

RICARDO CARVALHAES FRAGA

**POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE MATERIAIS  
RESTAURADORES CONTENDO FLÚOR,  
DURANTE A REAÇÃO DE PRESA E APÓS  
HIDRATAÇÃO**

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

Piracicaba  
1997

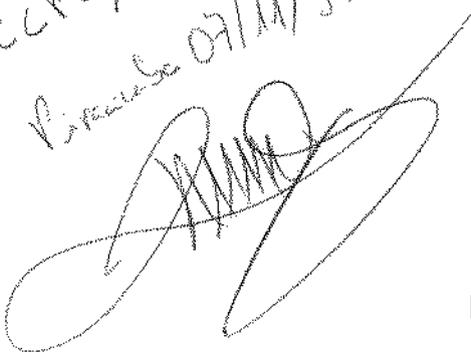
F842p

32448/BC

RICARDO CARVALHAES FRAGA

POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE MATERIAIS  
RESTAURADORES CONTENDO FLÚOR, DURANTE A REAÇÃO  
DE PRESA E APÓS HIDRATAÇÃO

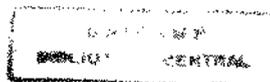
*Este exemplar foi devidamente  
avaliado conforme requisitos  
CCPG/036/83  
Piracicaba 07/11/97*



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

Orientador Prof. Dr Luís Roberto  
Marcondes Martins - FOP - 13600-  
UNICAMP

Piracicaba  
1997





A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de **Doutorado**, em sessão pública realizada em 21/10/97, considerou o candidato aprovado.

1. Luís Roberto Marcondes Martins

2. José Roberto Lovadino

3. Joélis Pupo

4. Milton de Uzeda

5. José Roberto Cury Saad

Dedico esta tese à Lucíola e  
à Lana, meus amores.

Dedico também a todos os meus  
familiares e amigos, especialmente  
aqueles que contribuíram de alguma  
forma na elaboração desta pesquisa.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins, pelo diálogo franco na orientação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Freitas Siqueira Júnior e ao técnico em Microbiologia Sr. Fernando Magalhães, pelo imprescindível auxílio no desenvolvimento da parte experimental da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Milton de Uzeda, por ceder as dependências do laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro para a realização da parte experimental da pesquisa.

Aos Profs. Drs. Luís Alexandre Maffei Sartini Paullilo, Luiz André Freire Pimenta, José Roberto Lovadino e Mônica Campos Serra pela produtiva e alegre convivência.

Aos meus colegas de Pós-Graduação Ana Paula, Cláudia, Dagmar, Fernanda, Gisele, Marcelo, Paula, Priscila e Rodrigo, pelo companheirismo.

À Coordenadoria de Pós-Graduação da FOP-UNICAMP, à Universidade Federal Fluminense e à CAPES, pelos recursos proporcionados.

## SUMÁRIO

	P
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	1
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E PALAVRAS EM OUTRO IDIOMA.....	2
RESUMO.....	4
INTRODUÇÃO.....	6
REVISÃO DA LITERATURA.....	13
PROPOSIÇÃO.....	42
MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
RESULTADOS.....	53
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	64
CONCLUSÕES.....	76
SUMMARY.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	P
Figura 1: Medição de três diâmetros aleatórios.....	47
Figura 2: Injeção do material em matriz.....	48
Figura 3: Câmara de ultravioleta.....	48
Figura 4: Exemplo de escore 0 (zero) unânime (Charisma ).....	50
Figura 5: Exemplo de escore 1 (um) unânime (Dyract).....	50
Figura 6: Exemplo de escore 2 (dois) unânime (Vitremer).....	51
Tabela 1: Atividade antibacteriana durante a reação de presa.....	54
Gráfico 1: Atividade antibacteriana durante a reação de presa.....	55
Tabela 2: Atividade antibacteriana, em <i>S.sanguis</i> , após a hidratação.....	56
Gráfico 2: Atividade antibacteriana, em <i>S.sanguis</i> , após a hidratação.....	57
Quadro 1: Escores para atividade antibacteriana em <i>S.mutans</i> , após hidratação.....	58
Gráfico 3: Escores para atividade antibacteriana em <i>S.mutans</i> , após hidratação.....	59
Tabela 3: Teste de pH.....	62
Gráfico 4: Teste de pH.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E PALAVRAS EM OUTRO IDIOMA

**A.D.A.**=American Dental Association (Associação Odontológica Americana).

**apud** = em.

**ATCC** = American Type Culture Collection (coleção americana de culturas-padrão).

**ATP** = adenosina tri-fosfato.

**Bis-GMA** = bisfenol glicidil metacrilato.

**°C** = graus Celsius (unidade de temperatura).

**cermet** = ionômero de vidro cerâmico/metálico.

**et al** = e outros (abreviatura de "et alii").

**in vitro** = em laboratório.

**in vivo** = em ser vivo.

**liner** = forrador cavitário.

**mg** = miligrama.

**mg/l** = miligrama por litro.

**mm** = milímetros.

**M.S.B.** = meio de cultura mitis-salivarius com bacitracina.

**NaCl** = cloreto de sódio.

**NaF** = fluoreto de sódio.

**pH** = potencial de hidrogênio.

**ppm** = partes por milhão.

**primer** = preparador de superfície.

**pour plate** = caldo de cultura líquido (já com o inóculo).

**swab** = aplicador de cultura (com ponta em algodão).

**T.S.A.** = meio de cultura tripticase-soy ágar.

% = por cento.

## RESUMO

Foi realizada uma pesquisa *in vitro*, utilizando-se como método de avaliação a inibição de crescimento microbiano em caldo de cultura, com o intuito de determinar o potencial antibacteriano de materiais restauradores que contém flúor, além de avaliar a relação dessa capacidade com a alteração do pH do meio aquoso circundante, provocada pelos próprios materiais.

Avaliou-se a atividade inibitória dos materiais, durante a reação de presa, contra cinco espécies bacterianas (*Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mutans* e *Lactobacillus casei*). Foi testada também a capacidade antibacteriana dos materiais após a hidratação dos mesmos por 72 horas, utilizando-se para essa fase da pesquisa apenas duas espécies (*S. mutans* e *S. sanguis*). Na terceira fase do experimento mensurou-se a alteração de pH em água destilada, provocada pelos materiais, após a hidratação por 3 minutos, 4 horas e 72 horas.

Constatou-se que, quando testados durante a reação de presa, a resina composta com flúor (Tetric) e a resina modificada por poliácidos (Dyract) atuaram de modo semelhante ao grupo controle, representado por uma resina composta sem flúor (Charisma), não apresentando atividade antibacteriana contra as cinco espécies. Os materiais Vidrion N, Vitremer, Chelon-Silver e Chelon-Fil apresentaram ação variada contra o crescimento microbiano nessa fase.

Após a hidratação, quando testados contra *S.sanguis* e *S.mutans*, o

material híbrido Vitremer foi o que apresentou maior ação inibitória contra o crescimento dos microrganismos, seguido pelo Vidrion N e pelo Dyract, que passou nesta fase a possuir ação antimicrobiana. Os ionoméricos Chelon-Silver e Chelon-Fil perderam significativamente o potencial antibacteriano, e a resina composta Tetric mostrou uma ação praticamente nula.

O Dyract foi o único que apresentou queda do pH do meio, quando realizada a hidratação pelo período de 4 horas, indicando que a acidificação superficial desse material acontece tardiamente pela absorção de água, podendo, inclusive, estar relacionada com a sua capacidade antibacteriana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Flúor, materiais restauradores, ação antibacteriana.

## **INTRODUÇÃO**

## INTRODUÇÃO

O tecnicismo foi preponderante na Dentística por muitas décadas, especialmente após o advento dos princípios de **BLACK**<sup>10</sup>, em **1908**. Deve-se reconhecer que esse autor representou um marco histórico na Odontologia, pois através de suas pesquisas conseguiu-se adicionar embasamento científico à prática dos preparos cavitários. No entanto, já há algum tempo, as bases biológicas fundamentadas no desenvolvimento de estudos, principalmente em Histologia, Bioquímica e Microbiologia, passaram a representar foco de muitas pesquisas na área odontológica. Este fato foi suportado pela modernização dos equipamentos laboratoriais e pelo interesse em descobrir as verdadeiras causas das doenças da boca.

Os materiais restauradores também avançaram muito na sua capacidade de promoverem restaurações com resistência, estética e capacidade de manterem um selamento marginal adequado através da adesividade. Entretanto, as restaurações freqüentemente precisam ser substituídas, e dentre os motivos mais comuns para a troca das restaurações, a cárie secundária manifesta-se como sendo o de mais alta ocorrência<sup>51, 65, 73, 104</sup>, não existindo nenhuma dúvida de que os microrganismos atuam como os agentes etiológicos dessa doença<sup>54, 55, 92, 99, 100</sup>. Sabe-se, inclusive, que restaurações com desadaptações marginais podem não representar risco para a instalação de uma cárie secundária, caso seja mantido um método eficaz na remoção da placa bacteriana da área correspondente<sup>42, 45</sup>. Também a inflamação pulpar pós-tratamento pode ser potencializada pela presença de bactérias no assoalho cavitário, como

foi confirmado por **BRÄNNSTRÖM**<sup>13</sup>, em **1986**. Sendo assim, qualquer medida que seja tomada no sentido de reduzir a contaminação microbiana da cavidade será benéfica.

Estudos epidemiológicos<sup>16, 47</sup> e bioquímicos<sup>31</sup> passaram a fazer parte de uma grande parcela das pesquisas sobre cárie, enfatizando o efeito preventivo e terapêutico do flúor, mas os fundamentos microbiológicos tornaram-se cada vez mais freqüentes, principalmente para o conhecimento do processo evolutivo das reincidências da cárie dental e das suas conseqüências agressivas ao órgão pulpar<sup>13, 14, 20</sup>.

Muitos métodos são utilizados para reduzir o risco de cárie secundária em pacientes reabilitados. A utilização de soluções antimicrobianas em bochechos foi considerada, por **EMILSON et al**<sup>29</sup>, em **1987**, como um método químico eficaz no sentido de reduzir a colonização por *Streptococcus mutans*, mas existem alguns efeitos colaterais promovidos por algumas dessas substâncias, como é confirmado no trabalho publicado por **BONESVOLL et al**<sup>11</sup>, em **1974**. Além disto, aplicação dos agentes antimicrobianos tópicos exigem uma conscientização do paciente para que eles passem a ser utilizados dentro de uma rotina de aplicação.

Alguns autores preconizam o uso de cariógrafos como método para reduzir o número de microrganismos remanescentes nas paredes cavitárias durante o preparo cavitário<sup>2, 3, 37, 79</sup>. Entretanto, a eficácia desse método tem sido questionada em pesquisas mais recentes<sup>12, 52, 103</sup>. A anti-sepsia das paredes cavitárias pela aplicação de agentes anti-sépticos também é um

método recomendado com o fim de reduzir a contaminação da cavidade<sup>30</sup>.

Os materiais obturadores endodônticos têm sido estudados em sua capacidade antibacteriana<sup>75</sup>. Em Dentística Restauradora já foram realizadas tentativas de incorporar antibióticos aos materiais restauradores dentários com o objetivo de reduzir o risco de cárie secundária, como na pesquisa realizada por COLTON & EHRLICH<sup>17</sup>, em 1953.

A introdução de clorexidina em resina composta e em cimento ionômero de vidro já foi testada, quando observou-se que, dependendo da dosagem, há atividade antibacteriana sem perda de propriedades físicas do material restaurador<sup>50, 77</sup>. Alguns autores preferiram testar a clorexidina, aplicada na cavidade preparada, e concluíram que não ocorre prejuízo para a ligação dos adesivos à estrutura dentária após esse tratamento<sup>32, 62, 72</sup>. Mais recentemente, estudos foram realizados objetivando mensurar a redução da colonização das paredes cavitárias após o condicionamento ácido da dentina, quando do emprego da técnica da hibridização. Observou-se que o ácido fosfórico aplicado reduziu significativamente o número de microrganismos que abrigavam-se nos túbulos dentinários<sup>86</sup>.

Outros estudos buscaram pesquisar a relação entre a ação antibacteriana de adesivos, cimentos ou *liners* e a inibição da cárie secundária<sup>1, 4, 5, 18, 23, 24, 57, 58, 60, 74, 81, 83, 94, 95, 96, 97</sup>, já tendo sido demonstrado, inclusive, que a inclusão do glutaraldeído nos adesivos dentinários pode promover uma ação eficaz contra microrganismos relacionados a cárie<sup>38, 61</sup>.

O papel do flúor é atualmente melhor conhecido e, sem dúvida, a

presença desse agente representa um eficiente método químico, tanto no sentido de prevenir cárie quanto agir terapêuticamente na reversão de lesões já instaladas. É bem conhecida a importância do flúor dentro do processo bioquímico de remineralização da estrutura dentária<sup>85</sup>, mas alguns estudos buscaram relacionar a presença de fluoretos com a inibição de crescimento bacteriano<sup>9, 54, 56</sup>.

A associação do flúor com outros agente também foi estudada por **BEIRAGHI *et al***<sup>6</sup>, em **1990**, que procuraram comparar o efeito cariostático do fluoreto estanhoso e do fluoreto de sódio, em ratos, verificando a eficácia de ambos. A ação antibacteriana do íon estanho foi considerada relevante por esses autores, mas não a do fluoreto de sódio que, segundo eles, atuou apenas no processo de remineralização. Esta conclusão coloca em questão a verdadeira ação antimicrobiana do flúor, muito embora existam algumas evidências de que esse agente, quando penetra pela membrana citoplasmática, inibe enzimas vitais para a sobrevivência de algumas bactérias<sup>44</sup>.

Uma linha de pesquisa que tem se mostrado interessante é a relacionada com a possibilidade de liberação de flúor pelos materiais restauradores<sup>19, 27, 35, 36, 46, 53, 59, 64, 85</sup>. Desde o advento do cimento silicato, e a sua evolução para os materiais ionoméricos, a liberação lenta do flúor passou a ser utilizada como uma barreira química contra a instalação de cáries secundárias. A liberação dos agentes terapêuticos, contidos nos materiais restauradores, também é dependente do grau de dissolução da estrutura dos mesmos<sup>76</sup>.

Já ficou demonstrado que ocorre queda do pH na superfície dos materiais ionoméricos nos primeiros minutos de sua presa<sup>89</sup>, podendo esta acidificação ser responsável pela ativação do processo inibitório do flúor sobre algumas bactérias. Seguindo-se esta linha de raciocínio, a reação de presa destes materiais pode interferir na colonização bacteriana das paredes cavitárias. Resta então saber se após o envelhecimento e a hidratação desses materiais, no meio bucal, pode ocorrer uma alteração significativa nesse potencial inibitório, visto que a formação de sais e a liberação de íons é dependente do tempo em que o material é mantido em solução aquosa<sup>21</sup>.

A pesquisa *in vitro* realizada por **SERRA**<sup>85</sup>, (1995), demonstrou que materiais híbridos ionômero/resina composta foram capazes de reduzir cárie, e que uma resina composta com flúor não apresentou essa propriedade. A liberação de flúor pelos ionoméricos híbridos foi comprovada de forma categórica na pesquisa desenvolvida por **MITRA**<sup>64</sup>, em 1991, e a atividade antibacteriana desses materiais também já foi demonstrada em outros estudos<sup>38, 57, 61, 81, 84</sup>.

Também os íons liberados de materiais que contêm partículas metálicas, podem representar um obstáculo físico-químico contra a cárie secundária<sup>7, 25</sup>. **ORSTAVIK**<sup>68</sup>, em 1985, desenvolveu um estudo microbiológico que demonstrou inibição do crescimento bacteriano em paredes cavitárias de restaurações de amálgama. A ação antibacteriana de componentes do amálgama como mercúrio, cobre e prata foi investigada há algumas décadas por **SHAY et al**<sup>87</sup>, (1956).

No cimento ionomérico classificado como *cermet* a prata está ligada às partículas do pó através de um processo de sinterização<sup>22</sup>, já no denominado "mistura milagrosa" as partículas de prata são simplesmente adicionadas ao frasco. Considerando-se esse fato, a aplicação dos cimentos ionoméricos reforçados por prata pode representar mais uma defesa contra os microrganismos que habitam o assoalho ou as margens da cavidade.

Atualmente espera-se que as restaurações dentárias possam, através do processo de liberação de seus agentes, atuar não somente como elementos físicos que bloqueiem a instalação de novas cáries, pois mesmo considerando-se que os adesivos dentinários de última geração possam reduzir significativamente a infiltração marginal, sabe-se que microespaços estarão presentes. Além do mais, alguns estudos confirmaram que microrganismos remanescentes possuem a capacidade de permanecerem viáveis sob restaurações que não possuam potencial antibacteriano<sup>33, 62</sup>. Entende-se também que dentro de uma concepção que valoriza a promoção de saúde em Odontologia, a liberação de substâncias cariostáticas, seja pelos forradores cavitários, pelos adesivos, pelos agentes cimentantes ou pelos próprios materiais restauradores, deve ser considerada como mais um método, dentre os já existentes, no sentido de manter o controle da cárie e evitar a sua reincidência.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

## REVISÃO DA LITERATURA

**TURKHEIM et al**<sup>56</sup>, em 1955, estudaram, por meio de avaliação inibitória em ágar, os seguintes materiais em sua capacidade de ação antimicrobiana: I - Cimentos: Oxisulfato de zinco, óxido de zinco-eugenol, oxifosfato de zinco, silicato, silico-fosfato e cimento de "cobre preto"; II - Metais: ouro, prata, cádmio, índio, platina, cobre (em forma de sais de silicato de cobre); III - Materiais restauradores: Amálgama de prata e resina acrílica. Este autor utilizou cepas de *Staphylococcus pyogenes aureus*, *Monilia albicans*, *Pseudomonas pyocyanea*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus* e ainda lactobacilos recolhidos de cavidades de cárie. Durante a reação de presa os cimentos apresentaram efeito antibacteriano que diminuía significativamente tão logo a reação completava-se, com exceção para o óxido de zinco-eugenol que manteve-se eficaz por mais tempo. Dentre os metais, o cádmio, a prata e o cobre na forma de sais mostraram-se antibacterianos. Amálgama e resina acrílica não demonstraram tais efeitos.

O efeito antimicrobiano do flúor, adicionado em materiais restauradores, foi pesquisado por **MANGI et al**<sup>58</sup>, em 1959. Esses autores testaram resina acrílica, cimento silicato e cimento fosfato de zinco, no sentido de verificar o efeito desses materiais sobre sete espécies bacterianas. O método utilizado no estudo foi a verificação de halos de inibição em placas com ágar inoculadas por 48 horas. A pesquisa concluiu que a resina acrílica não possui nenhuma atividade antibacteriana, mas

quando adicionado o flúor nesse material um tênue poder inibitório pode ser observado. O cimento silicato e o fosfato de zinco contendo 5% de flúor apresentaram atividade antibacteriana, e os autores chegaram a conclusão que o ácido fosfórico, contido no cimento fosfato de zinco foi o principal responsável pelo poder inibitório desse material. Da mesma forma que concluíram que o monômero da resina acrílica não apresentou atividade antibacteriana.

**UPDEGRAFF et al<sup>67</sup>**, (1971), testaram 21 materiais restauradores dentais, envelhecidos em várias condições e em dois diferentes meios de cultura, na capacidade antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum* e um coquetel de estreptococos cariogênicos originários do meio oral. Os autores também fizeram uma correlação de seus resultados com os achados de outros estudos *in vitro* que buscaram associar a ação de materiais restauradores com inibição de cárie artificial. Observou-se que a ação antimicrobiana decresce muito com o envelhecimento dos materiais, principalmente quando esse envelhecimento ocorre em água tépida. Foi interessante perceber que, dentre as três resinas acrílicas testadas, a que demonstrou maior atividade contra o crescimento das bactérias foi também a que, em outros estudos, também mostrou-se mais eficaz contra a instalação de cárie artificial.

As percentagens de *S. mutans* e *S. sanguis* em placa bacteriana foram mensuradas no estudo *in vivo* realizado por **LOESCHE et al<sup>68</sup>**, em

**1975.** A placa interproximal e oclusal de voluntários foi recolhida após aplicações diárias de flúor-fosfato acidulado. Um gel placebo foi utilizado como controle da pesquisa. Foi obtida uma redução de 45-75% no percentual de microrganismos nas amostras oclusais, determinando uma diferença estatística para o grupo controle. Entretanto, não se observou diferença estatisticamente significativa na redução de bactérias na placa interproximal. O efeito da redução manteve-se por 12 semanas e esteve correlacionado com diminuição do quadro de gengivite dos voluntários.

Através de um estudo *in vitro*, **NUNEZ et al<sup>67</sup>**, (1976), buscaram determinar a influência de três ligas para amálgama no crescimento de *S.mutans*. Foram estudadas ligas de diferentes formatos (esféricas, finas e dispersas), sendo os corpos de prova obtidos através de método padronizado, tanto no que se refere à trituração quanto a sua esterilização. Os autores utilizaram como controle três meios que apresentaram as seguintes condições: 1- Sem bactéria e sem amálgama; 2- Com bactéria e sem amálgama; 3- Sem bactéria e com amálgama. Cinco réplicas foram preparadas para cada grupo-teste e, após o crescimento, os caldos foram levados à espectrofotometria para uma análise quantitativa do crescimento. Ficou evidenciado um potencial inibitório menor para o amálgama de fase dispersa. Segundo os autores, esse fato pode estar relacionado à menores valores de prata e estanho contidos nesta liga, que possui um teor de cobre superior às outras testadas.

Doze materiais restauradores baseados em resina e um cimento silicato foram testados *in vitro* contra cinco espécies bacterianas. **ORSTAVIK & HENSEN-PETTERSEN**<sup>69</sup>, em 1978, foram os autores desta pesquisa que demonstrou, por meio de medição de halo inibitório em ágar, que todos os materiais testados apresentaram algum efeito antibacteriano quando recém-preparados. Após armazenamento em solução salina (NaCl 0,9%) por 24 horas a atividade antimicrobiana demonstrou-se significativamente reduzida para todos os materiais. As resinas TD71 e Sevricon (baseadas em metil-metacrilato convencional) demonstraram, ao lado do cimento silicato, o maior potencial antimicrobiano, já as resinas a base de Bis-GMA não demonstraram ação antibacteriana.

A ação antimicrobiana do fluoreto de sódio foi pesquisada por **MIRANDA & PIZSOLITTO**<sup>63</sup>, em 1980, que verificaram a concentração mínima desse agente, capaz de provocar inibição de crescimento de estreptococos. As bactérias foram cultivadas por 18 e 24 horas, e os meios contendo flúor foram preparados utilizando-se caldo de cultura com 2% de fluoreto de sódio. A pesquisa concluiu que *S. mutans*, *S. salivarius* e estreptococos beta-hemolíticos (tanto em 18 como em 24 horas) apresentam alta sensibilidade ao flúor, precisando apenas de valores em torno de 141 e 564 ppm. Os microrganismos *S. faecalis*, *S. liquefaciens* e *S. zymogenes* são altamente resistentes, havendo necessidade de 4517 ppm de concentração de fluoreto de sódio para que haja inibição.

**SCHWARTZMAN et al<sup>83</sup>, (1980)**, propuseram-se a mensurar, por meio de medição de halo inibitório em ágar, o potencial antimicrobiano de cinco cimentos dentários e uma resina composta. Cinco espécies bacterianas (*S. mutans*, *E. coli*, *S. viridans*, *L. acidophilus* e *S. pyogenes*) foram utilizadas neste estudo, que valeu-se de um método de escores para determinação dos valores, seguindo-se a seguinte pontuação: 0-> de 0 a 2 mm; 1->de 2 a 4 mm; 2-> de 4 a 7 mm e; 3->mais de 7 mm. Após 48 horas de incubação à 39 °C de cinco réplicas de cada material para cada espécie, verificou-se que o cimento óxido de zinco-eugenol apresentou a maior média inibitória seguido pela ordem de: cimento silico-fosfato, cimento de zinco-fosfato e cimento silicato. A resina composta e o cimento poliacrilato não apresentaram capacidade inibitória.

**DUMMER & HARRISON<sup>25</sup>, (1982)**, realizaram uma pesquisa *in vitro* com o objetivo de avaliar a capacidade antibacteriana de alguns materiais restauradores. Amostras padronizadas de resina composta, amálgama, ouro e porcelana foram introduzidas em meio de cultura inoculado por *S. mutans* D283, por quatro dias. A placa bacteriana formada na superfície dos espécimes foi recolhida para graduação, pesagem e contagem de colônias. Foi observado um crescimento microbiano significativamente menor nas superfícies de amálgama. Os autores relacionaram esse fato aos componentes metálicos desse material.

Foi realizado, por **SKJORLAND & SONJU<sup>88</sup>, (1982)**, um estudo sobre

a colonização por *S. mutans* em superfícies de amálgama, resina composta e esmalte dental em condições *in vivo*. Foi introduzida nesta pesquisa uma variável correspondente à bochechos com sacarose a 15%, realizados 12 horas antes da inserção dos materiais. Amostras das restaurações foram recolhidas da superfície vestibular de molares superiores, 180 minutos após a inserção dos materiais e, em seguida, levadas à procedimentos de cultura para identificação de colonização e morfologia celular, além de testes de dissociação de arginina, produção de polissacarídeos extracelulares e fermentação. A resina composta apresentou índices significativamente mais altos de colonização por *S. mutans*, com ou sem a inclusão dos bochechos de sacarose, dando a demonstração de que esse material é mais susceptível à colonização, independentemente das condições testadas.

Em 1984, **DUMMER & WILLS-WOOD**<sup>26</sup> avaliaram cinco marcas comerciais de amálgama: Dispersalloy (fase dispersa, 12% de cobre, 18% de estanho e 70% de prata), Amalcap (de semelhante constituição), Indialloy (esferoidal, 13% de cobre, 24% de estanho, 60% de prata e 3% de índio), Sybraloy (esferoidal, 29% de cobre, 30% de estanho e 42% de prata) e Solila (partícula fina, 5,5% de cobre, 25,5% de estanho e 42% de prata). Esses materiais, já na forma de amálgama e envelhecido por infusão em líquido, foram testados em cultura no ágar-sangue para observação de sua capacidade inibitória em *S. mutans*, utilizando-se cinco amostras de cada grupo. Não foi observado no meio de cultura qualquer poder inibitório, mas em testes de pesagem dos corpos de prova (tanto úmidos quanto secos)

verificou-se uma capacidade maior do Dispersalloy, seguido do amálgama Sybraloy, em dificultar a adesão da placa bacteriana, mesmo quando os espécimes não recebiam polimento. Os demais materiais apresentaram valores de pesagem de placa significativamente superiores. Esses autores também mensuraram a concentração de ATP das placas colhidas e não encontraram diferenças entre os grupos.

Um estudo desenvolvido por **GLASSMAN & MILLER<sup>41</sup>**, em **1984**, avaliou as propriedades antibacterianas de quatro ligas de amálgama, sendo uma convencional com flúor (Amalcap F) e três com alto conteúdo de cobre (Amalcap, Non Gamma II, Tytin e Indialloy). Esses autores confeccionaram os corpos de prova seguindo as instruções dos fabricantes e respeitando a especificação nº 1 da A.D.A. Como método de esterilização foi utilizada a luz ultravioleta por 30 minutos. Além de várias espécies de bactérias isoladas, foram colhidas amostras de saliva e placa do interior de lesões cariosas. O método de avaliação aplicado na pesquisa foi mensuração de halo inibitório na cultura em ágar, quando observou-se que a liga enriquecida com cobre e contendo índio (Indialloy) foi significativamente superior às outras três quanto ao potencial antibacteriano. Esse amálgama só não demonstrou capacidade inibitória sobre a cultura proveniente da amostra de placa contida em lesão de cárie. Entre as outras três ligas testadas, inclusive a com flúor, não foi observada diferença estatisticamente significante. Verificou-se alguma especificidade de cada uma delas contra determinadas bactérias.

O estudo desenvolvido por **GREGER et al**<sup>63</sup>, em **1985**, mensurou o conteúdo de Adenosina 5-trifosfato (ATP) e a sobrevivência de *S.mutans* GS-5 em meio lactato-acetato em pH regulado para 6,5, 5,0 e 4,0, com ou sem a adição de fluoreto de sódio. Foi observada uma redução de ATP celular em todos os valores de pH testados, mas verificou-se uma redução mais significativa quando em pH entre 4,0 e 5,0, com ou sem a adição de flúor. O meio contendo flúor e em pH 4,0 resultou em um efeito altamente bactericida. Os achados destes autores suportaram a teoria de que a condutividade de íons transmembrana seja um importante fator no mecanismo de atividade antimicrobiana do flúor, e que a redução do pH potencializa esse efeito.

Nove ligas para amálgama foram testadas *in vitro* por **ORSTAVIK**<sup>68</sup>, em **1985**. Um teste para avaliar a capacidade bactericida e um teste de poder inibitório contra o crescimento de *S. mutans* foram realizados. Foram testados ANA 2000 (25,4% de cobre), Sybralloy (29,9 % de cobre), Dispersalloy (11,8 % de cobre), Revalloy (2,8 % de cobre), dois amálgamas "de cobre" (Neo-Silbrin e Cupromue), Indialloy (12,6 % de cobre), Amalcap (12,9 % de cobre) e Spheralloy (4,2 % de cobre). Os espécimes foram preparados de acordo com as instruções dos fabricantes e apresentando um volume de 0,2 ml com uma área de superfície de 200 mm<sup>2</sup>. Todos os materiais demonstraram alguma capacidade antibacteriana, com os amálgamas "de cobre" sendo os mais eficazes em ação bactericida, seguidos de Amalcap, Dispersalloy e Indialloy. ANA 2000 e Sybralloy

demonstraram efeitos praticamente insignificantes nesse teste. Para os testes inibitórios de crescimento, Revalloy e Dispersalloy foram os mais efetivos, seguidos dos amálgamas "de cobre", enquanto que ANA 2000 e Indialloy demonstraram algum efeito inibitório e, Amalcap, Sybralloy e Spheralloy sendo insignificativos. O autor também realiza, neste estudo, uma mensuração da liberação dos íons metálicos do material para o meio e, baseando-se nestes resultados associados, não se pode correlacionar o efeito antibacteriano dos amálgamas de prata com o seu conteúdo de cobre, muito embora tenha-se observado que os amálgamas específicos de cobre, tenham apresentado maior potencial inibitório.

A atividade antibacteriana de nove cimentos (óxido de zinco e eugenol, Kalzinol, fosfato de zinco, Silicap, Super Syntrex, Aspa, Chembond, Chemfil e Aquacem) foi testada por **TOBIAS et al**<sup>94</sup>, (1985). Os autores realizaram testes *in vitro* contra seis espécies bacterianas (*Moraxella spp*, *Eschericia coli*, *Corinebacterium spp*, *Actinomyces viscosus*, *Enterococcus*, *Streptococcus sanguis*). Todos os materiais, quando recém-preparados exibiram efeito antimicrobiano, que variou intensamente para cada microrganismo. Entretanto, observou-se que esse efeito foi reduzido substancialmente decorridas 24 ou 72 horas após a presa dos cimentos.

**LOESCHE**<sup>54</sup>, em 1986, publicou um estudo bibliográfico extenso, com 363 referências, onde foi pesquisada a doença cárie dentro de um enfoque microbiológico. O autor enfatizou os aspectos antibacterianos do flúor e

confirmou a necessidade de um meio ácido para que haja permeabilização da membrana citoplasmática dos microrganismos e penetração dos íons de flúor para atuar na inibição de enzimas contidas nas células bacterianas. Dentre as suas conclusões, o autor estabeleceu que *S. mutans*, *S. sobrinus* e lactobacilos são os principais agentes etiológicos da cárie, e que a capacidade acidúrica do *S. mutans* faz com que esse microrganismo consiga resistir em ambientes desfavoráveis aos demais, selecionando-o no interior da placa.

**SAXTON et al<sup>80</sup>**, (1986), realizaram uma investigação com o intuito de estabelecer a relação entre o uso de um dentifrício contendo citrato de zinco e a redução da formação de placa bacteriana. Valendo-se de espectrometria atômica os autores também mensuraram a quantidade de zinco na placa bacteriana. Elevados níveis de zinco foram encontrados na saliva 3 a 4 horas após a escovação com o dentifrício estudado, estando essa elevação correlacionada com um aumento do zinco na placa. Comparando-se o crescimento de placa bacteriana em 88 pacientes que escovaram regularmente os dentes com dentifrício contendo zinco com um grupo placebo, verificou-se que a presença do zinco retardou o crescimento da placa bacteriana por 16-22 horas.

A acidificação superficial de três cimentos ionoméricos de cimentação foi avaliada por **SMITH & RUSE<sup>89</sup>**, em 1986. A alteração do pH dos cimentos ionoméricos e de um cimento a base de fosfato de zinco e outro de

policarboxilato foram mensurados, através de peagômetro, durante a reação de presa desses materiais. A pesquisa demonstrou que os materiais ionoméricos mantêm valores inferiores de pH por mais tempo que os outros materiais testados. Os autores consideraram que acidificação inicial dos cimentos ionoméricos, que apresentou-se em níveis inferiores a 3,0, pode determinar uma agressão biológica que soma-se a outras como a própria preparação cavitária.

**WALLMAN-BJÖRLUNK et al<sup>102</sup>**, em **1988**, pesquisaram a frequência de *S. mutans* em margens de restaurações de amálgama (convencional ou rico em cobre). Seis pacientes receberam 34 restaurações no total para participarem deste estudo, em que aguardou-se um período de dois meses para que as restaurações atingissem algum grau de envelhecimento. As margens correspondentes ao amálgama com alto teor de cobre apresentaram índices menores de colonização do que aquelas correspondentes ao amálgama convencional, muito embora os valores não tenham atingido níveis estatísticos.

**BAPNA et al<sup>1</sup>**, em **1988**, analisaram a incorporação de agentes antimicrobianos em adesivos dentinários. Amostras cilíndricas foram obtidas através da polimerização de três gotas do adesivo Scotchbond em matrizes padronizadas para a obtenção do grupo controle, enquanto que outras amostras, das mesmas dimensões, foram obtidas contendo agentes antimicrobianos incorporados. Após as culturas procederam-se as análises

qualitativas de crescimento e aderência dos microrganismos em superfícies de vidro e resina. Para obtenção desses resultados os autores valeram-se de espectrofotometria e densidade ótica. Os resultados encontrados demonstraram excelente potencial antibacteriano em elementos como fluoreto de sódio, aminas orgânicas e inorgânicas, pois esses produtos não somente inibiram o crescimento bacteriano, como também reduziram significativamente a capacidade de aderência das bactérias à superfície da resina. A protargina, um componente da prata, foi razoavelmente eficaz no sentido de reduzir o crescimento de *S. mutans*. Óxido de cobre e ácidos quelantes não demonstraram qualquer eficácia.

A ação antimicrobiana de dois amálgamas, uma resina composta e dois cimentos foi testada por **TOBIAS et al<sup>ps</sup>, (1988)**. *A. viscosus*, *S. sanguis*, *E. coli*, *Corynebacterium spp*, *Moraxella spp* e enterococos foram testados neste estudo. Em todas as espécies de microrganismos testadas, observou-se alguma ação antibacteriana, que reduziu-se com o tempo. A principal conclusão deste estudo foi que nos primeiros sete dias após a presa, considerando todos os materiais testados, ocorreu um maior poder inibitório.

A relação da reação de presa do cimento ionômero de vidro com a inibição de crescimento bacteriano foi estudada por **BARKHORDAR et al<sup>Ê</sup>, (1989)**. Os autores utilizaram cinco marcas comerciais (Classic, Shofu Lining Cement, Ever Bond, Gingiva Seal e Ketac Bond), variando os

tempos de incubação (um, dois e sete dias) para a obtenção dos resultados sobre o crescimento de *S. sanguis* e *S. mutans* em 48 placas de TSA (10%). O *S. sanguis* demonstrou-se, de um modo geral, mais sensível aos cimentos, muito embora todos os materiais tenham apresentado alguma ação em todos os testes. Os autores assumiram, em suas conclusões, que o baixo pH da reação de presa e a liberação de flúor, sejam responsáveis pela ação antibacteriana demonstrada.

**DESCHEPPER et al<sup>23</sup>, (1989 a)**, buscaram, em um estudo, avaliar o potencial antibacteriano de 11 marcas comerciais de cimento ionômero de vidro. Os autores procuraram avaliar o pó e o líquido dos cimentos isoladamente, assim como também o potencial inibitório do pó misturado com água deionizada. A ação do pH e a liberação de flúor pelos materiais foram aspectos discutidos neste trabalho, como prováveis responsáveis pelo poder de inibição. Os líquidos de cada material foram testados em seu pH original e também com o pH ajustado para 5,0 antes de serem introduzidos nos meios de cultura. Os autores verificaram que o único teste em que não se observou ação antibacteriana foi o referente ao líquido dos cimentos com pH 5,0 sobre o *S. mutans*. Todos os pós, líquidos em pH original, assim como os materiais manipulados com água deionizada mostraram eficácia no sentido de produzirem halos de inibição.

Em outro estudo, **DESCHEPPER et al<sup>24</sup>, (1989 b)**, procuraram determinar a capacidade antimicrobiana de cimentos ionoméricos

fotopolimerizáveis. Os autores incluíram neste estudo seis marcas comerciais (XR Ionomer, Vitrabond, Zionomer P/L, Zionomer P/P, Timeline e Cavilite) que foram testados em meios contendo *S. mutans*. Os materiais XR Ionomer e Vitrabond demonstraram poder inibitório e apresentaram uma liberação de flúor no ágar em uma concentração acima de 20 ppm. Já os demais cimentos não liberaram flúor nessa concentração, além de não conseguirem reduzir o pH abaixo de 4,0. Esses materiais não demonstraram ação antibacteriana como os dois primeiros, levando os autores à conclusão de que a redução do pH tenha sido o fator mais importante no sentido de potencializar ação antibacteriana dos componentes do material.

**IZAGUIRRE-FERNANDEZ *et al***<sup>49</sup>, em **1989**, avaliaram os efeitos do zinco e/ou flúor sobre o crescimento bacteriano, glicólise e sobrevivência de *S. mutans* GS-5, em um estudo *in vitro*, variando-se também o pH no meio de cultura (4,0 a 6,5). Os resultados desta pesquisa indicaram que o zinco inibe crescimento e glicólise dos microrganismos. O flúor, atuando isoladamente e em pH 4,0, apresentou um significativo efeito bactericida. A interação com o zinco potencializou, em muito, a ação bactericida do flúor, que passou a ser altamente bactericida mesmo em pH mais alto.

**NOUROLLAHI & MERYON**<sup>66</sup>, em **1989**, investigaram a atividade antibacteriana de quatro elementos (zinco, cobre, flúor e mercúrio) reconhecidamente liberados por materiais restauradores. Para esta pesquisa foram isolados microrganismos aeróbios provenientes de

cavidades em dentina. Testou-se uma concentração entre 10 e 100 microgramas/ml por 72 horas. A concentração e o tempo de exposição mostraram-se significativos no sentido de influir na inibição, que foi mais visível para zinco, cobre e mercúrio. O flúor apresentou uma ação bastante reduzida.

O trabalho realizado por **SCHERER et al**<sup>81</sup>, em **1989**, avaliou a ação antimicrobiana de materiais restauradores, sendo sete cimentos ionoméricos (Ketac-Bond, GC Lining Cement, Shofu GI Cement, Shofu Lining Cement, Ziommer Lining, Ketac-Fil e Ketac-Silver), duas resinas compostas (Visio-Fil e Fluor-Ever), um amálgama com cobre (Dispersalloy), um cimento de óxido de zinco e eugenol e outro à base de poliacrilato (Durelon). Foram testados inóculos de *S. mutans*, *S. salivarius*, *L. salivarius* e *A. viscosus* em placas com ágar-sangue e em incubação por 48 horas a 37°C. Apenas a resina composta Visio-Fil, que não contém flúor, não demonstrou ação antibacteriana. A maior média de halo inibitório foi demonstrada pelo cimento poliacrilato Durelon, seguido pelo cimento de óxido de zinco e eugenol, pelos cimentos ionoméricos, pelo amálgama e pela resina fluoretada Flúor-Ever. Ketac Bond e Shofu GI são os únicos, dentre os cimentos ionoméricos, que não possuem óxido de zinco, e esses materiais apresentaram baixo poder inibitório. Os autores concluíram que o baixo pH na reação de presa dos cimentos ionoméricos foi o principal motivo para a ação antibacteriana apresentada por esses materiais, que a presença do zinco potencializou a ação antibacteriana de alguns materiais,

e que a liberação de flúor pela resina composta Flúor-Ever foi responsável pelo tênue efeito apresentado por esse material.

**BERG et al<sup>6</sup>**, em **1990**, estudaram a redução dos níveis de *S. mutans* em placa interproximal localizada em contato com um material ionomérico *cermet*. Cinqüenta pacientes com restaurações do tipo classe II, realizadas em molares decíduos, foram utilizados na pesquisa. As placas interproximais foram colhidas antes da confecção das restaurações, e uma semana, um mês e três meses após o tratamento. Observou-se que, em apenas uma semana, já ocorreu uma significativa redução na contagem de microrganismos na placa colhida da região, comparando-se os níveis de *S. mutans* das áreas testadas.

Sete marcas comerciais de cimento ionômero de vidro restaurador, um cimento ionomérico indicado para selante de fóssulas e fissuras, um amálgama com flúor e uma resina composta também fluoretada foram testados por **FORSTEN<sup>35</sup>**, em **1990**. Todos os materiais ionoméricos demonstraram significativa liberação de flúor pelo período de dois anos, mas tanto o amálgama quanto a resina composta foram ineficazes, nesse aspecto, após dois meses de envelhecimento. A resina composta demonstrou uma ligeira superioridade sobre o amálgama, mas a liberação de flúor desse material foi desprezível quando comparada com os ionoméricos.

O trabalho realizado por **HÖRSTED-BINDSLEV & LARSEN**<sup>48</sup>, em **1990**, comparou dois cimentos ionoméricos convencionais com três reforçados por prata, no que se refere a liberação de flúor. A concentração de flúor foi mensurada por um eletrodo específico, 15 segundos, 45 segundos e 24 horas após os espécimes permanecerem em água deionizada. Os resultados em valores de ppm indicaram uma quantificação de 2-3; 3-5 e 15-21, respectivamente, para os tempos estabelecidos. Após cem dias observou-se um valor de 2-12 mg de flúor por ml. Uma análise comparativa entre os convencionais e os reforçados com prata demonstrou que um material ionomérico contendo esse agente apresentou uma liberação bem reduzida de flúor.

A liberação de flúor para a saliva, proveniente de três cimentos ionoméricos (Vitrabond, Ketac-Fil e Chem-Fil), foi pesquisada por **KOCH & HATIBOVICK-KOFMAN**<sup>53</sup>, em **1990**. Foi analisada a formação de colônias de *S. mutans*, antes e após a colocação dos materiais no meio bucal. Trinta e seis crianças receberam de uma a seis restaurações com os materiais testados, e a saliva não estimulada foi recolhida antes e depois (três e seis semanas) da colocação dos materiais. Imediatamente após a colocação das restaurações a concentração de flúor aumentou de 0,038-0,05 ppm para 0,8 ppm para o Chem-Fil e, 1,2 ppm para o Ketac-Fil e o Vitrabond. Após três semanas, a concentração de flúor reduziu-se em torno de 35% para todos os materiais testados. Decorridas mais três semanas, a queda na concentração de flúor foi de mais 30%. Entretanto, a concentração de flúor

na saliva não estimulada foi 10 vezes maior do que antes da colocação dos materiais no meio bucal. A prevalência de *S. mutans* na saliva foi reduzida após a realização das restaurações com os materiais ionoméricos.

**SVANBERG et al<sup>60</sup>, (1990 a)**, coletaram a placa bacteriana interproximal de restaurações recém-concluídas em 20 adolescentes. Foram realizadas restaurações classe II em amálgama com alto teor de cobre (Dispersalloy) e restaurações tipo túnel com ionômero *cermet* (Ketac-Silver). O percentual de *S. mutans* viável na placa oriunda das superfícies de amálgama foi em torno de 5,7%, significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que a obtida da placa recolhida da superfície do cimento ionômero de vidro (3,1%). Baseando-se nestes resultados os autores puderam concluir que o risco de reincidência de cárie é maior nos casos em que o material selecionado é o amálgama em detrimento do ionômero de vidro.

Foram comparados, por **SVANBERG et al<sup>61</sup>, (1990 b)**, níveis de *Streptococcus mutans* na placa colhida das margens de restaurações classe II realizadas em 51 crianças. Estas crianças foram divididas em três grupos de 17, de modo que cada grupo recebesse um material restaurador diferente: Grupo I: Amálgama dental (Dispersalloy); Grupo II: Resina composta (P-10); Grupo III: Cimento ionômero de vidro (Ketac-Silver). A idade das crianças, a idade das restaurações e os níveis de *S. mutans* na saliva foram anotados para posterior comparação. Outras sete crianças foram relacionadas para esta pesquisa, utilizando-se como critério de

seleção o fato de possuírem uma restauração de cimento ionômero de vidro e uma de resina composta no dente contra-lateral. Esse grupo serviu para a comparação intra-individual. A contagem de *S. Mutans* nos três primeiros grupos demonstrou os seguintes valores percentuais médios: Resina composta-> 13,7; Amálgama-> 4,3; Cimento ionômero de vidro-> 1,1. O grupo de sete crianças que foi utilizado para a comparação intra-individual apresentou valor percentual médio de 4,2 para a placa recolhida da resina composta e, de 0,4 para aquela recolhida da superfície do ionômero de vidro. Tanto a diferença da resina composta para o amálgama, quanto a deste para o ionômero de vidro apresentaram níveis estatísticos, o que demonstra que existem potenciais inibitórios diferentes entre esses três materiais.

Oito cepas de *S. mutans* e duas de *A. viscosus* foram testadas por **EISENBERG et al<sup>28</sup>**, em 1991, para determinar a sensibilidade dessas bactérias à flúor, lítio e estrôncio. Os resultados deste estudo demonstraram que o flúor possui ação antimicrobiana e inibe a liberação de ácido pelos microrganismos, mas os outros agentes testados não demonstraram tais efeitos. O flúor, na concentração de 5 mg/l, foi capaz de inibir o crescimento celular de todas as cepas testadas, dentro de um valor médio de 17 %, além de reduzir a produção de ácido dentro de uma média de 31 %. Entretanto, houve uma variação entre os valores obtidos para as diferentes cepas. Foi observado, também neste estudo, que o flúor reduziu a produção de ácido pelo *S. mutans*, de uma forma mais significativa do que a obtida contra as

cepas de *A. viscosus*.

O objetivo do estudo de **FORSS et al<sup>34</sup>, (1991)**, foi comparar os níveis de flúor e de *Streptococcus mutans* em placa recolhida de superfícies de cimento ionômero de vidro e de resina composta, em situação *in vivo*. As amostras foram recolhidas de aberturas de bráquetes colados com esses materiais, envelhecidos no meio oral por 14, 28 e 42 dias. A contagem de *S. mutans* na placa recolhida do cimento ionômero de vidro atingiu níveis de  $0,5 \times 10^3$ ,  $6,7 \times 10^3$  e  $8,8 \times 10^3$ , respectivamente, para os três tempos de envelhecimento. Para a resina composta os valores atingidos foram de  $32,1 \times 10^3$ ,  $14,6 \times 10^3$  e  $120,6 \times 10^3$  também respectivamente para os três tempos testados. A quantificação do flúor contido nessas amostras de placa demonstraram que naquelas recolhidas do ionômero de vidro existiam níveis significativamente maiores, o que levou os autores a concluir que existe uma correlação entre o flúor contido na placa e a redução do crescimento de *Streptococcus mutans*.

**GARIB<sup>39</sup>**, em **1991**, investigou o potencial antimicrobiano dos cimentos ionoméricos Shofu Glass Ionomer, Ceram Fil, Chelon Silver, Chelon-Fil e Vidrion R contra *Streptococcus mutans*. Cavidades com 6 mm de diâmetro foram confeccionadas no ágar e preenchidas com os materiais. Após incubação por 48 horas a 37°C, foi testada a capacidade antibacteriana dos componentes dos cimentos, avaliando-se zonas de inibição e quantificando-se a presença de flúor na zona de inibição

provocada pelos materiais. Este autor também avaliou a capacidade dos cimentos em prevenir contra a fermentação de carboidratos e a formação de placa, provocadas pelos microrganismos, além de mensurar as variações de pH dos cimentos por quatro dias. Todos os cimentos, tanto recém-preparados quanto após a presa, demonstraram atividade antimicrobiana e liberação de flúor em concentração suficiente para inibir crescimento de microrganismos, com exceção para o Ceram fil. O material Vidrion R foi o que demonstrou maior capacidade de liberação de flúor em ambas as situações, e não se observou correlação entre essa liberação e a capacidade antibacteriana. Até 96 horas após a cura, os cimentos inibiram a fermentação de carboidratos pelo *S. mutans*, cessando-se o efeito após esse período. Quanto a deposição de placa, observou-se que Shofu glass ionomer e Vidrion R, quando envelhecidos, foram capazes de apresentar a menor quantidade de placa produzida por esse microrganismo.

O estudo *in vitro* realizado por MITRA<sup>64</sup>, em 1991, avaliou a liberação de flúor pelo material ionomérico Vitrabond. Observou-se, nesta pesquisa, que decorridos 740 dias ainda ocorre uma significativa liberação de íons de flúor, e que o nível de liberação independe do tempo que é utilizado para a fotopolimerização do material. Este autor também observou que adicionando uma solução convencional de ácido polialquenoico ao pó do Vitrabond não se alterou a liberação de flúor. Também foi conclusão desta pesquisa que o envelhecimento do material em água destilada a 37°C não reduziu as propriedades mecânicas do material, indicando que a liberação do flúor não

provocou um efeito adverso a esse cimento.

A pesquisa realizada por **OSTELA et al**<sup>70</sup>, em 1991, valeu-se de 45 adultos jovens voluntários, separados em três grupos de 15. O grupo A recebeu três remoções de placa profissionais (no intervalo de uma semana) associadas à aplicações tópicas de gel de clorexidina a 1%. Para o grupo B, após as profilaxias, foi aplicado fluoreto estanhoso (1,2% de flúor). O grupo C recebeu aplicação de um gel placebo para controle. Este estudo, de característica duplo-cego, seguiu uma monitorização de 11 semanas, durante as quais recolheu-se a saliva dos voluntários para avaliação de capacidade de adesão de *S.mutans* em tiras plásticas. O grupo A apresentou a mais alta redução de microrganismos, mas o fluoreto estanhoso também reduziu significativamente o número de *S.mutans*. A ação do estanho foi considerada, pelos autores, como importante para o efeito antimicrobiano observado no grupo B.

A presença de estreptococos e lactobacilos sobre superfícies de resina composta (Silux) e cimento ionômero de vidro (Chelon-Fil) foi estudada por **VAN DIJKEN et al**<sup>69</sup>, em 1991, em condições *in vivo*. Para esta pesquisa foram selecionados 16 pacientes que necessitavam de restaurações classe V em dentes contíguos e, sempre que foi possível, utilizou-se um terceiro dente vizinho hígido na cervical para controle. Os pacientes foram submetidos a um programa global de higiene durante um ano, quando então foram colhidas amostras da placa depositada sobre

essas superfícies e também da saliva desses pacientes. Após a interpretação dos resultados obtidos pela contagem de *S.mutans* e lactobacilos na saliva, e também na placa colhida, pôde-se concluir que existe uma correlação positiva entre a presença desses microrganismos na saliva e nas três diferentes superfícies. A análise comparativa entre as superfícies demonstrou que não há diferença significativa, considerando-se a contagem de *Streptococcus mutans* e lactobacilos provenientes da amostragem colhida de placa depositada sobre essas superfícies.

**PALENIK et al<sup>1</sup>**, em **1992**, realizaram um estudo *in vitro* com objetivo de mensurar o crescimento e a aderência de placa em superfícies de materiais ionoméricos. Discos com 5 mm de diâmetro por 2 mm de altura foram confeccionados para a realização dos testes contra *A. viscosus*, *S. mitis*, *L. casei* e *S. sanguis*. Os microrganismos foram inoculados em ágar, dentro de condições ótimas para crescimento, e os discos foram posicionados nas placas. Os materiais testados também foram introduzidos assepticamente em incisivos bovinos esterilizados, para em seguida serem introduzidos em um meio inoculado por *S. mutans*. De um modo geral, os materiais ionoméricos reduziram em 80% o acúmulo de placa, e o flúor liberado foi mensurado utilizando-se um eletrodo específico. Observou-se que houve correlação entre liberação de flúor e inibição de crescimento microbiano.

O estudo *in vitro* de **AFONSO<sup>1</sup>**, em **1993**, teve como objetivo

mensurar a capacidade antimicrobiana de oito produtos utilizados como *liners*. Quatro dos produtos testados foram cimentos ionoméricos, enquanto que os outros quatro possuem o hidróxido de cálcio como componente básico. Utilizando-se o teste de difusão em ágar verificou-se a ação dos materiais sobre *S. mutans* e *S. sanguis*. Após 48 horas de incubação procederam-se as leituras, quando verificou-se que os cimentos ionoméricos Vitrebond e XR Ionomer, e os cimentos de hidróxido de cálcio Hydro C e Life Improved demonstraram ação inibitória contra os microrganismos, enquanto que os ionoméricos Ketac-Bond e Shofu Lining Cement, além dos cimentos de hidróxido de cálcio Renew Ligth e Timeline não apresentaram ação antibacteriana.

**PRATI et al<sup>4</sup>**, em 1993, examinaram a atividade antibacteriana de cimentos ionoméricos, adesivos dentinários e agentes cimentantes. Esses autores utilizaram amálgama e resina composta como controle, porque em testes prévios não foi observada ação antibacteriana nesses materiais. Quatro espécies bacterianas (*S. mutans*, *S. salivarius*, *S. mitis* e *S. sanguis*) foram utilizadas na pesquisa, que valeu-se de medição de halo inibitório em ágar para a obtenção das conclusões. Os cimentos ionoméricos apresentaram resultados positivos, ao contrário de resina composta, amálgama, adesivo e agentes cimentantes. Os autores concluíram que o uso de *liners* à base de cimentos ionoméricos pode ser extremamente útil no sentido de reduzirem-se os riscos de cárie secundária.

O objetivo do estudo de **SEPPA et al**<sup>84</sup>, em **1993**, foi investigar se a liberação do flúor por materiais ionoméricos pode ser prolongada por aplicações tópicas de flúor do tipo gel (1,25 % F) ou dentifrícios fluoretados (0,1% F), e se o efeito antimicrobiano do material sofre uma reativação por essas aplicações tópicas. Discos de Ketac-Fil (ionômero convencional) e Ketac-Silver (*cermet*) foram testados quando frescos e após envelhecidos em água destilada contra *S.mutans*. A resina composta Silux foi utilizada como controle da pesquisa. Observou-se uma diferença, pois os materiais envelhecidos perderam significativamente o potencial antimicrobiano. Os níveis de liberação de flúor caíram de modo proporcional à queda da capacidade antibacteriana. A aplicação de dentifrício fluoretado aumentou, de forma tênue, a liberação do flúor nos materiais ionoméricos envelhecidos, e um pequeno efeito antimicrobiano foi resgatado. Já quando foi realizada a aplicação de gel fluoretado, a recuperação do efeito antimicrobiano foi total. Os autores descartaram, dentro da discussão, a hipótese de que os íons de prata possam causar efeito antimicrobiano aos materiais ionoméricos.

**LOYOLA-RODRIGUEZ et al**<sup>87</sup>, em **1994**, conduziram um estudo com objetivo de identificar os fatores envolvidos na atividade antibacteriana de cimentos ionoméricos. As espécies selecionadas para este estudo foram o *S. mutans* e o *S. sobrinus*. O efeito do pH e a liberação de flúor em condições ácida e neutra foram investigados, quando observou-se que o *S. sobrinus* apresentou maior susceptibilidade. Os materiais Fuji II LC, Fuji II

tipo II, Vitremer, Vitrebond e Ketac-Cem foram os mais ativos nesta pesquisa, que ainda demonstrou que há correlação entre liberação de flúor e capacidade antibacteriana. Estes autores ainda concluíram que, após a presa dos materiais, a capacidade inibitória não se associa mais a alterações de pH na superfície dos corpos de prova.

Ao adicionar fluoreto estanhoso a 1% em um amálgama de prata convencional **VALENZUELA et al**<sup>38</sup>, em **1994**, promoveram significativa ação antibacteriana a esse material, que foi testado em placas de Petri contra *S. mutans* e *L. acidophylus*. O valor médio de inibição (diâmetro de halo) foi de 1,7 mm para a primeira espécie e 2,4 mm para a segunda. Ficou demonstrado, através de comparação com um grupo controle que não apresentou halo inibitório, que a incorporação do agente testado criou o efeito antibacteriano ao amálgama.

A pesquisa desenvolvida por **FORSTEN**<sup>36</sup>, em **1995**, comparou a liberação de flúor um cimento ionômero de vidro convencional (Fuji II) com material híbrido ionômero/resina (Vitremer) e uma resina modificada por poliácidos (Dyract). Os corpos de prova permaneceram sob água corrente por períodos entre um dia e 11 meses. O material Vitremer apresentou uma liberação de flúor superior ao controle, representado pelo material convencional, já o Dyract demonstrou inferioridade nesse aspecto. Foi realizada, nesta pesquisa, um “recarregamento” de flúor dos corpos de prova envelhecidos por nove meses, utilizando-se solução tamponada

contendo 50 ppm de flúor, por uma semana. Observou-se que Vitremer e Fuji II apresentaram capacidade de absorverem esse flúor, já o Dyract não foi recarregado por essas aplicações.

Dois materiais ionoméricos (Vitremer e Variglass VLC) e três adesivos (Syntac, Optibond e Heliobond) foram testados por **FRAGA et al**<sup>58</sup>, em 1996, no sentido de avaliar a capacidade antibacteriana desses sistemas durante a reação de presa. O método de avaliação foi a formação de halos inibitórios em ágar. Oito espécies bacterianas (*S. mutans*, *S. sobrinus*, *S. sanguis*, *S. salivarius*, *L. casei*, *F. nucleatum*, *E. faecalis* e *A. viscosus*) foram cultivadas em duplicata para os testes dos materiais, com exceção para o Vitremer, que não foi testado contra *S. sanguis*, *F. nucleatum* e *A. viscosus*. Esse material demonstrou a mais intensa atividade antibacteriana, dentre os cinco testados. O Variglass VLC não apresentou efeito inibitório contra *L. casei* e *S. sobrinus*, e o adesivo Syntac, que contém glutaraldeído, apresentou efeito inibitório contra as oito espécies testadas. Optibond, um adesivo com flúor, e Heliobond não demonstraram efeito antimicrobiano.

**MEIERS & MILLER**<sup>61</sup>, em 1996, testaram os efeitos antibacterianos de três sistemas adesivos para dentina (Syntac, ProBOND, Gluma 3-Step), seis materiais ionoméricos resinosos (Photac-Fil, Fuji Lining LC, Fuji II LC, Variglass VLC, Geristore e Infinity) e um cimento ionômero de vidro convencional. O método de avaliação utilizado por estes pesquisadores foi a mensuração de halos inibitórios em caldos de cultura inoculados por

*Lactobacillus salivarius*, *Streptococcus sobrinus*, *Actinomyces viscosus* e *Streptococcus mutans*. Foram realizados cinco corpos de prova, com 4,5 mm diâmetro, de cada material para a realização dos testes. O trabalho estatístico valeu-se de análise de variância e teste Student-Newman-Keuls, com nível de significância de 5%. Os autores verificaram que os *primers* e os respectivos adesivos de ProBOND foram eficazes no sentido de inibir crescimento de todas as bactérias, assim também como o *primer* do Gluma 3-Step também atuou significativamente contra todos os microrganismos testados. Avaliando-se os materiais ionoméricos pôde-se concluir que apenas Infinity e Geristore não inibiram crescimento das quatro espécies, pois não tiveram atuação contra *S.mutans* e *L.salivarius*.

## **PROPOSIÇÃO**

## PROPOSIÇÃO

Este trabalho teve como proposta:

- avaliar a atividade antibacteriana de materiais restauradores contendo flúor, durante a reação de presa dos mesmos, estabelecendo uma comparação entre os que necessitam de processo de mistura e aqueles que reagem, inicialmente, apenas por fotopolimerização.
- efetuar uma análise comparativa, quanto a ação antibacteriana, daqueles materiais restauradores, após os mesmos sofrerem processo de hidratação.
- observar a alteração do pH do meio aquoso circundante aos materiais utilizados nos testes citados acima, aos 3 minutos, 4 horas e 72 horas após o início da reação de presa .

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais pesquisados, em sua capacidade inibitória, foram os seguintes:

1 - VIDRION N (Ionômero de vidro reforçado por prata) - SS White Artigos Dentários Ltda.

2 - VITREMER (Ionômero de vidro reforçado por resina) - 3M Dental Products.

3 - DYRACT (Resina composta modificada por poliácidos) - Dentsply De Trey.

4 - CHELON-SILVER (*Cermet*) - ESPE GmbH & Co.

5 - CHELON-FIL (Ionômero de vidro convencional) - ESPE GmbH & Co.

6 - TETRIC (Resina composta microhíbrida, com flúor) - Vivadent.

A resina composta microhíbrida CHARISMA (Heraeus Kulzer) foi utilizada como controle da pesquisa por não conter flúor.

### **Fase 1: Inibição durante a reação de presa.**

As espécies bacterianas utilizadas na primeira fase da pesquisa (durante a reação de presa dos materiais) foram as seguintes: *Streptococcus sobrinus* (ATCC 27609), *S.sanguis* (ATCC 10556), *S.salivarius* (isolado clinicamente), *S.mutans* (ATCC 25175) e *Lactobacillus casei* (ATCC 4646).

Foram criadas condições assépticas para o desenvolvimento da experimentação. O operador trabalhou protegido com vestimenta auto-

clavada e dentro de um campo estéril. Todos os instrumentos de trabalho foram esterilizados em forno ou auto-clave.

O objetivo a ser atingido nesta fase restringiu-se a uma observação geral, no sentido de avaliar a hipótese dos materiais que apresentam reação de presa inicial de característica ácido-base, no caso apenas os ionoméricos que exigem mistura, comportam-se de modo diferente daqueles que tem a presa inicial provocada apenas por fotopolimerização (resinas compostas e resina composta modificada por poliácidos).

Para confirmação dos resultados, optou-se pela realização dos testes em duplicata, ou seja, para cada espécie bacteriana foram obtidas duas culturas onde os sete materiais foram introduzidos em fase de presa, totalizando 14 espécimes.

Duas placas contendo meio de cultura TSA foram preparadas para cada microrganismo testado. Sete perfurações de 5 mm de diâmetro por 6 mm de altura foram confeccionados no ágar, em cada placa. Culturas de 24 horas das cepas bacterianas testadas foram utilizadas como inóculo. Após semeadura na superfície do ágar, empregando-se *swabs* estéreis, os materiais foram manipulados e introduzidos nas perfurações. Aplicou-se um minuto de luz halógena (Heliomat, Vigodent S.A. Ind. e Com.) em cada superfície oposta daqueles materiais que necessitam de fotopolimerização (Charisma, Tetric, Dyract e Vitremer). Todos esses procedimentos foram realizados assepticamente no interior de uma câmara de fluxo laminar.

Os halos inibitórios foram mensurados (Figura 1), após dois dias de incubação em ambiente de aerobiose, por meio de uma régua milimetrada,

utilizando-se três diâmetros aleatórios do halo inibitório de cada espécime, realizando-se a média aritmética e descartando-se 5 mm, que corresponde ao diâmetro do próprio espécime. A média aritmética dos dois testes de cada grupo foi utilizada como resultado. Foi descontado 1 mm de todos os resultados, para compensar uma provável difusão física dos materiais, provocada pela inserção no meio de cultura.

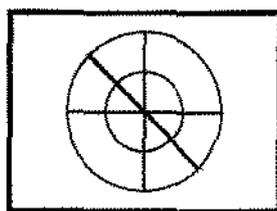


Figura 1: Medição de 3 diâmetros aleatórios

### **Fase 2: Inibição após a hidratação.**

Para a segunda fase, quando avaliou-se a capacidade inibitória dos materiais após hidratação por 72 horas, foram selecionadas as seguintes espécies:

- *Streptococcus sanguis*
- *Streptococcus mutans*

Os espécimes foram confeccionados pela introdução dos materiais recém-manipulados em matrizes de teflon com 3 mm de altura por 6 mm de diâmetro. A manipulação, que foi necessária apenas para os materiais de característica pó/líquido, seguiu os padrões recomendados pelos fabricantes dos produtos. Os materiais foram introduzidos no interior das matrizes (Figura 2) por meio de uma seringa injetora (Centrix,

Incorporation). Obviamente, também para esta fase, todos os instrumentos foram esterilizados previamente.

Os cilindros, após a presa inicial indicada pelos fabricantes, foram introduzidos em tubos de ensaio contendo água destilada, que foram lacrados e mantidos por 72 horas a 37°C. A cada 12 horas os tubos recebiam aplicação de 180 minutos de luz ultravioleta em uma câmara específica (Sterilux, Odontotécnica), para reduzir os riscos de contaminação (Figura 3). A cada 30 minutos de aplicação de luz, os tubos eram agitados com o objetivo de alterar o posicionamento dos cilindros e facilitar a aplicação da luz em todas as suas faces.

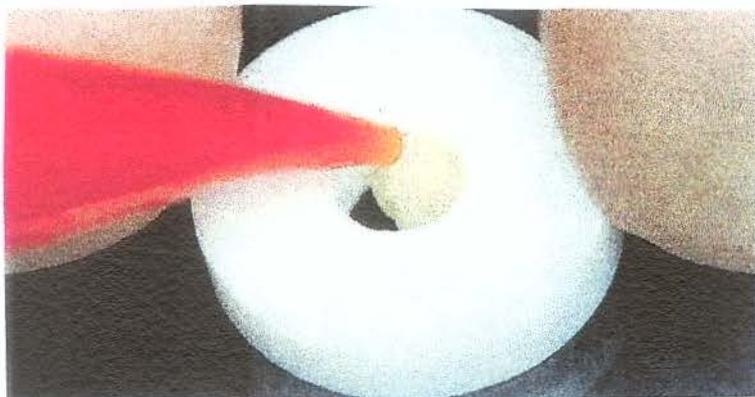


Figura 2: Injeção do material.



Figura 3: Câmara de ultravioleta.

Decorridas 72 horas os espécimes foram fixados, em posição vertical, no fundo de placas para cultura. Utilizou-se cianoacrilato (Super Bonder, Loctite) para a fixação, pois testes preliminares demonstraram não existir efeito antibacteriano desse produto. A disposição para a colocação dos espécimes nas placas seguiu uma ordem esquematizada.

Foram confeccionadas sete culturas para cada microrganismo, perfazendo 14 placas para os 49 cilindros. Nesta fase do experimento, para o crescimento do *S. mutans*, optou-se pela utilização de um meio de cultura seletivo (MSB). A semeadura foi realizada *pour plate*, no meio de cultura de modo que fosse obtido um perfeito contato entre ele a superfície dos cilindros fixados. As placas semeadas foram incubadas a 37°C por 48 horas, em atmosfera de aerobiose.

O *Streptococcus sanguis*, cultivado no meio de cultura, apresentou um crescimento uniforme, semelhante ao dos testes realizados, quando da reação de presa dos materiais, permitindo a mensuração dos halos inibitórios por meio de uma régua, de modo igual ao que foi realizado na primeira fase da pesquisa.

Uma cultura deste microrganismo apresentou sinais de contaminação sendo, portanto, eliminada, perfazendo-se um total de seis testes para cada material para teste em *S. sanguis*.

O crescimento do *S. mutans* apresentou uma dispersão de colônias isoladas, dificultando a mensuração de halos. Os espécimes foram então fotografados (11,5 X) para uma posterior avaliação qualitativa, que foi realizada por três examinadores calibrados para um estudo cego. As 49

fotografias foram examinadas para a determinação de escores, sem que um examinador tivesse qualquer conhecimento dos resultados obtidos pela avaliação realizada por outro. Após cada exame as fotografias eram embaralhadas aleatoriamente para a avaliação do observador seguinte. Os examinadores foram calibrados e a avaliação por escores seguiu critérios determinados pelas seguintes observações:

ESCORE 0 - Não há inibição visível. Comparando-se o crescimento de colônias nas áreas próximas ao cilindro com as distantes ao espécime (Figura 4).

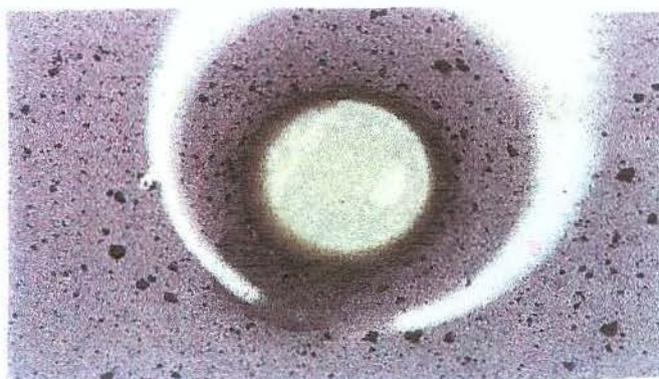


Figura 4: Exemplo de espécime que recebeu score 0 (zero) dos três examinadores (Charisma).

ESCORE 1 - Mesmo ocorrendo inibição visível, existe (m) colônia (s) localizada (s) em área próxima ao espécime, correspondente a 5 mm, ou menos, na fotografia (Figura 5).



Figura 5: Exemplo de score 1 (um) unânime (Dyract).

ESCORE 2 - Há inibição visível e sem a presença de colônias próximas ao espécime (Figura 6).



Figura 6: Exemplo de escore 2 (dois) unânime (Vitremex).

### **Fase 3: Teste de pH.**

Três corpos de prova de cada material, com as mesmas dimensões daqueles preparados para a fase anterior, foram confeccionados para a avaliação da capacidade de alteração do pH da água destilada na qual os espécimes foram armazenados após a reação de presa inicial. Para esse teste dispensou-se a resina composta Charisma, pois o controle foi obtido pela mensuração, em duplicata, do pH da própria água destilada utilizada na pesquisa.

Os espécimes, após a presa inicial, foram introduzidos em água destilada, em tubos de ensaio individualizados, com identificação, perfazendo 18 testes, sendo três para cada material. Os tubos foram agitados por dez segundos, por meio de um agitador de tubos (Marconi), para facilitar a liberação de íons. A medição do pH da água correspondente

a cada espécime foi realizada após os períodos de três minutos, quatro horas e 72 horas, utilizando-se um peagômetro (Analyzer, Orion). A média aritmética das três repetições de cada material representou o resultado de cada espécime.

**Análise estatística:** Foi realizada apenas para os testes da fase 2, quando os materiais foram comparados quanto à capacidade inibitória após o processo de hidratação. O teste não-paramétrico de Friedman foi usado para comparações de ocorrência de diferença significativa entre os valores obtidos contra *S. sanguis*. Quanto ao potencial inibitório em *S. mutans*, foi realizado o teste não-paramétrico do qui-quadrado para os escores 0 / 1 / 2, segundo três examinadores

## RESULTADOS

## RESULTADOS

### 1 - INIBIÇÃO DURANTE A REAÇÃO DE PRESA.

Para a 1ª fase da pesquisa, quando os materiais foram testados durante a reação de presa, os resultados estão demonstrados na tabela 1 e no gráfico 1.

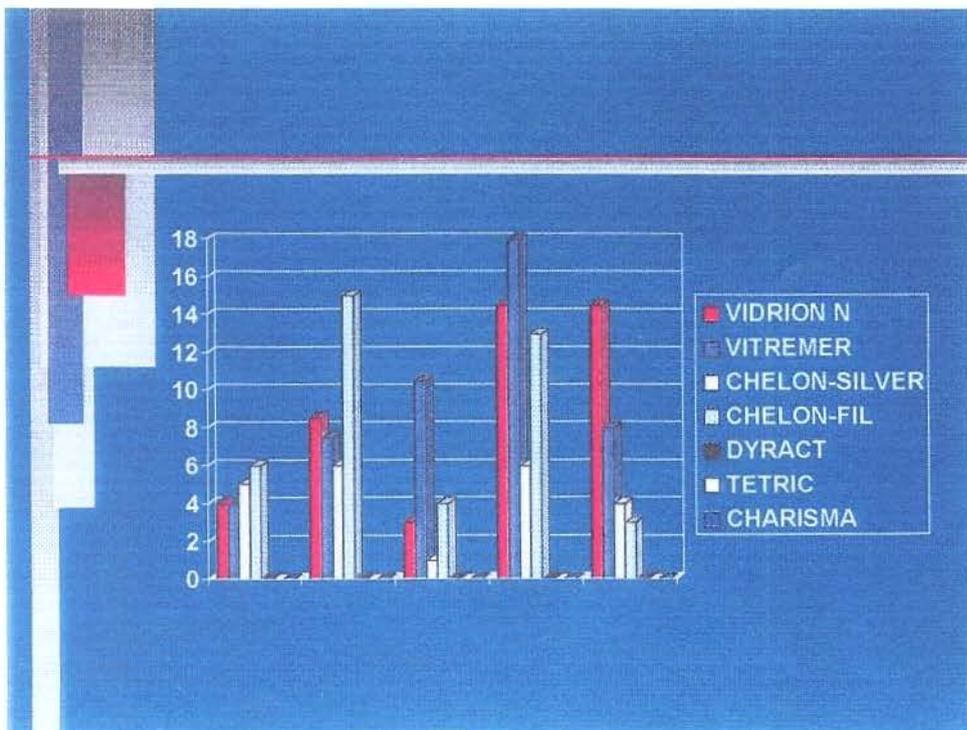
---

**Tabela 1:** Resultados obtidos para potencial inibitório durante a reação de presa ( já descontado 1 mm pela difusão física).

### MICROORGANISMOS

MATERIAIS	<i>S. sobrinus</i>	<i>S. sanguis</i>	<i>S. salivarius</i>	<i>S. mutans</i>	<i>L. casei</i>
VIDRION N	4 (4-4)	8,5 (8-9)	3 (3-3)	14,5 (14-15)	3 (3-3)
VITREMER	4 (4-4)	7,5 (7-8)	10,5 (10-11)	18 (17-19)	8 (8-8)
CHELON-SILVER	5 (5-5)	6 (6-6)	1 (1-1)	6 (5-7)	4 (4-4)
CHELON-FIL	6 (5-7)	15 (14-16)	4 (4-4)	13 (13-13)	3 (3-3)
DYRACT	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)
TETRIC	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)
CHARISMA	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)

**Gráfico 1:** Demonstrativo do potencial inibitório (halos em mm) durante a reação de presa.



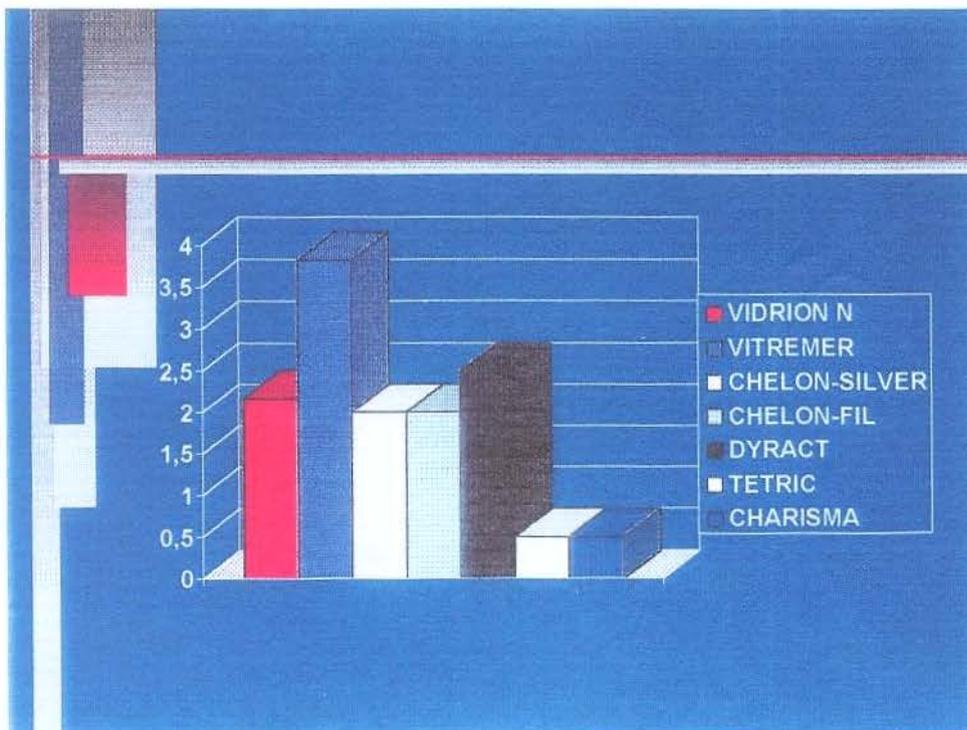
## 2 - INIBIÇÃO APÓS A HIDRATAÇÃO.

Para a 2ª fase os resultados obtidos em cultura de *S.sanguis* estão expostos na tabela 2 e no gráfico 2

**Tabela 2:** Resultados obtidos para potencial inibitório (halos em mm) contra *S. sanguis*, após hidratação.

<b>MATERIAIS</b>	<b>HALOS DE INIBIÇÃO ( em mm )</b>	<b>MÉDIA</b>
VIDRION N	2 - 3 - 2 - 2 - 2 - 2	2,17
VITREMER	4 - 4 - 4 - 3 - 4 - 4	3,83
CHELON-SILVER	2 - 2 - 2 - 2 - 2 - 2	2
CHELON-FIL	3 - 2 - 2 - 2 - 1 - 2	2
DYRACT	3 - 2 - 3 - 2 - 2 - 3	2,5
TETRIC	1 - 0 - 0 - 1 - 1 - 0	0,5
CHARISMA	1 - 1 - 0 - 0 - 0 - 1	0,5

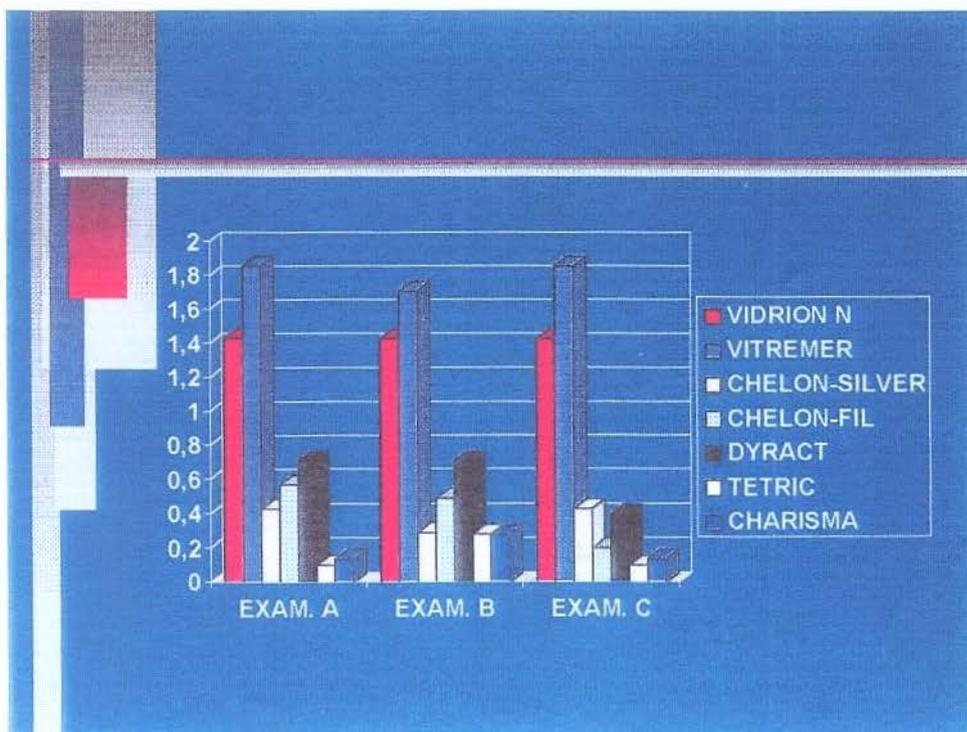
**Gráfico 2:** Demonstrativo do potencial inibitório (halos em mm) contra *S. sanguis*, após a hidratação.



**Quadro 1:** Resultados obtidos para potencial inibitório (escores atribuídos por três examinadores) contra *S. mutans*, após hidratação.

MATERIAIS	ESCORES	MÉDIA
VIDRION N	EXAMINADOR A: 2 - 1 - 1 - 1 - 2 - 1 - 2 EXAMINADOR B: 2 - 1 - 1 - 1 - 2 - 2 - 1 EXAMINADOR C: 2 - 1 - 2 - 1 - 2 - 1 - 1	1,43
VITREMER	EXAMINADOR A: 2 - 2 - 2 - 1 - 2 - 2 - 2 EXAMINADOR B: 2 - 1 - 2 - 1 - 2 - 2 - 2 EXAMINADOR C: 2 - 2 - 2 - 1 - 2 - 2 - 2	1,81
CHELON-SILVER	EXAMINADOR A: 1 - 0 - 0 - 0 - 0 - 1 - 1 EXAMINADOR B: 1 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 1 EXAMINADOR C: 1 - 0 - 0 - 0 - 1 - 0 - 1	0,38
CHELON-FIL	EXAMINADOR A: 1 - 1 - 0 - 0 - 1 - 0 - 1 EXAMINADOR B: 1 - 1 - 0 - 0 - 0 - 0 - 1 EXAMINADOR C: 1 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 1	0,42
DYRACT	EXAMINADOR A: 0 - 1 - 1 - 1 - 1 - 0 - 1 EXAMINADOR B: 0 - 1 - 1 - 0 - 1 - 1 - 1 EXAMINADOR C: 0 - 1 - 1 - 1 - 0 - 0 - 1	0,6
TETRIC	EXAMINADOR A: 0 - 0 - 1 - 0 - 0 - 0 - 0 EXAMINADOR B: 0 - 1 - 1 - 0 - 0 - 0 - 0 EXAMINADOR C: 0 - 0 - 1 - 0 - 0 - 0 - 0	0,16
CHARISMA	EXAMINADOR A: 0 - 0 - 1 - 0 - 0 - 0 - 1 EXAMINADOR B: 1 - 0 - 1 - 0 - 0 - 0 - 0 EXAMINADOR C: 1 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0	0,24

**Gráfico 3:** Demonstrativo do potencial inibitório ( escores atribuídos por três examinadores ) contra *S.mutans*.



## TRATAMENTO ESTATÍSTICO<sup>15, 78</sup> :

Para a comparação dos materiais segundo resultados obtidos para potencial inibitório em *S.sanguis*, após hidratação, foi empregado o teste não-paramétrico de Friedman, para verificação da ocorrência de diferença significativa entre os valores obtidos.

VIDRION N X VITREMER	VIDRION N X C.SILVER	VIDRION N X C.FIL
VIDRION N X DYRACT	<b>VIDRION N X TETRIC *</b>	<b>VIDRION N X CHARISMA *</b>
<b>VITREMER X C.SILVER*</b>	<b>VITREMER X C. FIL*</b>	VITREMER X DYRACT
<b>VITREMER X TETRIC *</b>	<b>VITREMER X CHARISMA *</b>	
C.SILVER X C.FIL	C.SILVER X DYRACT	C.SILVER X TETRIC
C.SILVER X CHARISMA		
C.FIL X DYRACT	C.FIL X TETRIC	C.FIL X CHARISMA
<b>DYRACT X TETRIC *</b>	<b>DYRACT X CHARISMA *</b>	
TETRIC X CHARISMA		

**Significante (P < 0.05) \***

**NOTA: Os valores superiores estão redigidos em negrito.**

Quanto ao potencial inibitório dos materiais para comparação dos escores 0 / 1 / 2, segundo os examinadores, em *S.mutans*, foi aplicado o teste não-paramétrico de  $X^2$  (QUI-QUADRADO).

**VIDRION N X VITREMER \***      **VIDRION N X C.SILVER \***      **VIDRION N X C.FIL\***

**VIDRION N X DYRACT \***      **VIDRION N X TETRIC \***      **VIDRION N X CHARISMA \***

**VITREMER X C.SILVER \***      **VITREMER X C. FIL\***      **VITREMER X DYRACT \***

**VITREMER X TETRIC \***      **VITREMER X CHARISMA\***

C.SILVER X C.FIL      C.SILVER X DYRACT      C.SILVER X TETRIC

C.SILVER X CHARISMA

C.FIL X DYRACT      C.FIL X TETRIC      C.FIL X CHARISMA

**DYRACT X TETRIC \***      **DYRACT X CHARISMA \***

TETRIC X CHARISMA

**Significante (P < 0.05) \***

**NOTA: Os valores superiores estão redigidos em negrito.**

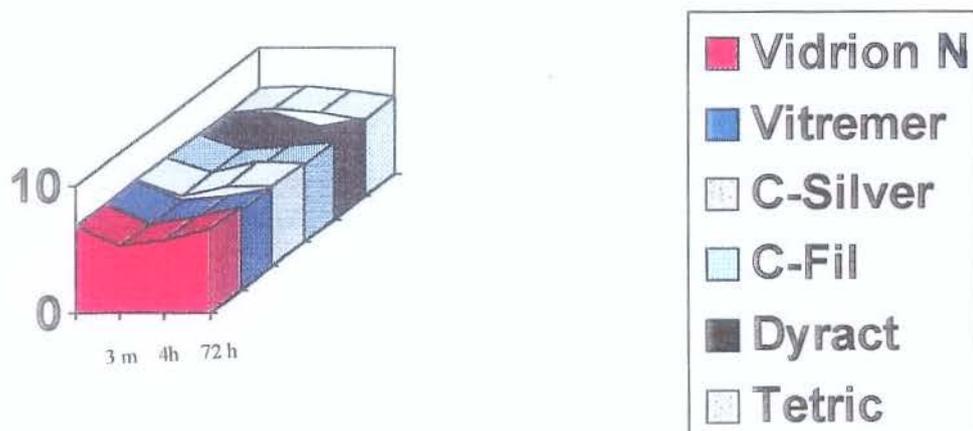
### 3 - TESTE DE pH.

A tabela 3 e o gráfico 4 apresentam os resultados de variação do pH da água destilada na qual os espécimes foram armazenados, pelos períodos de 3 minutos, 4 horas e 72 horas.

**Tabela 3:** Resultados obtidos para alteração do pH do meio circundante.

<b>MATERIAIS</b>	<b>3 MINUTOS</b>	<b>4 HORAS</b>	<b>72 HORAS</b>
<b>VIDRION N</b>	<b>5,21</b> ( 5,27-5,10-5,27)	<b>5,81</b> (5,97-5,72-5,75)	<b>6,65</b> (6,81-6,52-6,63)
<b>VITREMER</b>	<b>5,23</b> (4,87-5,14-5,68)	<b>5,62</b> (5,52-5,60-5,74)	<b>6,29</b> (6,36-6,32-6,20)
<b>CHELON-SILVER</b>	<b>5,63</b> (5,64-5,80-5,45)	<b>6,41</b> (6,56-6,57-6,11)	<b>6,30</b> (6,27-6,26-6,37)
<b>CHELON-FIL</b>	<b>5,60</b> (5,77-5,30-5,73)	<b>5,80</b> (5,88-5,75-5,77)	<b>6,19</b> (6,16-6,19-6,22)
<b>DYRACT</b>	<b>6,68</b> (6,55-6,88-6,60)	<b>5,55</b> (5,30-5,75-5,60)	<b>6,29</b> (6,29-6,27-6,32)
<b>TETRIC</b>	<b>6,99</b> (7,06-6,93-6,97)	<b>6,70</b> (6,82-6,55-6,73)	<b>6,11</b> (6,13-6,05-6,16)
<b>H<sub>2</sub>O DESTILADA: 6,81-6,80</b>			

**Gráfico 4:** Variação de pH dos materiais durante a hidratação.



## **DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O método de avaliação por difusão em ágar tem como objetivo mensurar a atividade de materiais restauradores contra bactérias<sup>23, 24, 26, 38, 41, 58, 61, 69, 74, 81, 83, 93, 97, 98</sup>. Essa condição laboratorial pode representar um auxílio para a interpretação de alguns resultados *in vivo*, mas esses resultados devem ser encarados com precaução no que concerne à tomada de conclusões, porque deve-se admitir que no meio oral ocorrem situações diversas.

A anti-sepsia das paredes cavitárias foi preconizada durante algumas décadas. Atualmente, conhecendo-se melhor o complexo dentina/polpa, têm-se preconizado, novamente, o uso de anti-sépticos pois a maior agressão é devida a presença de microrganismos na dentina e não ao potencial tóxico dos agentes de anti-sepsia ou dos materiais restauradores. Sendo assim, a liberação de agentes antibacterianos por materiais restauradores pode também promover uma ação eficaz no sentido de reduzir os riscos de cárie secundária ou danos ao órgão pulpar, considerando-se que uma parcela de microrganismos remanescentes nas paredes cavitárias pode ser eliminada após a inserção do material.

O flúor é um agente comumente utilizado em Odontologia, pela sua comprovada eficácia no processo preventivo e terapêutico da cárie dental, e a sua ação antibacteriana precisa ser mais pesquisada. Segundo **LOESCHE<sup>54</sup>, (1986)**, a ação antimicrobiana do flúor pode acontecer pela sua ação inibitória contra o crescimento bacteriano, atuando na enzima

glicolítica enolase que é inativada de maneira quase que irreversível. Também peroxidases podem ser inibidas, muito embora em muitas espécies essas enzimas sejam insensíveis ao flúor. Outra forma de ação antibacteriana seria pela formação de complexos metálicos fluoretados que seriam também responsáveis pela inibição de enzimas. No entanto, a revisão de literatura desenvolvida por este autor, apresenta a característica ácida do veículo como o fator primordial para o efeito antimicrobiano porque permite aumento da permeabilidade da membrana citoplasmática, difusão de prótons e acidificação das enzimas glicolíticas. O flúor passaria então a reduzir a tolerância da bactéria ao meio ácido. A pesquisa realizada por **LOESCHE et al<sup>66</sup>**, em **1975**, também comprovou que o flúor reduz o número de microrganismos.

A ação antibacteriana do flúor contido em cimento ionômero de vidro é demonstrada, de modo evidente, em várias pesquisas laboratoriais<sup>5, 8, 23, 24, 38, 39, 23, 24, 34, 38, 39, 57, 61, 71, 74, 81, 94</sup>, e também em estudos clínicos<sup>34, 90, 91, 99</sup>. Após a análise de todos esses relatos pode-se considerar que a presença do flúor em materiais restauradores, especialmente aqueles que apresentam a capacidade de armazenar flúor ionizável, liberar esse agente e ainda sofrer um processo de "recarga", pode ser extremamente quanto à efeito antibacteriano. Os ionoméricos enquadram-se nesse perfil e os resultados da presente pesquisa demonstraram a característica antimicrobiana desses materiais. Entretanto, não é possível afirmar-se categoricamente que os resultados obtidos em nosso experimento sejam pela atuação única do flúor, considerando-se que os materiais testados possuem vários outros

constituintes, principalmente considerando-se que os materiais ionoméricos comercializados apresentam diferentes composições. Alguns, inclusive, não apresentaram atividade antibacteriana em um estudo anteriormente realizado<sup>1</sup>.

A ação antibacteriana do flúor pode ser potencializada pela associação de alguns elementos a ele. Já ficou demonstrado que a aplicação tópica de fluoreto estanhoso em veículo aquoso promove uma significativa redução de microrganismos, sendo este efeito devido a uma atuação significativa dos íons de estanho<sup>70</sup>.

A liberação de zinco, contido em alguns ionoméricos híbridos, também pode potencializar a ação antibacteriana dos materiais, considerando-se que esse agente é comprovadamente antimicrobiano, principalmente quando ele interage com o flúor<sup>80</sup>. Os efeitos de zinco e/ou flúor foram testados contra o crescimento e a glicólise de *S. mutans*, quando ficou demonstrado um alto efeito bactericida quando os dois elementos atuaram combinados, em pH variando entre os valores de 4,0 e 6,5<sup>49</sup>.

Um fato que precisa ser analisado é a acidificação superficial dos materiais para a potencialização da ação antimicrobiana do flúor que é liberado. **MEIERS & MILLER**<sup>61</sup>, (1996), afirmaram que para que a maioria dos microrganismos não suporta um pH inferior a 4,0, independentemente da ação química de algum agente. **GREGER et al**<sup>43</sup>, (1985), também consideraram necessário um pH em torno de 4,0 para que haja redução significativa de conteúdo de ATP em *S. mutans* GS-5, de modo a causar

morte de suas células, independentemente de qualquer ação de flúor. Este autor também afirma que, em presença de flúor e com um pH entre 4,0 e 5,0, há condutância de íons transmembrana, com conseqüente redução drástica de ATP nas células bacterianas e posterior mortificação. Não foi possível em nosso experimento avaliar a variação do pH dos materiais durante a reação de presa, mas após três minutos, utilizando-se um peagômetro, o pH da água destilada onde os espécimes foram depositados foi mensurado, quando ficou demonstrado que nenhum espécime foi capaz de acidificar a água à níveis abaixo de 5,2. Quando avaliou-se o pH da superfície do espécime, e não do meio circundante, como no trabalho realizado por **SMITH & RUSE<sup>89</sup>, (1986)**, observaram-se valores mais baixos do que os obtidos em nosso estudo, chegando-se a atingir uma medida de pH abaixo de 2,0. Estes autores relataram que nos primeiros 15 minutos de presa ocorre a maior queda, e que dos próximos 60 minutos até quatro ou oito horas há uma tendência de que o pH atinja valores próximos de 6,0. Em nosso estudo, observamos ação antibacteriana dos materiais ionoméricos mesmo após 72 horas de hidratação, mas é importante que seja reafirmado que não foi mensurado o valor de pH da superfície dos espécimes, e sim da água destilada na qual eles permaneceram.

**LOYOLA-RODRIGUES et al<sup>87</sup>, (1994)**, confirmaram a hipótese de que, após a reação de presa dos materiais, é o flúor que age contra as bactérias, e **GARIB<sup>39</sup>, (1991)**, verificou que o baixo pH durante a reação de presa e o grande conteúdo de flúor é que fornecem aos cimentos

ionoméricos a capacidade antimicrobiana. Uma evidência de que o flúor atua inibindo crescimento de bactérias foi apresentada por **TURKHEIM et al<sup>66</sup>**, (1955). Estes autores concluíram que a adição de flúor no amálgama potencializa a ação antimicrobiana desse material, que não apresenta acidificação durante a sua presa.

Outro indicativo de que o flúor, contido em materiais restauradores, possa potencializar a ação antibacteriana está no trabalhos realizados por **SEPPA et al<sup>64</sup>**, em 1993, que demonstraram claramente a recuperação do efeito antibacteriano do cimento ionômero de vidro quando “recarregado” por aplicação de NaF gel acidulado. A capacidade inibitória do flúor contra *S. mutans* e *Actinomyces viscosus* também ficou evidenciada na pesquisa realizada por **EISENBERG et al<sup>68</sup>**, em 1991, que compararam esse efeito com o provocado por lítio e por estrôncio. Esses últimos agentes fazem parte da estrutura inorgânica das resinas compostas, e não apresentaram qualquer ação eficaz contra as espécies testadas no estudo desses autores. Pode-se supor também que o flúor contido na carga de algumas resinas compostas não possa apresentar qualquer efeito remineralizante ou antibacteriano, considerando que ele apresenta-se retido à partícula de carga, como na forma de trifluoreto de itérbio, com pouca capacidade de ionizar-se.

Nos materiais ionoméricos o flúor liberado apresenta-se sob a forma iônica, estando em condições de agir nos processos bioquímicos. A atividade do flúor iônico liberado em ambiente ácido é evidente, e essa

hipótese foi confirmada na presente pesquisa, no que se refere à ação antibacteriana, pois os materiais ionoméricos superaram, de forma evidente, as resinas compostas.

**UPDEGRAFF et al<sup>67</sup>, (1971)**, demonstraram alguma ação antibacteriana provocada por resinas acrílicas. Ficou evidente, em nosso experimento, que resinas compostas, contendo ou não flúor, não apresentaram essa ação. Portanto, é válida a discussão sobre o motivo dessa ineficácia. Existe a hipótese de que a grade polimérica formada na estrutura da resina possa impedir a liberação do flúor e, mesmo com a ocorrência de alguma hidrólise, o flúor seria liberado como constituinte da carga inorgânica (trifluoreto de itérbio, no material utilizado em nosso estudo). Haveria necessidade de uma desintegração maior da estrutura da resina composta para que a liberação de flúor atingisse níveis capazes de promover alguma ação antibacteriana.

Quanto a possibilidade das resinas atuarem inibindo crescimento bacteriano, parece-nos lícito afirmar que elas não apresentam essa capacidade. Uma pesquisa realizada por **ORSTAVIK & HENSEN-PETERSEN<sup>69</sup>, (1978)**, traz como conclusão a afirmativa de que o metil-metacrilato possui uma ação antibacteriana superior ao Bis-GMA, baseando-se nos resultados comparativos entre resinas acrílicas e resinas compostas. É provável que a maior solubilização dos materiais acrílicos, liberando mais facilmente os seus constituintes, possa ter influenciado nos resultados. Entretanto, a hipótese de que o metil-metacrilato possua ação antibacteriana também é contestada na literatura<sup>58</sup>.

A evolução do cimento ionômero de vidro para os materiais híbridos ionômero/resina trouxe algum questionamento sobre a potencialidade desses últimos em inibir cárie secundária. A pesquisa realizada por **FORSTEN**<sup>36</sup>, em **1995**, concluiu que o híbrido ionômero/resina Vitremer apresenta liberação de flúor superior a dos ionoméricos convencionais e da resina composta modificada por poliácidos Dyract. Este autor também verificou que, mesmo após um envelhecimento por nove meses, o Vitremer continua liberando flúor de forma intensa, caso ele seja tratado periodicamente com água fluoretada. Essas conclusões levam o autor a confirmar que esse material deve ser classificado como verdadeiramente ionomérico.

A intensa ação antibacteriana do Vitremer, durante a reação de presa, também já foi demonstrada por **FRAGA et al**<sup>38</sup>, em **1996**. O material Vitremer, após o período de hidratação na presente pesquisa, foi significativamente superior a todos os outros testados, quanto à sua capacidade inibitória contra *S.mutans*, o que indica um potencial desse material contra a reincidência de cárie. Esse fato não deve ser considerado surpreendente, visto que a liberação de íons flúor por parte de ionoméricos classificados como resinosos é altamente significativa, como ficou demonstrado por **MITRA**<sup>64</sup>, em **1991**.

Chelon-Fil e Chelon-Silver apresentaram uma grande redução de capacidade antibacteriana, após a hidratação, mas podemos acreditar que, na situação clínica, as aplicações tópicas de flúor possam melhorar a performance desses materiais<sup>36</sup>.

A reação de presa dos materiais ionoméricos estabelece uma acidificação de superfície<sup>5</sup>. No presente estudo, Vidrion N, Vitremer, e Chelon-Fil apresentaram elevação do pH após a hidratação por quatro horas e uma tendência a continuar essa elevação após 72 horas. Chelon-Silver manteve-se em valores próximos quando comparando-se quatro e 72 horas e as resinas Dyract e Tetric apresentaram valores mais baixos de pH após as quatro horas.

A tendência à queda de pH da resina composta Tetric conforme aumentou o tempo de hidratação deveu-se, provavelmente, a alguma dissolução do material e uma maior liberação de íons. Esse material, além de apresentar impossibilidade de liberação do flúor iônico, não produz uma acidificação que possa permitir a potencialização da ação antibacteriana do flúor. Essa característica influenciou nos resultados da presente pesquisa, onde não foram observados efeitos antibacterianos significativos da resina composta Tetric.

Um dado extremamente interessante, e que merece ser destacado, foi a apresentação de atividade inibitória, após a hidratação, pela resina composta modificada por poliácidos (Dyract), também chamada de "compômero", em nossos resultados. Sabe-se que esse material possui uma presa inicial provocada unicamente por fotopolimerização, e que a reação característica de ionômero de vidro acontece tardiamente pela absorção de água, na situação clínica proveniente do meio bucal. A ação antibacteriana do Dyract foi nula quando polimerizado dentro do caldo de cultura, comportando-se como as resinas compostas. No entanto, após o

armazenamento em água destilada por 72 horas, observou-se poder inibitório desse material. Ficou evidenciada uma ação retardada do Dyract, confirmando que a acidificação da superfície, pela absorção de água e pelo desencadeamento da reação, permite a atuação antimicrobiana do flúor, provavelmente porque a membrana citoplasmática dos microrganismos tornou-se permeabilizada, permitindo a passagem do íon flúor, para atuar no interior da célula<sup>56</sup>. A ausência de água na formulação do produto, quando dentro da cápsula, não permitiria formação de sais por reação ácido-base durante a reação de fotopolimerização. Também torna-se importante ressaltar que o Dyract apresentou uma queda brusca do pH após a permanência em água por quatro horas, comprovando-se a reação ácido-base tardia pela hidratação. Após 72 horas ocorreu uma tendência a uma elevação do pH para o Dyract, mas a atividade antibacteriana ainda mostrou-se presente.

No teste de pH, o híbrido Vitremer comportou-se como um material ionomérico verdadeiro, pois nos primeiros minutos da reação de presa acidificou o meio circundante e após um tempo maior apresentou elevação do pH, chegando a um nível ligeiramente superior ao alcançado pelos outros materiais. Pode-se observar, inclusive, que após 72 horas ocorreu uma tendência ao equilíbrio entre todos, em um valor ligeiramente mais ácido que o controle, que foi representado pela água destilada.

Baseando-se nestes dados, pode-se concluir que os ionoméricos reforçados por resina tendem a ganhar cada vez mais espaço dentro da indicação clínica, pois apresentam melhores propriedades físicas sem

perder características cariostáticas.

Em nossa pesquisa, após a hidratação, os materiais ionoméricos superaram evidentemente as resinas compostas, apesar de Chelon-Silver e Chelon-Fil não atingirem valores estatisticamente superiores, quando comparados com Tetric e Charisma, tanto quando testados contra *S.sanguis* quanto contra *S.mutans*. A queda na liberação de flúor pelos cimentos ionoméricos convencionais, 48 horas após a presa, pode ter sido responsável pela redução da atividade antimicrobiana de Chelon-Silver e Chelon-Fil. É provável que na situação clínica, a incorporação de flúor proveniente de ação tópica, possa reativar a ação antibacteriana desses materiais.

A presença da prata nos materiais ionoméricos não representa um fator significativo para o potencial antibacteriano<sup>84</sup>. Quanto a boa performance do Vidrion N também contra as espécies utilizadas no presente estudo, é provável que a estrutura intrínseca bifásica do pó tenha contribuído para uma maior dissolução de sua matriz, proporcionando uma maior liberação de seus componentes. No *cermet* Chelon-Silver a prata permanece ligada à estrutura do cimento por um processo de sinterização, semelhante a que ocorre entre a porcelana e o ouro para a realização de trabalhos protéticos. Esta forte ligação entre a prata e o fluorsilicato de alumínio e de cálcio, dificulta a degradação hidrolítica do cimento. Os íons de prata, assim como os de flúor, do material Vidrion N podem ter encontrado maior facilidade no sentido de serem liberados na atividade contra as bactérias. Nossos resultados estão em acordo com os obtidos por

**HÖRSTED-BINDSLEV & LARSEN<sup>48</sup>**, em 1990, que compararam a liberação de flúor de um cimento ionômero de vidro reforçado por prata com um *cermet*, verificando uma concentração maior de flúor proveniente do primeiro. Obviamente um material deve apresentar a resistência à hidrólise como uma característica desejável, entretanto, no que concerne à atividade antibacteriana, o material Vidrion N demonstrou maior atividade do que o Chelon-Silver contra o *S.mutans*.

Os resultados da presente pesquisa fornecem indicativos interessantes, mas devem ser encarados com cautela, considerando-se que o meio bucal apresenta um flora muito variada e uma interação de fatores. Trabalhos futuros devem ser realizados utilizando-se metodologias *in vivo* e *in situ*, e os aspectos bioquímicos e histológicos devem ser avaliados nestes estudos.

## **CONCLUSÕES**

## CONCLUSÕES

- As resinas compostas Tetric (com flúor) e Charisma, e a resina modificada por poliácidos Dyract não apresentaram ação antibacteriana durante a reação de presa;

- Os materiais ionoméricos Vitremer, Vidrion N, Chelon-Silver e Chelon-Fil, apresentaram ação antibacteriana durante a reação de presa;

- O material híbrido Vitremer foi o que apresentou, dentre os testados, a maior capacidade antibacteriana após a hidratação por 72 horas.

- O Dyract adquiriu potencial antibacteriano, após a hidratação por 72 horas.

- Os cimentos ionoméricos Chelon-Silver e Chelon-Fil perderam significativamente a ação antibacteriana após a hidratação por 72 horas e, embora tenham apresentado valores superiores aos das resinas compostas, as diferenças não se mostraram estatisticamente significantes;

- A presença da prata no ionômero *cermet* não potencializou a ação antibacteriana desse material;

- A presença do flúor na resina composta Tetric não forneceu ação antibacteriana a esse material;

- Ocorreu uma relação entre baixo pH e potencialização da atividade antimicrobiana de materiais restauradores contendo flúor.

## **SUMMARY**

## SUMMARY

The aim of this *in vitro* study was to determine the antibacterial potential of restorative materials with fluoride-containing. In addition, it was evaluated the relation between antibacterial activity and pH changes on the surrounding aqueous medium of the these materials.

It was evaluated the inhibitory activity of the materials, during setting reaction, against five bacterial species (*Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus casei*). On the second phase of the experiment, the materials were tested on their antibacterial activity after their hydration for 72 hours, using only two species in this phase (*S. mutans* and *S. sanguis*). On the third phase, it was measured the pH alterations in distilled water, caused by the materials after hydration for 3 minutes, 4 hours and 72 hours.

The composite resin with fluoride-containing (Tetric) and the resin modified by polyacids (Dyract) acted the same effect as the control group represented by a fluoride-free composite resin (Charisma), when tested during setting reaction, not showing any antibacterial effect against the five species. The materials Vidrion N, Vitremer, Chelon-Silver and Chelon-Fil showed varying action against bacterial growth in this phase.

After hydration, when tested against *S. sanguis* and *S. mutans*, the hybrid material Vitremer showed the highest inhibition action against bacterial growth, followed by Vidrion N and Dyract, which started showing antimicrobial potential in this phase. The glass ionomers cements Chelon-Fil and Chelon-Silver had a relevant loss of antibacterial effects, showing a

similar action of the composite resins.

Dyract was the only one to present a pH fall of the environment medium, when hydration happened in a four-hour period, indicating a late superficial acidification of this material by water absorption, which may as well be related to its antibacterial activity.

**Key Words :** Fluoride, restorative materials, antibacterial activity.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) AFONSO, T. S. **Estudo *in vitro* da ação antimicrobiana de cimentos protetores do complexo dentina-polpa sobre os microrganismos *S. mutans* e *S. sanguis*.** Araraquara, 1993, 83 p. / Tese (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP /.
  
- 2) ANDERSON, M. H. & CHARBENEAU, G. T. A comparison of digital and optical criteria for detecting carious dentin. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **53(5):** 643-6, May., 1985.
  
- 3) \_\_\_\_\_; LOESCHE, W. J.; CHARBENEAU, G. T. Bacteriologic study of a basic fucsin caries-disclosing dye. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **54(1):** 51-55, Jul., 1985.
  
- 4) BAPNA, M. S.; MURPHY, R.; MUKHERJEE, S. Inhibition of bacterial colonization by antimicrobial agents incorporated into dental resins. **J. oral Rehab.**, Oxford, **15(5):**405-11, Sept./Oct., 1988.
  
- 5) BARKHORDAR, R. A. *et al* Technical note: Antimicrobial action of glass-ionomer lining cement on *S. sanguis* and *S. mutans*. **Dent. Mater.**, Washington, **5(4):**281-2, July/Aug., 1989.

6) BEIRAGHI S.; ROSEN S.; BECK F. The effect of stannous and sodium fluoride on coronal caries, root caries and bone loss in rice rats. **Archs. oral Biol.**, Oxford, **35**(1):79-80, Jan., 1990.

7) BEN-AMAR, A.; CARDASH, H. S.; JUDES, H. The sealing of the tooth/amalgam interface by corrosion products. **J. oral Rehab.**, Birmingham, **22**(2):101-4, Feb./Mar., 1995.

8) BERG, J.H.; FARREL, E.; BROWN, L.R. Class II glass ionomer silver cermet restorations and their effect on interproximal growth of mutans streptococci. **Pediat. Dent.**, Chicago, **12**(1):20-3, Jan./Feb., 1990.

9) BIBBY, B. G. & VAN KESTERSEN, M. The effect of fluoride on mouth bacteria. **J. dent. Res.**, Washington, **19**(4):391-402, July/Aug., 1940.

10) BLACK, G. V. Operative dentistry. *Apud* MONDELLI, J. *et al.* **Dentística operatória.** 2.ed. São Paulo. Editora Sarvier. 1976. 215 p.

11) BONESVOLL, P. *et al* Binding of 14-chlorexidine to plaque and teeth *in vitro* and *in vivo*. **J. dent. Res.**, Oxford, **53**(special issue): Washington, 1974.

/Abstract 360/

12) BOSTON, D. W. & GRAVER, H. T. Histobacteriological analysis of acid red dye-stainable dentin found beneath intact amalgam restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, **19**(2): 65-9, Aut., 1994.

13) BRÄNNSTRÖM, M. S. The cause of postrestorative sensivity and its prevention. **J. Endod.**, Baltimore, **12** (10): 475-81, Oct. 1986.

14) \_\_\_\_\_, M. & NYBORG, H. Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **30** (3): 303-10, Sept., 1973.

15) CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. Piracicaba, São Paulo, Ed. da ESALQ, 1983, 349 p.

16) CLOVIS, J.; HARGREAVES, J. A.; THOMPSON, G. W. Caries prevalence and lenght of residency in fluoridated and non-fluoridated communities. **Caries Res.**, Basel, **22**(5): 311-5, Sept./Oct., 1988.

17) COLTON, M. B. & EHRLICH, E. Bacterial effect obtained by addition of antibiotics to dental cements and direct fillings resins. **J. Amer. dent. Assoc.**, Illinois, **47**: 524-31, 1953.

18) COOGAN, M. M. & CREAVEN, P. J. Antibacterial properties of eight dental cements. **Int. Endod. J.**, Oxford, **26**(6):5-61, Nov./Dec., 1993.

19) COOLEY, R. L. & MCCOURT, J. W. Fluoride-releasing removable appliances. **Quintessence Int.**, Berlin, **22**(4):299-302, Apr., 1991.

20) COX, C. F. Biocompatibility of dental materials in the absence of bacterial infection. **Oper. Dent.**, Seattle, **12**(1): 146-52, Jan./Feb., 1987.

21) CRISP, S. & WILSON, A. D. Reactions in glass ionomer cements. III: The precipitation reaction. **J. dent. Res.**, Oxford, **53**(6): 1420-4, Nov./Dec., 1974.

22) CROLL, T. P. & PHILLIPS, R. W. Glass ionomer-silver cermet restorations for primary teeth. **Quintessence Int.**, Berlin, **17**(10): 607-15, Oct., 1986

23) DESCHEPPER, E. J.; THRASHER, M. R.; THURMOND, B. A. Antibacterial effects of light-cured liners. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **2**(3): 74-6, June/July, 1989.

24) \_\_\_\_\_; WHITE, R. R.; VON DER LHER, W. Antibacterial effects of glass ionomers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **2**(2): 51-6, Mar./Apr., 1989.

25) DUMMER, P. M. H. & HARRISON, K. A. *In vitro* plaque formation on commonly used dental materials. **J. oral Rehab.**, Oxford, **9**(5): 413-17, Sept./Oct., 1982.

- 26) \_\_\_\_\_ & WILLS-WOOD *In vitro* plaque formation on dental amalgam. **J. oral Rehab.**, Oxford, **11**(6): 539-45, Nov./Dec., 1984.
- 27) DUNNE, S.M. *et al* Caries inhibition by a resin-modified and a conventional glass ionomer cement, *in vitro*. **J. Dent.**, Surrey, **24**(1-2): 91-4, Jan./Feb., 1996.
- 28) EISENBERG A. D. *et al* Effects of fluoride, lithium, and strontium on growth and acid production of mutans streptococci and *Actinomyces viscosus*. **Caries Res.**, Basel, **25**(3):179-84, May/June, 1991.
- 29) EMILSON, C. G.; LINDQUIST, B.; WENNERHOLM, K. Recolonization of human tooth surfaces by *Streptococcus mutans* after suppression by chlorhexidine treatment. **J. dent. Res.**, Oxford, **66**(9): 1503-8, Sept., 1987.
- 30) ERIKSEN, H. M. & LEIDAL, T. I. Monkey pulpal response to composite resin restorations in cavities treated with various cleaning agents. **Scand. J. dent. Res.**, Copenhagen, **87**(4):309-17, July/Aug., 1979.
- 31) FEATHERSTONE, J. D. B. *et al* Remineralization of artificial caries like lesions *in vivo* by a self-administered mouthrinse or paste. **Caries Res.**, Basel, **16**(3): 253-42, May/June, 1982.

- 32) FILLER, S. J. *et al.* Shear bond strengths of composite to chlorhexidine-treated enamel. **Am. Dent. J.**, San Antonio, **7(2)**: 81-4, Mar./Apr., 1994.
- 33) FISHER F. J. The viability of microorganisms in carious dentine beneath amalgam restorations. **Brit. dent. J.**, London, **121(1)**: 413-416, Nov., 1966.
- 34) FORSS, H. *et al* Fluoride and mutans streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite. **Caries Res.**, Basel, **25(6)**: 454-8, Nov./Dec., 1991.
- 35) FORSTEN, L. Short and long-term fluoride release from glass ionomers and other fluoride-containing filling materials *in vitro*. **Scand. J. dent. Res.**, Copenhagen, **98(2)**: 309-17, Apr., 1990.
- 36) \_\_\_\_\_. Resin-modified glass ionomer cements: fluoride release and uptake. **Acta Odontol Scand.**, Oslo, **53(4)**: 222-5, July/Aug., 1995.
- 37) FRANCO, S. J. & KELSEY, W. P. Caries removal with and without a disclosing solution of basic fucsin. **Oper. Dent.**, Seattle, **6(1)**: 46-8, Win., 1981.
- 38) FRAGA, R. C.; SIQUEIRA JR, J. F.; UZEDA, M. *In vitro* evaluation of antibacterial effects of photo-cured glass-ionomer liners and dentin bonding agents during setting. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **73(5)**: 483-6, Nov., 1996.

- 39) GARIB, T. M. **Avaliação *in vitro* da atividade antimicrobiana de cimentos de ionômero de vidro restaurador sobre *Streptococcus mutans* da cepa GS-5.** Bauru, 1991, 136 p. /Tese (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru - USP /.
- 40) GERRARD, W. A. & WINTER, P. J. Evaluation of tooth pastes by their ability to assist reharding of enamel *in vitro*. **Caries Res.**, Basel, **20**(3): 209-16, May/June, 1986.
- 41) GLASSMAN, M. D. & MILLER, I. J. Antibacterial properties of one conventional and three high-copper dental amalgams. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, **52** (2): 199-202, Aug., 1984.
- 42) GOLDBERG, J. *et al* Cross-sectional clinical evaluation of recurrent enamel caries, restorations of marginal integrity, and oral hygiene status. **J. Amer. dent. Assoc.**, Illinois, **102**(5): 635- 41, May, 1981.
- 43) GREGER, J. E. G. *et al* Adenosine 5-triphosphate content of *Streptococcus mutans* GS-5 during fluoride-mediated death at low pH. **Caries Res.**, Basel, **19**(4): 307-13, July/Aug., 1985.
- 44) HAMILTON, I. R. Effects of fluoride on enzymatic regulation of bacterial carbohydrate metabolism. **Caries Res.**, Basel, **11**: 262-91, 1977.  
(Supplement, 1)

- 45) HAMILTON, J. C.; RONEY, P. L.; KEPPEL, K. G. Marginal fracture not a predictor of longevity for two dental amalgam alloys, a ten years study. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **50**(2): 200-2, Aug., 1983.
- 46) HATIBOVIC-KOFMAN, S. & KOCH, G. Fluoride release from glass ionomer cement in vivo and *in vitro*. **Swed. Dent. J.**, Stockholm, **15**(6): 253-8, Nov./Dec., 1991.
- 47) HOBDELL, M. H. & O'HICKEYS, M. Public water fluoridation in Ireland: Twenty-five on. **Brit. Dent. J.**, London, **167**(1): 36-8, July, 1989.
- 48) HORSTED-BINDLEV, P. & LARSEN, M. J. Release of fluoride from conventional and metal-reinforced glass-ionomer cements. **Scand. J. dent. Res.**, Copenhagen, **98**(5): 451-5, July/Aug., 1990.
- 49) IZAGUIRRE-FERNANDEZ, E. J.; EINSENBURG, A. D.; CURZON, M. E. J. Interaction of zinc with fluoride on growth, glycolysis and survival of *Streptococcus mutans* GS-5. **Caries Res.**, Basel, **23**(1): 18-25, Jan./Feb. 1989.
- 50) JEDRYCHOWSKI, J. R.; CAPUTO, A. A.; KERPER, S. Antibacterial and mechanical properties of restorative materials combined with chlorhexidines. **J. oral Rehab.**, Oxford, **10**(5): 373-81, Sept./Oct., 1983.

- 51) KIDD, E. M. Caries diagnosis within restored teeth. **Oper. Dent.**, Seattle, **14**(3): 149-58, May/June, 1989.
- 52) \_\_\_\_\_; JOYSTON-BECHAL; S.; BEIGHTON, D. The use of caries detector dye in cavity preparation: a microbiological assessment. **Brit. Dent. J.**, London, **174**( 7 ): 245-8, Apr., 1993.
- 53) KOCH G. & HATIBOVIC-KOFMAN, S. Glass ionomer cements as a fluoride release system *in vivo*. **Swed. Dent. J.**, Stockholm, **14**(6): 267-73, Nov./Dec., 1990.
- 54) LOESCHE, W. J. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. **Microbiol. Rev.**, Washington, **50**( 4 ): 353-80, Dec., 1986.
- 55) \_\_\_\_\_. **Cárie dental: Uma infecção tratável**. Rio de Janeiro. Editora Cultura Médica. 1993. 349p.
- 56) \_\_\_\_\_. *et al* Effect of topical acidulated phosphate-fluoride on percentage of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguis* in plaque. **Caries Res.**, Basel, **9**(2): 139-55, Mar./Apr., 1975.
- 57) LOYOLA-RODRIGUEZ J.P.; GARCIA-GODOY F.; LINDQUIST R. Growth inhibition of glass ionomer cements on mutans streptococci. **Pediat. Dent.**, Chicago, **16**(5): 346-9, Sept./Oct., 1994.

58) MANGI, S. L. *et al* Antibacterial action of certain fluoride-containing dental restorative materials. **J. dent. Res.**, Washington, **38**(1): 88-95, Jan./Feb., 1959.

59) MARTINS, L. R. M. Fluoride release a glass ionomer cement subject to demineralization and remineralization. **J. dent. Res.**, Washington, **70**:638, 1991. (Abstract 20)

60) MCCOMB, D. & ERICSON, D. Antimicrobial action of new, proprietary lining cements. **J. dent. Res.**, Washington, **66**( 5 ): 1025-8, May, 1987.

61) MEIERS, J. C. & MILLER, G. A. Antibacterial activity of dentin bonding systems, resin-modified glass ionomers, and polyacid-modified composite resins. **Oper. Dent.**, Seattle, **21**(6): 257-264, Nov./Dec., 1996.

62) \_\_\_\_\_. & KRESIN, J. C. Cavity disinfectants and dentin bonding. **Oper. Dent.**, Seattle, **21**(4): 153-9, July/Aug., 1996.

63) MIRANDA, V. C. & PIZSOLITO, A. C. Ação do flúor sobre estreptococcus orais: Concentração inibitória mínima. **Revta. Ass. paul. Cirurg. Dent.**, São Paulo, **34**(6): 480-5, Nov./Dec., 1980.

64) MITRA, S. B. *In vitro* fluoride release from a light-cured glass-ionomer liner/base. **J. dent. Res.**, Washington, **70**(1): 75-8, Jan., 1991.

65) MJÖR, I. A. Placement and replacement of restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, **6(2)**:49-54, Mar./Apr., 1981.

66) NOUROLLAHI, M. & MERYON, D. The antibacterial properties of four elements released from dental restorative materials. **Int. Endod. J.**, Oxford, **22(1)**: 9-16, Jan., 1989.

67) NUNEZ, L. J. *et al* Influence of amalgam, alloy and mercury on the *in vitro* growth of *Streptococcus mutans*: II. Comparison of amalgams and alloys. **J. dent. Res.**, Washington, **55(2)**: 893-9, Sept./Oct., 1976.

68) ORSTAVIK D. Antibacterial properties of element release from some dental amalgams. **Acta odont. Scand.**, Oslo, **43( 4 )**: 231-9, July/Aug., 1985.

69) \_\_\_\_\_ & HENSEN-PETTERSEN A. Antibacterial activity of tooth-colored dental restorative materials. **J. dent. Res.**, Washington, **57(2)**: 171-4, Feb., 1978.

70) OSTELA I.; KARHUVAARA L.; TENOVUO J. Comparative antibacterial effects of chlorhexidine and stannous and fluoride-amine fluoride containing dental gels against salivary mutans streptococci. **Scand J Dent Res.**, Copenhagen, **99(5)**: 378-83, Oct./Nov., 1991.

71) PALENIK, C. J. et al Inhibition of microbial adherence and growth and adherence by various glass ionomers *in vitro*. **Dent. Mater.**, Washington, **8**(1): 16-20, Jan., 1992.

72) PERDIGÃO, J. ; DENEHY, G. E. ; SWIFT Jr, E. J. Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. **Am. J. Dent.**, San Antonio, **7**(2): 81-4, Mar./Apr., 1994.

73) PIMENTA, L. A. F **Avaliação *in vitro* da inibição de lesões de cárie secundária em restaurações de amálgama submetidas ao pré-tratamento das paredes cavitárias.**, 1994. 138 p./ Tese (Doutoramento) - Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP /.

74) PRATI, C. *et al* Antibacterial effectiveness of dentin bonding systems. **Dent. Mater.**, Washington, **9**: 338-43, Nov, 1993.

75) PUPO, J. **Atividade antimicrobiana de cimentos obturadores frente a amostras de microrganismos frequentes em canais radiculares (estudo *in vitro*).**, 1971, 78 p. /Tese (Doutoramento) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP/.

76) RAWLS, H. R. Preventive dental materials: Sustained delivery of fluoride and other therapeutic agents. **Adv. Dent. Res.**, Washington, **5**: 50-5, Dec., 1991.

77) RIBEIRO, J. & ERICSON, D. *In vitro* antibacterial effect of chlorexidine added to glass-ionomer cements. **Scand J Dent Res.**, Copenhagen, **99(6)**: 533-40, Dec., 1991.

78) RODRIGUES, P. C. **Bioestatística.** , 2a ed, Niterói, Rio de Janeiro, EDUFF, 1993, 268 p.

79) SATO, Y. & FUSAYAMA, T. Removal of dentin by fucsin staining. **J. dent. Res.**, Washington, **55**: 678-83, 1976.

80) SAXTON, C. A.; HARRAP, G. J.; LLOYD, A. M. The effect of dentifrices containing zinc citrate on plaque growth and oral zinc levels. **J. clin. Periodont.**, Copenhagen, **13(4)**: 301-6, Apr., 1986.

81) SCHERER, W.; LIPPMAN, N.; KAIM, J. Antimicrobial properties of glass-ionomer and other restorative materials. **Oper. Dent.**, Seattle, **14(2)**: 68-72, Spr., 1989.

82) SCHOUBE, T. & MAC DONALD, J. B. Prolonged viability of organisms sealed in dental caries. **Archs. oral Biol.**, Oxford, **7**: 525-6, 1962.

83) SCHWARTZMAN, B.; CAPUTO, A. A.; SCHEIN, B. Antibacterial action of dental cements. **J. prosthet. Dent.**, St. Louis, **43(3)**: 309-12, Mar. 1980.

84) SEPPA, L.; FORSS, H.; OGARD, B. The effect of fluoride application on fluoride release and the antibacterial action of glass ionomer. **J. dent Res.**, Washington, **72**: 1310-14, Sept., 1993.

85) SERRA, M. C. **Estudo *in vitro* do desenvolvimento de cárie em esmalte adjacente a materiais restauradores contendo flúor.**, 1995. 65 p. /Tese (Doutoramento) - Faculdade de Odontologia de Bauru- USP /.

86) SETTEMBRINI, L. *et al* A comparison of antimicrobial activity of etchants used for a total etch technique. **Oper. Dent.**, Seattle, **22**(2): 84-8, Mar./Apr., 1997.

87) SHAY, D. E.; ALLEN, T. J.; MANTZ, R. F. The antibacterial effects of some dental restoratives materials. **J. dent Res.**, Washington, **35**: 25-32, Feb., 1956.

88) SKJORLAND, K. R. & SONJU, T. Effect of sucrose rinses on bacterial colonization on amalgam and composite. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, **40**(4): 193-6, July/Aug., 1982.

89) SMITH, D. C. & RUSE, N.D. Acidity of glass ionomer cements during setting and its relation to pulp sensivity. **J. Amer. dent. Assoc.**, Illinois, **112**( 5): 654-7, May., 1986.

90) SVANBERG, M., MJÖR, I., ORSTAVIK, D. Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite, and glass-ionomer restorations. **J. dent Res.**, Washington, **69**(3): 861-4, Mar., 1990.

91) \_\_\_\_\_; KRASSE, B.; ÖRNERFELDT, H. O. Mutans streptococci in interproximal plaque from amalgam and glass ionomer restorations. **Caries Res.**, Basel, **24**(2): 133-6, Jan./Feb., 1990.

92) THYLSTRUP, A. & FEJERSKOV, O. **Cariologia Clínica**. 2.ed. São Paulo. Editora Santos, 1995. 421 p.

93) TOBIAS, R. S. Antibacterial properties of dental restorative materials: a review. **Int.Endod. J.**, Oxford, **21**(2): 155-60, Jan/Feb., 1988.

94) \_\_\_\_\_; BROWNE, R. M. & WILSON, C. A. Antibacterial activity of dental restorative materials. **Int. Endod. J.**, Oxford, **18**(3): 161-71, July, 1985.

95) \_\_\_\_\_ et al A further study of the antibacterial properties of dental restorative materials. **Int. Endod. J.**, Oxford, **21**(6): 381-92, Nov/Dec., 198

96) TURKHEIM, H. J. et al *In vitro* experiments on the bactericidal effect of zinc oxide eugenol cement on bacteria containing eugenol. **J. dent. Res.**, Washington, **34**: 295-30, Apr., 1955.

97) UPDEGRAFF, D. M.; CHANG, R. W. H.; JOOS, R. W. Antibacterial activity of dental materials. **J. dent. Res.**, Washington, **50**(2): 382-7, Mar./Apr., 1971.

98) VALENZUELA V. *et al* *In vitro* inhibition of marginal caries-like lesions with fluoride-containing amalgam. **Oper. Dent.**, Seattle, **19**(3): 91-6, May./June, 1994.

99) VAN DIJKEN J.; PERSSON, S.; SJÖSTROM, S. Presence of *Streptococcus mutans* and lactobacilli in saliva and on enamel, glass ionomer cement, and composite resin surfaces. **Scand. J. dent. Res.**, Copenhagen, **99**(1): 13-9, Jan., 1991.

100) VAN HOUTE, J. Role of microorganisms in caries etiology. **J. dent. Res.**, Washington, **73**(3): 672-81, Mar., 1994.

101) \_\_\_\_\_; LOPMAN J.; KENT, R. The predominant cultivable flora of sound and carious human root surfaces. **J. dent. Res.**, Washington, **73**(11): 1727-34, Nov., 1994.

102) WALLMAN-BJÖRLUND C., SVANBERG, M. & EMILSON, C. G. *Streptococcus mutans* in plaque from conventional and from non-gamma-2 amalgam restorations. **Scand. J. dent. Res.**, Copenhagen, **95**(3): 266-9, May /June, 1987.

103) YIP, H. K.; STEVENSON, A. G.; BEELEY, J. A. The specificity of caries detector dyes in cavity preparation. **Brit. dent. J.**, London, **176**(11): 417-21, June, 1994.

104) YORK, A. K. & ARTHUR, J. S. Reasons for placement and replacement of dental restorations in the United States Navy Dental Corps. **Oper. Dent.**, Seattle, **18**(5): 203-8, Sep./Oct., 1993.