivais. Durante a fase de instalação dos aparelhos intraorais, qualquer desconforto relatado pelo voluntário será diagnosticado e removido, assim, a causa da irritação será prontamente eliminada.

Os aparelhos serão imersos em solução de sacarose a 20%, 8 vezes ao dia, para induzir uma formação maior de placa bacteriana. Esta condição

simula uma situação de alto desafio cariogênico, no entanto o período de utilização do aparelho é muito curto, quando comparados à diversos trabalhos na literatura que induzem a formação de cárie dental, e os voluntários serão instruídos a consumirem uma dieta com menos açúcar e realizarem uma melhor higiene oral. Desta maneira, as seqüelas que a imersão destes aparelhos em sacarose poderiam causar são reversíveis e o intervalo de descanso é suficiente para a estabilização do meio. Outro fator que reforça a preocupação ética dos pesquisadores com os voluntários da pesquisa é a manutenção e orientação dos hábitos de higiene oral, fornecendo dentifrício fluoretado para todo o período de duração da pesquisa além de continuarem ingerindo água de abastecimento de Nova Friburgo, que é fluoretada. Sabe-se que a cárie dental é uma doença multifatorial que está ligada diretamente com o risco individual de cada paciente, assim, o presente estudo preocupou-se em excluir da amostra, voluntários com média e alta atividade de cárie. Outro fator a se destacar é que os voluntários são estudantes da área de Odontologia, portanto possuem maiores cuidados com a higiene oral.

Nenhum benefício direto será oferecido aos voluntários desta pesquisa. Porém, os benefícios poderão ser evidenciados indiretamente, pela determinação de materiais utilizados em restaurações *onlay/inlay* que sejam realmente compatíveis com o estado de saúde bucal, pela quantificação do acúmulo de placa bacteriana relacionado com a lisura superficial de cada material e portanto favorecendo ou não a respostas favoráveis aos tecidos circunvizinhos, bem como o desgaste excessivo de dentes antagonistas.

***Formas de ressarcimento e indenização:***

Não está prevista nenhuma forma de ressarcimento ou indenização aos participantes da pesquisa, já que os voluntários serão alunos de graduação da Faculdade de Odontologia de Nova Friburgo – FONF, não necessitando de deslocamento até o local da pesquisa. Além disso, não será efetuado procedimento que cause dano ou alteração permanente aos indivíduos.

ANEXO 3

 **COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**   
Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
CEP-FOP-UNICAMP

**CERTIFICADO**

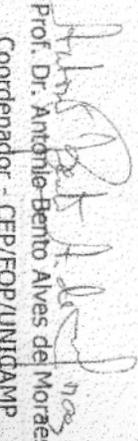
Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "Formação de placa dental in situ sobre materiais estéticos para onlay/inlay", sob o protocolo nº **74/99**, do Pesquisador(a) **Carlotia Cristina Leite Mendonça**, sob a responsabilidade do Prof(a). Dr(a). **Luis Alexandre M. S. Paullio**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - FOP.

Piracicaba, 30 de novembro de 1999

We certify that the research project with title "In situ dental plaque formation on esthetic materials for onlay/inlay restorations", protocol nº **74/99**, by Researcher **Carlotia Cristina Leite Mendonça** responsibility by Prof. Dr. Luis Alexandre M. S. Paullio, is in agreement with the Resolution 196/96 from National Committee of Health/Health Department (BR) and was approved by the Ethical Committee in Research at the Piracicaba Dentistry School/UNICAMP (State University of Campinas).

Piracicaba, SP, Brazil, 30 november 1999

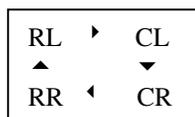
  
Prof. Dr. Pedro Luiz Rosalen  
Secretário - CEP/FOP/UNICAMP

  
Prof. Dr. Antônio Bento Alves de Moraes  
Coordenador - CEP/FOP/UNICAMP

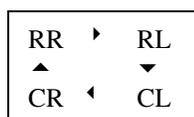
**ANEXO 4****Sorteio aleatório posição dos corpos de prova:**

Grupo sem sacarose

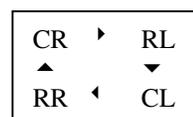
1 voluntário



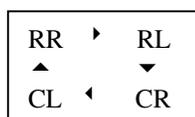
2 voluntário



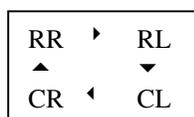
3 voluntário



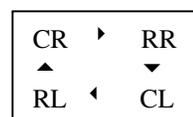
4 voluntário



5 voluntário

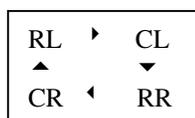


6 voluntário

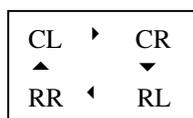


Grupo sacarose

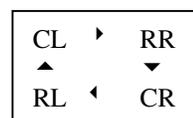
7 voluntário



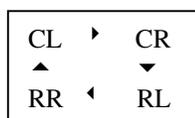
8 voluntário



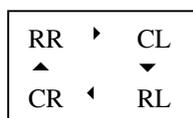
9 voluntário



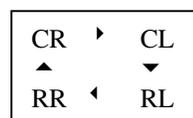
10 voluntário



11 voluntário



12 voluntário



**ANEXO 5**

**Dados originais obtidos no experimento de avaliação do acúmulo de placa bacteriana *in situ*, pela quantificação em espectrofotometria.**

**1ª FASE****1º Ciclo**

| <b>Voluntário</b> | <b>Posição</b> | <b>Absorbância</b> |
|-------------------|----------------|--------------------|
| 1                 | A              | 0.873              |
| 1                 | B              | 0.432              |
| 1                 | C              | 0.695              |
| 1                 | D              | 1.126              |
| 2                 | A              | 1.510              |
| 2                 | B              | 0.988              |
| 2                 | C              | 0.596              |
| 2                 | D              | 0.678              |
| 3                 | A              | 0.690              |
| 3                 | B              | 0.766              |
| 3                 | C              | 0.568              |
| 3                 | D              | 0.846              |
| 4                 | A              | 1.009              |
| 4                 | B              | 0.910              |
| 4                 | C              | 0.452              |
| 4                 | D              | 0.659              |
| 5                 | A              | 1.096              |
| 5                 | B              | 0.855              |
| 5                 | C              | 0.466              |
| 5                 | D              | 0.633              |
| 6                 | A              | 0.825              |
| 6                 | B              | 1.559              |
| 6                 | C              | 0.913              |
| 6                 | D              | 1.224              |
| 7                 | A              | 0.459              |
| 7                 | B              | 0.914              |
| 7                 | C              | 0.832              |
| 7                 | D              | 0.807              |
| 8                 | A              | 0.354              |
| 8                 | B              | 0.626              |
| 8                 | C              | 0.522              |
| 8                 | D              | 1.105              |
| 9                 | A              | 0.781              |
| 9                 | B              | 0.482              |
| 9                 | C              | 0.413              |
| 9                 | D              | 0.755              |
| 10                | A              | 0.729              |
| 10                | B              | 0.857              |
| 10                | C              | 0.749              |
| 10                | D              | 1.328              |
| 11                | A              | 1.105              |
| 11                | B              | 0.462              |

|    |   |       |
|----|---|-------|
| 11 | C | 0.592 |
| 11 | D | 0.131 |
| 12 | A | 0.822 |
| 12 | B | 0.833 |
| 12 | C | 0.644 |
| 12 | D | 1.253 |

**1ª FASE**  
**2º Ciclo**

| <b>Voluntário</b> | <b>Posição</b> | <b>Absrbância</b> |
|-------------------|----------------|-------------------|
| 1                 | A              | 0.939             |
| 1                 | B              | 0.149             |
| 1                 | C              | 0.292             |
| 1                 | D              | 0.128             |
| 2                 | A              | 0.273             |
| 2                 | B              | 0.463             |
| 2                 | C              | 0.212             |
| 2                 | D              | 0.209             |
| 3                 | A              | 1.865             |
| 3                 | B              | 0.452             |
| 3                 | C              | 0.425             |
| 3                 | D              | 0.235             |
| 4                 | A              | 0.302             |
| 4                 | B              | 0.806             |
| 4                 | C              | 0.810             |
| 4                 | D              | 0.563             |
| 5                 | A              | 0.687             |
| 5                 | B              | 0.695             |
| 5                 | C              | 0.314             |
| 5                 | D              | 0.270             |
| 6                 | A              | 0.630             |
| 6                 | B              | 0.224             |
| 6                 | C              | 0.691             |
| 6                 | D              | 0.666             |
| 7                 | A              | 0.369             |
| 7                 | B              | 0.388             |
| 7                 | C              | 0.136             |
| 7                 | D              | 0.464             |
| 8                 | A              | 0.763             |
| 8                 | B              | 0.221             |
| 8                 | C              | 0.559             |
| 8                 | D              | 0.704             |
| 9                 | A              | 0.596             |
| 9                 | B              | 0.204             |
| 9                 | C              | 0.656             |
| 9                 | D              | 0.347             |
| 10                | A              | 0.519             |
| 10                | B              | 0.053             |
| 10                | C              | 0.382             |
| 10                | D              | 0.434             |

|    |   |       |
|----|---|-------|
| 11 | A | 0.216 |
| 11 | B | 0.684 |
| 11 | C | 0.153 |
| 11 | D | 0.269 |
| 12 | A | 0.959 |
| 12 | B | 0.368 |
| 12 | C | 0.373 |
| 12 | D | 0.683 |

**1ª FASE**  
**3º Ciclo**

| <b>Voluntário</b> | <b>Posição</b> | <b>Absorbância</b> |
|-------------------|----------------|--------------------|
| 1                 | A              | 0.149              |
| 1                 | B              | 0.939              |
| 1                 | C              | 0.292              |
| 1                 | D              | 0.128              |
| 2                 | A              | 0.212              |
| 2                 | B              | 0.273              |
| 2                 | C              | 0.463              |
| 2                 | D              | 0.209              |
| 3                 | A              | 0.452              |
| 3                 | B              | 1.865              |
| 3                 | C              | 0.425              |
| 3                 | D              | 0.235              |
| 4                 | A              | 0.302              |
| 4                 | B              | 0.806              |
| 4                 | C              | 0.810              |
| 4                 | D              | 0.563              |
| 5                 | A              | 0.212              |
| 5                 | B              | 0.687              |
| 5                 | C              | 0.314              |
| 5                 | D              | 0.270              |
| 6                 | A              | 0.691              |
| 6                 | B              | 0.224              |
| 6                 | C              | 0.666              |
| 6                 | D              | 0.630              |
| 7                 | A              | 0.464              |
| 7                 | B              | 0.369              |
| 7                 | C              | 0.388              |
| 7                 | D              | 0.136              |
| 8                 | A              | 0.559              |
| 8                 | B              | 0.763              |
| 8                 | C              | 0.221              |
| 8                 | D              | 0.704              |
| 9                 | A              | 0.204              |
| 9                 | B              | 0.596              |
| 9                 | C              | 0.347              |
| 9                 | D              | 0.656              |
| 10                | A              | 0.434              |
| 10                | B              | 0.519              |

|    |   |       |
|----|---|-------|
| 10 | C | 0.382 |
| 10 | D | 0.053 |
| 11 | A | 0.216 |
| 11 | B | 0.153 |
| 11 | C | 0.684 |
| 11 | D | 0.269 |
| 12 | A | 0.368 |
| 12 | B | 0.959 |
| 12 | C | 0.373 |
| 12 | D | 0.683 |

**1ª FASE**  
**4º Ciclo**

| <b>Voluntário</b> | <b>Posição</b> | <b>Absorbância</b> |
|-------------------|----------------|--------------------|
| 1                 | A              | 0.009              |
| 1                 | B              | 0.257              |
| 1                 | C              | 0.310              |
| 1                 | D              | 0.115              |
| 2                 | A              | 0.212              |
| 2                 | B              | 0.122              |
| 2                 | C              | 0.313              |
| 2                 | D              | 0.456              |
| 3                 | A              | 0.313              |
| 3                 | B              | 0.239              |
| 3                 | C              | 0.481              |
| 3                 | D              | 0.328              |
| 4                 | A              | 0.393              |
| 4                 | B              | 0.142              |
| 4                 | C              | 0.116              |
| 4                 | D              | 0.445              |
| 5                 | A              | 0.306              |
| 5                 | B              | 0.298              |
| 5                 | C              | 0.255              |
| 5                 | D              | 0.468              |
| 6                 | A              | 0.684              |
| 6                 | B              | 0.253              |
| 6                 | C              | 0.181              |
| 6                 | D              | 0.349              |
| 7                 | A              | 0.190              |
| 7                 | B              | 0.562              |
| 7                 | C              | 0.416              |
| 7                 | D              | 0.346              |
| 8                 | A              | 0.262              |
| 8                 | B              | 0.339              |
| 8                 | C              | 0.476              |
| 8                 | D              | 0.292              |
| 9                 | A              | 0.442              |
| 9                 | B              | 0.258              |
| 9                 | C              | 0.280              |
| 9                 | D              | 0.261              |

|    |   |       |
|----|---|-------|
| 10 | A | 0.453 |
| 10 | B | 0.327 |
| 10 | C | 0.806 |
| 10 | D | 0.228 |
| 11 | A | 0.119 |
| 11 | B | 0.235 |
| 11 | C | 0.443 |
| 11 | D | 0.780 |
| 12 | A | 0.172 |
| 12 | B | 0.406 |
| 12 | C | 0.646 |
| 12 | D | 0.359 |

**2ª FASE**  
**1º Ciclo**

| <b>Voluntário</b> | <b>Posição</b> | <b>Absorbância</b> |
|-------------------|----------------|--------------------|
| 1                 | A              | 0.774              |
| 1                 | B              | 0.332              |
| 1                 | C              | 0.595              |
| 1                 | D              | 0.804              |
| 2                 | A              | 0.998              |
| 2                 | B              | 0.783              |
| 2                 | C              | 0.495              |
| 2                 | D              | 0.666              |
| 3                 | A              | 0.791              |
| 3                 | B              | 0.866              |
| 3                 | C              | 0.412              |
| 3                 | D              | 0.641              |
| 4                 | A              | 1.205              |
| 4                 | B              | 0.820              |
| 4                 | C              | 0.451              |
| 4                 | D              | 0.658              |
| 5                 | A              | 1.295              |
| 5                 | B              | 0.845              |
| 5                 | C              | 0.366              |
| 5                 | D              | 0.531              |
| 6                 | A              | 1.025              |
| 6                 | B              | 1.801              |
| 6                 | C              | 0.955              |
| 6                 | D              | 0.753              |
| 7                 | A              | 0.251              |
| 7                 | B              | 1.702              |
| 7                 | C              | 0.811              |
| 7                 | D              | 0.507              |
| 8                 | A              | 0.469              |
| 8                 | B              | 0.816              |
| 8                 | C              | 0.813              |
| 8                 | D              | 0.702              |
| 9                 | A              | 0.632              |
| 9                 | B              | 0.513              |

|    |   |       |
|----|---|-------|
| 9  | C | 0.456 |
| 9  | D | 0.861 |
| 10 | A | 0.811 |
| 10 | B | 0.922 |
| 10 | C | 0.515 |
| 10 | D | 0.999 |
| 11 | A | 0.873 |
| 11 | B | 0.226 |
| 11 | C | 0.444 |
| 11 | D | 0.092 |
| 12 | A | 0.392 |
| 12 | B | 0.226 |
| 12 | C | 0.167 |
| 12 | D | 0.798 |

**2ª FASE**  
**2º Ciclo**

| Voluntário | Posição | Absorbância |
|------------|---------|-------------|
| 1          | A       | 0.851       |
| 1          | B       | 0.264       |
| 1          | C       | 0.392       |
| 1          | D       | 0.112       |
| 2          | A       | 0.291       |
| 2          | B       | 0.723       |
| 2          | C       | 0.197       |
| 2          | D       | 0.211       |
| 3          | A       | 0.827       |
| 3          | B       | 0.328       |
| 3          | C       | 0.336       |
| 3          | D       | 0.124       |
| 4          | A       | 0.434       |
| 4          | B       | 0.911       |
| 4          | C       | 0.765       |
| 4          | D       | 0.449       |
| 5          | A       | 0.872       |
| 5          | B       | 0.678       |
| 5          | C       | 0.299       |
| 5          | D       | 0.183       |
| 6          | A       | 0.980       |
| 6          | B       | 0.134       |
| 6          | C       | 0.658       |
| 6          | D       | 1.352       |
| 7          | A       | 0.274       |
| 7          | B       | 0.782       |
| 7          | C       | 0.184       |
| 7          | D       | 1.119       |
| 8          | A       | 0.939       |
| 8          | B       | 0.295       |
| 8          | C       | 0.667       |
| 8          | D       | 0.829       |

|    |   |       |
|----|---|-------|
| 9  | A | 0.459 |
| 9  | B | 0.181 |
| 9  | C | 0.647 |
| 9  | D | 0.294 |
| 10 | A | 0.904 |
| 10 | B | 0.042 |
| 10 | C | 0.570 |
| 10 | D | 0.335 |
| 11 | A | 1.239 |
| 11 | B | 0.951 |
| 11 | C | 0.220 |
| 11 | D | 0.314 |
| 12 | A | 0.903 |
| 12 | B | 0.274 |
| 12 | C | 0.405 |
| 12 | D | 0.752 |

**2ª FASE**  
**3º Ciclo**

| <b>Voluntário</b> | <b>Posição</b> | <b>Absorbância</b> |
|-------------------|----------------|--------------------|
| 1                 | A              | 0.276              |
| 1                 | B              | 1.863              |
| 1                 | C              | 0.181              |
| 1                 | D              | 0.059              |
| 2                 | A              | 0.347              |
| 2                 | B              | 0.799              |
| 2                 | C              | 1.381              |
| 2                 | D              | 0.108              |
| 3                 | A              | 0.452              |
| 3                 | B              | 1.333              |
| 3                 | C              | 0.670              |
| 3                 | D              | 0.121              |
| 4                 | A              | 0.411              |
| 4                 | B              | 0.934              |
| 4                 | C              | 1.172              |
| 4                 | D              | 0.780              |
| 5                 | A              | 0.302              |
| 5                 | B              | 1.122              |
| 5                 | C              | 0.651              |
| 5                 | D              | 0.199              |
| 6                 | A              | 0.687              |
| 6                 | B              | 0.235              |
| 6                 | C              | 0.368              |
| 6                 | D              | 0.666              |
| 7                 | A              | 0.559              |
| 7                 | B              | 0.434              |
| 7                 | C              | 0.300              |
| 7                 | D              | 0.051              |

|    |   |       |
|----|---|-------|
| 8  | A | 0.684 |
| 8  | B | 1.121 |
| 8  | C | 0.305 |
| 8  | D | 0.774 |
| 9  | A | 0.055 |
| 9  | B | 0.333 |
| 9  | C | 0.276 |
| 9  | D | 0.401 |
| 10 | A | 0.369 |
| 10 | B | 0.434 |
| 10 | C | 0.199 |
| 10 | D | 0.022 |
| 11 | A | 0.339 |
| 11 | B | 0.214 |
| 11 | C | 1.130 |
| 11 | D | 0.704 |
| 12 | A | 0.206 |
| 12 | B | 0.670 |
| 12 | C | 0.294 |
| 12 | D | 0.401 |

**2ª FASE**  
**4º Ciclo**

| <b>Voluntário</b> | <b>Posição</b> | <b>Absorbância</b> |
|-------------------|----------------|--------------------|
| 1                 | A              | 0.234              |
| 1                 | B              | 0.299              |
| 1                 | C              | 0.498              |
| 1                 | D              | 0.051              |
| 2                 | A              | 0.424              |
| 2                 | B              | 0.366              |
| 2                 | C              | 0.712              |
| 2                 | D              | 1.236              |
| 3                 | A              | 0.722              |
| 3                 | B              | 0.311              |
| 3                 | C              | 1.573              |
| 3                 | D              | 0.672              |
| 4                 | A              | 0.658              |
| 4                 | B              | 0.351              |
| 4                 | C              | 0.233              |
| 4                 | D              | 0.939              |
| 5                 | A              | 0.726              |
| 5                 | B              | 0.444              |
| 5                 | C              | 0.121              |
| 5                 | D              | 1.356              |
| 6                 | A              | 0.759              |
| 6                 | B              | 0.431              |
| 6                 | C              | 0.222              |
| 6                 | D              | 0.537              |

---

|    |   |       |
|----|---|-------|
| 7  | A | 0.281 |
| 7  | B | 1.112 |
| 7  | C | 0.513 |
| 7  | D | 0.826 |
| 8  | A | 0.136 |
| 8  | B | 0.294 |
| 8  | C | 0.426 |
| 8  | D | 0.191 |
| 9  | A | 1.111 |
| 9  | B | 0.612 |
| 9  | C | 0.328 |
| 9  | D | 0.151 |
| 10 | A | 0.611 |
| 10 | B | 0.445 |
| 10 | C | 0.954 |
| 10 | D | 0.256 |
| 11 | A | 0.008 |
| 11 | B | 0.156 |
| 11 | C | 0.198 |
| 11 | D | 0.628 |
| 12 | A | 0.246 |
| 12 | B | 0.821 |
| 12 | C | 1.332 |
| 12 | D | 0.555 |