

# MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL: ANÁLISE CRÍTICA DA METODOLOGIA

Margareth Calvo Pessutti Nunes<sup>1</sup>

Eduardo Batista Franco<sup>2</sup>

José Carlos Pereira<sup>3</sup>

NUNES, Margareth Calvo Pessutti; FRANCO, Eduardo Batista; PEREIRA, José Carlos. Microinfiltração marginal: análise crítica da metodologia. *Salusvita*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 469-485, 2005.

<sup>1</sup>Especialista em  
Dentística  
Restauradora –  
FOB/USP.

<sup>2</sup>Professor Associado  
do Depto de  
Dentística –  
FOB/USP.

<sup>3</sup>Professor titular do  
Depto de Dentística,  
Edodontia e  
Materiais Dentários  
– FOB/USP.

## RESUMO

*A longevidade dos procedimentos restauradores está relacionada, entre outros fatores, à obtenção de uma perfeita adaptação, assim como de uma união forte e durável entre os materiais restauradores e a estrutura dentária. A apresentação e o entendimento dos fatores que causam a desadaptação marginal é essencial para o desenvolvimento de técnicas e materiais que a minimizem. Da mesma maneira, a escolha de uma técnica padronizada para análise da microinfiltração é importante para a discussão dos resultados das diversas pesquisas nessa área. Há uma série de testes laboratoriais para a avaliação da adaptação dente/material restaurador e cada um deles apresenta características e parâmetros próprios. Uma vez que não há padronização das técnicas de análise da infiltração marginal nos diversos estudos publicados na literatura, objetivou-se, com este artigo, relacionar e realizar uma discussão crítica de fatores inerentes a algumas dessas técnicas, que podem interferir nos resultados. O assunto é de interesse dos*

Recebido em: 28/7/2004.

Aceito em: 22/5/2005.

*pesquisadores que buscam o entendimento das diversas metodologias empregadas.*

**PALAVRAS-CHAVE:** microinfiltração; testes de microinfiltração; estruturas dentárias

## INTRODUÇÃO

A busca por um material restaurador capaz de promover o selamento das estruturas dentárias reflete-se na constante introdução de novos produtos no mercado odontológico. Embora essa renovação freqüente de produtos seja uma conseqüência da evolução tecnológica e do aprimoramento dos conhecimentos, é um desafio aos profissionais que se encarregam de avaliar esses materiais, pois até o momento, não existem outros que garantam uma restauração livre de fendas (DAVIDSON; FEILZER, 1997; PRATI et al., 1997).

Os estudos laboratoriais são extraordinariamente utilizados, uma vez que apresentam resultados imediatos; porém, não são completos e não permitem uma análise global e respectiva extrapolação direta para a previsão do comportamento clínico dos materiais. Os testes laboratoriais empregados para a avaliação da infiltração marginal de materiais forradores e/ou restauradores à estrutura dentária se fundamentam, principalmente, na avaliação da penetração de corantes e na análise de fendas entre restaurações e a estrutura dentária, na tentativa de simular as mesmas alterações que ocorrem durante seu desempenho no meio bucal. Nesse contexto, a previsão da performance clínica de materiais, baseada em suas propriedades, parece ser uma missão complexa ou, até mesmo, impossível.

Diante do número razoável de testes disponíveis para a avaliação da infiltração entre material e estrutura dentária, cabe ao pesquisador conhecer as vantagens e limitações e, então, selecionar o mais adequado para testar as hipóteses levantadas em seu estudo.

As divergências dos resultados, em função das diferentes metodologias, dificultam o entendimento e não permitem a discussão por comparação de dados.

Este trabalho tem como objetivo relacionar e realizar uma discussão crítica de fatores inerentes, principalmente a técnica que utiliza corantes para a avaliação da infiltração marginal, e que podem interferir na obtenção dos resultados, assim como a comparação e a discussão dos valores.

NUNES, Margareth Calvo Pessutti; FRANCO, Eduardo Batista; PEREIRA, José Carlos. Microinfiltração marginal: análise crítica da metodologia. *Salusvita*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 469-485, 2005.

NUNES, Margareth  
Calvo Pessutti;  
FRANCO,  
Eduardo Batista;  
PEREIRA, José  
Carlos.  
Microinfiltração  
marginal: análise  
crítica da  
metodologia.  
*Salusvita*, Bauru,  
v. 24, n. 3,  
p. 469-485, 2005.

## Definição

Microinfiltração é definida como a passagem, clinicamente não detectável, de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador (KIDD, 1976). É um fenômeno que envolve difusão, por isso, o reconhecimento da relação dinâmica entre a estrutura dentária e o material restaurador é de grande importância. (TROWBRIDGE, 1987).

É considerada um fator preponderante na longevidade da restauração e pode levar à degradação marginal, formação de cáries recorrentes, sensibilidade pós-operatória, hipersensibilidade e até desenvolvimento de patologias pulpares (ALANI; TOH, 1997).

A infiltração, embora referida em muitos trabalhos somente como a adaptação na margem cavo-superficial, tem importância em outras regiões da restauração. Dessa forma, alguns fatores podem influenciar sua adaptação, como tipo de substrato (BRACKETT et al., 1998; SCHMALZ et al., 2001), forma da cavidade (configuração cavitária), localização das margens, técnicas de inserção do material restaurador, tipo de material restaurador e sua forma de ativação, utilização de bases/forradores (TAYLOR; LYNCH, 1992) e tipos de acabamento (TAYLOR; LYNCH, 1992; ALANI; TOH, 1997).

Nos estudos de infiltração marginal, foi verificada a existência de diversas metodologias para sua avaliação. Dessa forma, serão apresentados possíveis fatores interferentes que podem comprometer obtenção, comparação e discussão dos resultados.

## Dentes Bovinos X Dentes Humanos

A utilização de dentes bovinos em substituição de dentes humanos tem sido aceita em muitas pesquisas de infiltração marginal (BRACKETT et al., 1997; BRACKETT et al., 1998). As vantagens desses dentes como facilidade de aquisição (SCHMALZ et al., 2001), similaridade da época de extração (SCHMALZ et al., 2001) e menor possibilidade de transmissão de infecções (BRACKETT et al., 1997; BRACKETT et al., 1998) fazem deste substrato a escolha para a realização de muitas pesquisas.

Fish (1933) demonstrou que a dentina normal deve permitir a penetração de corantes no interior de túbulos dentinários de dentes humanos. Posteriormente, seguindo o mesmo raciocínio, Swartz e Phillips, em 1961, em uma revisão sobre a microinfiltração, mostraram que a estrutura dental é permeável à difusão de fluidos pelos defeitos

naturais e adquiridos.

Segundo Going (1972), muitos estudos realizados para avaliar a permeabilidade da interface entre o dente e a restauração se mostram, algumas vezes, ingênuos, enfatizando o fato de que as restaurações não são fixas, inertes e impermeáveis, como o clínico gostaria. O autor aponta, ainda, que a presença de dentina esclerótica e/ou reparativa representa um mecanismo de defesa e reação a algum tipo de injúria. Na presença desses tecidos, a permeabilidade diminui significativamente. O esmalte jovem permite, também, a penetração de fluidos, entretanto, diminui com a idade, por meio do preenchimento dos espaços inter cristalinos por íons da saliva. Esse fator deve ser questionado ou mencionado no estudo, pois, na maioria das vezes, os terceiros molares inclusos são indicados para exodontia.

Segundo Nakamich et al. (1983), a utilização de incisivos bovinos em estudos de adesão é mais apropriada que dentes humanos, embora Retief, em 1991, tenha relatado que dentes bovinos apresentaram alto grau de infiltração e baixos valores de resistência à adesão em relação aos obtidos com dentes humanos.

Entretanto, Nakabayashi e Pashley (2000) indicam que a dentina humana é mais resistente aos ácidos do que a dentina de dentes bovinos. O mesmo autor sugere que, embora a dentina bovina seja um substrato disponível, o uso da dentina humana é preferível.

Enquanto a permeabilidade dos dentes bovinos é questionada como sendo maior quando comparada a dos dentes humanos, Schmalz et al. (2001) relatam que a mesma é de baixa variabilidade – cerca de metade da encontrada nos dentes humanos. O número e o diâmetro dos túbulos dentinários da coroa dos dentes bovinos são correspondentes aos da dentina humana, embora a densidade dos túbulos dentinários bovinos seja significativamente maior (SCHILKE et al., 2000). Foi observado, ainda, que a composição e ultra-estrutura de *tags* de resina em dentina bovina e humana condicionadas são similares *in vitro*; e que, apesar de terem sido encontrados três mecanismos de formação de *tags* de resina *in vitro*, provavelmente dois deles poderão ser observados *in vivo* (TITLEY et al., 1995). As dentinas bovinas, próximas à junção cimento-esmalte (SCHMALZ et al., 2001), assim como a dentina coronária (SCHILKE et al., 2000), são alternativas compatíveis à dentina coronária humana para testes em relação à permeabilidade dentinária. Efes et al. (2003) desenvolveram um estudo para avaliar se dentes bovinos são substratos comparáveis aos dentes humanos em estudos de microinfiltração em restaurações diretas de resinas compostas, e os autores concluem que estes podem ser usados perfeitamente como um substrato alternativo, e que a dentina coronária bovina é confiável como substituta de dentes humanos

NUNES, Margareth Calvo Pessutti; FRANCO, Eduardo Batista; PEREIRA, José Carlos. Microinfiltração marginal: análise crítica da metodologia. *Salusvita*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 469-485, 2005.

NUNES, Margareth  
Calvo Pessutti;  
FRANCO,  
Eduardo Batista;  
PEREIRA, José  
Carlos.  
Microinfiltração  
marginal: análise  
crítica da  
metodologia.  
*Salusvita*, Bauru,  
v. 24, n. 3,  
p. 469-485, 2005.

em estudos de adesão e microinfiltração.

## Técnicas restauradoras

A integridade marginal da interface dente/restauração depende de vários fatores, como o tipo do material restaurador, as propriedades físicas do material, a interação entre os materiais, as propriedades físicas dos tecidos dentários (esmalte, dentina e cimento) e a interação do ambiente oral.

A microinfiltração também contribui para a corrosão, dissolução ou descoloração de certos materiais restauradores (TROWBRIDGE, 1987). Esse problema se apresenta com maior gravidade nas resinas compostas, principalmente em função de algumas propriedades inerentes ao material (como a contração de polimerização), diferenças no coeficiente de expansão térmica do dente e da restauração, sorção de água do material restaurador quando exposto ao ambiente oral, qualidade da camada híbrida, técnica de inserção, e fator C de configuração das paredes cavitárias (BOWEN et al., 1982; BULLARD et al., 1988; HANSEN, 1982; RETIEF, 1994; TORSTENSEN; BRÄNNSTRÖM, 1988; YEARN, 1985).

Quando se trata de resina composta, o coeficiente de expansão térmico linear, em relação à estrutura dentária, induz um estresse que causa o rompimento da união entre eles (ABDALLA; DAVIDSON, 1993). Quando o coeficiente de expansão térmica linear do material restaurador é significativamente diferente da estrutura dentária, a redução de temperatura gera uma pressão interfacial negativa. Essa ação favorece a penetração de fluidos orais para dentro das margens. O inverso ocorre com o aumento da temperatura, a pressão interfacial também aumenta e, conseqüentemente, os fluidos são forçados para fora dessa interface. O resultado de grandes diferenças no coeficiente de expansão térmico linear é uma grande mudança na pressão interna da superfície interfacial e, como conseqüência, estudos sugerem uma relação definitiva entre esse coeficiente e o grau de infiltração.

## Técnicas de Acabamento e Polimento

Essas técnicas podem ser questionadas, uma vez que o estudo de Brackett et al. (1997) observou que o acabamento de restaurações de resina composta com brocas carbide promoveu os maiores valores de infiltração nas margens em dentina. De modo semelhante, Prati et al. (1997) relataram que houve um grande número de res-

taurações de resina composta com infiltração em áreas profundas das restaurações advindo das margens em dentina após o acabamento com brocas e discos de granulação seqüencial, os quais promoveram um desgaste da dentina maior do que na resina composta, formando um pequeno degrau. Determinados procedimentos de acabamento e polimento podem criar, também, *gaps* na interface material restaurador/dente e, assim, facilitar a microinfiltração. Assim, o período de espera deve ser respeitado, para que os materiais restauradores apresentem completa reação de presa e expansão higroscópica, e que sejam realizados os procedimentos de acabamento e polimento no caso das resinas compostas.

Em sua maioria, os estudos sobre infiltração marginal são realizados *in vitro*. Há questionamentos se os procedimentos adesivos levariam aos mesmos resultados de preservação das restaurações se fossem realizados *in vivo*. Sabe-se que os procedimentos adesivos levam à formação de camadas híbridas e *tags*, com características diferentes se utilizados em dentina *in vivo* e *in vitro* devido às diferenças inerentes aos respectivos substratos, como presença de fluido e pressão hidrostática oriunda dos túbulos dentinários (TITLEY et al., 1995). A integridade marginal gengival, *in vivo* e *in vitro*, de restaurações de resina composta foi investigada por Abdalla e Davidson (1993), e os resultados mostraram que em todos os grupos *in vivo* houve maior infiltração quando comparada aos grupos equivalentes *in vitro*. Somente 60% dos espécimes *in vitro* infiltraram, ao contrário dos *in vivo*, que foram 100%. Dessa forma, os resultados das pesquisas *in vitro* não podem ser diretamente comparados àquelas realizadas clinicamente.

## Obtenção dos espécimes

A maneira de obtenção dos espécimes para análise da infiltração marginal apresenta variação na literatura, prejudicando a discussão dos resultados.

O seccionamento dos espécimes é a forma mais utilizada como meio facilitador para a mensuração da microinfiltração, embora seja questionado onde realizar o seccionamento e se o mesmo coincidirá com a real localização da infiltração (YOUNGSON, 1992; WIBOWO; STOCKTON, 2001), determinando, assim, o padrão da infiltração no espécime (GWINNETT et al., 1995). Alguns autores promovem o seccionamento dos espécimes no centro da restauração (BRACKETT et al., 1997; SANTINI et al., 2001), o que resulta em apenas duas interfaces para avaliação; no

NUNES, Margareth Calvo Pessutti; FRANCO, Eduardo Batista; PEREIRA, José Carlos. Microinfiltração marginal: análise crítica da metodologia. *Salusvita*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 469-485, 2005.

NUNES, Margareth  
Calvo Pessutti;  
FRANCO,  
Eduardo Batista;  
PEREIRA, José  
Carlos.  
Microinfiltração  
marginal: análise  
crítica da  
metodologia.  
*Salusvita*, Bauru,  
v. 24, n. 3,  
p. 469-485, 2005.

entanto, Prati et al. (1997) e Campos et al. (2002) realizam várias secções, permitindo a escolha daquela mais infiltrada dentre as várias faces expostas pelas diversas secções. Também é sugerida a hemi-secção da restauração com posterior remoção da mesma por meio de seu deslocamento com instrumento de escavação, a fim de se observar a penetração do corante, avaliando toda a margem da cavidade (WIBOWO; STOCKTON, 2001).

Segundo Gwinnett et al. (1995), o simples seccionamento dos espécimes a partir de seu centro não permite que haja adequada avaliação da infiltração, mesmo quando analisado sob estereomicroscópio, demonstrando menores valores de infiltração em relação ao método com múltiplas secções analisadas sob programa de computador e em relação ao método com desmineralização dos espécimes e determinação do padrão de infiltração sob estereomicroscópio.

Déjou et al. (1996) determinaram a influência de cinco diferentes critérios de avaliação na análise estatística de um estudo de infiltração marginal, utilizando 13 sistemas restauradores diferentes. Para isso, os espécimes foram seccionados em 3 fatias de 300 µm, permitindo criar seis interfaces, que foram examinadas sob microscópio (100 vezes de aumento), a fim de se escolher a fatia mais infiltrada em extensão desde a margem cavo-superficial até porção mais profunda. Para a avaliação, cinco critérios foram realizados: média da infiltração das seis fatias por dente, mediana desses dados, moda desses dados, máxima penetração do corante por dente e percentagem do dente sem infiltração do corante medida nas seis fatias. Ficou demonstrado que os resultados da infiltração são dependentes das diferentes características dos materiais empregados e do critério de avaliação, e que, apesar da penetração do corante poder ser representada por vários critérios, a penetração máxima por dente parece ser o melhor, pois, teoricamente, é o mais importante *in vivo*.

## Ciclagem térmica e mecânica

A ciclagem térmica e a ciclagem mecânica têm sido incluídas como variáveis nos estudos da microinfiltração, estressando a interface dente-restauração e simulando mudanças térmicas e/ou estresse mastigatório que acontecem no ambiente intra-oral, que podem diminuir a vida útil das restaurações.

Em 1970, Jörgensen introduziu o termo “percolação mecânica” para demonstrar fatores mecânicos na cavidade oral, que podem produzir pressão assimétrica nas restaurações e no líquido do espaço entre a restauração e a estrutura dental e, dessa forma, estressar

suas margens e comprometer a sua resistência estrutural e marginal.

Tem sido mostrado que a ciclagem mecânica de dentes restaurados pode aumentar a quantidade de deformação mecânica permanentemente ou somente enquanto os dentes estiverem sob estresse (JÖRGENSEN et al., 1976). A grande dificuldade, no entanto, é a falta de padronização relacionada ao valor e a dinâmica da carga aplicada e o número de ciclos utilizados.

Na ciclagem térmica, as diferenças extremas de temperatura compatíveis com as que ocorrem na cavidade oral geram diferenças em expansão e contração entre material restaurador e estrutura dentária, causando “percolação” e, conseqüentemente, microinfiltração (COY 1953; NELSEN et al., 1952; PAFFENBARGER et al., 1953).

A ciclagem térmica influi na infiltração marginal das restaurações que apresentam alto coeficiente de expansão térmica linear e alta difusividade térmica, o que promove a contração e a expansão da restauração de modo diferente do que ocorre na estrutura dentária, fragilizando a interface dente/restauração. Contudo, é sugerido que a ciclagem térmica e a ciclagem mecânica, por si só, não influam na microinfiltração de restaurações de resina composta, o que pôde ser observado no estudo de Rigsby et al. (1992), em que a microinfiltração das restaurações foi significativamente maior nas margens em cimento, quando utilizaram em conjunto a ciclagem térmica e a ciclagem mecânica, diferentemente do que observaram quando comparou somente a ciclagem térmica ou somente a ciclagem mecânica. Estudos que compararam a infiltração marginal entre grupos termociclados e não-termociclados (WENDT et al., 1992; CHAN; GLYN JONES, 1994; ROSSOMANDO; WENDT JR, 1995; BIJELLA et al., 2001) e entre diferentes números de ciclos térmicos (CRIM et al., 1985; CRIM; SHAY 1987; CRIM; GARCIA-GODOY, 1987; VERONEZI, 2000) mostraram resultados com diferença estatisticamente não significativa. Da mesma forma, o número de ciclos térmicos não influi diretamente no aumento da infiltração marginal em restaurações de resina composta, como foi demonstrado por Campos et al. (2002), que realizaram ciclagem térmica variando o número de ciclos (zero, 500, 1000, 2500 e 5000) e encontraram resultados com diferenças estatisticamente não significantes entre os grupos. Esses resultados sugerem que a técnica de ciclagem térmica não influi na infiltração marginal de restaurações de resina composta, não havendo significado para seu uso laboratorial com o intuito de simular uma condição clínica; todavia, em algumas pesquisas (CRIM; MATTINGLY 1981; CRIM et al., 1985; LITKOWSKI et al., 1989; SCHUCKAR; GEURTSEN 1997; HAKIMEH et al., 2000) há relato de diferença significativa entre margens de restaurações de grupos

NUNES, Margareth Calvo Pessutti; FRANCO, Eduardo Batista; PEREIRA, José Carlos. Microinfiltração marginal: análise crítica da metodologia. *Salusvita*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 469-485, 2005.

NUNES, Margareth  
Calvo Pessutti;  
FRANCO,  
Eduardo Batista;  
PEREIRA, José  
Carlos.  
Microinfiltração  
marginal: análise  
crítica da  
metodologia.  
*Salusvita*, Bauru,  
v. 24, n. 3,  
p. 469-485, 2005.

termociclados e não-termociclados.

Percebe-se, assim, que na literatura existe uma grande diversidade nos resultados obtidos pelos autores em relação à efetividade da ciclagem térmica no estudo da microinfiltração marginal (CHAN; GLYN-JONES, 1994; CRIM 1989; CRIM; MATTINGLY, 1981; CRIM et al., 1985; KIDD, 1976; TORTENSEN; BRANNSTRON, 1988), e vários são os fatores sugeridos para estas diferenças, como as diferentes temperaturas utilizadas na ciclagem térmica, a duração de cada banho, o tipo de substância que os corpos são imersos e o número de ciclos.

Toda essa variedade de metodologias e resultados contraditórios em relação à ciclagem térmica demonstra a inexistência de um consenso a respeito do assunto e a grande necessidade de padronização dos testes de microinfiltração (RASKIN, 2000; SHORTAL, 1982; TAYLOR; LYNCHY, 1992).

## Corantes e traçadores químicos

O diâmetro dos túbulos dentinários e o número dos túbulos por unidade de superfície aumentam com a convergência dos túbulos em direção a polpa.

Virtualmente, isso é indesejável para utilizar qualquer partícula de corante que tenha um diâmetro maior que o diâmetro interno do túbulo dentinário (de 1 a 4 $\mu$ m), por isso, estudos de infiltração em dentina mostrarão algum grau de dentina pigmentada, que deve ser diferenciada da microinfiltração real entre cavidade e restauração. Isso tem sugerido que o envolvimento dentinário pode ser usado como um indicador relativo da infiltração marginal (GLYN-JONES et al., 1988).

Existem várias técnicas para avaliar o selamento *in vivo* e *in vitro* da interface dente-restauração. Os métodos utilizados nos estudos *in vitro* incluem o uso de isótopos radioativos, traçadores químicos, bactérias, microscopia eletrônica de varredura, cárie artificial, corante, entre outros (SHORTALL, 1982; ALANI; TOH, 1997). O uso de corantes orgânicos, além de oferecer baixo custo, é um dos métodos mais antigos e utilizados para detectar a infiltração *in vitro* sem necessitar de reação química ou radiação, como no caso dos traçadores químicos. Porém, suas desvantagens são a subjetividade da quantificação da penetração do corante (KIDD, 1976), a necessidade de destruição do espécime para avaliação (YOUNGSON, 1992; WIBOWO; STOCKTON, 2001) e a possibilidade das variações da permeabilidade dentinária dos diferentes espécimes, o que afetaria os

resultados (SHORTALL, 1982; GALE; DARVELL, 1999). A revisão da literatura mostrou uma grande variação na escolha do corante utilizado, das soluções ou suspensões de partículas de diferentes tamanhos. A concentração dos corantes utilizados também varia entre 0,5% a 10%, enquanto o tempo de imersão do espécime no corante pode variar entre 4 e 72 horas ou mais, o que significa que diferentes concentrações de corantes podem variar no tempo de penetração entre 5 minutos e 1 hora (CHRISTEN; MITCHELL, 1966).

Corantes fluorescentes demonstraram ser úteis como evidenciadores, porque são detectáveis em concentrações diluídas, apresentam baixo custo e, como não são tóxicos, podem ser utilizados seguramente nos estudos clínicos e laboratoriais. (GOING, 1972).

A fluorceína é um corante não-tóxico, e apresenta bastante contraste; no entanto, alguns materiais utilizados podem anular seu efeito, como o óxido de zinco e o eugenol (CHRISTEN; MITCHELL, 1966).

Pouca ênfase tem sido dada na diferença do tamanho das moléculas e nas partículas de corante e seu comportamento, quando usados em condições de teste. Alguns corantes, tal como fucsina básica, têm mostrado unir-se preferencialmente com a dentina cariada, já o corante azul de metileno tem afinidade pelo glicosaminoglicano presente na dentina (FARNDALÉ et al., 1986) e o nitrato de prata, por seu baixíssimo peso molecular (0.059 nm), quando comparado ao tamanho de uma bactéria típica (0,5-1,0 µm), é mais penetrativo (ALANI; TOH, 1997). Estudos que utilizam traçadores químicos tiveram problemas similares aos estudos com corantes, especialmente na interpretação dos resultados.

Corantes que exibem uma propensão de união à estrutura dental ou material restaurador sob investigação podem, potencialmente, demonstrar uma fenda mais ampla e mais profunda do que existe realmente.

Uma vez que a permeabilidade dentinária funciona como fator que deve ser considerado no momento de avaliar o grau de infiltração, é necessário diferenciar o manchamento dentinário pelo corante da real microinfiltração entre as paredes cavitárias e o material restaurador (ALANI; TOH, 1997; GALE; DARVELL, 1999). Por isso, foi defendido por Kidd (1976) e Trowbridge (1987) o método de estudo da microinfiltração das falhas marginais pela invasão bacteriana, o qual seria mais realístico clinicamente do que o uso dos métodos de difusão por corantes ou isótopos.

NUNES, Margareth Calvo Pessutti; FRANCO, Eduardo Batista; PEREIRA, José Carlos. Microinfiltração marginal: análise crítica da metodologia. *Salusvita*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 469-485, 2005.

NUNES, Margareth  
Calvo Pessutti;  
FRANCO,  
Eduardo Batista;  
PEREIRA, José  
Carlos.  
Microinfiltração  
marginal: análise  
crítica da  
metodologia.  
*Salusvita*, Bauru,  
v. 24, n. 3,  
p. 469-485, 2005.

## AVALIAÇÃO DO RESULTADOS DE MICROINFILTRAÇÃO

O método de análise da infiltração pode ser qualitativo ou quantitativo. O método qualitativo é o mais utilizado (BRACKETT et al., 1997; BRACKETT et al., 1998; ZANATA et al., 1998) por ser de fácil realização, necessitando apenas de projetores de slides, lupas ou de um microscópio de poucos aumentos. Por meio do sistema de escores, avaliadores calibrados analisam individualmente a infiltração ocorrida na interface dente/material restaurador em relação às paredes cavitárias, e os resultados são comparados. Quando há divergências, nova avaliação é realizada e procura-se o consenso. Já no método quantitativo (YOUNGSON, 1992; FRIEDL et al., 1997; WIBOWO; STOCKTON, 2001), é necessário o uso de microscópios com oculares calibradas (CRIM; SHAY, 1987) ou programas de computador (GWINNETT et al., 1995; CAMPOS et al., 2002) e meios de se copiar as imagens, para que a infiltração seja mensurada em unidade métrica ou por porcentagem (PRATI et al., 1997).

Também foi relatado um método quantitativo por absorvância, utilizando medida volumétrica da infiltração do corante (MAGALHÃES et al., 1999) e outro mensurando a infiltração de maneira tridimensional (YOUNGSON, 1992). O método quantitativo é mais oneroso e minucioso, contudo, permite realizar análise estatística de forma paramétrica, facilitando o estudo dos valores e dos resultados. A escolha do método a ser utilizado pode não interferir no processo de análise da infiltração, modificando seus resultados finais, porém, a utilização de procedimento padrão e de medidas quantitativas, assim como medidas qualitativas sob MEV para avaliação da adaptação das restaurações nas cavidades (TAYLOR; LYNCH, 1993), permitiriam alcançar resultados mais confiáveis e passíveis de discussão nos estudos de microinfiltração.

Em estudos preliminares, CAMPOS et al. (2002) observaram que a análise da microinfiltração, mesmo pelo método quantitativo, ainda é um pouco empírica e subjetiva. Isso acontece quando são utilizados programas de computação para mensuração da penetração do corante nos espécimes em que o avaliador é quem controla a extensão que a infiltração alcançou. Entendemos que existe limitação visual do avaliador ao observar a penetração do corante somente via monitor do computador, porque – ainda

que a imagem seja aumentada digitalmente – sempre ocorre uma distorção, dificultando a análise da real infiltração. Os autores verificaram valores de infiltração diferentes para os mesmos espécimes corados por fucsina básica a 0,5%, quando analisados em programa de computação e sob estereomicroscópio; por isso, sugere-se uma análise prévia do espécime sob microscópio, para que seja feita uma marcação do limite da infiltração, a qual, posteriormente, será mensurada pelo programa de computação. Essa análise prévia também é importante para que se confirme que a penetração do corante se deu realmente pela interface dente/material restaurador e não por outra região do dente, como uma área não impermeabilizada ao redor das restaurações (GALE; DARVELL, 1999) ou pelo desgaste do cimento e exposição da dentina pós-procedimentos de acabamento e polimento (PRATI et al., 1997), o que interferiria nos resultados.

NUNES, Margareth Calvo Pessutti; FRANCO, Eduardo Batista; PEREIRA, José Carlos. Microinfiltração marginal: análise crítica da metodologia. *Salusvita*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 469-485, 2005.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção da integridade marginal das restaurações é essencial para o sucesso clínico, sendo que sua ausência proporciona o aparecimento de infiltrações na interface dente/material restaurador, o que poderá causar cáries secundárias e injúrias ao complexo dentino-pulpar.

A literatura mostra que não é possível se reproduzir *in vitro* as condições encontradas *in vivo* na cavidade bucal, pois os pacientes apresentam diferenças em função do risco de cárie, apresentando dieta e controles de placa individualizados. No entanto, estudos laboratoriais podem direcionar seus resultados para o desempenho clínico dos materiais avaliados. Os estudos *in vitro* têm sido largamente utilizados para avaliação de microinfiltrações na interface dente/restauração.

Com a pesquisa na literatura sobre o assunto, encontra-se uma variedade de metodologias para o estudo da ocorrência de infiltrações marginais, que apresentam vantagens e/ou limitações. Nenhum método utilizado para a avaliação de microinfiltração na interface dente/materiais restauradores é ideal.

Apesar da análise da infiltração marginal por meio de corantes ainda ser bastante utilizada nas pesquisas, apresenta dificuldades inerentes ao método, havendo necessidade de padronização. Uma metodologia adequada conduz a uma correta avaliação e interpretação dos resultados, permitindo, dessa forma,

NUNES, Margareth  
Calvo Pessutti;  
FRANCO,  
Eduardo Batista;  
PEREIRA, José  
Carlos.  
Microinfiltração  
marginal: análise  
crítica da  
metodologia.  
*Salusvita*, Bauru,  
v. 24, n. 3,  
p. 469-485, 2005.

sua comparação e discussão.

Apesar de haver inúmeros trabalhos sobre infiltração marginal, a grande maioria não menciona as dificuldades inerentes à metodologia de análise, assim como não questionam as diferenças encontradas nos valores de infiltração entre diversas pesquisas que utilizam o mesmo material e técnica operatória.

## REFERÊNCIAS

1. ABDALLA, A. I.; DAVIDSON, C. L. Comparison of the marginal integrity of in vivo and in vitro class II composite restorations. *J. Dent.*, v. 21, n. 3, p. 158-162, June 1993.
2. ALANI, A. H.; TOH, C. G. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper. Dent.*, v. 22, p. 173-185, 1997.
3. BIJELLA, M. F. B. et al. In vitro quantitative evaluation of marginal microleakage in class II restorations confected with a glass ionomer cement and two composite resins. *Pesq. Odont. Bras.*, v. 15, n. 4, p. 277-282, out. /dez. 2001.
4. BOWEN, R. L. et al. Hardening shrinkage and hygroscopic expansion of composite resins. *J. Dent. Res.*, v. 61, n. 5, p. 654-682, May 1982.
5. BRACKETT, W. W. et al. Effect of finishing method on the microleakage on class V resin composite restorations. *Am. J. Dent.*, v. 10, n. 4, p. 189-191, Aug. 1997.
6. \_\_\_\_\_. Microleakage of class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. *J. Prosthet Dent.*, v. 79, n. 3, p. 261-263, Mar. 1998.
7. BULLARD, R. H. et al. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J Amer. Dent. Ass.*, v. 116, p. 871-874, June 1988.
8. CAMPOS, B. B. et al. Efeito do número de ciclos térmicos na infiltração marginal de restaurações de resina composta. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, Águas de Lindóia, 19, 2002. Anais, Águas de Lindóia, Resumo n. Pa 239, p. 152, 2002.
9. CHAN, M. F. W. Y.; GLYN-JONES, J. C. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. *J. Dent.*, v. 22, n. 5, p. 292-295, Jan. 1994.
10. CHRISTEN, A. G.; MITCHELL, D. F. A fluorescent dye method for demonstrating leakage around dental restorations. *J. Dent. Res.*, v. 45, n. 2, p. 1.485-1.492, 1966.
11. COY, H. D. Direct resin fillings. *J Amer. Dent. Ass.*, v. 47, n. 5,

- p. 532-537, Nov. 1953.
12. CRIM, G. A.; GARCIA-GODOY, F. Microleakage: the effect of storage and cycling duration. *J. Prosth. Dent.*, v. 53, n. 5, p. 574-576, May 1987.
  13. CRIM, G. A.; MATTINGLY, S. L. Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. *J. Prosth. Dent.*, v. 45, n. 2, p. 160-163, Feb. 1981.
  14. CRIM, G. A. Effect of immediate versus delayed thermal stress on two adhesives. *Quintessence Int.*, v. 20, n. 7, p. 517-519, July 1989.
  15. CRIM, G. A. et al. Comparison of four thermocyclin techniques. *J. Prosth. Dent.*, v. 53, n. 1, p. 50-53, Jan. 1985.
  16. CRIM, G. A.; SHAY, J. S. Microleakage pattern of a resin-veneered glass-ionomer cavity liner. *J. Prosth. Dent.*, v. 58, n. 3, p. 273-276, Sept. 1987.
  17. DAVIDSON, C. L.; FEILZER, A. J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J. Dent.*, v. 25, n. 6, p. 436-440, Nov. 1997.
  18. DÉJOU, J. et al. Influence of criteria on the results of in vitro evaluation of microleakage. *Dent. Mater.*, v. 12, n. 6, p. 342-349, Nov. 1996.
  19. EFES, B. G. et al. Microleakage of composite materials in bovine and human teeth. *J. Dent. Res.*, v. 82, Spec. Issue, Abstract #1957, p. 256, 2003.
  20. FARNDAL, R. W. et al. Improved quantification and discrimination of sulphated glycosaminoglycans by use of dimethyl methylene blue. *Biochim. Biophys. Acta*, n. 883, p. 173-177, 1986.
  21. FISH, 1933. In: SWARTZ, M.; PHILLIPS, R. W. In vitro studies on the marginal leakage of restorative materials. *J. Amer. Dent. Ass.*, v. 62, p. 141-151, Feb. 1961.
  22. GALE, M. S.; DARVELL, B. W. Dentine permeability and tracer tests. *J. Dent.*, v. 27, n. 1, p. 1-11, Feb. 1999.
  23. GLYN-JONES, J. C. et al. Marginal leakage associated with three posterior restorative materials. *J. Dent.*, v. 16, p. 130-134, 1988.
  24. GOING, R. E. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J. Amer. dent. Ass.*, v. 84, p. 1.349-1.357, June 1972.
  25. GWINNETT, J. A. et al. Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative inter-

NUNES, Margareth Calvo Pessutti;  
FRANCO, Eduardo Batista;  
PEREIRA, José Carlos.  
Microinfiltração marginal: análise crítica da metodologia. *Salusvita*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 469-485, 2005.

NUNES, Margareth  
Calvo Pessutti;  
FRANCO,  
Eduardo Batista;  
PEREIRA, José  
Carlos.  
Microinfiltração  
marginal: análise  
crítica da  
metodologia.  
*Salusvita*, Bauru,  
v. 24, n. 3,  
p. 469-485, 2005.

- faces. *J. Prosthet. Dent.*, v. 74, p. 575-585, Dec. 1995.
26. HAKIMEH, S. et al. Microleakage of compomer class V restorations: Effect of load cycling, thermal cycling, and cavity shape differences. *J. Prosth. Dent.*, v. 83, n. 2, p. 194-203, Feb. 2000.
  27. HANSEN, E. K. Visible light-cured composite resins: polymerization, contraction pattern and hygroscopic expansion. *Scand. J. Dent. Res.*, v. 90, p. 329-335, 1982.
  28. JÖRGENSEN, K. D. Some observations on silicate cement. *Acta. Odont. Scand.*, v. 28, p. 117-127, 1970.
  29. JÖRGENSEN, et al. Deformation of cavities and resin filling in loaded teeth. *Scand. J. dent. Res.*, v. 84, p. 46-50, 1976.
  30. KIDD, E. A. M. Microleakage: a review: *J. Dent.*, v. 4, n. 5, p. 199-206, Sept. 1976.
  31. LITKOWSKI, L. J. et al. comparison of thermal cycling methods for evaluation microleakage. *J. Dent. Res.*, v. 68, n. 2, p. 207, 1989.
  32. MAGALHÃES, C. S. de. et al. Volumetric microleakage assessment of glass-ionomer-resin composite hybrid materials. *Quintessence Int*, v. 30, n. 2, p. 117-121, Feb. 1999.
  33. NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. Properties of dentin. In: \_\_\_\_\_. *Hibridização dos tecidos dentais duros. Quintessence*, São Paulo, Chapter II, p. 35, 2000.
  34. NAKAMICHI, I. et al. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J. Dent. Res.*, v. 62, p. 1.076-1.081, 1983.
  35. NELSEN, R. J. et al. Fluid exchange at the margins of dental restoration. *J. Amer. Dent. Ass.*, v. 44, n. 3, p. 288-295, Mar. 1952.
  36. PAFFENBARGER, G. C. et al. Direct and indirect filling resins: A review of some physical and chemical properties. *J. Amer. Dent. Ass.*, v. 47, p. 516-524, 1953.
  37. PRATI, C. et al. Marginal morphology of class V composite restorations. *Am. J. Dent.*, v. 10, n. 5, p. 231-236, Oct. 1997.
  38. RASKIN, A. et al. Microleakage in vitro tests: evaluation criteria and statistical methods. *J. Dent. Res.*, v. 78, Special Issue, Abstract n. 1680, p. 353, 2000.
  39. RETIEF, D. H. Do adhesives prevent microleakage? *Int. Dent. J.*, v. 44, n. 1, p. 19-26, 1994.
  40. RETIEF, D. H. Standardizing laboratory adhesion tests. *Amer. J. Dent.*, v. 4, n. 5, p. 231-236, Oct. 1991.
  41. RIGSBY, D. F. et al. Effect of axial load and temperature cycling on microleakage of resin restorations. *Am. J. Dent.*, v. 5, n. 3,

- p. 155-159, June 1992.
42. ROSSOMANDO, K. J.; WENDT, S. L. Thermocycling and dwell times in microleakage evaluation for restoration for bonded restorations. *Dent. Mat.*, v. 11, p. 74-151, Jan. 1995.
  43. SANTINI, A. et al. Effect of composite resin placement techniques on the microleakage of two self-etching dentin-bonding agents. *Am. J. Dent.*, v. 14, n. 3, p. 132-136, June 2001.
  44. SCHILKE, R. et al. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch. Oral Biol.*, v. 45, n. 5, p. 355-361, May 2000.
  45. SCHMALZ, G. et al. Permeability characteristics of bovine and human dentin under different pretreatment conditions. *J. Endod.*, v. 27, n. 1, p. 23-30, Jan. 2001.
  46. SCHUCKAR, M.; GEURTSSEN, W. Proximo-cervical adaptation of class II composite restorations after thermocycling: a quantitative and a qualitative study. *J. Oral Rehab.*, v. 20, n. 10, p. 766-775, Oct. 1997.
  47. SHORTALL, A. C. Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. *Brit. Dent. J.*, v. 153, n. 5, p. 223-237, Sept. 1982.
  48. SWARTZ, M.; PHILLIPS, R. W. In vitro studies on the marginal leakage of restorative materials. *J. Amer. Dent. Ass.*, v. 62, p. 141-151, Feb. 1961.
  49. TAYLOR, M. J.; LYNCH, E. Microleakage. *J. Dent.*, v. 20, n. 1, p. 3-10, Jan. 1992.
  50. TAYLOR, M. J.; LYNCH, E. Marginal adaptation. *J. Dent.*, v. 21, n. 5, p. 265-273, Oct. 1993.
  51. TITLEY, K. et al. The composition and ultra structure of resin tags in etched dentin. *Am. J. Dent.*, v. 8, n. 5, p. 224-230, Oct. 1995.
  52. TORSTENSEN, B.; BRÄNNSTRÖM, M. Contraction gap under composite resin restorations: effect of hygroscopic expansion and thermal stress. *Oper. Dent.*, v. 13, n. 1, p. 24-31, Jan./Feb. 1988.
  53. TROWBRIDGE, H. O. Model systems for determining biologic effects of microleakage. *Oper. Dent.*, v. 12, p. 164-172, 1987.
  54. VERONEZI, M. C. et al. *Influência da ciclagem térmica e do método de avaliação na determinação da microinfiltração em restaurações de resina composta*. 2000. 222 p. Tese (Doutorado)– Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de

NUNES, Margareth Calvo Pessutti;  
FRANCO, Eduardo Batista;  
PEREIRA, José Carlos.  
Microinfiltração marginal: análise crítica da metodologia. *Salusvita*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 469-485, 2005.

NUNES, Margareth  
Calvo Pessutti;  
FRANCO,  
Eduardo Batista;  
PEREIRA, José  
Carlos.  
Microinfiltração  
marginal: análise  
crítica da  
metodologia.  
*Salusvita*, Bauru,  
v. 24, n. 3,  
p. 469-485, 2005.

São Paulo, Bauru, 2000.

55. WENDT, S. L. et al. The effect of thermocycling in microleakage analysis *Dent. Mat.*, v. 8, p. 181-184, May 1992.
56. WIBOWO, G.; STOCKTON, L. Microleakage of class II composite restorations. *Am. J. Den.*, v. 14, n. 3, p. 177-185, June 2001.
57. YEARN, J. A. F. Factors affecting cure of visible light activated composite. *Int. Dent. J.*, v. 35, n. 3, p. 218-225, Sep. 1985.
58. YOUNGSON, C. C. A technique for three-dimensional microleakage assessment using tooth sections. *J. Dent.*, v. 20, n. 4, p. 231-234, Aug. 1992.
59. ZANATA, R. L. et al. Avaliação in vitro da microinfiltração em cavidades de classe V restauradas com diferentes combinações de resina composta e cimento de ionômero de vidro. *Rev. Odontol. Univer. São Paulo*, v. 12, n. 2, p. 113-119, abr./jun. 1998.