

FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR

CIRURGIÃO DENTISTA

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

**AVALIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO DE
PIGMENTOS NA INTERFACE DE
RESTAURAÇÕES DENTAIS SOB
O EFEITO DA TERMOCICLAGEM**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do título de **Mestre**
em Clínica Odontológica, Área de Dentística.

PIRACICABA

2001



FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR
CIRURGIÃO DENTISTA

AVALIAÇÃO DA INFILTRAÇÃO DE PIGMENTOS NA INTERFACE DE RESTAURAÇÕES DENTAIS SOB O EFEITO DA TERMOCICLAGEM

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do título de **Mestre**
em Clínica Odontológica, Área de Dentística.

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CPG-036/83
CPG, 04/05/2001
Assinatura do Orientador

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ ROBERTO LOVADINO

Banca Examinadora:

Prof.Dr. José Roberto Lovadino

Profa.Dra. Maria Salete Machado Cândido

Prof.Dr. Marcelo Giannini

PIRACICABA

2001

Ficha Catalográfica

Ag93a	Aguiar, Flávio Henrique Baggio. Avaliação da infiltração de pigmentos na interface de restaurações dentais sob o efeito da termociclagem. / Flávio Henrique Baggio Aguiar. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2001. xviii, 94p. : il. Orientador : Prof. Dr. José Roberto Lovadino. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Dentística. 2. Espectrofotometria. 3. Resinas compostas. I. Lovadino, José Roberto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.
-------	--

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



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 02 de Fevereiro de 2001, considerou o candidato FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR aprovado.

1. Prof. Dr. JOSE ROBERTO LOVADINO Jose Roberto Lovadino

2. Profa. Dra. MARIA SALETE MACHADO CÂNDIDO Maria Salette Machado Cândido

3. Prof. Dr. MARCELO GIANNINI Marcelo Giannini

Dedicatória

Senhor, Tu chegas ao mais profundo de mim e me conheces por dentro. Sabes quando me detenho ou quando não sei o que fazer, entendes minhas ilusões e meus desejos como se fossem Teus; em meu caminho pusestes uma trilha, em meu descanso Te sentaste ao meu lado; Tocaste todos os meus projetos palmo a palmo.

Salmo 139

Agradeço a **DEUS**, por colocar em minha vida pessoas tão especiais: minha família, amigos e colegas. E por me dar a oportunidade de estar aqui, hoje, concluindo este Trabalho.

A família continua a ser a fonte primeira e principal de nossa personalidade e de nossa educação, o lugar onde recebemos esse “pão de carinho” que nos vai fazendo crescer e viver.

Manuel Madueño

Aos meus pais, **José Roberto e Mariângela**, por ter me ensinado virtudes como educação, respeito, amor, lealdade, e por ter me dado todo o apoio necessário para esse passo tão importante na minha vida. Essa vitória esta se concretizando graças a vocês.

Obrigado por tudo.

À minha irmã **Gláucia** e ao meu cunhado **Sávio**, por terem me mostrado o caminho da ciência, e pelo apoio , carinho e ajuda.

Aos meus **avós, tios e primos**, pelo apoio e carinho demonstrados nessa trajetória

À **Vanessa**, pelo amor, carinho e pela compreensão. Com o seu apoio, tudo ficou mais fácil.

Agradecimentos Especiais

Quem já teve um professor de verdade?

*Um professor que vê um aluno como um material bruto mas precioso,
uma jóia que com perícia pode ser polida e brilhar?*

Mitch Albion

Ao professor, orientador e, acima de tudo, meu grande amigo **José Roberto Lovadino**, por ter colaborado de forma tão incisiva na minha formação. Seus ensinamentos não se limitaram somente à Dentística, mas também à amizade e humanidade.

Aos professores da área da Dentística, **Luis Roberto Marcondes Martins**, **Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo** e **Marcelo Giannini**, pela participação na minha formação, pelo respeito e amizade. Meus sinceros agradecimentos.

De que mais precisa um homem senão de um amigo...

Vinícios de Moraes

À professora **Cecília Gatti Guirado**, por ter sido a primeira professora se dispor a me ensinar o caminho da pesquisa. Você também é responsável por eu estar aqui.

Aos amigos da Pós-Graduação **Alex, Fabiana, Patrícia, Claudia, Fernão e Carlos**, pela amizade e constante ajuda e troca de informações.

Aos meus amigos irmãos “52” **André, Alyson e Henrique**, e “jaulenses” **Clauber, Daniel, Flávio, João, Nilton, Rodrigo**, pelo forte apoio e amizade.

AGRADECIMENTOS :

À **Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP**, na pessoa do seu diretor **Antonio Wilson Sallum**.

À Coordenadoria do curso de Pós –Graduação em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, Profa. Dra.. **Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes**.

Ao Departamento de Ciências Fisiológicas, Área de Farmacologia, nas pessoas do Prof. Dr. **Francisco Carlos Groppo** e do Prof. Dr. **José Ranali**, pela amizade, dedicação e disponibilidade em permitir o uso do Laboratório de Farmacologia.

Ao Departamento de Prótese e Periodontia, área de Prótese Parcial Removível, na pessoa da Profa. Dra. **Altair Antoninha Del Bel Cury**, pela dedicação e disponibilidade em permitir o uso do Laboratório de Prótese Parcial Removível.

Ao Prof. Dr. **Luis André Freire Pimenta**, área de Dentística Restauradora, por permitir o uso do Aparelho de Termociclagem.

Aos funcionários da Dentística **Reinaldo e Carolina**, pela amizade e colaboração.

À **FAPESP**, pelo apoio financeiro (processo 99/02943-0).

À **KG Sorensen** por doar as pontas diamantadas, desenvolvidas especialmente para este experimento.

A **Todos** que direta ou indiretamente participaram deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DA LITERATURA	9
3. PROPOSIÇÃO	41
4. METODOLOGIA	43
4.1 Preparo dos Blocos	44
4.2 Preparo Cavitário e Restauração	46
4.3 Termociclagem	49
4.4 Ensaio da penetração de corante	50
4.5 Trituração das amostras	50
4.6 Dissolução e Quantificação do Corante Infiltrado	51
4.7 Análise estatística	53
5. RESULTADOS	55
6. DISCUSSÃO	61
7. CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXO	81
APÊNDICE	91

RESUMO :

O objetivo deste estudo “in vitro” foi avaliar quantitativamente a infiltração marginal ao redor de restaurações dentais, realizadas com três compósitos de alta viscosidade, um compósito de média viscosidade, e amálgama de prata, e a possível influência da termociclagem nos valores de infiltração. Para tanto, foram obtidos 100 blocos dentais, utilizando-se dentes humanos extraídos devido indicação ortodôntica e/ou cirúrgica. Através de uma ponta diamantada especial, foram preparadas cavidades cilíndricas medindo $1,85 \pm 0,05$ mm de diâmetro com 1,5 mm de profundidade. Esses blocos foram aleatoriamente divididos em dez grupos contendo 10 amostras. Cada grupo diferiu no tipo de material utilizado para a realização das restaurações, e na realização ou não da termociclagem. Após a termociclagem dos grupos designados para este teste, os blocos dentais restaurados de todos os grupo foram imersos em tubos de ensaio, separadamente, contendo o corante azul de metileno, por 12 horas. As amostras dentais foram lavadas e secadas. Um desgaste superficial de 0,05mm foi realizado na restauração, para remover uma possível camada do material restaurador que tenha sido pigmentada pelo corante. As amostras foram trituradas e imersas em tubo de ensaio, contendo álcool absoluto, para realizar-se a dissolução do corante. Os tubos de ensaio foram centrifugados e o sobrenadante da solução foi submetido à análise quantitativa de impregnação de corante, pelo aparelho de espectrofotometria. Os resultados foram lidos e interpretados através da análise estatística não paramétrica, pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann Withman. Para os grupo não termociclados, as médias de infiltração foram ($\mu\text{g/ml}$): Amálgama – 4,279 (A); Solitaire – 4,148 (AB); P60 – 3,418 (ABC); Z250 – 3,184 (BC); SureFil –

2,890 (C). Para os grupos termociclados, as médias foram: Amálgama – 7,572 (A); Solitaire – 5,471 (A); Z250 – 4,330 (AB); P60 – 3,418 (BC); SureFil – 2,779 (C). Quando se analisou o efeito da termociclagem, os resultados mostram não haver diferenças significativas entre os grupos submetidos ou não a termociclagem, para todos materiais.

Palavras-chave: infiltração; compósito de alta viscosidade; espectrofotometria; termociclagem.

ABSTRACT

The aim of this “in vitro” study was to evaluate quantitatively the microleakage on three high-density composite restorations, a medium-density one and amalgam restorations, with or without thermocycling. Sixty sound human molars freshly extracted for orthodontic or surgery reasons had their buccal and lingual faces sectioned into one hundred dental blocks. Cylindrical cavities of 1.85 ± 0.05 mm diameter by 1.5 mm depth were prepared with a special diamond bur. The blocks were randomly assigned to 10 test groups (n=10). Each two groups were restored with a different material, and one of them was submitted to thermal stress. After thermocycling, the samples were immersed in methylene blue for 12 hours. Then, they were washed and dried. A 0.05 mm surface layer of the restorations was abraded to remove possible superficial dye penetration in the restorative material. The samples were ground into powder and immersed in absolute alcohol, in order to dilute the methylene blue. They were centrifuged, and the floating solution was analyzed on a spectrophotometer to evaluate quantitatively the dye concentration. Results were statistically analyzed by Kruskal-Wallis test and Mann Withman test. For the non-thermocycled groups, the means of microleakage were ($\mu\text{g/ml}$): **Amalgam** – 4.279 (A); **Solitaire** – 4.148 (AB); **P60** – 3.418 (ABC); **Z250** – 3.184 (BC); **SureFil** – 2.890 (C). For the thermocycled groups, the means were: **Amalgam** – 7.572 (A); **Solitaire** – 5.471 (A); **Z250** – 4.330 (AB); **P60** – 3.418 (BC); **SureFil** – 2.779 (C). The thermocycling analysis presented no statistical significant differences among the thermocycled and non-thermocycled groups, for each material tested.

Keywords: Microleakage; high-density composites; spectrophotometer; thermocycling.

1- INTRODUÇÃO:

O compósito dental, desenvolvido por Bowen, no início dos anos 60, representou uma grande evolução na Odontologia Restauradora, por apresentar melhor estética e adaptação marginal, além de menor coeficiente de expansão térmico linear. Dessa maneira, esse novo material rapidamente substituiu a resina acrílica e o cimento de silicato.

Porém, essa nova classe de material restaurador ainda apresentava problemas, como contração de polimerização, pigmentação superficial, sorção de água e desgaste. A partir daí, muitas mudanças ocorreram no compósito dental, principalmente em relação ao tipo e quantidade de partícula e à composição da matriz orgânica.

Introduziu-se no mercado odontológico os compósitos de alta viscosidade, que apresentavam modificações na forma, textura e quantidade das partículas de carga. Além disso, também houve uma modificação na matriz desses compósitos, isto é, passou-se a utilizar monômeros de alto peso molecular (TYAS *et al.*, 1998), permitindo a obtenção de contatos proximais aceitáveis em restaurações classe II, e propiciando menor contração de polimerização (LEINFELDER & PRAS, 1998). Essas mudanças resultaram em melhores características de manipulação, facilitando a adaptação do material à cavidade (LEINFELDER *et al.*, 1998).

A contração de polimerização é um dos principais problemas das restaurações realizadas com compósitos dentais. A polimerização dos compósitos se dá através da conversão das moléculas de monômeros em uma rede de polímeros, o que causa a aproximação molecular, levando à contração do material (DAVIDSON & FEILZER,

1997). Essa contração gera tensão no sistema adesivo, resultando em formação de fendas entre o sistema restaurador e as paredes cavitárias, permitindo a infiltração marginal. A contração de polimerização não está associada apenas ao sistema adesivo e material restaurador, mas também depende da configuração da cavidade (Fator C), fotoativação e técnica de inserção do material restaurador. As tensões resultantes de todos esses fatores são responsáveis pelo desempenho clínico da restauração, em relação à infiltração.

A infiltração marginal, segundo KIDD (1976), pode ser definida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas e íons através da interface dente/restauração. Clinicamente, a infiltração pode ser detectada através da fratura, descoloração ou dissolução na interface dente-restauração, e seus efeitos clínicos podem causar hipersensibilidade pós-operatória e penetração de bactérias na interface dente/restauração, podendo contribuir para cáries recorrentes (GOING, 1972; KIDD, 1976b; PASHLEY, 1990).

Pelo fato de ser um importante parâmetro do desempenho clínico dos materiais e técnicas restauradoras, a infiltração marginal pode ser utilizada, em estudos laboratoriais, como indicadores do seu desempenho. Os métodos de investigação mais comuns da infiltração são: a visualização direta, uso de corantes orgânicos, uso de isótopos, análise de bactérias, simulação de cáries, pressão de ar e microscopia eletrônica de varredura (GOING, 1972; KIDD, 1976 b).

Em estudos de infiltração, é muito comum a associação desta técnica de análise ao processo de termociclagem (GALE & DARVELL, 1999). Esse processo faz com que a amostra seja exposta a banhos em diferentes temperaturas, geralmente temperaturas extremas. Esse procedimento tem como objetivo causar uma fadiga térmica no conjunto

dente-material restaurador, podendo causar um possível aumento na fenda marginal entre o dente e a restauração, pelo fato dos materiais restauradores apresentarem coeficientes de expansão térmico linear diferentes do esmalte ou da dentina humana (MOMOI *et al.*, 1990).

Devido ao desenvolvimento dos compósitos odontológicos, e surgimento dos compósitos de alta viscosidade, podendo estes, apresentar menor contração de polimerização, torna-se importante analisar a desempenho destes materiais, principalmente no que diz respeito à infiltração marginal e à termociclagem.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

Em 1955, **BUONOCORE**, preocupado com a falta de adesão das resinas acrílicas e de outros materiais restauradores, baseando-se no tratamento de superfícies de metais com ácido fosfórico, desenvolveu um método para aumentar a adesão das resinas acrílicas restauradoras na superfície do esmalte. O autor testou, *in vivo*, a adesão de discos de resina acrílica na superfície de esmalte dos dentes incisivos, pré-molares e molares, utilizando dois tipos de tratamentos na superfície de esmalte. O primeiro consistia da aplicação de ácido contendo 50% de reagente de ácido fosfomolibdato contendo tungstato de sódio em conjunto com uma solução de ácido oxálico a 10%; e o segundo, na aplicação de uma solução de ácido fosfórico a 85% por 30 segundos. Um terceiro grupo não recebeu tratamento de nenhum dos ácidos. O autor mediu o número de horas que os discos de resina permaneceram na boca dos voluntários da pesquisa e constatou que a adesão da resina acrílica melhorava muito quando a superfície de esmalte era tratada com ácido fosfórico. O autor explicou que o aumento da adesão era devido a alguns fatores, entre eles: o grande aumento da área superficial, devido à ação do ataque ácido e à modificação da superfície do esmalte com a exposição da rede orgânica do esmalte e a precipitação de alguns componentes minerais, além da presença de grupos fosfato nesta superfície do esmalte.

Em 1963, **BOWEN** descreveu o surgimento de um novo material restaurador estético, com propriedades superiores à resina acrílica e ao cimento de silicato. Este novo material, composto de moléculas de Bis-GMA (Bisfenol A – diglicidil éter dimetacrilato)

reforçado por partículas de sílica, apresentou resultados melhores, nos testes de dureza, contração de polimerização e coeficiente de expansão térmica linear. Também apresentou resistência à compressão maior, assim como o módulo de elasticidade e maior dureza. Em relação à solubilidade e desintegração, o novo material mostrou-se mais eficaz e menos afetado pela desidratação.

GOING, em 1972, estudou a infiltração marginal e os diversos modos de se tentar pesquisa-la em laboratórios. Segundo o autor, diversas metodologias são empregadas para se estudar a infiltração marginal, entre elas a utilização de isótopos radioativos, corantes, bactérias, pressão de ar, microscopia eletrônica de varredura e análise de nêutron ativado. O autor concluiu que este tipo de estudo serve para alertar os cirurgiões dentistas que a infiltração marginal é uma limitação inerente aos materiais comumente utilizados na prática odontológica.

Em 1976, **KIDD** comparou a infiltração marginal em restaurações com compósito e amálgama, utilizando, para isso a técnica de desenvolver lesões artificiais de cárie. Vinte e cinco pré-molares foram usados nesse estudo, onde se preparou em cada dente duas cavidades retangulares, uma na superfície bucal e outra na superfície lingual. Cada cavidade do dente foi restaurada com um dos dois materiais e, após 24 horas, todas as amostras foram imersas, por um período de 10 semanas, em um gel acidulado com ácido láctico e pH 4,0. Após esse tempo, as amostras foram seccionadas, e fotografadas. A análise foi feita através de escores. Os resultados mostraram que as lesões produzidas no grupo do amálgama apresentavam-se na interface dente-restauração e circundante à restauração. No

grupo do compósito, as lesões na interface ocorreram em menor número de amostras. Após análise estatística, a autora concluiu que o grupo do compósito apresentou menor infiltração do que o grupo com restaurações com amálgama.

No mesmo ano, **KIDD** também publicou uma revisão de literatura sobre infiltração marginal. Nessa publicação, a autora cita diversas formas de se estudar a infiltração marginal, como a penetração de corantes que é a forma mais antiga de testar a infiltração, e apresenta como desvantagem a análise subjetiva dos observadores. Outras técnicas também citadas são: pressão de ar, penetração de bactérias, análise da ativação de nêutrons, a produção *in vitro* de cáries e a observação da interface em microscópio eletrônico de varredura. A autora citou que a termociclagem causa percolação marginal das restaurações devido a um diferente coeficiente de expansão térmica entre os tecidos dentais e os materiais restauradores, e que esse procedimento deve ser incorporado nas pesquisas de infiltração marginal. A autora concluiu que a infiltração sempre foi mostrada em estudos, e que os poucos estudos existentes sobre a infiltração em compósitos tem demonstrado que esse material apresenta bom selamento marginal.

HARPER et al., em 1980, estudaram a variação de temperatura em restaurações dentais, *in vivo e in vitro*. Quatro tipos de restaurações foram realizadas nas superfícies vestibulares de incisivos centrais superiores, indicados para extração: amálgama, compósito, compósito sem carga e cimento de silicato. As restaurações foram realizadas em dentes que, através de um aparato de isolamento, receberam banhos quentes (54°C) e banhos frios (0°C). A mudança de temperatura foi monitorada na superfície. Após

uma semana, novas restaurações foram realizadas e, sem isolamento absoluto, os pacientes ingeriram líquidos quentes e gelados ou sorvete, e novas mensurações foram feitas. Após a extração, novas restaurações e novas medidas foram realizadas. Os resultados mostraram que o amálgama foi o material que apresentou maior amplitude de temperatura e difusão da temperatura ao longo da restauração, em relação aos outros materiais, que tiveram uma mudança de temperatura mais amena. Os autores sugeriram que, para restaurações metálicas, é necessária a utilização de base na parede pulpar antes da confecção da restauração.

Em 1982, **RETIEF *et al.*** compararam a infiltração marginal em dois tipos de compósitos, um convencional (Concise) e um microparticulado (Silar), utilizados em restaurações Classe V com término em esmalte, submetendo as amostras a diferentes números de ciclos térmicos. Após a confecção das restaurações, estas foram submetidas, aleatoriamente, à termociclagem com 1000, 2500 ou 5000 ciclos, com temperaturas de 5°C e 55°C, com 1 minuto cada banho. O grupo controle não sofreu termociclagem. Após este procedimento, todas as amostras foram imersas em solução de cálcio radioativo por 18 horas e, decorrido este tempo, elas foram seccionadas e analisadas através de autoradiografias, onde se pode mensurar a infiltração marginal. Os resultados mostraram não haver diferenças significativas entre os dois tipos de compósitos e entre os grupos de termociclagem. Quando se comparou a margem da restauração, os resultados apontam haver maior infiltração na margem cervical do que na margem oclusal.

CRIM *et al.*, em 1985, compararam em um estudo *in vitro*, quatro técnicas de termociclagem, em restaurações com compósito (Concise – 3M). As quatro técnicas de termociclagem comparadas se diferiram quanto ao tipo de ciclo e à solução usada para detectar infiltração marginal. O processo de termociclagem foi de 1500 ciclos, e de dois tipos. O primeiro consistia em quatro banhos, com tempo de permanência de 4 segundos em banho de 60°C, 23 segundos em banho de 37°C, 4 segundos em banho de 12°C e 23 segundos em banho de 37°C. O segundo consistia em dois banhos de 30 segundos, sendo de 60°C e 12°C cada banho. As amostras foram termocicladas em fucsina básica a 0,5 % (1º ciclo) ou em água. E, para as amostras termocicladas em água, estas foram submetidas à penetração de corante fucsina básica a 0,5% (1º e 2º ciclos) ou de solução aquosa de cálcio-radioisótopo (2º ciclo), após o teste. Um último grupo serviu de controle e não foi termociclado. Os dentes foram seccionados (os grupos que usaram fucsina) ou radiografados (o grupo submetido ao radioisótopo cálcio). Os valores de infiltração foram mensurados através de escores, e os dados submetidos à análise estatística. Os autores não encontraram diferenças estatísticas entre as médias de infiltração marginal para os grupos termociclados, mas todos eles diferiram estatisticamente do grupo controle.

FEILZER *et al.*, em 1987, pela primeira vez correlacionaram a fadiga causada pela contração de polimerização com a forma da cavidade (restauração), e descreveram este fator de configuração cavitária como fator C. Nesse estudo, através de um aparelho composto de uma célula de carga e de um tensiômetro, um compósito, fotopolimerizável ou quimicamente polimerizável, foi inserido entre dois discos e o aparelho mediu a força de contração para cada volume de amostra. Quanto maior o volume de compósito, maior foi a

quantidade de compósito não unido aos discos, menor o fator C. Isso porque o diâmetro dos corpos de prova foi constante e seguiu o diâmetro dos discos e apenas a altura dos corpos de prova variou (de acordo com o volume de compósito). Assim, pode-se medir para cada Fator C, a tensão de fadiga de polimerização ao longo de 30 minutos. Os autores concluíram que quão menor o Fator C, melhor é o prognóstico do sistema restaurador em resistir à fadiga de contração de polimerização.

Em 1988, **BULLARD *et al.*** estudaram o efeito do coeficiente de expansão térmica linear na infiltração marginal. Para isso, cavidades Classe V foram preparadas em 60 dentes molares humanos, e restauradas com seis materiais restauradores, com diferentes coeficientes de expansão térmica linear. Os dentes foram termociclados em uma solução de fucsina básica a 0,5%, com banhos de 5 e 55 °C, durando 1 minuto cada. A partir daí, os dentes foram seccionados, e o grau de infiltração foi mensurado através de escores. Os resultados foram analisados e mostraram que existia uma forte correlação entre o coeficiente de expansão térmica linear e o grau de infiltração e que o amálgama e o compósito microparticulado foram os materiais que mais infiltraram devido aos seus altos coeficientes de expansão térmica linear.

A infiltração em restaurações de amálgama foi discutida por **BEN-AMAR**, em 1989. O autor afirma que a principal causa da infiltração marginal em restauração de amálgama é a falta de adesão desse tipo de restauração e que a diferença no coeficiente de expansão térmica linear entre o amálgama e estrutura do dente somado às mudanças

dimensionais e a textura superficial do amálgama também interferem na infiltração. Estes estudos também citaram que fatores ocorridos durante a confecção da restauração, como manipulação errada do material, condensação inadequada, tempo de trituração e o tipo de partícula da liga podem aumentar a fenda formada entre o dente e a restauração. A correta preparação da cavidade, a remoção da *smear layer* ou a utilização de um material intermediário entre o dente e a restauração ajudam a minimizar a infiltração.

No mesmo ano, **BEN-AMAR** também discutiu as causas da infiltração marginal em restaurações realizadas com compósitos. O autor sugere como a causa da infiltração marginal a contração de polimerização (que gera força suficiente para causar trincas no esmalte e fendas entre o dente e a restauração), a diferença do coeficiente de expansão térmica linear dos tecidos dentais e dos compósitos, cargas oclusais e a falta de um mecanismo de alto selamento da restauração. Como fatores que podem melhorar a adaptação marginal, o autor sugere o uso de base e *liners*, assim como um correto condicionamento ácido e remoção da *smear layer*, técnica de inserção e polimerização correta e a indicação precisa do tipo de compósito para cada situação.

REES & JACOBSEN, em 1989, estudaram a contração de polimerização de seis compósitos dentais: Heliomolar, Occlusin, P-30, Aurafill, Consice e Silar. A contração de polimerização foi medida através de um aparato, que consistia de dois tubos capilares graduados, de diâmetros de 0,7mm e 0,35mm. Esse aparato foi colocado em um controlador termostático. Discos de compósitos eram então colocados em um tubo cheio de água, e este, virado contra o tubo capilar e conforme o compósito contraia, a água caia no

tubo graduado. Assim, pode-se ter parâmetros da diferença de contração entre os compósitos. Os compósitos Aurafill e Concise apresentaram maior média de contração de polimerização, e estatisticamente diferente dos outros compósitos, para o tubo capilar de 0,7mm. Para o tubo capilar de 0,35mm, apenas o compósito Aurafill apresentou valores de contração de polimerização maiores e estatisticamente diferentes dos outros compósitos. Os autores atribuíram esse resultado à composição da matriz dos compósitos, e à quantidade e ao tamanho das partículas.

Uma correlação entre a flexibilidade do compósito e a contração de polimerização foi sugerida por **KEMP-SCHOLTE & DAVIDSON**, em 1990. Nesse estudo, cavidades Classe V foram preparadas em 95 dentes bovinos. Em cada dente, prepararam-se duas cavidades cilíndricas com 4mm de diâmetro. As cavidades foram feitas em esmalte ou em dentina, nas superfícies lingual e vestibular de cada dente. Cada cavidade foi restaurada de acordo com um dos doze grupos estudados: cada grupo recebeu tratamentos que diferiram entre si pelo tipo de agente adesivo, do material intermediário entre o dente e a restauração, do compósito restaurador e a realização ou não da termociclagem. Após o acabamento e polimento, as amostras foram seccionadas e analisadas em microscopia eletrônica de varredura, e visualmente foram classificadas de acordo com a presença ou não de fenda entre o dente e a restauração. Os autores analisaram também a força de união de cada grupo e a tensão de polimerização. Após a análise dos dados, os autores concluíram que, quando se usa um compósito de baixa viscosidade, melhores resultados em relação à infiltração são obtidos. Os autores relacionaram este fato à melhor capacidade que esses compósitos têm de adaptação à superfície dental. Concluiu-

se também que a flexibilidade dos materiais, principalmente dos cimentos de ionômero de vidro utilizados como base, pode minimizar o efeito da contração de polimerização, melhorando assim o selamento marginal da restauração.

O efeito da fadiga térmico na infiltração marginal foi descrito por **MOMOI *et al.***, em 1990. Para esse estudo, nove dentes bovinos foram usados. Em cada dente bovino, quatro preparos, com dimensões de 2mm de diâmetro e 1,5mm em profundidade, foram realizados na superfície vestibular e cada um restaurado com um dos compósitos estudados: Clearfil Posterior (quimicamente polimerizado), Clearfil photo Posterior, P30 e P50 (todos fotoativados). Os dentes foram separados em grupos, onde um grupo não sofreu termociclagem e os outros foram termociclados por até 9000 ciclos, cada ciclo com banhos de 37°C por 1minuto, 4°C por 2 minutos, 37°C por 1minuto e 60°C por 2 minutos. A infiltração marginal foi medida através de condutância de elétrica. Os autores concluíram que a resina quimicamente ativada apresentou menor infiltração marginal, assim como o grupo não termociclado, e que a termociclagem aumentou a infiltração somente a partir do vigésimo quinto ciclo e do quinquagésimo ciclo. Após este número de ciclos (50), a termociclagem não alterou a taxa de infiltração.

As considerações clínicas da infiltração marginal foram descritas por **PASHLEY**, em 1990. “A infiltração marginal é um sério problema, que requer uma completa análise e discussão por causa da maioria dos materiais dentários, que exibem variados graus de infiltração”. Nesse estudo, o autor discutiu a permeabilidade da dentina,

indicando que ela é maior nas paredes axiais do que na parede pulpar e que, a dentina coronária é mais permeável que a dentina radicular. Mostrou ainda uma correlação entre o número de túbulos dentinários por área, o diâmetro dos túbulos e a localização da dentina, além da presença ou não da *smear layer* sobre a dentina. Outro tópico de discussão foi a forma de avaliação da infiltração em determinados estudos. Estudos *in vitro* devem considerar que a infiltração ocorrida nessas avaliações, pode não ocorrer *in vivo*. Embora os estudos *in vitro* possam prever o comportamento do material, principalmente se este é capaz de evitar a infiltração marginal, esses achados não devem ser extrapolados para condições *in vivo*.

IGA *et al.*, em 1991, estudaram a relação entre a contração de polimerização e o conteúdo de carga inorgânica entre vinte e dois compósitos fotoativados. A contração volumétrica foi medida através de um dilatômetro, em que a contração do compósito, durante a polimerização, movimentava mercúrio dentro de um tubo capilar. Essa movimentação era medida, e os valores, transformados através de uma forma matemática, em porcentagem de contração de polimerização. A carga do compósito foi determinada através do aquecimento do compósito até 700°C, e o peso do compósito, mensurado, antes e depois desse aquecimento e esse ciclo foi repetido até o peso permanecer constante. A quantidade de carga em peso foi calculada através de outra fórmula matemática. Os resultados foram analisados e os autores encontraram uma correlação linear negativa entre a quantidade de carga e a contração de polimerização.

Em 1992, **CHARLTON & MORE** avaliaram dois testes para a detecção da infiltração marginal, comparando-os em restaurações dentais. Para esse estudo, foram selecionados 18 dentes caninos e pré-molares humanos, onde cavidades Classe V foram preparadas nas superfícies vestibulares de cada dente. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais, de acordo com o tratamento prévio: grupo I – sem tratamento; grupo II – verniz Copalite; grupo III – adesivo Amalgambond. Cada cavidade foi restaurada com amálgama de prata e após isso, as amostras foram termocicladas, por 2500 ciclos com banhos de 5°C e 45°C, com duração de 30 segundos cada banho. Após seis meses, os dentes foram submetidos a dois tipos de testes. No primeiro, os dentes foram imersos em solução radioativa de cloreto de cálcio, sendo posteriormente seccionados e colocados em contato com a radiografia. As radiografias foram analisadas por dois avaliadores. No segundo teste, os dentes foram imersos em um corante fluorescente, seccionados e analisados após a imersão, sob lâmpadas especiais, com o mesmo critério do teste anterior. Os resultados foram analisados, apresentando resultados diferentes dentro dos grupos experimentais. Os autores concluíram que os testes não foram equivalentes na habilidade de revelar a infiltração na interface dente/restauração.

No mesmo ano, **TAYLOR & LYNCH** publicaram uma revisão de literatura sobre infiltração marginal. Esse trabalho descreve técnicas diferentes de se avaliar a infiltração marginal em estudos *in vitro*. As técnicas incluem: 1- pressão de ar: ar comprimido foi usado em experimentos para avaliar o selamento marginal de restaurações. Esse ar é introduzido através do canal radicular e da câmara pulpar do dente, e uma

medição da perda de pressão é feita dentro de um sistema estático. Exames microscópicos podem ser feitos, avaliando-se bolhas de ar que são liberadas da interface dente-restauração. Essa técnica não destrói a amostra, mas não qualifica nem quantifica a infiltração marginal; 2 – estudos bacteriológicos: esses estudos verificam a penetração da bactéria na interface dente-restauração. Este tipo de análise não leva em consideração o tamanho da fenda criada, que por sua vez, pode ser menor que o tamanho da bactéria, e que, *in vivo*, algumas vezes, o que causa a irritação pulpar não é a bactéria e sim os seus sub-produtos; 3 – estudos radioisótopos: isótopos têm sido usados para verificar fendas na interface dente-restauração, pois permitem um resultado mais apurado já que o tamanho das moléculas de isótopos medem 40nm, o que permite fácil passagem dos isótopos pelos túbulos dentinários. A análise é qualitativa e se limita a observação de radiografias, o que permite apenas a visualização do ponto mais infiltrado, uma vez que a radiografia é uma imagem bidimensional; 4 – traçadores químicos: são usados dois traçadores químicos não radioativos. Esses traçadores são aplicados em momentos distintos, e quando em contato um com o outro, reagem, formando precipitados na interface dente-restauração (usualmente utilizam-se soluções que precipitam nitrato de prata). Em microfendas, onde somente uma solução pode penetrar, não ocorre a precipitação da substância desejada. Essa técnica é a segunda mais usada segundo os autores, e é analisada através de cortes na amostra. O principal problema dessa técnica é que apenas a área cortada é analisada; 5 – estudos com penetração de corante: é a técnica mais utilizada para demonstrar a infiltração marginal. Essa técnica é altamente apurada e é feita com a penetração de corante na interface dente-restauração. Assim como a técnica de traçadores químicos, ela se limita à observação de cortes da amostras e os resultados são anotados através de escores preestabelecidos,

mensurados por um ou mais examinadores. Outras técnicas podem ser: análise da ativação de nêutrons, estudos eletroquímicos e microscopia eletrônica de varredura. Os autores relatam que o uso de procedimentos térmicos e/ou mecânicos podem causar fadiga no sistema restaurador.

O efeito da termociclagem na penetração de corante durante a análise *in vitro* da infiltração marginal em restaurações de compósitos foi avaliado por **WENDT *et al.***, também em 1992. Para esse estudo, 50 dentes molares humanos foram selecionados. Cavidades Classe II tipo MOD foram preparadas e todos os dentes foram restaurados com o sistema adesivo Scotchbond 2 (3M) e compósito P50 (3M). As amostras foram divididas em cinco grupos experimentais, sendo que o grupo A não sofreu termociclagem e foi mantido em corante fucsina básica por 24 horas; o grupo B foi termociclado por 250 ciclos com banhos de água de 5°C e 50°C, com 15 segundos cada banho e depois mantido em corante fucsina básica, por 24 horas; o grupo C foi termociclado da mesma forma, só que os banhos eram com o corante fucsina básica; o grupo A' não foi termociclado, e as amostras foram mantidas por apenas 4 horas no corante; o grupo B' foi termociclado da mesma forma que ao grupo B e as amostras mantidas no corante por 4 horas. Todos os dentes foram cortados e o corante infiltrado mensurado através de escores. Os resultados foram analisados e apenas o grupo B apresentou maior média de infiltração marginal, com diferença estatística dos outros grupos. Segundo os autores, essa diferença foi devida a uma amostra deste grupo, que apresentou valores discrepantes das demais amostras. Assim, os autores sugeriram que a termociclagem não foi capaz de aumentar a infiltração, talvez pelo

número pequeno de ciclos realizados (250 ciclos); e que, quando esse processo é usado, pode ser realizado tanto com banhos com água e posterior imersão em corante, ou com banhos no próprio corante.

Em 1994, **CHAN & JONES** realizaram um estudo para determinar a significância da termociclagem na infiltração de restaurações dentais, em cavidades Classe V, realizadas nas quatro superfícies radiculares (mesial, vestibular, distal e lingual), de 20 pré-molares humanos. Cada dente foi restaurado com quatro matérias diferentes: amálgama (ANA 2000), cimento de ionômero de vidro (Kentac-Fil), compósito híbrido (Tripton / Opalux) e compósito micro-particulado (Gluma / Pekalux). Metade das amostras foram termocicladas por 150 ciclos, de 15°C (1 min.), 37°C (4 min.), 45°C (1 min.), 45°C (4 min.), cada ciclo. Os dentes foram imersos em corante (eosina a 5%) por 1 hora, seccionados, analisados e mensurados através de escore. Os resultados mostraram que, quando as restaurações não foram termocicladas, o amálgama apresentou maior média de infiltração marginal, com diferença estatística significativa das médias dos grupos dos compósitos, mas não apresentou diferença estatística significativa da do grupo do cimento de ionômero de vidro. O compósito microparticulado apresentou menor média de infiltração, com diferença estatística significativa das dos outros grupos. Quando termociclados, os grupos não tiveram diferenças estatísticas entre eles. Nenhum material apresentou diferença estatística em relação ao tratamento térmico.

PRATI *et al.*, em 1994 avaliaram a infiltração marginal através de dois testes, feitos sob restaurações Classe II, realizadas com diferentes combinações de adesivos dentinários, cimento de ionômero de vidro e compósitos dentais indicados para dentes posteriores. Antes do preparo cavitário, cada dente foi adaptado a um aparato, onde a câmara pulpar foi acoplada a um aparelho que, sob pressão, mediu a permeabilidade da dentina em todos os procedimentos restauradores. As cavidades foram restauradas com diferentes combinações de materiais, divididas em três grupos experimentais: Grupo I – adesivo Tripton e compósito Occlusin; Grupo II - cimento de ionômero de vidro Vitrebond, adesivo Scotchbond 2 e compósito P50; e Grupo III – adesivo Clearfil Photobond e compósito Clerfil PhotoPosterior. Após isso, todas as restaurações sofreram acabamento e polimento com discos de lixa Sof-Lex (3M) e novo condicionamento com ácido fosfórico a 37%. Todas as amostras foram acopladas novamente no aparato após 15, 45, 150 min., 1, 2 dias, 1, 2 semanas, 1, 2, 3 e 10 meses, e a permeabilidade foi medida, sendo que, após o terceiro mês, as amostras foram termocicladas (240 ciclos) e conectadas ao aparato para medir a permeabilidade, e depois termocicladas novamente com 1440 ciclos e novamente conectadas ao aparato. Após 10 meses, os dentes foram submetidos a uma fadiga por carga. Em um segundo teste, os mesmos dentes foram imersos em uma solução de nitrato de prata a 50%, por duas horas. A penetração de corante foi avaliada através de três cortes em cada amostra, seguida de avaliação por escore. Os autores correlacionaram a infiltração com o aumento da permeabilidade no primeiro teste. A máxima permeabilidade se deu com a cavidade vazia, após a remoção da *smear layer* com EDTA e do condicionamento ácido. A termociclagem e a fadiga por carga não foram capazes de aumentar a infiltração marginal, e

não houve correlação entre os dois testes de infiltração. Os autores chegaram à conclusão de que ambos os testes são eficientes para se medir a infiltração marginal.

O selamento da interface dente-restauração de amálgama pelos produtos de corrosão foram discutidos por **BEN-AMAR *et al.***, em 1995. Neste estudo, os autores discutem a formação dos produtos de corrosão. Estes produtos se formam em um meio ácido, geralmente na interface, sob a placa formada. As bactérias da placa usam o oxigênio para produzir íons de hidrogênio, reduzindo o pH e fazendo com que essa condição crie um meio extremamente corrosivo para o amálgama, liberando estanho. O estanho liberado forma outros componentes, liberando mais íons H^+ , aumentando a acidez do meio e, como a fenda é estreita o suficiente para impedir a passagem de íons salivares, os produtos corrosivos permanecem na fenda. Os autores correlacionam a composição do amálgama com a corrosão e afirmam que ligas convencionais de amálgama contêm uma quantidade maior de fase γ_2 , um fraco e instável componente formado durante a reação de cristalização do amálgama, que gradualmente se transforma em produtos de corrosão. Ligas de amálgama que contém um alto teor de cobre tem em sua constituição, uma menor ou nenhuma quantidade do componente γ_2 , melhorando assim a interface entre o dente e a restauração, mas tem a formação dos produtos de corrosão dificultada. A desvantagem da corrosão está relacionada com o tempo de formação, e assim com a possibilidade do surgimento de cáries secundárias antes do vedamento marginal. Esta situação depende do tamanho da fenda marginal e da atividade de cárie do paciente.

ROSSOMANDO & WENDT Jr., em 1995, estudaram o efeito da termociclagem e do tempo da permanência das amostras em cada banho, na termociclagem, na infiltração marginal de restaurações dentais adesivas. Noventa dentes foram restaurados com amálgama adesivo (Tytin / Liner F), compósito microparticulado (Heliomolar / Syntac) e compósito híbrido de partículas pequenas (APH / Universal Bond 3). O término das restaurações foi realizado em cimento. As amostras foram divididas em três grupos de termociclagem: sem ciclagem; termociclagem com 5000 ciclos, com duração de 10 segundos em cada banho de 5 e 55° C; e termociclagem com 5000 ciclos, com duração de 60 segundos em cada banho de 5 e 55° C . As amostras foram termocicladas em banho contendo solução corante de fucsina básica a 0,5%. Todas as amostras foram seccionadas em dois segmentos e observadas por quatro observadores, avaliadas por escores. Os resultados mostraram que o amálgama adesivo sem termociclagem apresentou menor infiltração do que o mesmo material quando termociclado, e não diferiu dos compósitos híbridos de partículas pequenas sem termociclagem. As restaurações realizadas com compósitos micro-particulados, sem termociclagem, apresentaram maior infiltração do que o amálgama adesivo sem termociclagem, mas não diferiram dos compósitos de partículas pequenas, também sem termociclagem. Em relação à termociclagem, apenas o amálgama apresentou diferenças estatísticas entre o grupo não termociclado e os grupos termociclados, e estes não diferiram entre si. Os compósitos não apresentaram diferenças entre os três grupos experimentais de termociclagem.

CARVALHO *et al.*, em 1996, publicaram uma revisão sobre contração de polimerização e os princípios que podem interferir em uma perfeita adesão do compósito na estrutura dental. Os autores afirmam que a configuração da cavidade (fator C) é um dos fatores que potencializam a contração de polimerização, causando uma maior fadiga no sistema adesivo. A configuração permite que, nas superfícies livres de união, o compósito escoe em direção às superfícies unidas pelo sistema adesivo, minimizando assim a fadiga causada pela contração de polimerização. Portanto quanto maior o Fator C (calculado pela razão entre a área das superfícies aderidas sobre a área das superfícies não aderidas), maior é a fadiga causada no sistema adesivo da restauração, levando a um rompimento desse sistema, causando fendas na interface dente-restauração. Em geral, cavidades Classe I tendem a ter um fator C maior, potencializando a contração de polimerização. Outros fatores analisados pelos autores foram as características de polimerização dos compósitos. As resinas fotopolimerizáveis apresentam uma polimerização imediata e mais rápida do que as resinas autopolimerizáveis, pois elas não permanecem no estágio gel por muito tempo. Isso proporciona um menor tempo de escoamento da resina, causando maior fadiga no sistema adesivo. Um fator que poderia amenizar o efeito da contração de polimerização é a capacidade que os compósitos têm de absorver água. Isso causa uma expansão volumétrica da matriz do compósito, parcialmente compensando a contração inicial. Só que esse processo pode durar dias, e não é capaz de compensar toda a contração, além de acarretar a diminuição de algumas propriedades mecânicas. Os autores concluíram que para se evitar esse problema, ou ao menos amenizar, seriam necessários o surgimento de adesivos odontológicos capazes de suportar a contração de polimerização dos compósitos, principalmente quando o substrato for dentina; a utilização de liners com uma capacidade

elástica, compensando a contração; e a confecção da restauração com técnicas incrementais de inserção da restauração.

No mesmo ano, **PRATI *et al.*** avaliaram a morfologia das margens do esmalte e da dentina e a infiltração marginal em cavidades Classe V de terceiros molares. Os dentes tiveram as cavidades restauradas com compósitos e cimentos de ionômero de vidro. Alguns dentes tiveram as cavidades não restauradas para serem analisadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV). As restaurações sofreram processo de acabamento e polimento, e depois foram moldadas para a análise da interface dente-restauração em MEV. Cada dente foi imerso na solução corante de eritrosina por 24 horas. A superfície foi limpa e dois tipos de análise foram feitas: análise da margem em microscópio óptico com aumento de 6 e 40 vezes e análise vertical, depois que o dente foi seccionado, por dois cortes. A análise da infiltração marginal foi feita através de escore. Os resultados mostraram que as margens de esmalte eram caracterizadas por fraturas dos prismas, ao redor das restaurações (30% das amostras), e que na dentina existiam fendas na interface dente-restauração. As restaurações com cimento de ionômero de vidro apresentaram menos falha na interface, quando comparadas às restaurações com compósitos, e, por consequência, menor grau de infiltração marginal.

CHERSONI *et al.*, em 1997, estudaram a infiltração marginal, a morfologia marginal das cavidades e a configuração dos *tags* em cavidades Classe V em dentes humanos terceiros molares superiores, restauradas com dois tipos de materiais: compômero Dyract, utilizando ou o adesivo Dyract PSA, ou o adesivo Prime&Bond; ou o compósito

TPH, utilizando ou o adesivo ProBond, ou o Universal Bond. Após o acabamento e polimento, réplicas das amostras foram obtidas para a avaliação da morfologia das margens em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Para a avaliação da infiltração marginal, as amostras foram coradas e seccionadas, e os fragmentos analisados por dois observadores e a infiltração mensurada através de escores. Para a avaliação dos *tags* de resina, as amostras foram desmineralizadas, imersas em hipoclorito de sódio e analisadas em (MEV). Os autores observaram fendas entre o dente e a restauração, e muitas dessas fendas, segundo os autores, foram causadas por fraturas no esmalte ou porosidades no compósito. Em relação à formação de *tags*, nenhum *tag* foi observado perto da margem gengival ou junção amelo-dentinária. Os autores concluíram que a contração de polimerização produz fadiga suficiente a ponto de produzir fendas na interface dente-restauração, especialmente quando pequenos defeitos estão presentes, e que não existe correlação entre a morfologia marginal e a infiltração.

No mesmo ano, **DAVIDSON & FEILZER** estudaram a contração de polimerização e a fadiga causada durante a polimerização dos compósitos odontológicos. A contração de polimerização se dá devido à conversão de monômeros em uma rede de polímeros, fazendo com que haja uma aproximação das moléculas. Essa contração causa uma fadiga, responsável por causar problemas na adesão e a separação do material das paredes cavitárias, ou fraturas coesivas em uma das estruturas. A configuração da cavidade, a utilização de *liners*, ou a modulação do processo inicial de polimerização podem aliviar em parte a fadiga de polimerização. Os autores afirmam que a sorção de água, pelo compósito, é ineficaz na compensação da contração de polimerização, e concluem que o

único método de reduzir ou evitar o problema da contração de polimerização e um completo entendimento deste fenômeno.

UNO *et al.* investigaram, ainda em 1997, o efeito do desenho da cavidade na infiltração de quatro materiais híbridos (Fuji II LC, Photac Fil Aplicap, Vitremer e Dyract) e um compósito (Gluma / Pekafill). Cavidades Classe V foram realizadas nas superfícies vestibulares de terceiros molares humanos. Essas cavidades diferiam na inclinação do ângulo cavosuperficial vestibular. Após a restauração, todos os dentes foram termociclados (1500 ciclos, com banhos de 15 segundos entre 5°C e 55°C cada banho) e depois imersos no corante fucsina básica a 0,1%, por 1 hora. Depois de secados, os dentes foram seccionados com dois cortes longitudinais. A infiltração foi analisada em um microscópio e mensurada através de escores e os resultados mostraram que o ionômero de vidro modificado por resina Fuji mostrou-se mais eficiente, em relação aos outros materiais, e que os materiais tiveram comportamentos diferentes, no que diz respeito ao tipo de cavidade. Em relação à termociclagem, apenas o Dyract mostrou resultados inferiores, quando termociclado.

ASMUSSEN & PEUTZFELDT, em 1998, estudaram o efeito dos monômeros UEDMA (uretano dimetacrilato), BisGMA e/ou TEGDMA (tri-etileno glicol dimetacrilato) nas propriedades mecânicas selecionadas para o experimento. Assim, 39 misturas de UEDMA, BisGMA e/ou TEGDMA foram produzidas. Nas resinas, foram adicionadas cargas de vidro silanizada (78% em peso) de tamanho médio de 5µm, 0,2 %

em peso de canforoquinona e 0,2 % em peso de CEMA (ciano etil metil alanina), para tornar as resinas fotoativadas. As resinas foram fotoativadas e, depois, cada mistura foi testada de acordo com as seguintes propriedades mecânicas: resistência à flexão, resistência à tração diametral e módulo de elasticidade. De acordo com os resultados, os autores concluíram que as propriedades das resinas compostas dependem de muitos fatores relacionados com a matriz de polímeros, as partículas de carga e o agente de união. Concluíram também que, nesse estudo, onde somente a matriz variou, os resultados foram influenciados pela composição dos monômeros. Para o teste de resistência à tração e resistência à flexão, notou-se que os dois tipos de resistência aumentaram quando o BisGMA ou o TEGDMA foi substituído pelo UEDMA, e para a resistência a flexão, quando o BisGMA foi substituído pelo TEGDMA. Em relação ao módulo de elasticidade, BisGMA e TEGDMA foram responsáveis pelo aumento desta propriedade. Assim, segundo os autores, pode-se variar o tipo de compósito, de acordo com as necessidades clínicas.

No mesmo ano, **FREIBERG & FERRACANE** avaliaram o grau de conversão (CG) e as propriedades mecânicas de dois compósitos dentais, polimerizados com dois sistemas diferentes de polimerização, fotopolimerização estroboscópica de alta intensidade e fotopolimerização com exposição de luz contínua convencional. Resistência à fratura, resistência à flexão, módulo de elasticidade, dureza e resistência ao desgaste foram testados em corpos de prova confeccionados com os compósitos Artglass e Charisma, polimerizados com um dos dois sistemas. Os fragmentos dos corpos de prova dos compósitos, sujeitos ao teste de resistência à fratura, foram analisados a fim de se mensurar o CG de cada amostra. Os resultados mostram que os valores de resistência à fratura e CG do Artglass foram

melhores, devido principalmente ao sistema multifuncional contido neste compósito, que permite um alto grau de conversão. Em relação às outras propriedades testadas, o compósito Charisma apresentou valores mais altos, por apresentar Bis-GMA em sua composição, pois o Bis-GMA é uma molécula mais rígida. Em relação ao sistema fotopolimerizador, o sistema com luz estroboscópica promoveu melhores resultados, uma vez que esse sistema emitia luz pulsátil. Isso permitiu um maior tempo de relaxamento da matriz do compósito, durante a polimerização, diminuindo a tensão causado pela contração de polimerização.

Em 1998, **LEINFELDER *et al.*** apresentaram à comunidade odontológica o primeiro compósito odontológico dito condensável, o compósito Solitaire, da Heraeus Kulzer, Inc. Segundo os autores, este compósito simula a viscosidade, injetabilidade e condensabilidade do amálgama, aumentando as chances de sucesso. Essas características foram conseguidas devido à modificação das partículas, que passaram a ser mais grossas e ásperas, requerendo, dessa forma, mais força para deslocar essas partículas através da matriz. Os autores descrevem a facilidade de se obter pontos de contatos proximais com esse compósito e a diminuição do tempo clínico para a confecção de uma restauração.

No mesmo ano, **LEINFELDER & PRASAD** apresentaram outro compósito com as mesmas características do Solitaire, o ALERT (Amalgam Like Esthetic Restorative Treatment). Os autores descrevem o material como sendo condensável, qualidade conseguida devido a sua composição. Este tipo de material é composto por partículas de sílica microfina com formato irregular, e microfilamentos de fibra de vidro, que associado à

matriz, conferiram a este compósito propriedades mecânicas melhoradas, como menor taxa de contração de polimerização do que os compósitos convencionais, taxa de desgaste igual ou menor do que a do amálgama, profundidade de polimerização maior, e uma maior condensabilidade.

Ainda em 1998, **TYAS *et al.*** avaliaram a consistência de quatorze compósitos. Para isso, os compósitos foram colocados em cilindros, com 8 mm de diâmetro e 8 mm de profundidade e através de uma máquina de ensaio universal Instron, mediu-se a consistência dessas resinas. A quantidade de partículas inorgânicas foi determinada pela média da análise termo-gravimétrica, utilizando um analisador Pelkin-Elmer. Os resultados mostraram que SureFil foi o compósito que apresentou maior média de viscosidade, mas sem diferenças estatísticas entre as médias dos compósitos Herculite XR, Solitaire e Tetric Ceram. Os autores concluíram que o comportamento reológico dos compósitos nesse estudo foi influenciado pelo volume de partículas, tipo de partícula, tamanho, distribuição e área das partículas inorgânicas. Outros fatores podem também influenciar, como a presença de constituintes orgânicos sólidos.

Em 1998, **VERLUIS *et al.*** quebraram um preceito universal de que o compósito fotoativado contrai em direção à luz. Através do estudo do modelo finito, um programa de computador utilizado para simular o processo de contração de polimerização, alívio da tensão pelo escoamento e solidificação dos compósitos, os autores pesquisaram em que sentido (através de vetores) os compósitos autopolimerizáveis e fotopolimerizáveis se contraiam durante o processo de polimerização. Para isso, foi digitalizada a imagem de

um corte transversal de uma cavidade Classe II de um pré-molar, com término em dentina. Essa imagem foi enredada (dividida em pedaços, com o formato de uma rede) por um programa de computador (Marc K6.2.- um conjunto de programas e seqüência de dados desenvolvido para interagir com um analisador de elemento finito). Após isso, o programa simulou a fadiga causada pela contração de polimerização do compósito fotopolimerizável ou autopolimerizável, nos seguintes grupos experimentais: sem aplicação de adesivo, aplicação do adesivo somente em esmalte, e aplicação total de adesivo; fotopolimerização do compósito com a ponta do fotopolimerizador a 90° do dente (luz incidindo diretamente no compósito), ou a ponta a 45° do dente. As imagens foram digitalizadas e o computador calculou os vetores de contração de polimerização em cada situação. Pode-se concluir que os vetores de contração se orientam em direção às paredes a que o compósito se adere (presença de adesivo), e não em direção à luz.

CAMPANELLA & MEIRES, em 1999, avaliaram a infiltração marginal de restaurações Classe V em diferentes compósitos. Cavidades Classe V foram preparadas, em setenta dentes molares, com a margem oclusal em esmalte, e a margem gengival em dentina. Todas as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 20 segundos e aplicou-se duas camadas do adesivo Single Bond. As cavidades foram restauradas com os seguintes materiais restauradores: Tetric Ceram (compósito de partículas pequenas); Heliomolar (compósito micro-particulado); Tetric Flow, Flow It e Flow It LF (compósitos de baixa viscosidade); e Compoglass F e Compoglass Flow (compósitos modificados por poliácidos). Todas as amostras foram termocicladas (1000 ciclos) e colocadas em solução de azul de metileno a 0,5%. Os dentes foram seccionados, e

o corante penetrado foi analisado por um examinador, através de escores. Os resultados mostraram haver diferenças estatísticas significativas somente para as médias de infiltração marginal do grupo com término do preparo em dentina. O compósito Tetric Ceram e o compósito modificado por poliácidos Compoglass Flow apresentaram menor média de infiltração marginal, com diferença estatística significativa dos outros grupos. O autor concluiu que isso se deve principalmente à composição dos materiais, que afeta diretamente as propriedades físicas e mecânicas dos mesmos.

Um método de se medir a contração de polimerização foi mostrado por **COOK, *et al.***, em 1999. Esse método consistia na medição do volume dos espécimes, antes e depois da polimerização, utilizando um aparelho que mede o volume de gás liberado em uma câmara. Para a pesquisa, os autores utilizaram quatro tipos de compósitos diferentes. Cada amostra de compósitos foi inserida entre duas lâminas finas de papel, produzindo um retângulo. Esse conjunto foi inserido em uma câmara no aparelho Accupyc, que media o volume de cada amostra através do volume do gás que penetrava nesta câmara. Após a mensuração, o compósito foi polimerizado e novamente inserido na câmara, para uma nova mensuração. Através de uma fórmula matemática, obteve-se o valor da contração de cada amostra. Os autores concluíram que a contração de polimerização depende da quantidade de partícula ou do tipo de resina presente e que, nesse estudo, não foi possível determinar qual fator foi mais significativo.

GALE & DARVELL, em 1999, publicaram uma revisão de literatura sobre a termociclagem para testes laboratoriais de restaurações dentais, onde 135 publicações, de

99 autores diferentes, foram analisados. Desses trabalhos, 110 usaram a termociclagem em estudos envolvendo testes de penetração de indicadores. A média de temperatura usada em banhos frios foi 6,6°C, sendo a mediana de 5°C. Em banhos quentes, a média de temperatura foi 55,5°C (a mediana foi de 55°C). Apenas 27 estudos utilizaram banhos intermediários entre o banho frio e quente. O número de ciclos variou de 1 a 1.000.000, com uma média de 10.000 ciclos e mediana de 500 ciclos. Em relação ao tempo de cada banho, a média foi de 53 segundos, e a mediana foi de 30 segundos. Os autores constataram que os resultados da termociclagem são inconsistentes, uma vez que existem artigos que relatam que o aumento o número de ciclos aumenta a desadaptação de alguns materiais, enquanto outros relatam não haver relação entre termociclagem e infiltração. Ainda existe um trabalho que relaciona a termociclagem com o decréscimo da infiltração. Os autores concluíram que a termociclagem não é um método viável para o teste de infiltração, uma vez que, se a margem não está totalmente selada e apresenta uma interface defeituosa, um esforço extra requerido não é valido ou necessário. A termociclagem só é válida para se investigar o modo de falha, em um material que consistentemente falha, e não para determinar a funcionabilidade do material.

LEINFELDER *et al.*, em 1999, publicaram um artigo sobre as considerações técnicas dos compósitos compactáveis. Nesse artigo, os autores discutiram as propriedades físicas e mecânicas de compósitos compactáveis de diversas marcas comerciais. Entre as propriedades, os autores citam a contração de polimerização (% em volume). A SureFil apresenta de 2,1 a 2,3 %, enquanto que a Solitaire apresenta de 3,4 a 3,5% e a P60

apresenta 2,1%. Nesse artigo, os autores discutem também a terminologia desse material. Outros autores consideram esse tipo de compósito condensável, mas pelo fato desse material ter uma recuperação viscoelástica após a condensação, esse tipo de terminologia seria errada. A respeito do compósito Solitaire, os autores descrevem como sendo o primeiro compósito compactável que surgiu no mercado. A matriz desse material inclui monômeros multi-funcionais, designados para aumentar o embricamento da matriz, mas isso não tem sido efetivo. As partículas têm características porosas, o que permite um maior contato com a matriz. Sobre a SureFil, os autores descrevem como um material com uma eficiência muito grande em relação à compactação, pois contém três tamanhos de partículas. Isto permite uma maior densidade de compactação, com um pequeno espaço remanescente, entre as partículas. Esse compósito também possui bom desempenho em relação às propriedades mecânicas. Os autores concluem que uma alta quantidade de carga deve reduzir a contração de polimerização, diminuindo as chances da tensão por polimerização causar fendas e forças de deflexão das cúspides, minimizando assim a infiltração marginal.

Em um estudo quantitativo do corante infiltrado na interface dente-restauração, **MAGALHÃES *et al.***, em 1999, compararam cinco materiais estéticos de composição diferente, sendo eles um ionômero convencional (Ketac-Fil Aplicap); uma resina convencional (Z100/Schotchbond Multi-Purpose Plus); dois cimentos de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer e Photac-Fil Aplicap) e uma resina composta modificada por poliácidos. Cavidades Classe V foram feitas e restauradas com um dos materiais citados, aleatoriamente. Todos os corpos-de prova foram termociclados por 500 ciclos, com dois banhos, de 60 segundos cada, com temperatura de 5°C e 55°C, cada banho. Após a

termociclagem, as amostras foram imersas em corante azul de metileno a 2%, por 24 horas. As amostras foram então polidas e imersas em ácido nítrico a 65%. Após 48 horas, as amostras, já dissolvidas, foram analisadas no espectrofotômetro previamente calibrado. Cada valor de infiltração, lido em absorbância, foi transformado em concentração de corante ($\mu\text{g/ml}$) e os dados submetidos a análise estatística. Os autores concluíram que, em dentina, os materiais não apresentaram diferenças estatísticas em relação à infiltração marginal de corante, e que outros fatores devem ser considerados na escolha de um material restaurador.

IWAMI *et al.*, em 2000, testaram um novo método de detecção da infiltração marginal. Esse método consistia em medir a condutibilidade elétrica entre a restauração e a câmara pulpar. Para isso, dezesseis dentes molares foram selecionados. Realizou-se acesso endodôntico nesses dentes além de duas cavidades Classe V, uma na raiz e outra na superfície coronária vestibular, foram confeccionadas. As cavidades Classe V foram restauradas em dois grupos experimentais, sendo que as amostras do primeiro grupo foram tratadas com o sistema adesivo primer auto-condicionante Clearfil, e as amostras do segundo grupo não receberam tratamento. Todos os dentes foram restaurados com o compósito híbrido Clearfil. As cavidades pulpares dos dentes foram preenchidas com uma solução salina, e um eletrodo inicial foi deixado em contato com a solução. Foi aplicada solução salina nas margens da restauração e dois eletrodos experimentais foram colocados ali. O eletrodo inicial foi ligado e a condutibilidade foi medida nos eletrodos experimentais. A frequência elétrica foi de 100kHz e voltagem de 20mV. Após isso, a cavidade oclusal foi

restaurada com resina autopolimerizável e teste de penetração de corante foi feito nesses dentes. O corante penetrado foi medido através de escores. Os resultados foram analisados através de três testes estatísticos. Os autores acharam relação entre os dois tipos de testes e concluíram que o método elétrico pode detectar infiltração marginal tanto em cavidades na superfície coronária, quanto na superfície radicular.

As propriedades mecânicas e a resistência ao desgaste dos compósitos de alta viscosidade (compactáveis) foram estudadas por **MANHART *et al.***, no ano 2000. Foram realizados corpos de prova dos compósitos Solitaire, Definite, SureFil, ALERT, Tetric Ceram e Ariston pHc, para cada uma das propriedades testadas (resistência à flexão, módulo flexural, resistência à fratura e desgaste). Os resultados foram analisados e mostraram um ótimo comportamento dos compósitos ALERT e SureFil, em relação à resistência à fratura, resistência à flexão e módulo flexural. Os autores concluem que esse resultado se deve, principalmente, à alta quantidade de partículas de carga. Em relação à resistência ao desgaste, o compósito Solitaire apresentou melhores resultados, devido ao sistema integrado da matriz com as partículas de carga.

No mesmo ano, **TUNG *et al.*** estudaram a infiltração marginal do compósito de alta viscosidade SureFil. Preparos Classe II foram feitos em dentes molares e pré-molares humanos. Esses dentes foram restaurados, de acordo com os protocolos: grupo 1- adesivo Prime & Bond NT; grupo 2- adesivo PQ1; grupo 3- adesivo PQ1 mais a resina de baixa viscosidade Permaflow, utilizada como base. Todos os três grupos foram restaurados com a resina SureFil, compactada na cavidade em um único incremento. Serviu como grupo

controle o sistema restaurador composto pelo adesivo Syntac Single Componente e o compósito Heliomolar, restaurado em camadas incrementais. Todas as amostras sofreram acabamento e polimento e foram imersas em corante fucsina básica por 24 horas. As amostras foram então seccionadas, e os resultados, mensurados através de um escore. Os resultados mostraram que o uso da resina de baixa viscosidade diminuiu a infiltração e que, os dois adesivos testados não apresentaram diferenças significativas entre si. O sistema restaurador do grupo controle não diminuiu significativamente a infiltração marginal.

A efetividade de polimerização de compósitos foi o tema de estudo de YAP, em 2000. Nesse estudo, cilindros de dois compósitos, SureFil e Ariston PHC, de 2, 4 e 5mm de altura foram feitos, através de um molde de plástico translúcido. Os materiais foram polimerizados de 40 até 120 segundos, e, após isso, medidas de dureza foram feitas na superfície e na parede de fundo dos corpos de prova. O autor concluiu que os incrementos dos compósitos avaliados não devem ser maiores do que 2mm de espessura. Em camadas mais profundas, os compósitos tiveram uma significativa diminuição da eficiência de polimerização, para todos os tempos de polimerização e que aumentar o tempo de polimerização resulta num aumento de dureza para profundidades de 3 e 4 mm.

3- PROPOSIÇÃO:

O objetivo deste trabalho foi avaliar quantitativamente, por meio da espectrofotometria:

- a infiltração marginal de corantes em restaurações dentais, realizadas com três compósitos de alta viscosidade, um compósito de média viscosidade e amálgama de prata;
- a possível influência da termociclagem nos valores de infiltração.

4- MATERIAIS E MÉTODOS:

Este estudo avaliou a infiltração marginal em restaurações realizadas com três compósitos de alta viscosidade, um compósito de média viscosidade e amálgama de prata, termociclando-as ou não. Os compósitos de alta viscosidade avaliados (grupo teste) foram: SureFil, Solitaire e P60. O compósito de média viscosidade foi o Z250, e o amálgama de prata foi o Dispersalloy.

As unidades experimentais foram 100 blocos dentais, obtidos de 60 dentes terceiros molares humanos extraídos por razões ortodônticas e/ou cirúrgica.

Os grupos de estudo foram divididos da seguinte forma:

Quadro 1: Grupos de estudo.

GRUPOS	MARCA COMERCIAL	TERMOCICLAGEM
Grupo 1	Amálgama de prata Dispersalloy	Sim
Grupo 2	Amálgama de prata Dispersalloy	Não
Grupo 3	Resina condensável SureFil	Sim
Grupo 4	Resina condensável SureFil	Não
Grupo 5	Resina condensável Solitaire	Sim
Grupo 6	Resina condensável Solitaire	Não
Grupo 7	Resina composta Z250	Sim
Grupo 8	Resina composta Z250	Não
Grupo 9	Resina Composta P60	Sim
Grupo 10	Resina Composta P60	Não

4.1- PREPARO DOS BLOCOS:

Para a presente pesquisa, foram utilizados 60 dentes terceiros molares humanos extraídos devido a indicação ortodôntica e/ou cirúrgica, e armazenados em solução de formol a 2%, pH 7,0. Os dentes foram submetidos a raspagem manual com cureta periodontal para remoção de debris orgânicos e polidos com taça de borracha e pasta de pedra-pomes e água. Em seguida, esses dentes foram armazenados em água destilada até o momento da sua utilização. Os dentes foram examinados sob lupa com aumento de 4X, quanto à presença de linhas de fratura, trincas e lesões de cárie, que eventualmente poderiam ter influência na penetração de corante. Dentes que apresentaram alguma dessas características foram desprezados.

Após a seleção, foram obtidos blocos com formato de cubos de dentes, com 5mm de lado, tanto das superfícies vestibulares quanto das linguais. Inicialmente, utilizando-se disco de diamante, sempre sob constante irrigação de jato de água em peça-de-mão, em baixa-rotação, separou-se a coroa do dente das raízes, seccionando-se o dente na junção amelo-dentinária. Após isso, uma nova secção separou a coroa disto-mesialmente, obtendo-se duas metades da coroa (Figura 1 e 2).

Os blocos foram obtidos a partir das metades das coroas, sendo seccionados em uma cortadeira de precisão (Imptech PC 10), com dois discos de diamante, paralelos entre si, distanciados 5mm um do outro através de um espaçador de acrílico, com a mesma medida em sua espessura (5mm). A metade da coroa foi fixada em uma placa de acrílico, com cera pegajosa. Essa placa foi então posicionada na cortadeira e foram feitos dois cortes

pesquisa os 100 blocos que apresentassem a superfície mais plana, facilitando assim os procedimentos de preparo cavitário.

Após isso, os blocos cortados (Figura 6), foram incluídos em cilindros de resina de poliestireno para facilitar o manuseio dos blocos, nos procedimentos restauradores e de imersão em corante. Nessa etapa, a superfície de esmalte ficou em contato com a cera, para evitar a impregnação da resina de poliestireno nessa superfície. A resina foi vertida na matriz, posicionada sobre a cera, de forma que toda a superfície de dentina fosse coberta pela resina (figura 7). Após 12 horas, o cilindro de resina de poliestireno, com o bloco dental fixado, foi removido da matriz (figura 8).



Figuras 1: Secção do dente, separando a coroa da raiz.

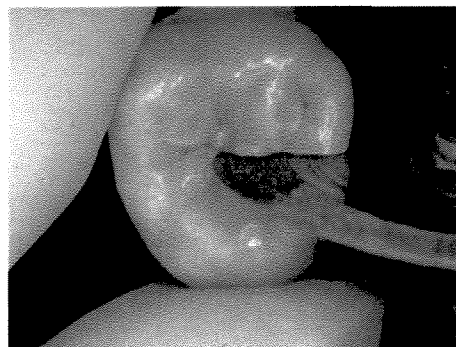


Figura 2: Secção da coroa do dente, separando a face vestibular da lingual.

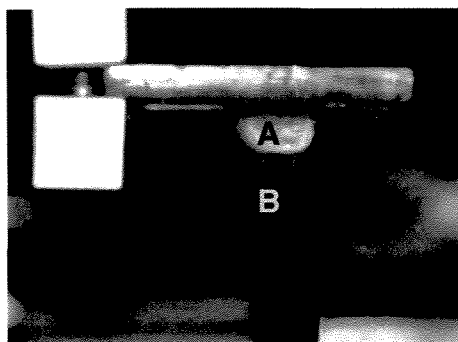


Figura 3- Dente (A) posicionado no cortadeira, para os cortes no sentido cervico-oclusal com os dois discos posicionados paralelos entre si. (B).

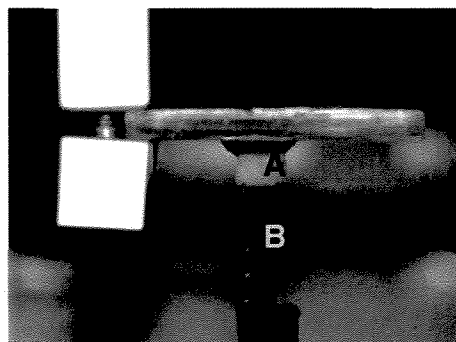


Figura 4- Dente (A) posicionado na cortadeira, para os cortes no sentido mesio-distal, com os dois discos paralelos entre si (B).

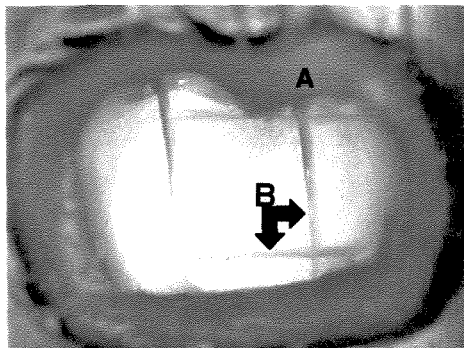


Figura 5- Porção vestibular da coroa fixado à placa de acrílico com cera pegajosa (A), com os cortes realizados (B).

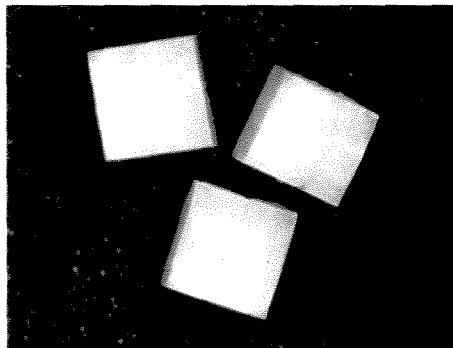


Figura 6- Blocos dentais removidos da coroa segmentada

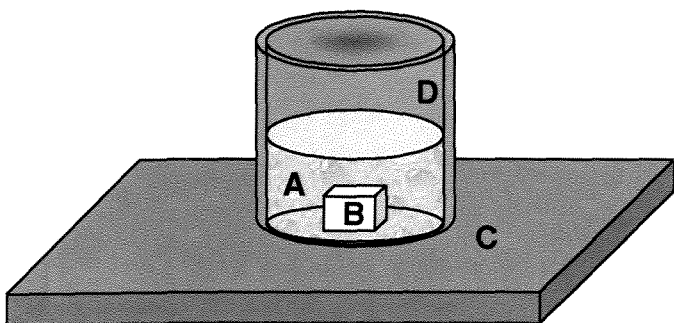


Figura 7 – Desenho esquematizando a confecção do bloco de resina. Resina de poliestireno (A); bloco dental (B); placa de cera (C); matriz para a resina de poliestireno (D)

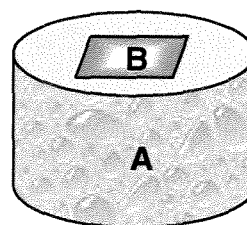


Figura 8 – Bloco de resina de poliestireno (A), com a superfície de esmalte do bloco dental exposta (B).

4.2- PREPARO CAVITÁRIO E RESTAURAÇÃO:

Utilizando uma ponta diamantada especial tronco de cilindro (Figura 9), com um

controlador de profundidade (fabricado pela KG Sorensen Ind. e Com. LTDA), os preparos foram confeccionados, de forma cilíndrica (Figura 12), sob irrigação com jato de água, nas dimensões de $1,85 \pm 0,05\text{mm}$ de diâmetro e 1,5mm de profundidade. A ponta penetrou nos blocos, num único sentido, perpendicular à superfície de esmalte (Figura 10), até o controlador de profundidade encostar-se ao esmalte (Figura 11), sendo removida posteriormente, no mesmo eixo, em sentido contrário. A cada cinco preparos, as pontas foram substituídas.

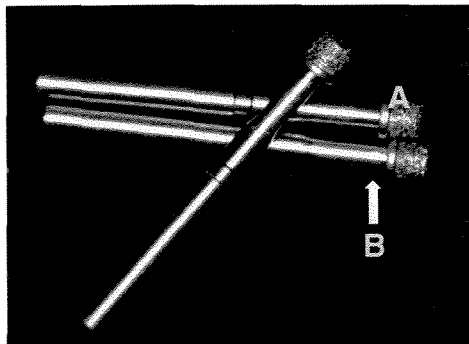


Figura 9 - Pontas diamantadas. Ponta ativa (A), e limitador de profundidade (B).

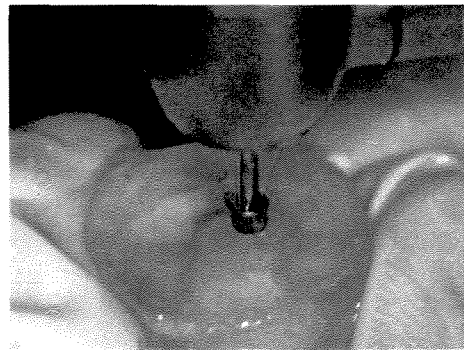


Figura 10 - Ponta ativa perpendicular à superfície dental.

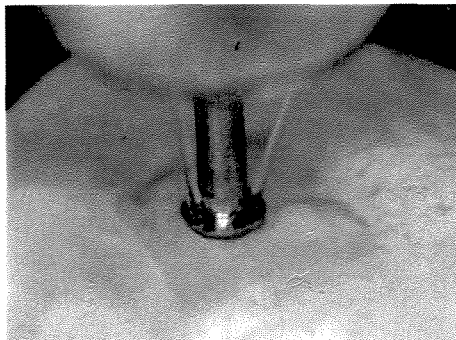


Figura 11 - Ponta ativa penetrando até o limitador de profundidade encostar na superfície dental

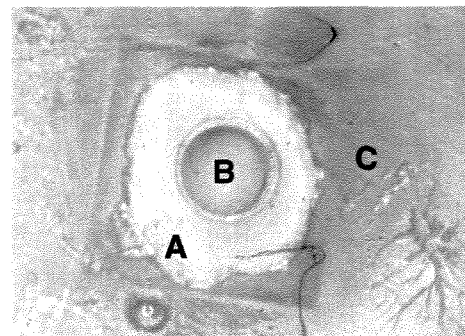


Figura 12 - Preparo feito. Observar: Bloco dental (A), preparo cavitário (B), e bloco de resina (C).

As cavidades foram lavadas abundantemente com água e secada com jato de ar. Em seguida as cavidades foram restauradas em sequência aleatorizada por sorteio.

NOS GRUPOS 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10: foi realizado condicionamento ácido com ácido fosfórico a 35%, com o “Scotchbond Ácido” (3M do Brasil LTDA) por 15 segundos seguido de lavagem por 10 segundos e secagem por 10 segundos, estando a seringa tríplice a uma distância de 10 cm, evitando ressecar o substrato.

O adesivo Single Bond (3M do Brasil LTDA) foi aplicado em duas camadas, secado por 5 segundos e fotoativado por 10 segundos. Daí então o compósito foi inserido à cavidade, através do instrumento Hollenback n. 3S, compactado na cavidade através do instrumento condensador de amálgama Ward n.01 e do Hollenback n. 3S.

Os compósitos foram fotoativados com o fotoativador Degulux (Degussa) a uma intensidade de 470 mW/cm^2 . De acordo com as recomendações dos fabricantes, os compósitos Z250 e P60 foram fotoativados por 20 segundos, e os compósitos SureFil e Solitaire fotoativados por 40 segundos.

Após a polimerização, os corpos de prova foram imersos em água e mantidos em estufa a 37°C , até o procedimento de acabamento. Após 24 horas, as restaurações receberam acabamento e polimento, sendo utilizados para isso discos de óxido de alumínio Sof-Lex. Utilizaram-se os discos com as três menores granulações, adaptadas a um contra-ângulo através de um mandril, em baixa rotação. O disco de maior granulação desses três

foi usado para remoção de excessos e ajuste da restauração na interface do dente. Esse procedimento foi observado em uma lupa com aumento de 4X. Os outros dois discos foram usados para polimento, por um tempo de sete segundos cada, sempre sob constante irrigação com água. Os discos foram substituídos após cinco procedimentos.

NOS GRUPOS 1 e 2: o amálgama de prata, apresentados em cápsula, foi triturado no amalgamador Ultramat 2 (SDI), por 8 segundos. Então, o amálgama de prata foi aplicado em três porções na cavidade, com o auxílio de um porta-amálgama, e condensado preenchendo totalmente a cavidade, por meio de um condensador de amálgama Ward nº 1. Os excessos foram removidos com o instrumento Hollenback n. 3S. A restauração foi brunida através de um brunidor para amálgama, e após 24 horas, esta recebeu acabamento e polimento com e pontas de borrachas abrasivas próprias para amálgama de prata (KG Sorensen Ind. e Com. LTDA). Este conjunto se apresenta em três cores, sendo a cor marrom usada para acabamento e a verde e a azul para polimento.

4.3- TERMOCICLAGEM:

Os grupos que foram termociclados (2, 4, 6, 8 e 10) passaram por 3000 ciclos de temperatura, em água destilada, entre $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $55 \pm 2^{\circ}\text{C}$, com 1 minuto de permanência em cada banho e 5 segundos de intervalo de transferência. Enquanto esse procedimento era realizado, os outros grupos (não termociclados) foram mantidos em estufa, imersos em água, em uma temperatura de 37°C .

Após esses procedimentos, todas as amostras tiveram as interfaces entre o bloco de dente e o bloco de resina de poliestireno protegidas por duas camadas do adesivo a base de cianoacrilato de presa rápida Superbond (Loctite Adesivos, LTDA).

4.4- ENSAIO DE PENETRAÇÃO DE CORANTE

Os espécimes foram totalmente imersos em solução tamponada de azul de metileno a 2% (Vip Fórmulas LTDA, Piracicaba – SP) por 12 horas. Decorrido esse período, os blocos foram removidos da solução corante, lavados em água corrente e secados. Com o objetivo de remover o corante depositado na superfície da restauração, o corpo de prova sofreu um desgaste superficial máximo de 0,05 mm, com discos de óxido de alumínio de maior granulação Sof-Lex (compósito) ou taças de borrachas (amálgama). Esse desgaste foi mensurado por um paquímetro.

4.5- TRITURAÇÃO DAS AMOSTRAS:

Para a realização da leitura de corante infiltrado, os corpos de prova (bloco dental + restauração) foram triturados em moinho para tecidos duros (Marconi Equip. Ltda, Piracicaba –SP) (Figura 13), com o objetivo de obter um pó composto pelo conjunto dente/restauração (Figura 14). As amostras foram removidas do cilindro de poliestireno para que somente o bloco dental com a restauração e o corante fosse triturado. A trituração visou facilitar a dissolução pelo álcool do corante infiltrado. Cada amostra foi pesada antes e depois da trituração, em uma balança analítica de alta precisão (0,0001g). As amostras

não apresentaram perda de peso maior que 10% do peso inicial, evitando assim que alguma amostra fosse descartada.

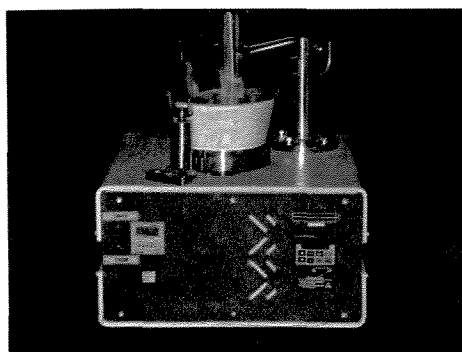


Figura 13- Moinho para tecidos duros

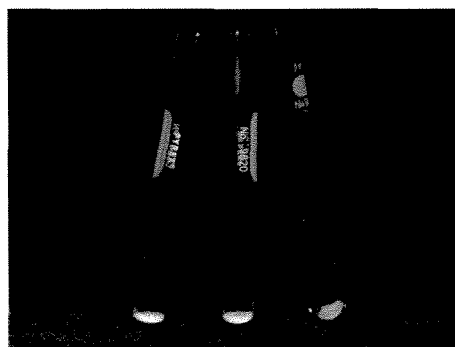


Figura 14- Pó dos dentes moídos, contido em tubos de ensaios

4.6- DISSOLUÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO CORANTE INFILTRADO:

Após a trituração, o pó obtido de cada amostra foi imerso, separadamente, em tubo de ensaio, contendo 4ml de álcool absoluto pró-análise - PA (Merck), por 24 horas, para dissolver o corante infiltrado na interface dente/restauração (Figura 15). Decorrido esse tempo, a solução obtida pelas amostras trituradas foi centrifugada em centrífuga (C-15N, Tomy Seiko Co) regulada com uma velocidade de 3000 rpm por 3 minutos, para que o pó e eventuais impurezas fossem decantados. O sobrenadante da solução centrifugada foi submetido à análise quantitativa do corante presente na solução, pelo aparelho de espectrofotometria (DU 65, Beckman) (Figura 16), por meio da leitura de absorbância.

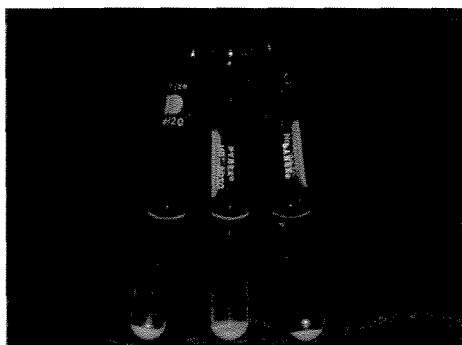


Figura 15 - Tubos de ensaio, com o pó de cada tubo imerso em 4ml de álcool.

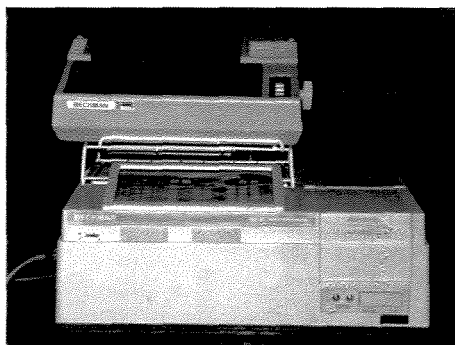


Figura 16 – Aparelho de espectrofotometria

Para a leitura da absorbância, o aparelho foi ajustado com um comprimento de onda adequado para o corante Azul de Metileno correspondente à absorbância máxima para esse corante. Para se obter esse valor, realizou-se uma varredura espectral de soluções padrão nas concentrações de 0,03125; 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4 $\mu\text{g} / \text{ml}$, para obter o comprimento de onda de máxima absorbância espectral. Utilizando esse valor de comprimento de onda de 668nm, realizou-se a leitura das soluções padrão para se obter o valor da absorbância correspondente para cada solução. Assim, através da relação Absorbância-Concentração de cada solução, obteve -se o valor de r e a equação da reta (anexo 6).

Após isso, foi traçado um gráfico de linhas em um sistema de eixos cartesianos, utilizando os valores de concentração de corante em microgramas por mililitros de solução no eixo das abcissas e a densidade óptica obtida nos eixos das ordenadas. Obteve-se a regressão linear de y em função de x e a equação da reta foi determinada. A partir dessa equação obtida (anexo 6) na regressão polinomial ($r = 0,9997$), calculou-se a concentração

de corante. Nessa equação, o valor y (ordenada) foi substituído pelo valor obtido em absorbância, em cada amostra, obtendo-se assim a concentração de corante infiltrado (x - abscissa).

4.7- ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados encontrados na leitura, apontados pelo aparelho de espectrofotometria, foram anotados, tabulados, transformados em concentração de corante e submetidos à interpretação estatística. Aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, comparando-se as médias de cada material, dentro de cada tratamento (termociclados ou não termociclados). Para a comparação entre as médias do grupo termociclado com o grupo não termociclado, dentro de cada material, foi utilizado o teste de Mann Whitney.

5 - RESULTADOS

Os dados transformados em valores de concentração de corante estão apresentados nos quadros representados pelos anexos de 7 a 9 (quadros 12 a 21). Esses dados transformados em valores de concentração de corante foram submetidos a dois testes estatísticos não paramétricos, num delineamento em blocos inteiramente ao acaso, para detectar diferenças entre os grupos testados.

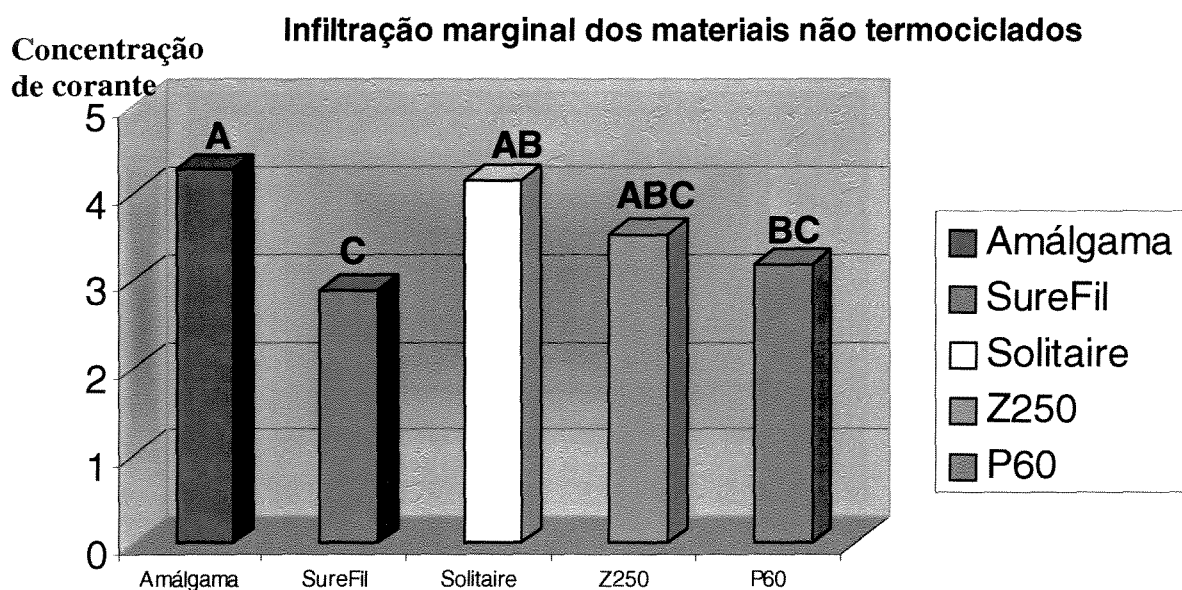
Com a aplicação do teste de Kruskal-Wallis, pôde-se detectar a existência ou não de diferenças estatísticas, ao nível de significância de 5%, entre os valores de infiltração marginal dos materiais restauradores estudados, dentro dos grupos de termociclagem ou sem termociclagem. Os resultados estão apresentados no apêndice 1 e 2, nas tabelas 1 e 2, e nas figuras 17 e 18.

Dentro do grupo dos materiais não termociclados, houve diferenças estatísticas entre as médias de infiltração marginal dos materiais restauradores ($p < 0,05$). O material **Amálgama** apresentou média superior e com diferença estatística significativa das médias dos materiais **SureFil** e **P60**, mas não apresentou médias com diferença estatística significativa das dos materiais **Solitaire** e **Z250**. O material **SureFil** não apresentou média com diferença estatística significativa das médias dos materiais **Z250** e **P60**. A média do material **Solitaire** apresentou diferenças estatísticas significativa da do material **SureFil**, mas não diferiu das dos materiais **Z250** e **P60**. Por sua vez, o material **Z250** não apresentou média com diferença estatística significativa da média do material **P60**.

Tabela 1: Comparação das médias dos valores de infiltração marginal dos materiais restauradores não termociclados

Materiais	Médias	Desvio Padrao	
Amálgama	4,279	1,284	A
Solitaire	4,148	0,488	A B
Z250	3,534	1,561	A B C
P60	3,184	1,518	B C
SureFil	2,890	0,823	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si em nível de 5% de significância.



Barras seguidas por letras distintas diferem entre si em nível de 5% de significância.

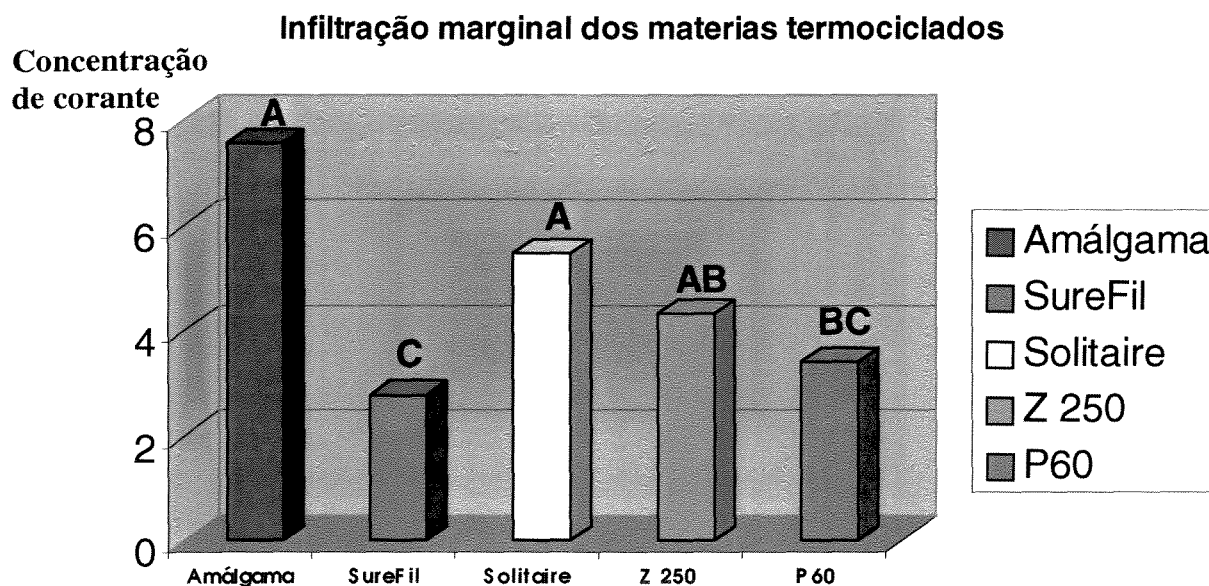
Figura 17: Gráfico comparativo entre as médias de infiltração marginal entre os materiais restauradores não termociclados.

Para os materiais termociclados, também houve diferenças estatísticas entre os valores de infiltração marginal dos materiais restauradores ($p < 0,05$). O **Amálgama** apresentou maior média, e com diferença estatística significativa das médias dos compósitos **P60** e **SureFil**, mas não apresentou diferença estatística significativa para as médias dos compósitos **Solitaire** e **Z250**. O compósito **Solitaire** apresentou média maior e com diferença estatística significativa das dos compósitos **P60** e **SureFil**, mas não diferiu da do compósito **Z250**. Os compósitos **P60** e **SureFil** não apresentaram médias com diferença estatística significativa entre si, mas o compósito **SureFil** apresentou média com diferença estatística significativa da média do compósito **Z250**.

Tabela 2: Comparação das médias dos valores de infiltração marginal dos materiais restauradores termociclados

Materiais	Médias	Desvio Padrão	
Amálgama	7,572	4,458	A
Solitaire	5,471	0,680	A
Z250	4,330	1,653	A B
P60	3,418	1,859	B C
SureFil	2,779	1,392	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si em nível de 5% de significância.



Barras seguidas por letras distintas diferem entre si em nível de 5% de significância.

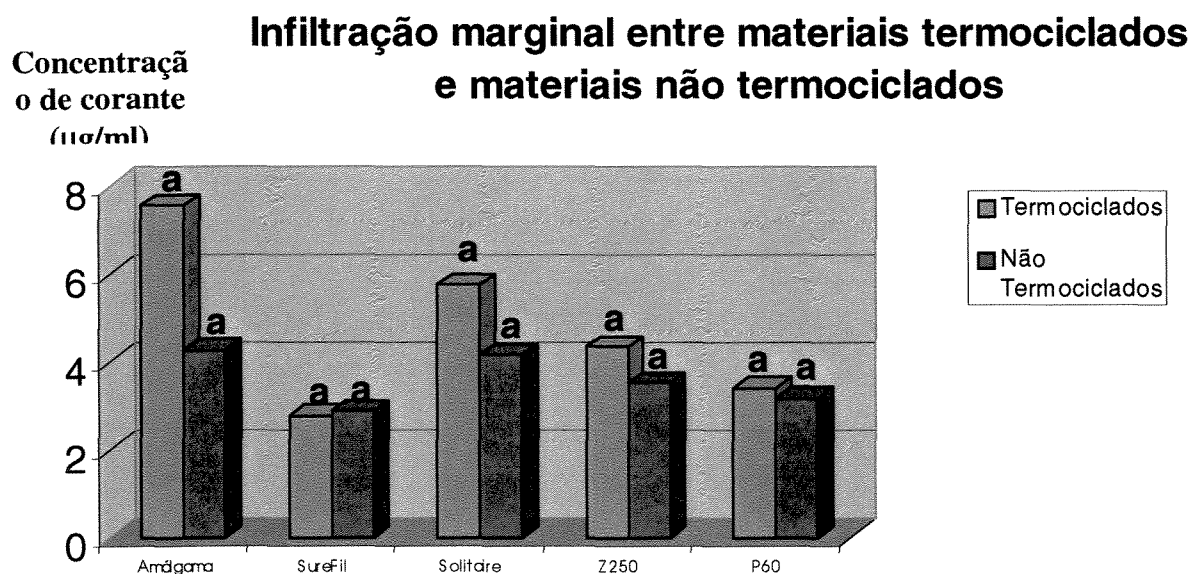
Figura 18: Gráfico comparativo entre as médias de infiltração marginal entre os materiais restauradores termociclados.

O teste de comparação de grupos independentes Mann Whitney foi realizado para comparações das médias de infiltração marginal dos materiais, frente à termociclagem. Os resultados estão apresentados no apêndice 3, na tabela 3 e na figura 19. Cada material teve a média dos valores de infiltração marginal de corante comparada entre o grupo termociclado e o grupo não termociclado. Para todos os materiais testados, não houve diferença estatística significativa entre as médias do grupo termociclado e do grupo não termociclado.

Tabela 3: Comparação das médias dos valores de infiltração marginal dos materiais restauradores termociclados

	Amálgama	SureFil	Solitaire	Z250	P60
Termociclados	7,572 a	2,779 a	5,471 a	4,330 a	3,418 a
Não termociclados	4,279 a	2,890 a	4,148 a	3,534 a	3,184 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si em nível de 5% de significância.



Barras referentes a cada material, seguidas por letras distintas diferem entre si em nível de 5% de significância.

Figura 19: Gráfico comparativo entre as médias de infiltração marginal entre os grupos termociclados e os grupos não termociclados para cada material.

6 – DISCUSSÃO

Com a melhora das propriedades físicas e mecânicas dos compósitos restauradores odontológicos, estes materiais passaram a ser mais uma opção restauradora estética em dentes posteriores. A desvantagem da sua utilização em restaurações classe I, II e V se deve principalmente ao alto fator C dessas cavidades, o que aumenta a tensão causada na interface dente-restauração durante a contração de polimerização do compósito, uma vez que a superfície livre do compósito da restauração é muito pequena, quando comparada a área de superfície aderida à cavidade, permitindo pouco escoamento do compósito durante a fotoativação. Isso, associado com um sistema adesivo ineficiente, leva a uma ruptura da margem em relação à parede cavitária, levando à infiltração.

Os efeitos clínicos da infiltração marginal são a penetração de bactérias e seus sub-produtos na interface dente-restauração, contribuindo para a formação de cáries recorrente e sensibilidade pós-operatória.

Pelo fato de ser um importante parâmetro do desempenho clínico dos materiais e técnicas restauradoras, a infiltração pode ser utilizada como indicador do seu desempenho, em estudos laboratoriais. O método mais utilizado para investigar a infiltração é o método de penetração de corantes avaliados por escores (TAYLOR & LYNCH, 1992). Essa técnica é bastante simples e apurada, embora apresenta como desvantagens o fato de ser um método qualitativo, uma vez que alguns fragmentos da interface são analisados e medidos através de escores pré-determinados, e a análise subjetiva dos avaliadores (TAYLOR & LYNCH, 1992). Devido a isso, no presente estudo, foi utilizada a técnica de penetração de corante na interface dente-restauração, só que todo o corante infiltrado foi quantificado,

através da espectrofotometria. Este aparelho permite avaliar a quantidade de luz que é absorvida por determinada solução. Assim, se for confeccionado uma curva padrão, da solução corante utilizada na análise da infiltração, é possível calcular uma equação de reta. A partir dessa equação linear, pode-se calcular a quantidade de corante infiltrado na interface dente-restauração dos corpos de prova.

Sob as condições experimentais deste trabalho, os resultados mostram que, para o grupo não termociclado, o material restaurador que permitiu maior infiltração marginal foi o amálgama. Esse resultado é explicado devido à pobre capacidade de adaptação desse material às paredes da cavidade (ANUSAVICE, 1998). BEN-AMAR (1989 a) citou que, nas restaurações de amálgama, sempre existirá, nos primeiros dias, uma fenda na interface entre o dente e o material. Isso acontece devido à falta de adesão do amálgama, implicando, clinicamente, na realização de preparos retentivos para dar estabilidade à restauração (BEN-AMAR, 1989a). Outros fatores que podem estar relacionados com a pobre adaptação do amálgama são as alterações dimensionais desse material após a inserção na cavidade (BEN-AMAR, 1989 a). Essas mudanças variam de acordo com o tipo de liga (BEN-AMAR *et al.*, 1995). Neste estudo, foi utilizada uma limalha para amálgama com alto conteúdo de cobre de fase dispersa, isto é, a limalha é formada por dois tipos de partícula, limalha de prata-estanho e esferas de prata-cobre.. Esse tipo de liga possui uma menor variabilidade dimensional e maior resistência à degradação marginal, devido a uma menor formação da fase Gama 2 (γ_2) (ANUSAVICE,1998; BEN-AMAR *et al.*,1995).

O amálgama é considerado um material auto-selante, uma vez que, com o seu envelhecimento, produtos de corrosão é formado na interface dente-restauração. Estes

produtos são capazes de vedar a fenda marginal causada pela pobre adaptação marginal inicial. Essa corrosão é dependente dos componentes químicos dos fluidos orais, bem como do tempo do material na cavidade oral (BEN-AMAR *et al.*, 1995). Neste estudo, o período de armazenamento das amostras em solução pode não ter induzido a formação dos produtos de corrosão, permitindo uma maior infiltração marginal.

Para o grupo não termociclado, o amálgama apresentou a maior média de infiltração marginal. Este grupo não apresentou diferença estatística significativa do compósito Solitaire e Z250, mas diferiu dos compósitos P60 e SureFil. Isso significa que os materiais Solitaire e Z250 apresentaram resultados pouco satisfatórios, uma vez que eles não apresentaram diferenças estatísticas significativas com o grupo do amálgama de prata, que apresenta alta taxa de infiltração inicial. Em outros estudos, também comparou-se o amálgama com o compósito. Em seus estudos, KIDD (1976 a) encontrou maiores valores de infiltração marginal em restaurações realizadas com amálgama, em relação ao compósito, devido às restaurações de compósitos serem aderidas ao preparo. Entretanto BULLARD *et al.* (1988) compararam os valores de infiltração marginal do amálgama com os dos vários materiais restauradores, após termociclagem, e também encontrou maior infiltração para o amálgama, porém sem diferenças estatísticas significativas com o compósito microparticulado. Os autores atribuem o resultado ao alto coeficiente de expansão térmico linear desses materiais.

O compósito Solitaire apresentou resultados semelhantes ao do amálgama, sem diferença estatística para o próprio amálgama. Também não apresentou diferença estatística significativa dos compósitos Z250 e P60, porém apresentou diferença estatística

significativa quando comparada ao compósito SureFil. Estes resultados podem ser explicados pela composição da matriz orgânica desse compósito. Segundo o fabricante do compósito Solitaire, Heraeus Kulzer Division Dental, este possui como matriz, monômeros multifuncionais, que são similares ao do compósito Artglass. Segundo FREIBERG & FERRACANE (1998), em estudo sobre o compósito Artglass, a matriz com monômeros multifuncionais é formada por um sistema de monômeros com dimetacrilatos e metacrilatos. Esse sistema de monômero promove um alto grau de conversão de monômeros em polímero, devido a uma melhor disponibilidade do grupo metacrilato do monômero. Com a presença de um grupo metacrilato aumentando o grau de conversão, mais monômeros se convertem em polímeros, aumentando a aproximação das moléculas dentro da matriz, aumentando assim a taxa de contração de polimerização e, conseqüentemente a fadiga no sistema adesivo desse material, levando a uma maior infiltração marginal.

Outro fator que pode estar associado com o resultado de infiltração marginal é a quantidade de carga do compósito Solitaire. Em peso, a quantidade de carga é 65% (MANHART *et al.*-2000). Esse valor é o mais baixo, quando comparado aos compósitos deste estudo. IGA *et al.* (1991) demonstraram a existência de uma correlação linear negativa entre a quantidade de carga em peso e a porcentagem de contração de polimerização em volume. Uma vez que a contração de polimerização é dependente da quantidade de matriz na forma não polimerizada, e quanto maior a concentração de carga inorgânica, menor a concentração de matriz nessa forma, é verdadeiro afirmar que uma alta concentração de carga inorgânica reduz a contração de polimerização final (VAN NOORT

– 1994). Assim, a porcentagem de contração de polimerização em volume para o Solitaire esta entre 3,4 a 3,5 %, enquanto que para os compósitos P60 e SureFil é de 2,1 % (LEINFELDER *et al.*, 1999)

A média de infiltração marginal do material Z250 não apresentou diferença estatística dos valores de nenhum material restaurador deste estudo, para os materiais não termociclados. Isso pode ser explicado devido à composição do compósito Z250 ser muito semelhante ao do compósito P60 e parecida com a do compósito SureFil, porém este material apresenta taxas de contração de polimerização maiores do que as destes dois compósitos, mas menores do que a do Solitaire.

A 3M do Brasil LTDA informou que a contração de polimerização dos materiais Z250 e P60 são respectivamente 2,2 % e 2,0 %. Ambos os materiais apresentam mesma composição de matriz. A composição da matriz desses materiais é baseada no monômero Bis-GMA, que possui alto peso molecular (ASMUSSEN & PEUTZFELDT, 1998). Para a viscosidade do material ser aceitável clinicamente, foi preciso adicionar um monômero de peso molecular menor. Nesses compósitos, foram adicionados o UDMA e o Bis-EMA, monômeros considerados também de alto peso molecular, porem com peso molecular menor que o Bis-GMA. Com isso, durante a polimerização, ocorre um número baixo de duplas ligações, uma vez que a quantidade de monômeros por unidade de peso é reduzida, o que gera uma baixa taxa de contração de polimerização. A única diferença entre os dois compósitos é a quantidade de carga, ou seja, o compósito P60 apresenta 83% de carga em peso, enquanto o compósito Z250 apresenta 82 % de carga em peso.

A pequena diferença de comportamento em relação à contração de polimerização e à composição deste dois compósitos pode explicar o fato de que, embora estes compósitos tenham apresentados médias sem diferença estatística significativa, o compósito Z250 não apresentou média com diferença estatística do amálgama de prata, enquanto que o compósito P60 apresentou média inferior e com diferença estatística do amálgama de prata.

Os resultados deste estudo também mostraram que o compósito SureFil apresentou menor valor de infiltração marginal, sendo estatisticamente diferente dos valores de infiltração do compósito Solitaire e do amálgama de prata, mas sem diferenças estatísticas dos valores de infiltração marginal dos compósitos Z250 e P60. Isso pode estar associado ao fato de o compósito SureFil também apresentar um composto com a matriz semelhante ao dos compósitos Z250 e P60. Sua matriz é baseada no monômero Bis-GMA, modificado por uretano (YAP, 2000; MANHART *et al.*, 2000) ou uretano dimetacrilato - UDMA (LEINFELDER *et al.*, 1999), propiciando menor contração de polimerização.

SureFil contém partículas de três tamanhos diferentes. Isto permite que uma maior quantidade de carga seja aplicada e distribuída pela matriz, produzindo um bom comportamento de compactação (LEINFELDER *et al.*, 1999). A carga inorgânica ocupa 82 % em peso, na composição desse compósito (YAP, 2000; MANHART *et al.*, 2000). Essa quantidade de carga, associada às características da matriz que apresenta monômeros de alto peso molecular, pode ter levado a uma menor contração de polimerização do material, levando a menor formação de fenda marginal e conseqüentemente menor penetração de corante.

O outro grupo de estudo foi composto pelos materiais, analisando-se o comportamento das amostras, quando termocicladas. Após a termociclagem e a leitura de infiltração de corante dessas amostras, percebeu-se que a ordem dos materiais para os valores médios de infiltração se manteve, porém houve uma diferença no comportamento dos materiais. O material Solitaire passou a apresentar média de infiltração maior e com diferença estatística significativa em relação ao material P60, e o material Z250 apresentou média maior e com diferença estatística significativa da média do material SureFil. Essas diferenças citadas não ocorreram no grupo dos materiais não termociclados.

Essa mudança no comportamento se deve à diferença entre os materiais restauradores. O amálgama apresentou um aumento na média de infiltração marginal, quando termociclado, porém sem apresentar diferença estatística significativa. A diferença de coeficiente de expansão térmico linear entre o amálgama e a estrutura dentária circundante é de duas a três vezes maior e, mudanças de temperatura na cavidade oral afetam a capacidade de selamento da restauração (BEN-AMAR,1989 a). Somado a isso, os materiais não metálicos apresentam menor influência da temperatura em relação aos materiais metálicos (HARPER *et al.*,1980).

Os compósitos Solitaire, Z250 e P60 também apresentaram aumento na média de infiltração marginal, embora menor do que o amálgama de prata, quando foram termociclados, fazendo com que o resultado diferisse dos resultados apresentados pelos materiais, quando não termociclados. Esse efeito se deve ao coeficiente de expansão térmico linear desses materiais, que diferem entre si, devido à diferença de composição existente entre eles (BULLARD *et al.* -1988; BEN-AMAR (b) - 1989). CAMPANELLA &

MEIRS (1999) não acharam correlação entre a infiltração marginal e o coeficiente de expansão térmico linear em seu estudo, após o aumento de infiltração marginal nos materiais que foram termociclados, porém atribuíram os resultados à composição dos materiais.

Quando se comparou cada material em relação à termociclagem, nenhum material apresentou diferença estatística significativa entre a média do grupo não termociclado e do grupo termociclado.

Estes resultados são similares a outros estudos. WENDT *et al.*(1992), que variou a realização ou não da termociclagem e a forma que esta era realizada, sugeriram que a termociclagem não foi capaz de aumentar a infiltração marginal, e de CHAN & JONES, que compararam quatro materiais diferentes, amálgama, compósito, compósito híbrido e cimento de ionômero de vidro, não acharam diferenças estatísticas significativas em relação à termociclagem, porém os materiais também tiveram diferenças no comportamento. Os autores atribuem isso à performance inconsistente dos materiais, que apresentam diferenças de contração durante a polimerização ou cristalização, nos coeficientes de expansão térmico linear, na expansão higroscópica e na resistência de união.

ROSSOMANDO & WENDT JR. (1995), também estudaram o efeito da termociclagem e o tempo de duração que as amostras permaneceram em cada banho. Apenas o grupo do amálgama adesivo apresentou médias com diferença estatística significativa entre o grupo não termociclado e o grupo termociclado. Os grupos dos compósitos não tiveram diferença estatística significativa entre si. Neste estudo, pode-se verificar que, embora a termociclagem não tenha causado um aumento significativo na

infiltração marginal em cada material, quando foi comparado isoladamente, esse procedimento modificou os resultados de infiltração entre o grupo não termociclado e o grupo termociclado.

A termociclagem expõe o material às variações de temperatura que podem acontecer no meio oral, fazendo com que o sistema dente-material restaurador seja colocado em uma situação de fadiga limite. Assim, pode-se sugerir que, para estudos de infiltração, faz-se necessário que as amostras sejam termocicladas, com o intuito de tornar o teste o mais similar possível às situações encontradas no meio bucal, já que os materiais apresentam comportamentos diferentes, quando comparados uns aos outros, frente à termociclagem (MOMOI *et al.*, 1990; UNO *et al.*, 1997).

Em relação ao comportamento de cada material, frente à infiltração marginal e à termociclagem, os resultados mostram que apenas os compósitos Surefil e P60 apresentaram diferença estatística significativa do grupo controle amálgama de prata. Assim, outros compósitos como o Solitair e o Z250 mostraram se pouco eficazes, pois o propósito de diminuir a infiltração marginal não foi demonstrado por eles, uma vez que os resultados não tiveram diferenças estatísticas significativas com o grupo controle amálgama de prata.

Altos valores de infiltração marginal em restaurações com compósitos podem estar associados com uma taxa ainda alta de contração de polimerização, associadas ao desenho da cavidade, Fator C (CHERSONI *et al.*, 1997), a um inefetivo sistema de união e à dificuldade de adaptação dos compósitos à parede cavitária, principalmente se estes forem de alta viscosidade.

Neste estudo, todas as restaurações foram feitas em preparos cavitários padronizados. Conseqüentemente, o fator C, existente somente nas restaurações aderidas, da cavidade foi igual para todos os grupos. CARVALHO *et al.* (1996) descrevem que o fator C ideal deveria ser inferior a 1, e que quando o fator C é maior do que 1, os resultados são imprevisíveis. Isso pode explicar a variabilidade de resultados dentro de cada grupo experimental.

FEILZER *et al.* (1987) relatam que o fator C gira em torno de 1 a 2 em preparos Classe II, podendo chegar a mais de 5 em preparos Classe I. Neste estudo, o valor do fator C de cada cavidade foi aproximadamente 4,24. Talvez devido ao alto fator C, os compósitos Z250 e Solitaire apresentaram valores de infiltração próximos ao do amálgama. É importante resaltar que em algumas situações clínicas, é comum encontrar-se dentes a serem restaurados com esse valor de fator C, ou um valor ainda maior, e que nessas situações, deve-se lançar mão de técnicas restauradoras que amenizem a tensão causada pela contração de polimerização, como a técnica incremental, ou ainda se possível, utilizar outro material restaurador.

Um outro agravante em relação aos resultados obtidos pelos compósitos Z250 e Solitaire, é que a interface dente-restauração de amálgama de prata tende a sofrer um vedamento pelos produtos de corrosão (BEN-AMAR *et al.*-1995), enquanto que as restaurações adesivas tendem a sofrer um aumento da infiltração com o envelhecimento, devido ao processo de hidrólise que ocorre na camada híbrida, diminuindo a força de adesão dos sistemas adesivos (NAKABAYASHI & PASHLEY – 2000), e conseqüentemente prejudicando o selamento marginal.

Tornou-se constante a busca por materiais e técnicas restauradoras que supram as desvantagens dos materiais atuais. Mas o cirurgião dentista deve conhecer que muitos fatores interferem no sucesso clínico da restauração realizada, como o desenho da cavidade, a motivação do paciente para o controle de placa, a quantidade e a qualidade da estrutura remanescente dental, a oclusão do paciente, entre outros. Desta forma, ele poderá indicar o material adequado para cada situação clínica, alcançando assim resultados satisfatórios.

7 – CONCLUSÃO

Sob as condições experimentais deste estudo, com base nos resultados obtidos, analisados e discutidos, podemos concluir que:

- todos os materiais restauradores estudados apresentaram infiltração marginal;
- quando as médias dos materiais restauradores foram comparadas, antes e após a realização da termociclagem, estas diferiram estatisticamente entre si, sendo que o Amálgama apresentou maior média, com diferença estatística significativa das apresentadas pelos compósitos P60 e SureFil, mas não apresentou diferença estatística significativa daquelas dos compósitos Solitaire e Z250.
- as médias de infiltração de cada material não apresentaram diferença estatística significativas entre o grupo termociclado e o grupo não termociclado;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASMUSSEN, E., PEUTZFELDT, A. Influence of UEDMA, Bis-GMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. **Dent. Mater.**, Washington, v.14, n.1, p.51-56, Jan. 1998.
2. BEN-AMAR, A.(a) Reduction of microleakage around new amalgam restorations. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.119, n.6, p.725-728, Dec. 1989.
3. _____.(b) Microleakage of composite resin restorations. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.2, n.4, p.175-180, Aug. 1989.
4. _____., CARDASH, H.S., JUDES, E.H. The sealing of the tooth / amalgam interface by corrosion products. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.22, n.2, p.101-104, Feb. 1995.
5. BOWEN, R.L. Properties of a silica reinforced polymer for dental restorations. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago v.66, n.7, p.58-64, Jan. 1963.
6. BULLARD, R.H., LEINFELDER,K.F., RUSSELL, C.M. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.116, p.871-874, June, 1988
7. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surfaces. **J. den. Res.**, Washington, v.34, n.6, p.849-853, Dec. 1955.

8. CAMPANELLA, L.C., MEIERS, J.C. Microleakage of composites and compomers in class V restorations. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.12, n.4, p.185-189, Aug. 1999.
9. CARVALHO, R.M. *et al.* A review of polymerization contraction: The influence of stress development versus stress relief. **Operative Dent.**, Seattle, v.21, n.1, p.17-24, Jan.-Feb. 1996.
10. CHAN, M.F.W-Y., GLYN JONES, J.C. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. **J. Dent.**, Oxford, v.22, n.5, p.292-295, Oct. 1994
11. CHARLTON, D.G. & MOORE, B.K. *In vitro* evaluation of two microleakage detection tests. **J. Dent.**, Oxford, v.20, n.1, p.55-58, Feb. 1992.
12. CHERSONI, S., *et al.* Laboratory evaluation of compomers in class V restorations. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.10, n.3, p.214-218, Jun. 1998.
13. COOK, W.D., FORREST, M., GOODWIN, A.A. A simple method for the measurement of polymerization shrinkage in dental composites **Dent. Mater.**, Washington, v.15, n.6, p.447-449, Nov.1998.
14. CRIM, G.A., SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W. Comparison of four thermocycling techniques **J. Prosth. Dent.**, Saint Louis, v.53, n.1, p.50-53, Jan. 1985.
15. DAVIDSON, C.L., FEILZER, A.J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives **J. Dent.**, Oxford, v.25, n.6, p.435-440, Nov. 1997.

16. FEILZER, A.J., DE GEE, A.J., DAVIDSON, C.L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration **J. den. Res.**, Washington, v.66, n.11, p.1636-1639, Nov. 1987.
17. FREIBERG, S. & FERRACANE, J.L. Evaluation of cure, properties and wear resistance of Artglass dental composite. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.11, n.5, p.214-218, Oct. 1998.
18. GALE, M.S.& DARVELL, B.W. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. **J. Dent.**, Oxford, v.27, n.2, p.89-99, Feb. 1999.
19. GOING, R.E., Microleakage around dental restorations: a summarizing review. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.84, n.6, p.1349-1357, June, 1972.
20. HARPER, R.H., *et al.* *In vivo* measurements of thermal diffusion through restorations of various materials. **J. Prosth. Dent.**, Saint Louis, v.43, n.2, p.180-185, Nov. 1980.
21. IGA, M. *et al.* The relationship between polymerization shrinkage measured by a modified dilatometer and the inorganic filler content of light-cured composites. **Dent. Mater. J.**, v.10, n.1, p.38-45, 1991.
22. IWAMI, Y., YAMAMOTO, H., EBISU, S. A new electrical method for detecting marginal leakage of *in vitro* resin restorations. **J. Dent.**, Oxford, v.28, n.4, p.241-247, May 2000.
23. KEMP-SCHOLTE, C.M., DAVIDSON, C.L. Complete marginal seal of class V resin composite restorations. Effected by increased flexibility. **J. Den. Res.**, Washington, v.69, n.6, p.1240-1243, June 1990.

24. KIDD, E.A.M.(a) Microleakage in relation to amalgam and composite restorations. **Br. Dent. J.**, London, v. 141, n.10, p.305-310, Nov. 1976.
25. KIDD, E.A.M.(b) Microleakage: a review. **J. Dent.**, Oxford, v. 4, n.5, p.199-206, Sept. 1976.
26. LEINFELDER, K.F., BAYNE, S.C., SWIFT Jr, E.J. Packable composites: overview and technical considerations. **J. Esthet. Dent.**, Ontario, v.11, n.5, p.234-249, 1999.
27. _____, RADZ, G.M., NASH, R.W. A report on a new condensable composite resin. **Compend. Contin Educ.**, Pennsylvania, v.19, n.03, p.230-237, Mar. 1998.
28. _____, PRASAD, A. A new condensable composite for the restoration of posterior teeth. **Dent. Today** MontClair, v.17, n.2, p.112-116, Feb. 1998.
29. MAGALHÃES, C.S., SERRA, M.C., RODRIGUES, A.L. Volumetric microleakage assessment of glass ionomer-resin composite hybrid materials. **Quintessence Int.**, Berlin, v.30, n.2, p.117-121, Feb. 1999.
30. MANHART, J. *et al.* Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. **Dent. Mater.**, Washington, v.16, n.1, p.33-40, Jan. 2000.
31. MOMOI, Y. *et al.* Gradual creases in marginal leakage of resin composite restorations with thermal stress. **J. Den. Res.**, Washington, v.69, n.10, p.1659-1663, Oct. 1990.
32. PASHLEY, D.H. Clinical considerations of microleakage. **J. Endodon.**, Baltimore, v.16, n.2, p.70-77, Feb. 1990.

33. PRATI *et al.* Marginal morphology of class V composite restorations. **Am. J. Dent.** San Antonio, v.10, n.5, p.231-236, Out. 1997.
34. _____, *et al.* Permeability and microleakage of class II resin composite restorations. **J. Dent.**, Oxford, v. 22, n.1, p.49-56, Feb. 1994.
35. REES, J.S., JACOBSEN, P.H. The polymerization shrinkage of composite resins. **Dent. Mater.**, Washington, v.5, n.1, p.41-44, Jan. 1989.
36. RETIEF, D.H., RUTLAND, J.R., JAMISON, H.C. Microleakage of conventional and microfilled composite restorative resins. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v.16, n.6, p.901-910, Nov. 1982.
37. ROSSOMANDO, K.J., WENDT Jr., S.L. Thermocycling and dwell times in microleakage evaluation for bonded restorations. **Dent. Mater.**, Washington, v.11, n.1, p.47-51, Jan. 1995.
38. TAYLOR, M.J., LYNCH, E. Microleakage. **J. Dent.**, Oxford, v. 20, n.1, p.3-10, Feb. 1992.
39. TUNG, F.F., ESTAFAN, D., SCHERER, W. Microleakage of a condensable resin composite. An in vitro investigation. **Quintessence Int.**, Berlin, v.31, n.6, p.430-434, 2000.
40. TYAS, M.J., JONES, D.W., RIZKALLA, A.S. The evaluation of resin composite consistency. **Dent. Mater.**, Washington, v.14, n.6, p.424-428, Nov. 1998.
41. WENDT, S.L., McINNES, P.M., DICKINSON, G.L. The effect of thermocycling in microleakage analysis. **Dent. Mater.**, Washington, v.8, n.3, p.181-184, May. 1992.

42. UNO, S., FINGER, W.J., FRITZ, U.B. Effect of cavity design on microleakage of resin modified glass ionomer restorations. **Am. J. Dent.** San Antonio, v.10, n.1, p.32-35, Feb.. 1997.
43. VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D., DOUGLAS, W.H. Do dental composites always shrink toward the light? **J. Dent. Res.**, Washington, v.77, n.6, p.1435-1445, June 1998.
44. YAP, A.U.J. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming of cavity depth and exposure time **Operative Dent.**, Seattle, v.25, n.2, p.113-120, Mar.-Apr. 2000.

OBRAS CONSULTADAS :

1. ANUSAVICE, K.J. Phillips - Materiais Dentários , 10ª edição, 1996.
2. VAN NORTH, R. Introduction to Dental Materials. 4ª Edição, 1994.
3. NAKABAYASHI, N. & PASHLEY, D.H. hibridização dos tecidos dentais duros. 1ª edição, 2000.

ANEXO 1

Quadros mostrando a porcentagem de peso perdido em cada amostra, após a trituração.

Quadro 2- Grupo 1 (Amálgama termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração (g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
11	0,2791	0,2718	2,62
13	0,3091	0,295	4,56
49	0,331	0,3152	4,77
50	0,4142	0,3998	3,48
52	0,3261	0,3125	4,17
54	0,3169	0,3098	2,24
55	0,3367	0,3251	3,45
59	0,3953	0,3861	2,33
71	0,2915	0,2817	3,36
100	0,3683	0,3581	2,77

Quadro 3- Grupo 2 (Amálgama não termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração (g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
09	0,2415	0,2389	1,08
21	0,2622	0,24	8,47
22	0,2433	0,2308	5,14
25	0,3509	0,3385	3,53
33	0,2374	0,227	4,38
35	0,346	0,3312	4,28
48	0,351	0,3285	6,41
56	0,2901	0,2811	3,10
58	0,2984	0,2814	5,70
61	0,2715	0,2575	5,16

ANEXO 2

Quadro 4- Grupo 3 (Compósito SureFil termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração (g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
24	0,3011	0,2894	3,89
26	0,247	0,2354	4,70
30	0,26	0,2535	2,50
32	0,2834	0,2746	3,11
57	0,2899	0,2714	6,38
72	0,3165	0,3047	3,73
83	0,3458	0,3401	1,65
86	0,2539	0,2436	4,06
87	0,2267	0,2181	3,79
90	0,3233	0,3077	4,83

Quadro 5 -Grupo 4 (Compósito SureFil não termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração (g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
01	0,2798	0,2627	6,11
08	0,311	0,2998	3,60
12	0,2537	0,244	3,82
17	0,2612	0,2494	4,52
29	0,2789	0,2699	3,23
38	0,2944	0,2849	3,23
40	0,1915	0,1759	8,15
43	0,2738	0,2644	3,43
45	0,2388	0,2202	7,79
47	0,2997	0,2888	3,64

ANEXO 3

Quadro 6- Grupo 5 (Compósito Solitaire termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração (g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
06	0,2216	0,208	6,14
14	0,2556	0,2462	3,68
23	0,2473	0,2386	3,52
31	0,2804	0,2654	5,35
39	0,3158	0,2912	7,79
73	0,2619	0,2508	4,24
81	0,2665	0,2582	3,11
94	0,2668	0,2482	6,97
96	0,2567	0,2431	5,30
99	0,3258	0,3197	1,87

Quadro 7- Grupo 6 (Compósito Solitaire não termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração (g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
10	0,2752	0,2622	4,72
18	0,2918	0,278	4,73
60	0,2724	0,2592	4,85
67	0,2705	0,2588	4,33
68	0,2618	0,2502	4,43
70	0,2909	0,2768	4,85
77	0,2325	0,2115	9,03
79	0,2868	0,2704	5,72
82	0,2772	0,2586	6,71
84	0,2852	0,2627	7,89

ANEXO 4

Quadro 8- Grupo 7 (Compósito Z-250 Termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração (g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
05	0,3159	0,3007	4,81
16	0,2701	0,2578	4,55
28	0,32	0,3063	4,28
44	0,2696	0,2535	5,97
46	0,2548	0,2479	2,71
53	0,2403	0,2288	4,79
63	0,2089	0,1985	4,98
78	0,2166	0,2015	6,97
88	0,278	0,2624	5,61
97	0,2592	0,2468	4,78

Quadro 9- Grupo 08 (Compósito Z250 não termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração(g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
03	0,2453	0,2307	5,95
04	0,2555	0,2440	4,50
07	0,2577	0,2391	7,22
19	0,2359	0,2186	7,33
20	0,2317	0,2199	5,09
27	0,2932	0,2788	4,91
34	0,2895	0,2818	2,66
41	0,2455	0,2344	4,52
42	0,3588	0,3494	2,62
51	0,2786	0,2624	5,81

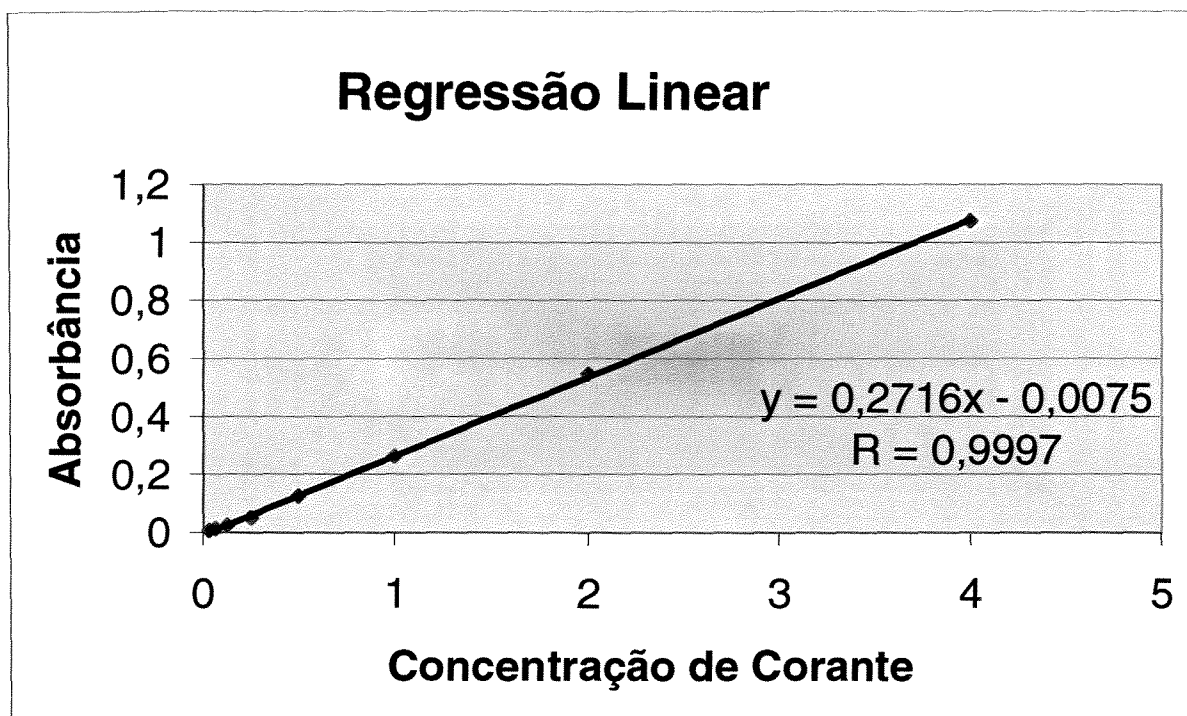
Quadro 10- Grupo 9 (Compósito P-60 termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração (g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
02	0,3702	0,3580	3,30
37	0,2543	0,2421	4,80
62	0,3406	0,3285	3,55
64	0,2935	0,2903	1,09
65	0,3515	0,3394	3,44
66	0,3143	0,2936	6,59
75	0,3031	0,2861	5,61
76	0,3165	0,3072	2,94
85	0,2938	0,2821	3,98
89	0,3304	0,3130	5,27

Quadro 11- Grupo 10 (Compósito P60 não termociclado)

Número do corpo de prova	Peso antes da trituração (g)	Peso após a trituração (g)	Porcentagem de peso do corpo de prova
15	0,2652	0,2529	4,64
36	0,2893	0,275	4,94
69	0,2819	0,2752	2,38
74	0,2211	0,2065	6,60
80	0,2563	0,2351	8,27
91	0,2852	0,2724	4,49
92	0,2095	0,1965	6,21
93	0,316	0,3093	2,12
95	0,3136	0,3052	2,68
98	0,3037	0,2838	6,55

Figura 18- Gráfico mostrando a regressão linear, o coeficiente de correlação (r) e a equação de reta (y).



ANEXO 7 - Quadros mostrando os valores obtidos para as amostras em absorbância, e os valores transformados em concentração de corante ($\mu\text{g/ml}$).

Quadro 12 - dados obtidos para o **amálgama dental com o tratamento de termociclagem**

Valores transformados em $\mu\text{g/ml}$
2,480
6,258
4,223
4,490
6,883
7,620
16,998
11,360
4,046
11,360

Quadro 13- dados obtidos para o **amálgama dental sem o tratamento de termociclagem**

Valores transformados em $\mu\text{g/ml}$
3,091
3,242
1,988
3,876
4,160
6,011
5,033
4,576
4,806
6,011

Quadro 14- dados obtidos para o **compósito SureFil com o tratamento de termociclagem**

Valores transformados Em $\mu\text{g/ml}$
2,788
2,480
3,711
3,242
2,321
2,939
1,436
2,525
3,711
2,788

Quadro 15- dados obtidos para o **compósito SureFil sem o tratamento de termociclagem**

Valores transformados em $\mu\text{g/ml}$
3,091
2,480
3,396
3,396
2,627
2,321
3,552
2,157
2,788
3,091

ANEXO 8

Quadro 16- dados obtidos para o **compósito Solitaire com o tratamento de termociclagem**

Valores transformados em µg/ml
6,011
4,806
4,602
6,919
4,974
3,552
3,396
8,833
6,599
5,021

Quadro 17- dados obtidos para o **compósito Solitaire sem o tratamento de termociclagem**

Valores transformados em µg/ml
0,026
0,036
0,024
0,028
0,019
0,011
0,019
0,01
0,022
0,001

Quadro 18- dados obtidos para o **compósito Z-250 com o tratamento de termociclagem**

Valores transformados em µg/ml
5,021
4,602
3,091
8,002
2,788
2,939
2,321
5,741
6,011
2,788

Quadro 19- dados obtidos para o **compósito Z-250 sem o tratamento de termociclagem**

Valores transformados Em µg/ml
4,046
2,939
2,321
1,988
2,635
3,552
4,408
2,635
3,552
7,259

ANEXO 9

Quadro 20- dados obtidos para o **compósito P-60 com o tratamento de termociclagem**

Valores transformados Em µg/ml
2,825
3,107
6,599
4,046
2,939
1,812
2,939
1,812
3,876
4,223

Quadro 21- dados obtidos para o **compósito P-60 sem o tratamento de termociclagem**

Valores transformados em µg/ml
3,552
4,408
3,552
3,396
2,939
2,635
1,988
2,480
2,480
4,408

APÊNDICE 1

Análise Estatística:

Teste de Kruskal-Wallis para os materiais termociclados:

Programa para obtenção do nível de significância para o Teste de Kruskal-Wallis e comparações múltiplas não-paramétricas

Desenvolvido por: Antonio Carlos Fonseca Pontes (UFAC)
Jose Eduardo Corrente (ESALQ/USP)

Materiais Termociclados

Estatística de Kruskal-Wallis (H) ou equivalente (Q) = 21.0185
N.S. (H ou Q) = 4.5e-005

de casos considerados = 200000

[# casos = H] = 0

[# casos >= H] = 9

Diferença Máxima entre tratamentos = 597

Nível de significância para C.M. entre todos os tratamentos (bilateral)

Tratamentos		Diferença		D-W	Geral
1	2	274.00		0.000225	0.000023
1	3	48.50	0.959930	0.490532	
1	4	118.00	0.442705	0.089089	
1	5	207.00	0.018540	0.002070	
2	3	225.50	0.006900	0.000737	
2	4	156.00	0.159280	0.023033	
2	5	67.00	0.877915	0.339581	
3	4	69.50	0.863045	0.321509	
3	5	158.50	0.146075	0.020795	
4	5	89.00	0.712625	0.202438	

APÊNDICE 2

Teste de Kruskal-Wallis para os materiais não termociclados:

Programa para obtenção do nível de significância para o Teste de Kruskal-Wallis e comparações múltiplas não-paramétricas

Desenvolvido por: Antonio Carlos Fonseca Pontes (UFAC)

Jose Eduardo Corrente (ESALQ/USP)

Materiais não Termociclados

Estatística de Kruskal-Wallis (H) ou equivalente (Q) = 9.91299

N.S. (H ou Q) = 0.03587

de casos considerados = 200000

[# casos = H] = 0

[# casos >= H] = 7174

Diferença Máxima entre tratamentos = 594

Nível de significância para C.M. entre todos os tratamentos (bilateral)

Tratamentos			Diferença	D-W	Geral
1	2	174.00	0.052120	0.006392	
1	3	23.50	0.996775	0.724312	
1	4	104.00	0.511015	0.111452	
1	5	126.00	0.305130	0.052419	
2	3	150.50	0.138140	0.019430	
2	4	70.00	0.829900	0.287701	
2	5	48.00	0.952640	0.467821	
3	4	80.50	0.742585	0.220476	
3	5	102.50	0.526105	0.116843	
4	5	22.00	0.997570	0.741426	

APÊNDICE 3

Teste de Mann – Whitney, comparando o efeito da temociclagem para cada material:

Amálgama

	Resultado
N1 =	10
N2 =	10
R1 =	130.50
R2 =	79.50
U =	24.50
Z(U) =	19.276
(p) =	0.0539

Surefil

	Resultado
N1 =	10
N2 =	10
R1 =	92.50
R2 =	117.50
U =	37.50
Z(U) =	0.9449
(p) =	0.3447

Solitaire

	Resultado
N1 =	10
N2 =	10
R1 =	127.00
R2 =	83.00
U =	28.00
Z(U) =	16.630
(p) =	0.0963

Z250

	Resultado
N1 =	10
N2 =	10
R1 =	122.50
R2 =	87.50
U =	32.50
Z(U) =	13.229
(p) =	0.1859

P60

	Resultado
N1 =	10
N2 =	10
R1 =	102.00
R2 =	108.00
U =	47.00
Z(U) =	0.2268
(p) =	0.8206