

Uso dos Materiais de Moldagem

Os materiais de moldagem podem ser usados na captura precisa dos formatos dos rebordos edentados (tecidos moles) e dentes (tecidos duros). Os elastômeros são extremamente utilizados no preparo de modelos de trabalho para prótese fixa, próteses parciais removíveis e restaurações unitárias, como *inlays*, *onlays* e próteses unitárias. Os materiais de moldagem elastoméricos muito fluidos, ou seja, a pasta leve, também são usados para moldagem de rebordos edentados.



QUESTÃO CRÍTICA

Quais são as consequências de se realizar uma moldagem quando o tempo de trabalho está excedido?

MATERIAIS DE MOLDAGEM ELASTOMÉRICOS

Os elastômeros referem-se a um grupo de polímeros borrachóides que apresentam ligações cruzadas de origem química ou física. Estes materiais podem facilmente ser estirados e rapidamente recuperam suas dimensões originais quando uma tensão aplicada é liberada.

Quimicamente, existem quatro tipos de elastômeros empregados como material de moldagem: *polissulfetos*, *siliconas polimerizadas por condensação*, *silicona polimerizada por adição* e *poliéter*. Produtos representativos podem ser vistos na Figura 9-2. Todos esses materiais podem replicar estruturas intra e extra-orais com riqueza de detalhes suficiente para permitir a confecção de próteses fixas e removíveis. A maioria dos materiais são sistemas de dois componentes fornecidos na forma de pasta. A diferença nas cores dessas pastas permite que o material seja dispensado por meio de pontas misturadoras espiraladas ou sobre uma placa ou bloco de papel para espatulação, em partes iguais, misturado e espatulado até alcançar uma coloração homogênea. A reação de presa ocorre por meio de uma combinação de **polimerização em cadeia**, que aumenta progressivamente formando **ligações cruzadas** entre si, por meio de uma **reação por condensação** ou **por adição**. A Especificação No. 19 da ANSI/ADA identifica esses materiais como *materiais de moldagem elastoméricos não aquosos*. Neste capítulo, eles serão referidos simplesmente como *materiais de moldagem elastoméricos*.

A especificação atual da ANSI/ADA considera três tipos de materiais de moldagem elastoméricos. O tipo de classificação está baseado em propriedades elásticas seletivas e nas alterações dimensionais dos materiais após a presa, e não em sua química. Entretanto, cada tipo está subdividido em quatro classes de viscosidade, incluindo material leve, material médio ou regular, material pesado e massa densa (*putty*). A viscosidade é uma propriedade que controla as características de escoamento de um determinado material.

Características

As propriedades reológicas dos elastômeros representam um importante papel no sucesso de sua aplicação, no que se refere à reprodução precisa de detalhes. Esses materiais são introduzidos na

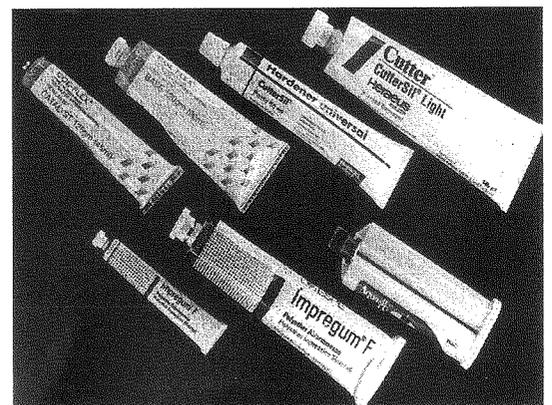


Fig. 9-2 Exemplos comerciais de elastômeros disponíveis comercialmente: Acima, à esquerda, polissulfeto. Acima, à direita, silicona de condensação. Abaixo, à esquerda, poliéter. Abaixo, à direita, cartuchos do sistema automistura de silicona por adição.

boca em estado pastoso (líquido viscoso) com propriedades de escoamento cuidadosamente ajustadas. A reação de presa os converte em um sólido viscoelástico. O comportamento de escoamento apropriado da forma sólida é essencial, se o objetivo for a obtenção de uma moldagem precisa. Da mesma forma, a viscosidade e o escoamento dos componentes não misturados das pastas são importantes, porque estas propriedades determinam a facilidade de manipulação, a quantidade de ar incorporado durante a espatulação e a tendência de o ar aprisionado ser eliminado antes da moldagem ser realizada.

A aferição do tempo de trabalho começa com o início da mistura e termina pouco antes do material ter desenvolvido suas propriedades elásticas. Esse tempo deve exceder àquele requerido para fazer a mistura, preencher a moldeira e/ou a seringa, injetar o material sobre os preparos e assentar a moldeira na boca. O tempo de presa pode ser descrito como o tempo decorrido entre o início da mistura até o avanço suficiente da reação de presa para que a moldagem possa ser removida da boca sem distorção significativa. Se o material não estiver em estado adequado de "presa", ele não terá desenvolvido propriedades elásticas adequadas para responder à deformação ocorrida durante sua remoção da boca. A maioria dos tempos de presa dos materiais de moldagem recomendados pelos fabricantes é muito curta. Esperar uns minutos a mais, antes de sua remoção, assegurará uma maior margem de sucesso. Lembre-se, portanto, que a polimerização pode continuar por um certo tempo após a presa.

Propriedades Viscoelásticas

O material de moldagem ideal deve reproduzir de forma precisa as estruturas orais, ser facilmente removido da boca sem se distorcer e manter sua estabilidade dimensional após o vazamento do gesso. A distorção produzida durante sua remoção deverá ser mínima se os clínicos se lembrarem de romper a selagem com um jato de ar. Após a penetração do ar na moldagem, a selagem será desfeita, facilitando a remoção da moldeira de maneira rápida, com mínima rotação.

A viscoelasticidade descreve a dependência da resposta do material de moldagem à velocidade de remoção (taxa de deformação). O comportamento viscoelástico é intermediário entre um sólido elástico e um líquido viscoso. Um sólido elástico pode ser visto como uma mola, que se deforma instantaneamente a uma certa extensão quando uma força específica é aplicada. A deformação será revertida completamente, quando a força for removida. Por outro lado, o líquido viscoso é similar a um amortecedor a óleo, que não responde instantaneamente a nenhuma força externa, porém se deforma à medida que a força é aplicada por um tempo. O amortecedor continua a se deformar em uma taxa proporcional à duração da aplicação da carga, até que ela seja removida. Ao contrário do comportamento reversível de um sólido elástico, a deformação exibida pelo amortecedor é permanente.

O modelo mais simples que demonstra o comportamento viscoelástico é o de Maxwell-Voigt (Fig. 9-3, A), que consiste em uma mola (S1) e um amortecedor (D1) em série, e um segundo conjunto (S2 e D2) em paralelo. Quando se aplica uma força, tanto de tração quanto de compressão, como demonstrado pela seta, a mola S1 responde instantaneamente com uma quantidade de deformação definida. Nesse instante, o amortecedor D1 não exibirá qualquer deformação, e o amortecedor D2 evitará que a mola S2 se deforme, graças à sua inércia (Fig. 9-3, B). Se a mesma carga continuar a ser aplicada no sistema, ambos os amortecedores serão ativados e continuarão a se deformar durante o tempo em que a carga permanecer aplicada (Fig. 9-3, C). Enquanto isso, a mola S1 mantém a mesma magnitude de deformação. No momento em que a carga é removida, a deformação exibida pela mola S1 é recuperada enquanto as demais porções do sistema se mantêm inalteradas (Fig. 9-3, D). Com o tempo, a mola S2 lentamente supera a inércia do amortecedor D2 e retorna ao seu comprimento original juntamente com D2 (Fig. 9.3, D). Este processo geralmente leva tempo, e não há recuperação completa. A deformação do amortecedor D1 será permanente.

Este comportamento viscoelástico é de considerável importância clínica. De acordo com o modelo, a quantidade de deformação permanente atribuída a cada amortecedor é ditada pela duração da tensão ou compressão do material. O molde nunca deve ser removido com movimentos ondulatórios ou basculantes, mas sim em movimento único e abrupto, no sentido mais paralelo

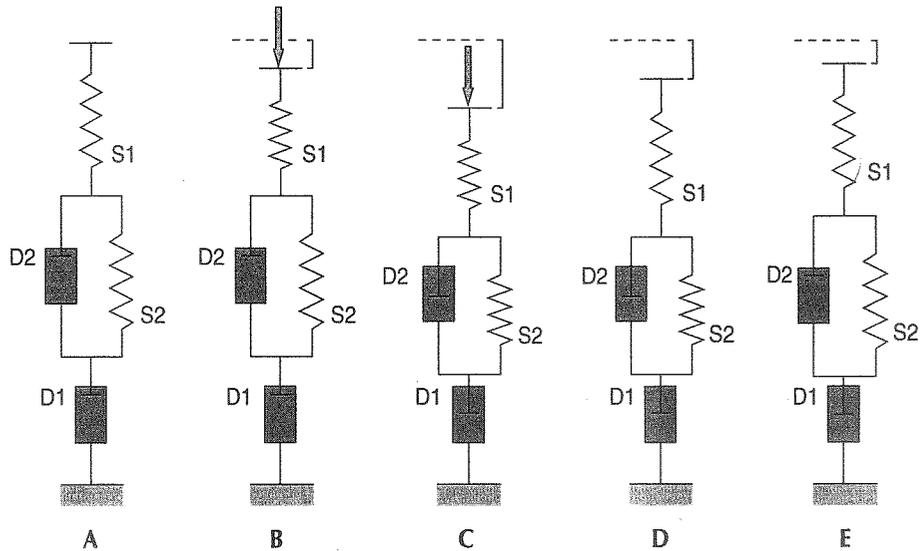


Fig. 9-3 Modelo mecânico mostrando a resposta de um material viscoelástico à aplicação e remoção de uma carga externa. **A**, Um modelo viscoelástico de Maxwell-Voigt, onde a carga ainda não foi aplicada. **B**, No momento da aplicação da carga, somente a mola S1 se contrai em resposta à carga. **C**, À medida que a carga persiste, o pistão no amortecedor D1 e D2 se movimenta proporcionalmente à duração da carga. A mola S2 se contrai juntamente com o amortecedor D2. Nenhuma alteração é esperada na mola S1. **D**, Quando a carga é removida, a mola S1 se recupera instantaneamente, enquanto os demais elementos permanecem inalterados. A mola S2 também deveria se recuperar instantaneamente, porém a recuperação é retardada pelo movimento lento do amortecedor D2. **E**, Com o tempo, a mola S2 recupera e estende o amortecedor D2 lentamente até próximo de sua posição original. O amortecedor D1 permanece inalterado. O colchete no alto de cada modelo indica o grau de deformação ocorrido.

possível ao longo eixo dos dentes. Entretanto, um movimento suave ondulatório ou basculante será inicialmente necessário para romper a selagem entre o material de moldagem e os tecidos moles e duros.

A quantidade de deformação permanente exibida pelos materiais de moldagem elastoméricos é clinicamente insignificante, uma vez que: (1) o material se geleifique adequadamente, (2) nenhuma pressão seja aplicada sobre a moldeira durante a polimerização, (3) o molde seja removido rapidamente no longo eixo da inserção da moldeira, e (4) as áreas retentivas presentes na cavidade preparada sejam mínimas.



QUESTÃO CRÍTICA

Que tipo genérico de material de moldagem representa o material ideal quanto à estabilidade dimensional, resistência ao rasgamento, capacidade de ser vazado duas ou mais vezes, sem distorção, e hidrofília?

MATERIAIS DE MOLDAGEM ELASTOMÉRICOS: COMPOSIÇÃO E QUÍMICA

Polissulfetos

O componente básico dos polissulfetos é uma mercaptana multifuncional (-SH) ou um polímero de polissulfeto. Este polímero linear contém aproximadamente 1 mol porcentual de grupos pendentos -SH. Um agente oxidante, como o óxido de chumbo é usado para promover a polimerização por meio do aumento da cadeia entre os grupamentos terminais -SH e produzir ligações cruzadas entre os grupamentos pendentos -SH (Fig. 9-4). É o dióxido de chumbo que concede, caracteristicamente, a cor marrom ao polissulfeto.

A reação de presa inicia-se no começo da mistura e alcança sua velocidade máxima tão logo a espátulação se complete. Neste estágio, uma rede resiliente começa a se formar. Durante a presa

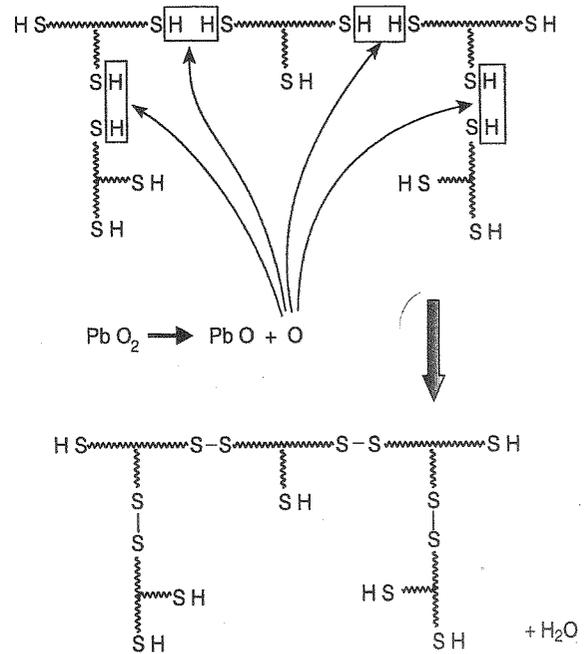


Fig. 9-4 *Acima*, grupamentos SH interagem com o oxigênio do dióxido de chumbo. *Abaixo*, Reação de condensação final resultando na liberação de água como subproduto.

final, um material com elasticidade e resistência adequadas é formado e pode ser removido facilmente de áreas retentivas.

A umidade e a temperatura exercem um efeito significativo no curso da reação. Em particular, condições de calor e umidade aceleram a presa do material. O subproduto gerado na reação de condensação é a água. A perda de pequenas quantidades de água no material polimerizado tem um efeito significativo na estabilidade dimensional da moldagem.

A **pasta-base** contém o polímero de polissulfeto, uma carga apropriada (litopônio ou dióxido de titânio) para conferir a resistência necessária, um plastificador (dibutilftalato) para conferir viscosidade apropriada à pasta e uma pequena quantidade de enxofre, aproximadamente 0,5%, para acelerar a reação.

A **pasta catalisadora** ou **aceleradora** contém dióxido de chumbo. No entanto, os termos *catalisador* e *acelerador* são errôneos. O termo mais apropriado para a reação dos polissulfetos é *reator* (pata reatora). Além disso, o mesmo plastificador empregado na pasta-base, bem como uma quantidade igual de carga, estão contidos na pasta reatora, acrescidos de ácido oléico ou esteárico, ambos retardadores, que são adicionados à pasta reatora para controlar a velocidade de reação.

Cada pasta é fornecida em tubos com diâmetros diferentes; assim, ao dispensá-las em comprimentos iguais, obtém-se a correta proporção do polímero de ligação cruzada. Em virtude de a composição do material dos tubos ser balanceada com a correspondente pasta aceleradora, os tubos correspondentes fornecidos pelo fabricante devem ser sempre utilizados para a mistura.

Silicona por Condensação

O componente básico das siliconas por condensação consiste em um radical α - ω -hidroxipoli-dimetil siloxano (Fig. 9-5, *Acima*). A polimerização por condensação desses materiais envolve a reação de silicatos de alquila tri e tetrafuncionais, comumente denominados ortosilicatos tetraetílicos, na presença de octoato de estanho. O tamanho médio da cadeia polimérica de siliconas consiste em aproximadamente 1.000 unidades. A formação do elastômero ocorre por meio da ligação cruzada entre os grupamentos terminais do polímero de silicona e o silicato de alquila, para formar uma rede tridimensional como a mostrada na Figura 9-5, *Inferior*. O álcool etílico é o subproduto da reação de polimerização por condensação. Sua subsequente evaporação provavelmente contribui muito com a contração que ocorre nessas siliconas após a polimerização.

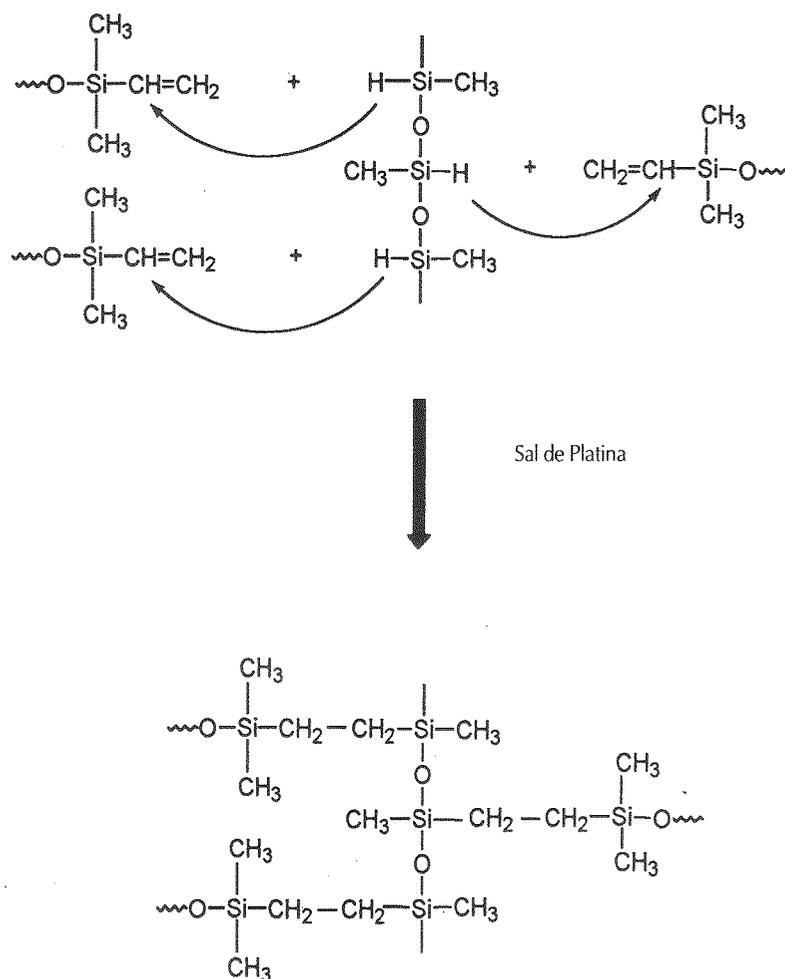


Fig. 9-6 Acima, átomos de hidrogênio na espinha dorsal da cadeia da vinilsilicona movem-se para o grupamento vinílico durante a polimerização por adição. Abaixo, estrutura final depois de iniciada a reação de polimerização pelo sal de platina.

Não existe a formação de subprodutos, contanto que as corretas proporções de vinilsilicona e silicona hídrica sejam mantidas e não haja impurezas. Entretanto, uma reação secundária entre a umidade e hidretos residuais do polímero-base podem levar à produção de gás hidrogênio. Embora, tecnicamente, isso não seja a formação de um subproduto, o hidrogênio liberado do material polimerizado pode produzir porosidades no gesso que foi vazado imediatamente após a obtenção do molde. Os fabricantes freqüentemente adicionam metais nobres, como platina ou paládio, para agirem como captadores de hidrogênio liberado. Uma outra forma de compensar a liberação de hidrogênio é aguardar uma hora ou mais antes de vaziar o molde. Esta espera não causa nenhuma alteração dimensional detectável clinicamente. A maioria dos materiais atuais tem sido desenvolvida de forma a eliminar ou minimizar efeito adverso.

A pasta-base contém polimetil-hidrogênio siloxano, bem como outros pré-polímeros siloxanos. A pasta catalisadora contém divinilpolidimetil siloxano e outros pré-polímeros siloxanos. Se a pasta "catalisadora" contiver o sal de platina como ativador, então a pasta rotulada como "base" precisa conter silicona híbrida. Retardadores podem estar também presentes na pasta que contém a platina catalisadora. Ambas as pastas contém carga.

Uma das desvantagens das siliconas é sua inerente natureza hidrófoba. Qualquer tipo de distorção e/ou perda de detalhes nas margens da moldagem é, provavelmente, causada pela presença de umidade na região a ser moldada. Um surfactante não-iônico é adicionado à pasta, para deixar a superfície do material de moldagem hidrofílica. Esse surfactante migra para a superfície do material de moldagem com seu segmento hidrofílico orientado em direção à superfície. O fenômeno permite que o material de moldagem escoe melhor sob os tecidos úmidos e proporcione uma melhor reprodução de detalhes pelo gesso vazado. Ainda assim, esses materiais requerem

um campo seco, mas reproduzem de forma mais precisa a superfície dos tecidos moles. O vazamento do molde com o gesso é facilitado, pois o gesso tem melhor afinidade com superfícies hidrofílicas. Este é, provavelmente, o maior benefício da incorporação de aditivos hidrofílicos aos vinilpolisiloxanos.

A contaminação por ditiocarbamato utilizado na fabricação de algumas luvas de látex inibe a polimerização do material. Algumas luvas de vinil podem produzir o mesmo efeito, uma vez que contêm estabilizadores empregados no processo de fabricação dessas luvas. Essa contaminação é tão penetrante, que apenas um toque com uma luva nas áreas a serem moldadas pode inibir a polimerização do material, algumas vezes em áreas críticas. Essa inibição produz uma importante distorção.

Poliéter

Este tipo de material elastomérico foi introduzido na Alemanha no final dos anos de 1960. É um polímero à base de poliéter, polimerizado pela reação entre anéis de aziridina, que estão situados no término dos ramos moleculares de poliéteres (Fig. 9-7, à esquerda). A cadeia principal é provavelmente um copolímero do óxido de etileno e um tetraidrofurano. A ligação cruzada e a presa são efetuadas por um iniciador, um éster sulfonado aromático (Fig. 9-7, acima), onde R é um grupo alquila. Ele produz uma ligação cruzada pela polimerização catiônica via grupamentos terminais amina (Fig. 9-7). Este material foi o primeiro elastômero desenvolvido primariamente com a função de material de moldagem. Todos os outros materiais de moldagem foram adaptados de outras aplicações industriais.

As borrachas de poliéter são fornecidas em forma de duas pastas. A pasta-base contém o polímero de poliéter, uma sílica coloidal como carga e um plastificador, como o glicoléter ou o ftalato. A pasta aceleradora contém um sulfonato de alquila aromático, além dos já mencionados plastificadores e cargas.

MATERIAIS DE MOLDAGEM ELASTOMÉRICOS: CONFECÇÃO DE UMA MOLDAGEM

O uso dos materiais de moldagem elastoméricos na construção de modelos de estudo e de trabalho e troquéis envolvem cinco etapas: (1) preparo da moldeira, (2) preparo do material, (3) confecção da moldagem, (4) remoção da moldagem e (5) preparo dos modelos e troquéis. Todos os materiais são fornecidos sob a forma de dois componentes. O primeiro passo é misturá-los de forma adequada para iniciar a reação. Uma moldeira individual de acrílico deve ser utilizada para minimizar os efeitos da contração de polimerização, da liberação de subproduto e da deformação associada ao assentamento e remoção da moldeira. A adesão do material de moldagem à moldeira também é essencial. A próxima etapa envolve a seleção da viscosidade preferida para confecção da moldagem. Pode-se selecionar a técnica de mistura múltipla ou a técnica de duas viscosidades, uma técnica de moldagem monofásica ou uma técnica de moldagem simultânea com duas viscosidades, massa densa-pasta leve. Após a presa do material, a moldagem deverá ser removida adequadamente sem induzir tensões. Finalmente, o modelo de gesso é vazado no molde dentro do período adequado.

Preparo dos Materiais de Moldagem

Quando os materiais são fornecidos sob a forma de duas pastas, o profissional deverá dispensar comprimentos iguais das pastas em placas de vidro ou blocos de mistura. Primeiramente, a pasta catalisadora é coletada da placa, com o auxílio de uma espátula metálica, e levada sobre a pasta-base, iniciando-se, assim, a mistura do material. Esta deverá ser espalhada no sentido vaivém no bloco de mistura. A massa é então raspada uniformemente com a lâmina da espátula do bloco de

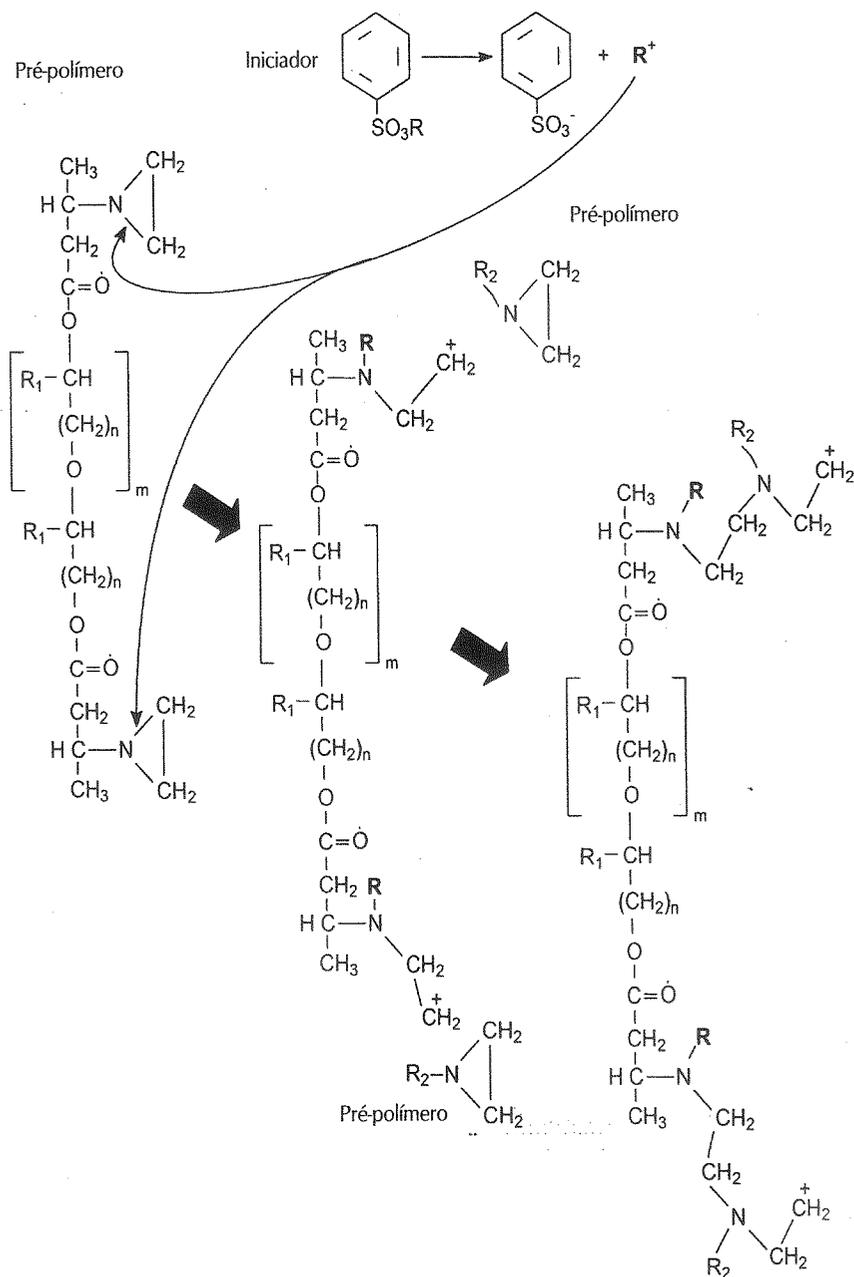


Fig. 9-7 *Acima*, o iniciador, que é um éster sulfonado aromático, dissocia-se e forma cátions alquila que se unem aos átomos de nitrogênio dos anéis terminais de aziridina do pré-polímero (**esquerda**). As setas indicam as ligações entre os cátions (R^+) e os átomos de nitrogênio. Esta ação abre o anel, e o pré-polímero reagido (**centro**) agora tem dois terminais amina etileno ($-NR-CH_2-CH_2^+$), que podem reagir com os átomos de nitrogênio dos pré-polímeros adjacentes não-reagidos, mostrados como anel de aziridina- R_2 . A propagação em cadeia da reação de polimerização forma uma molécula maior (**direita**) que continua crescendo pela união com os anéis de aziridina dos pré-polímeros adicionais não-reagidos. A reação de polimerização termina quando a cadeia em crescimento se combina com uma molécula semelhante.

mistura. A manipulação é conduzida até que a pasta obtenha uma coloração homogênea, sem a presença de estrias coloridas da pasta-base ou catalisador na mistura. Se a mistura não estiver homogênea, a reação de presa não será uniforme, gerando um molde distorcido. Se um dos componentes estiver sob a forma líquida, como alguns catalisadores para siliconas por condensação, a pasta-base será dispensada em um bloco para manipulação graduado e uma gota do líquido catalisador será adicionada para cada unidade de comprimento da pasta-base. Esses materiais são difíceis de misturar, em virtude da disparidade na viscosidade dos dois componentes.

Os dois sistemas de massa densa, que são disponíveis para as siliconas por condensação e adição, são proporcionados por volume, usando números iguais de colheres dosadoras de cada massa

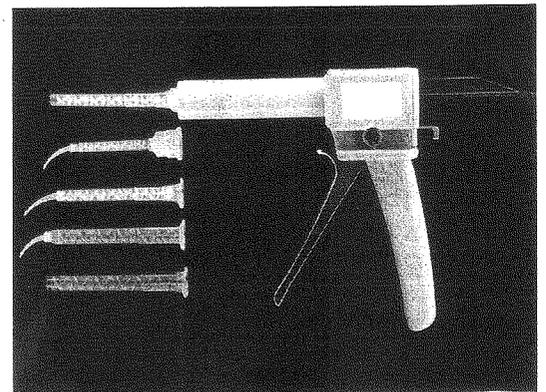
densa. A melhor técnica de mistura do material é espremer a massa entre os dedos até a obtenção de coloração uniforme. Quando o catalisador é um líquido, como nas siliconas por condensação, a mistura deve ser feita da mesma maneira com os dedos. Entretanto, alguns profissionais preferem incorporar o líquido por meio de uma manipulação inicial no bloco de papel para depois completar a manipulação com os dedos.

A similaridade na consistência das pastas e o comportamento de aumento de fluidez por forças de cisalhamento apresentado pelos vinilpolissiloxanos fazem com que o material possa ser dispensado e manipulado por um sistema automático. Um exemplo deste aparelho dispensador e vários tamanhos de pontas espiraladas para automistura podem ser vistos na Figura 9-8. Os dispensadores automáticos de mistura, comercializados por diferentes fabricantes são intercambiáveis, mas as pontas espiraladas de automistura não o são. Esses aparelhos são geralmente utilizados para as pastas de viscosidade leve e regular, porém o material pesado e a massa densa têm sido modificados para permitir o mesmo procedimento. As pontas de automistura variam em diâmetro, comprimento e tamanho do orifício de abertura da ponta, de acordo com a consistência do material. As siliconas por condensação e poliéteres também estão disponíveis neste sistema.

O material misturado é injetado diretamente sobre a moldeira, na qual um adesivo apropriado deve ser previamente aplicado, ou sobre os dentes preparados, se uma ponta especial for adicionada ao aparelho. Este aparelho tem certas vantagens quando comparado à manipulação manual. Com o sistema automático, há melhor uniformidade na proporção e na mistura, menor incorporação de ar na mistura e redução no tempo de manipulação. Há também menor possibilidade de contaminação do material. Uma precaução no emprego desse sistema de automistura é certificar-se de que os tubos do material não estão entupidos. Geralmente, a diferença na coloração das duas pastas é tão tênue que se torna difícil determinar se quantidades iguais de pasta-base e pasta catalisadora estão corretas. O problema pode ser evitado se uma pequena porção de material for descartada antes da colocação da ponteira no sistema de automistura. A falta de diferenciação entre as cores das pastas também dificulta a visibilidade da homogeneidade da mistura. Contudo, investigações sobre os sistemas de automistura têm demonstrado que a manipulação das pastas é adequada desde que o sistema seja usado devidamente. Este sistema também tem sido adaptado para mistura e inserção de materiais acrílicos temporários para próteses unitárias e fixas de vários elementos e para cimentos à base de óxido de zinco e eugenol.

Um desenvolvimento recente no sistema de automistura e dispensa automática é a presença de um misturador mecânico dinâmico. No lugar de cartuchos duplos, como descrito, os materiais são acondicionados em bolsas plásticas dentro de uma máquina que usa um motor para forçar a saída do material em direção à ponta misturadora, e a espiral dentro das pontas misturadoras giram à medida que o material é expelido. Usando esse sistema, a mistura de materiais com maior viscosidade pode ser conseguida com pouco esforço. Poliéteres e siliconas por adição de várias viscosidades também estão disponíveis no sistema.

Fig. 9-8 Cartucho de automistura e dispensa para as siliconas por adição. Quando o gatilho é acionado, o êmbolo é impulsionado (à esquerda) de encontro à base do êmbolo da pasta-base e do catalisador, que são forçados para o interior da ponta misturadora em espiral (extrema esquerda). As pastas passam pelas espirais e saem como uma massa consistente e uniforme. Quatro diferentes tamanhos de pontas são mostradas à esquerda; elas são desenhadas para as diferentes consistências dos materiais. Para o material mais viscoso, a ponta maior deverá ser usada. Ponteiras intra-orais poderão ser acopladas às pontas da automistura para injetar o material diretamente sobre os dentes preparados.



m
ro)
ção

n a
ho-
po-
, a
ca-
são

idi-
issa

Tipos de Moldeiras

O uso de uma moldeira individual é recomendada para reduzir a quantidade de material usada para fazer as moldagens; dessa forma, qualquer alteração dimensional atribuída aos materiais de moldagem pode ser minimizada. Isso é especialmente verdadeiro para os polissulfetos. Para se confeccionar uma moldeira individual, o clínico obtém um modelo de gesso das estruturas intra-orais, oriundo de uma moldagem com alginato. As partes mais importantes do modelo, tais como os dentes naturais e artificiais preparados, são recobertos com uma ou duas lâminas de cera para placa-base, para atuar como um espaçador entre os tecidos e o material da moldeira. Sobre a cera é colocada uma folha de alumínio ou é pincelado um agente espessante, para facilitar a remoção da moldeira. Uma resina acrílica quimicamente ativada ou fotoativada é colocada sobre a folha de alumínio ou sobre a cera pincelada com o agente espessante, para formar a moldeira. Após sua polimerização, a moldeira individual é separada do modelo, sendo a cera e o alumínio removidos. O material de moldagem é manipulado e então colocado no espaço anteriormente ocupado pela cera. A adesão do material e da moldeira pode ser obtida aplicando-se uma camada mínima e uniforme de adesivo antes do assentamento do material de moldagem. O adesivo forma, então, uma adesão forte entre o elastômero e a moldeira. Uma superfície da moldeira ligeiramente rugosa aumenta a adesão. Os líquidos adesivos fornecidos com os vários tipos de materiais de moldagem elastoméricos *não são intercambiáveis*.

O uso de moldeiras individuais para os poliéteres e as siliconas por adição não são críticos, pois esses materiais são rígidos e apresentam baixa contração de polimerização quando comparados aos polissulfetos. Os dois materiais não requerem o uso de moldeiras individuais para evitar distorção e minimizar a contração de polimerização do material; moldeiras de estoque disponíveis no mercado funcionam satisfatoriamente para esse fim. O uso de adesivo também é necessário para moldeiras de estoque. Observe que o uso de menor quantidade de material de moldagem na moldeira individual reduz a compressibilidade da moldagem, o que faz com que sua remoção seja dificultada. Quando várias áreas retentivas estão presentes, o uso de moldeira individual deve ser evitado. Moldeiras de estoque também são usadas para suportar a massa densa, quando a técnica de dupla moldagem é utilizada para se fazer uma moldagem.

Uma comparação entre as diferentes técnicas mostra que a utilização de uma moldeira individual é a técnica mais precisa. Entretanto, se o material for usado corretamente, resultados clinicamente aceitáveis poderão ser produzidos por quaisquer das técnicas de moldagem.

Passos Operatórios Necessários para a Realização de uma Moldagem

Cada material está disponível em diversas consistências: (1) pasta leve, usada com uma seringa e injetada diretamente sobre tecidos moles e duros; (2) pasta pesada, colocada na moldeira para suportar o material leve; (3) massa densa (*putty*), mais usada para materiais que exibem contração de polimerização significativa. O método de se empregar ambos os materiais, para seringa e para moldeira, simultaneamente, é freqüentemente denominado *técnica de mistura múltipla* ou *moldagem com duas viscosidades simultâneas*, uma vez que duas misturas separadas são necessárias, empregando-se dois blocos de papel e duas espátulas separadas. Normalmente, os dois tipos de materiais devem ser misturados simultaneamente, cada um por pessoas diferentes. A moldeira é preenchida com espessura uniforme de material de consistência pesada, enquanto que a seringa é carregada com o material leve. Na prática, um auxiliar normalmente mistura o material leve, enche a seringa e a leva para o dentista. O material é, então, injetado dentro, sobre e ao redor dos dentes preparados. A moldeira é levada à boca e assentada sobre os dentes, comprimindo o material fluido. Ambos os materiais, pesado e leve, devem polimerizar-se juntos. Se o profissional estiver sem auxiliar, deverá espátular primeiro o material pesado para a moldeira e preenchê-la. Se um dos materiais progredir além do tempo de trabalho, a adesão entre os dois será comprometida quando entrarem em contato. Se um material parcialmente polimerizado for assentado, ele será comprimido elasticamente. Uma vez removido da boca, o molde sofrerá um "relaxamento descompressivo" como resultado do retorno de sua deformação elástica, e, dessa forma, os troquéis obtidos serão mais estreitos e mais curtos, como ilustrado na Figura 9-9.

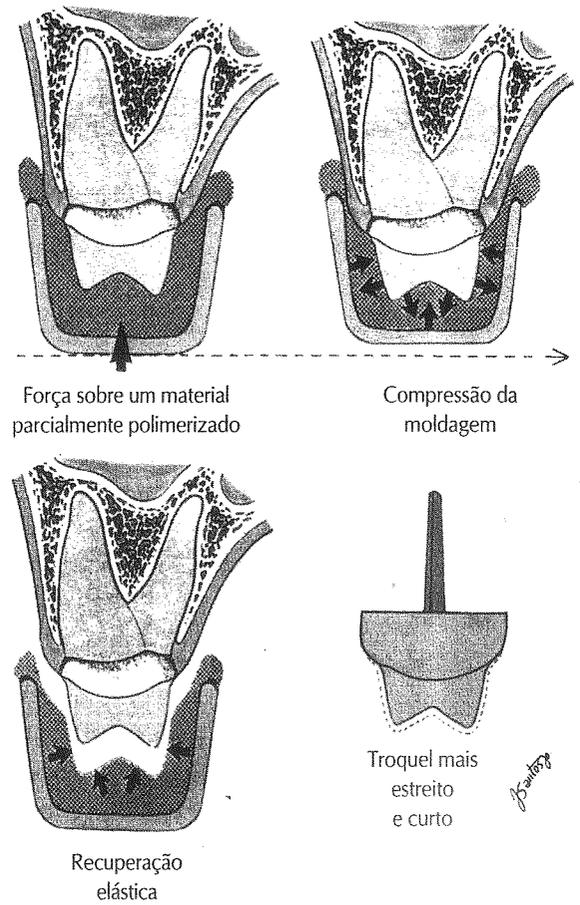


Fig. 9-9 Acima, à esquerda, moldeira com material de moldagem elastomérico assentada tardiamente após ter desenvolvido alguma elasticidade. Acima, à direita, aumento na força de assentamento da moldeira. Abaixo, à esquerda, a distorção ocorre em virtude da recuperação da deformação elástica excessiva. Abaixo, à direita, o troquel obtido de uma moldagem imprecisa é estreito e curto. Veja também a prancha em cores.

Raramente o clínico pode tentar reparar uma moldagem que apresenta pequenos defeitos ou falta de detalhes suficientes. Isso é feito, geralmente, cortando-se ou raspando-se as áreas interproximais e gengivais da moldagem. Mesmo com alívios prévios no molde, o reassentamento preciso da moldeira é difícil. O aprisionamento de pequenos fragmentos de material de moldagem ou detritos eliminará qualquer chance de reparo bem-sucedido. A superfície do material de moldagem deverá estar rugosa para assegurar a adesão do novo material com o molde polimerizado. O método mais seguro é confeccionar uma nova moldagem quando bolhas ou defeitos similares são detectados em áreas críticas.

As viscosidades médias de poliéteres e das siliconas por adição são freqüentemente usadas para técnica monofásica ou de viscosidade única. O procedimento é similar ao da técnica da mistura múltipla, com a exceção de que uma única mistura é feita, parte do material é aplicado na moldeira, e a outra porção é colocada na seringa para injeção na cavidade preparada, nos dentes preparados ou nos tecidos moles. O sucesso dessa técnica depende das propriedades pseudoplásticas dos dois tipos de materiais. Quando um material de viscosidade média é injetado pela ponta misturadora, a viscosidade é reduzida, e isso faz com que o material se adapte bem ao preparo. Enquanto isso, o material na moldeira mantém sua viscosidade média e, quando assentado, ele força o material leve a escoar para as áreas críticas do preparo. A Tabela 9-2 mostra o efeito da velocidade de cisalhamento e o tempo decorrido em algumas siliconas por adição monofásicas.

A técnica da massa densa-pasta leve foi originalmente desenvolvida para as siliconas por condensação, na tentativa de minimizar os efeitos da contração de polimerização na alteração dimensional. Os fabricantes das siliconas por adição também produzem materiais densos para essa técnica. Duas abordagens podem ser usadas: um procedimento de dois estágios e de estágio único. Na técnica tradicional, a massa densa é colocada na moldeira de estoque, e uma moldagem preliminar é feita. Este procedimento constitui, em essência, uma moldeira individual intra-oral formada pela massa densa. O espaço para o material leve é obtido pela remoção de certa quantidade de massa densa da moldeira ou pelo emprego de uma folha delgada de polietileno entre a massa e os dentes preparados. Após remoção do espaçador, uma mistura do material leve é colocada sobre a massa densa e assentada na boca para tomada da moldagem final. Para que se

TABELA 9-2. Viscosidade ($\times 10^4$ cp) de um Vinilpolisiloxano Monofásico a 37 °C

Material	Viscosidade em 1 min		Viscosidade em 1,5 min	
	0,5 rpm	2,5 rpm	0,5 rpm	2,5 rpm
Baysilex (Miles)	122,1 (2,80)	68,9 (2,5)	211,2 (14,7)	148,8 (1,2)
Green-Mouse (Parkell)	133,7 (8,9)	56,7 (2,9)	247,9 (14,9)	78,0 (2,8)
Hydrosil (Caulk)	194,2 (8,5)	129,4 (4,1)	398,1 (7,8)	153,5*
Imprint (3M)	106,5 (12,2)	79,7 (2,2)	245,1 (8,9)	146,2 (5,9)
Omnisil (Coe)	156,8 (11,50)	102,5 (1,9)	347,1 (5,2)	153,5†

De Kim K-N, Craig RG, and Koran A: Viscosity of monophase addition silicones as function of shear rate. J Prosthet Dent 67:794, 1992.

*Valores 75 s após a mistura.

†Valores 77 s após a mistura

() desvio padrão da média

obtenha uma moldagem que reproduza os ângulos vivos dos preparos cavitários, tem-se frequentemente empregado uma seringa que injeta o material no interior dos dentes preparados, sobre e ao redor deles. Esse método é conhecido como "técnica de dupla moldagem em dois estágios" ou "técnica de reembasamento".

Uma alternativa ao procedimento de dois estágios é o estágio único, onde o material leve é injetado sobre os dentes, e, em seguida, a massa densa não polimerizada é assentada sobre o material leve. O inconveniente desse procedimento é o de deslocar o material leve, em virtude da alta viscosidade da massa. Se isso ocorrer, áreas críticas dos preparos poderão ser reproduzidas pelo material viscoso, em vez do material leve, e essa massa é muito espessa para duplicar os detalhes cavitários. Batentes (*stops*) oclusais deverão ser usadas nas moldeiras para evitar o excesso de compressão do material leve quando a massa densa for assentada.

A técnica da massa densa-pasta leve, quando é corretamente utilizada, pode produzir moldes com precisão comparável à técnica de mistura múltipla. Quando a técnica simultânea é empregada, distorção ou reprodução de detalhes incompleta podem ocorrer, por causa do excesso de pressão aplicada à massa densa durante sua presa. As distorções também podem ocorrer na massa densa polimerizada usada na técnica de dois estágios. Após a remoção da moldagem da boca, a pressão é aliviada, e a massa densa recupera sua "deformação elástica". A distorção produzida com a massa rígida compressível resulta em troquéis curtos e estreitos (Fig. 9-8). Além da pressão excessiva, distorções no molde obtido pela técnica de dupla moldagem/dois estágios pode ser atribuída à obtenção inadequada de espaço para o material leve. As freqüentes distorções associadas à rigidez da massa densa no momento em que a moldagem é assentada levaram alguns profissionais a abandonar o uso dessa técnica de massa densa-pasta leve.

Remoção da Moldagem

Sob nenhuma circunstância deve-se remover a moldagem antes que a polimerização do material tenha progredido o suficiente para promover elasticidade adequada de modo que distorções não ocorram. Um método de determinação do tempo de remoção é injetar uma quantidade de material leve fora do campo operatório. Este material poderá ser perfurado com um instrumento pontiagudo, de tempos em tempos; quando a perfuração retornar ao seu estado original, o material terá sido polimerizado, e a moldagem apresentará elasticidade suficiente para ser removida. Quando a técnica da mistura múltipla é usada, recomenda-se o teste de ambos os materiais de moldeira e de seringa. Os tempos de presa variam para as duas diferentes consistências.

Do ponto de vista prático, a velocidade de presa dos materiais de moldagem à base de borracha não deve ser muito lenta, para que o material não tenha que ficar na boca por um tempo excessivamente longo. Normalmente, a moldagem deverá estar pronta para ser removida dentro de, no máximo, 10 minutos após o início da mistura, sendo que o material deve ser mantido na boca por 6 a 8 minutos.

Como discutido anteriormente, todos os materiais de moldagem elastoméricos são viscoelásticos e necessitam de remoção rápida, em movimento único, para minimizar a deformação plástica da moldagem durante o processo final de remoção.

Preparo dos Modelos e Troquéis de Gesso

Todos os materiais de moldagem elastoméricos não-aquosos são compatíveis com todos os tipos de gesso durante o processo de presa dos produtos de gesso. Entretanto, as características de cada material determinam como o vazamento do gesso deverá ser feito para assegurar modelos e troquéis precisos e isentos de bolhas.

A excelente estabilidade dimensional da silicona por adição e do poliéter permite a construção de dois ou três modelos a partir de um mesmo molde. É possível confeccionar troquéis ou modelos de trabalho sucessivos com moldes de polissulfeto, quando necessário. Entretanto, os vários troquéis subseqüentes serão menos precisos que o primeiro obtido. O intervalo de tempo entre a tomada da moldagem e o vazamento não deverá ser maior que 30 minutos. Para minimizar o rasgamento do molde e a distorção grosseira após o primeiro vazamento, o clínico deverá remover o excesso de gesso das áreas retentivas ao redor da borda da moldeira.

As características hidrófobas dos vinilpolissiloxanos os tornam compatíveis com as resinas epóxicas para construção de modelos e troquéis mais precisos. Esses materiais para replicação podem ser vazados duas ou mais vezes em um mesmo molde, como os gessos. A hidrofobia do material de moldagem dificulta o escoamento do gesso, e, desta forma, a obtenção de um modelo isento de bolhas a partir de um molde de silicona por adição também é dificultado. Existem vários surfactantes no mercado, que reduzem a tensão superficial dos materiais de moldagem hidrofóbicos; assim, o gesso escoar mais facilmente na superfície do molde. Apenas uma fina camada de surfactante deve ser aplicada na superfície do molde; caso contrário, bolhas podem ser criadas durante a vibração quando o gesso é vazado no molde. Uma solução diluída de sabão é um surfactante eficiente. Entretanto, uma alternativa ao uso dos surfactantes é selecionar uma silicona por adição hidrofílica, que exibe ângulo de contato com a água de aproximadamente 30° a 35° comparado com os 95° das siliconas hidrofóbicas. O vazamento de gesso em moldes de poliéter é mais fácil que em moldes de silicona. Entretanto, a rigidez do poliéter dificulta a remoção do gesso da moldagem. Um gesso fraco pode fraturar-se quando removido de um molde de poliéter.



QUESTÃO CRÍTICA

Por que os materiais hidrofílicos são mais suscetíveis à distorção durante a desinfecção prévia ao vazamento do gesso?

MATERIAIS DE MOLDAGEM ELASTOMÉRICOS: PROPRIEDADES

Tempos de Presa e de Trabalho

Comumente, os tempos de trabalho são medidos à temperatura ambiente, enquanto o tempo de presa é aferido à temperatura da boca. Testes de penetração (penetrômetros) têm sido empregados para mensurar tempos de trabalho e de presa. Por exemplo, o término do tempo de trabalho pode ser definido como o tempo no qual uma agulha romba de um certo diâmetro e peso deixa de penetrar a uma profundidade específica em um certo volume de material. O tempo de presa não está finalizado, até que outra agulha de ponta plana ou outro instrumento rombo deixe de marcar permanentemente uma penetração sobre o material polimerizado. No *British Standards Test*, um reômetro recíproco é utilizado para medir os tempos de trabalho e de presa. A propriedade registrada, neste caso, está mais relacionada com a viscosidade e com as propriedades de aumento da fluidez por cisalhamento do que com a elasticidade.

A Tabela 9-3 lista os tempos de presa e de trabalho de vários tipos de materiais elastoméricos, mensurados por um reômetro oscilatório. Um aumento na temperatura acelera a velocidade de

TABELA 9-3. Tempo de Presa e de Trabalho dos Elastômeros Não-Aquosos

Material de moldagem	Tempo de trabalho médio (min)		Tempo de presa médio (min)	
	23 °C	37 °C	23 °C	37 °C
Polissulfeto	6,0	4,3	16,0	12,5
Silicona por condensação	3,3	2,5	11,0	8,9
Silicona por adição	3,1	1,8	8,9	5,9
Poliéter	3,3	2,3	9,0	8,3

De Harcourt JK: A review of modern impression materials. Aust Dent J 23:178, 1978.

polimerização de todos os materiais de moldagem elastoméricos e, assim, diminuem os tempos de trabalho e presa. O resfriamento é um método prático para aumentar o tempo de trabalho dos elastômeros. Isso pode ser feito armazenando os materiais à temperatura ambiente (em torno de 23 °C) ou manipulando o material em uma placa de vidro resfriada. Então, quando o material for levado à boca, o tempo de presa será diminuído na temperatura da boca. O processo de resfriamento tem pequeno efeito sobre a viscosidade.

Os tempos de presa e de trabalho diminuem à medida que a viscosidade aumenta. Alterar a proporção base/catalisador modificará a velocidade de presa desses materiais. Se a proporção base/catalisador for alterada, será necessário testar o tempo de polimerização da nova proporção, antes de efetivamente utilizá-la para a moldagem de um paciente. A velocidade de polimerização de alguns materiais à base de polissulfeto é sensível às alterações na proporção base/catalisador, que é afetada pela quantidade relativa das pastas-base e catalisadora, que são misturadas. Entretanto, as propriedades mecânicas podem ser afetadas adversamente, quando modificações acentuadas na proporção base/catalisador ocorrem. Alterar a proporção base/catalisador para modificar os tempos de presa ou de trabalho não é econômico, porque parte de uma pasta não é usada. Mais ainda, uma vez que a pasta aceleradora contenha um retardador, ou um reagente, o aumento da proporção base/catalisador não produzirá alterações predizíveis na velocidade de polimerização.

Estabilidade Dimensional

Existem cinco razões principais para as alterações dimensionais: (1) contração de polimerização, (2) perda de subproduto (água ou álcool) durante a reação de condensação, (3) contração térmica pela mudança da temperatura da boca para a temperatura ambiente, (4) embebição quando exposto à água, desinfetantes ou a um ambiente com alta umidade, por um período, e (5) recuperação elástica incompleta de deformação, em virtude do comportamento viscoelástico. As alterações dimensionais durante a polimerização têm sido aferidas direta e indiretamente, empregando-se espécimes de elastômeros livres e confinados em diversas formas geométricas. Na Especificação No. 19 da ANSI/ADA para elastômeros, um disco do material é colocado sobre uma superfície plana de vidro recoberto com talco. Ao final de 24 horas, a contração não deve ultrapassar 0,5% para os elastômeros Tipo I e III, ou 1% para os elastômeros Tipo II. Assim, as medidas incluem a contração causada por alterações térmicas (37 °C para 23 °C), contração de polimerização e perda de produtos voláteis. Por exemplo, o coeficiente de expansão térmica linear para os elastômeros de moldagem varia de 150 a 220 ppm/°C.

Os valores médios para contração linear de alguns elastômeros não-aquosos, usando-se métodos já descritos, são mostrados na Figura 9-10. Está evidente que todos os materiais se alteram dimensionalmente com o passar do tempo. A alteração é de maior magnitude para o polissulfeto e a silicona por condensação do que para o poliéter e silicona por adição. O resultado é esperado porque o polissulfeto e a silicona por condensação perdem subprodutos de polimerização, como água e álcool, respectivamente.

Se for necessária uma precisão máxima com polissulfetos e siliconas por condensação, o gesso deve ser vazado imediatamente após a moldagem ser removida da boca. O termo *imediatamente* é definido como os primeiros 30 minutos, mesmo quando o método massa densa-pasta leve é empregado.

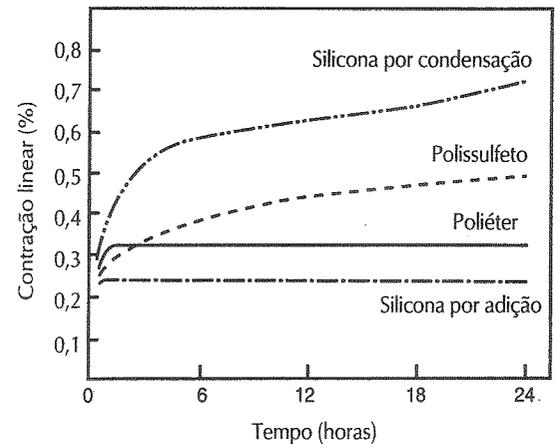


Fig. 9-10 Contração linear de quatro elastômeros para moldagem.

A estabilidade exibida pelas siliconas por adição e pelos poliéteres sugerem que os moldes desses materiais não requerem um vazamento com gesso imediato. De fato, estes materiais são freqüentemente enviados aos laboratórios para serem vazados. Pesquisas têm mostrado que modelos vazados entre 24 horas e uma semana são tão precisos quanto os vazados na primeira hora, mostrando não existir efeito associado à formação de bolhas de hidrogênio. Esses materiais exibem a menor quantidade de distorção em função de cargas impostas no material polimerizado. Dessa forma, o vazamento do molde e sua remoção do modelo muitas vezes não alteram a estabilidade dimensional da moldagem, embora seja necessária uma razoável quantidade de força para remover o modelo cada vez que o molde é vazado.

Uma propriedade que tem efeito negativo no poliéter é a absorção de água e fluidos e a liberação simultânea do componente plastificador, que é solúvel em água. Assim, o armazenamento do molde deve ser feito em ambiente seco e fresco, para manter sua precisão.

Reprodução dos Detalhes da Cavidade Oral

A necessidade do material de moldagem em reproduzir os mínimos detalhes da cavidade oral é evidente. Vários testes têm sido feitos por pesquisadores para avaliar a capacidade do material de moldagem em reproduzir os detalhes superficiais. O teste de reprodução superficial de detalhes é constituinte da especificação para materiais de moldagem elásticos. Não existem dúvidas de que os elastômeros e os hidrocolóides irreversíveis captam os detalhes com alto nível de detalhamento. Quando o gesso é vazado em alguns materiais de moldagem, os detalhes mais finos nem sempre são reproduzidos. Em outras palavras, os materiais de moldagem à base de borracha são capazes de reproduzir os detalhes de forma mais precisa que a capacidade de cópia dos modelos e troquéis de gesso.

O significado clínico dos testes de reprodução de detalhes não é totalmente evidente. É possível que o detalhe obtido pelos materiais de moldagem à base de borracha em testes *in vitro* sejam maiores do que os obtidos na boca por causa da hidrofobia desses materiais.

Desinfecção

A necessidade de desinfecção das moldagens é bem estabelecida. A duração e o modo de aplicação dos desinfetantes depende do potencial do material de moldagem em absorver água e o tempo decorrido desde o final da moldagem.

As siliconas por condensação, siliconas por adição e polissulfetos podem ser desinfetados com todos desinfetantes registrados na EPA* sem que eles causem alterações dimensionais adversas,

*EPA: Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental).

desde que o tempo de desinfecção seja curto. Os moldes devem ser imersos por um período específico para cada desinfetante utilizado. Após a desinfecção, o molde deve ser lavado em água corrente e vazado com gesso o mais breve possível. Uma imersão prolongada poderá causar a lixiviação dos surfactantes introduzidos nos vinilpolissiloxanos, deixando-os menos hidrofílicos.

Os poliéteres também são susceptíveis a alterações dimensionais se imersos por longos períodos (>10 min.), em virtude da sua pronunciada natureza hidrofílica. Uma solução adequada para a maioria dos elastômeros é o glutaraldeído a 2%. Este desinfetante deve ser borrifado no molde até sua saturação. A moldagem deverá ser enrolada em papel-toalha e colocada em um plástico auto-selante por 10 minutos. Após remoção do papel-toalha, a moldagem deverá ser lavada em água corrente, secada e vazada imediatamente com gesso ou outro material para modelo e troquel.

A Tabela 9-4 mostra um guia para seleção de métodos de desinfecção apropriados para todos os tipos de moldes que são enviados para os laboratórios de prótese dentária.



QUESTÃO CRÍTICA

Por que o assentamento rápido da moldeira não é recomendado para materiais pseudoplásticos?

Propriedades Reológicas

O polissulfeto possui a menor viscosidade e se classifica como um dos materiais menos rígidos entre os elastômeros para moldagem de consistência similar. Sua flexibilidade permite que o ma-

TABELA 9-4. Guia para Seleção dos Métodos de Desinfecção Apropriados para Moldagens Enviadas aos Laboratórios de Prótese Dentária

Material	Método	Desinfetante recomendado	Comentários
Hidrocolóide irreversível (Alginato)	Usar somente desinfetantes de pouco tempo de exposição (< 10 min para o alginato)	Compostos à base de cloro ou iodóforos	Curtas exposições ao glutaraldeído têm demonstrado serem aceitáveis; porém inadequadas para a desinfecção
Hidrocolóide reversível			Não imergir em glutaraldeído alcalino!
Polissulfeto Silicona	Imersão	Glutaraldeídos, compostos à base de cloro, iodóforos, fenóis	Desinfetantes que requererem mais de 30 min de exposição não são recomendados
Poliéter	Imersão com cautela Usar somente desinfetantes de pouco tempo de exposição (< 10 min)	Compostos à base de cloro ou iodóforos	A ADA recomenda qualquer tipo de desinfetante; entretanto, exposições curtas são essenciais para evitar distorção
Pasta à base de OZE Godiva	Imersão preferida; o método de borrifar pode ser usado para os registros oclusais	Glutaraldeídos ou iodóforos	Não compatíveis com compostos à base de cloro! Compostos fenólicos podem ser borrifados
Imersão com cautela		Iodóforos ou compostos à base de cloro	Compostos fenólicos podem ser borrifados

terial polimerizado seja facilmente removido, mesmo de áreas retentivas na cavidade bucal, com um mínimo de esforço. As consistências mais comuns dos materiais por condensação são a massa densa e a pasta leve. Uma consistência leve com catalisador em pasta também é disponibilizada comercialmente.

A silicona por adição e o poliéter são materiais de moldagem pseudoplásticos. Esta propriedade permite que o fabricante formule materiais de passo único. A importância desta propriedade está no fato de o profissional poder usar um material de alta viscosidade, que é mais estável e resistente à distorção, para captar os detalhes necessários para próteses fixas. O comportamento pseudoplástico (aumento da fluidez por forças de cisalhamento) ocorre somente enquanto a força é aplicada e não altera o material permanentemente. Um agente para aumentar a fluidez dos poliéteres está disponível para reduzir a rigidez do material polimerizado.

Um outro comportamento reológico dependente da deformação, conhecido como *tixotropia*, é freqüentemente confundido com pseudoplasticidade. Um material *tixotrópico* não escoar até que uma energia suficiente sob forma de força de impacto seja aplicada para superar seu limite de escoamento. Além deste ponto, o material torna-se muito fluido.

Elasticidade

As propriedades elásticas dos materiais de moldagem elastoméricos aprimoram-se com um aumento do tempo de polimerização na boca. Em outras palavras, quanto mais tempo a moldagem permanecer na boca, menor distorção ocorrerá durante sua remoção. Como mencionado anteriormente, o molde precisa sofrer alguma deformação elástica à medida que é removido da boca; contudo, a deformação permanente pode ser minimizada se o material de moldagem possuir um limite de elasticidade suficientemente alto. O tempo de presa, afirmado pelo fabricante ou determinado por um reômetro, nem sempre é adequado para prever o desenvolvimento de suficiente elasticidade para prevenir a deformação permanente após sua remoção, principalmente com os polissulfetos e as siliconas por adição. Por exemplo, os tempos de presa medidos pelo reômetro são de 1 a 2 minutos menores do que aqueles necessários para produzir um nível aceitável de elasticidade antes da remoção do molde.

A quantidade relativa de deformação permanente, seguida de deformação por compressão, aumenta na seguinte ordem: silicona por adição, silicona por condensação, poliéter e polissulfeto. A recuperação da deformação elástica é mais vagarosa para os polissulfetos do que para os outros três tipos de materiais de moldagem. Entretanto, sempre que a deformação é prolongada, como quando uma moldagem é removida vagarosamente dos dentes preparados, a recuperação elástica é suficientemente rápida, de forma que o vazamento do gesso não precisa ser adiado.

Apesar da possibilidade de haver uma grande alteração dimensional quando o molde de polissulfeto é removido da boca, não há nenhuma vantagem em deixar o molde sobre a bancada durante algum tempo antes do vazamento do gesso. Se a cadeia polimérica dos polissulfetos tiver sido estirada além do seu limite elástico, nenhuma espera adicional proporcionará a recuperação da forma original. Embora a deformação seja permanente, as cadeias podem relaxar; porém, elas não possuem nenhuma "memória", e o estado de relaxamento alcançado jamais será igual à forma anterior, não importando quanto tempo fique endurecendo.

Os vinilpolissiloxanos são os materiais de moldagem que apresentam a melhor elasticidade. A distorção, após a remoção de áreas retentivas, é praticamente inexistente, porque esses materiais exibem os mais baixos coeficientes de deformação permanente após deformação por compressão. A excelente propriedade elástica representa um problema nos materiais de massa densa, uma vez que estes começam a desenvolver propriedades de elasticidade enquanto estão sendo manipulados. Se o material estiver em um estágio avançado de elasticidade e for comprimido excessivamente durante seu assentamento, poderão ocorrer distorções quando o material se recuperar elasticamente.

Excluindo-se a classe de elastômeros de massa densa que possuem viscosidade muito alta, a rigidez (módulo de elasticidade) dos materiais de moldagem aumenta na seguinte ordem: polissulfeto, silicona por condensação, silicona por adição e poliéter. A remoção dos primeiros materiais à base de poliéter de áreas retentivas era extremamente difícil em virtude do seu alto

módulo de elasticidade. Ele é aproximadamente 27 vezes mais rígido do que a pasta leve do polissulfeto. Algumas das novas formulações de materiais com viscosidade regular ou média são menos rígidas do que os vinilpolissiloxanos hidrofílicos de passo único.

Resistência ao Rasgamento

O teste de resistência ao rasgamento mensura a resistência à fratura de um material elastomérico submetido a uma força de tração que age perpendicularmente a um defeito superficial. Os corpos-de-prova possuem geralmente um formato de calça. A força máxima necessária para rasgar o corpo-de-prova dividida pela sua espessura é a resistência ao rasgamento (em N/m ou lb/in). Esta é uma propriedade importante quando se está moldando uma área interproximal ou subgingival. Uma alta resistência ao rasgamento é essencial também para materiais maxilofaciais e reembasadores resilientes. As regiões subgingivais da moldagem são geralmente bem delgadas. O material nessa região pode romper-se e ficar preso dentro do sulco gengival (Fig. 9-11).

O resíduo de material de moldagem é freqüentemente difícil de ser detectado, mesmo com radiografias, porque a maioria dos materiais não são radiopacos, exceto os polissulfetos, que contêm dióxido de chumbo como catalisador. A ordem de valores de resistência ao rasgamento, do menor para o maior, de todos os materiais de moldagem geralmente é a que se segue: hidrocolóides (ágar e alginato), siliconas (adição e condensação), poliéter e polissulfeto. Entretanto, pode-se encontrar na literatura que alguns poliéteres ou siliconas têm registrado valores de resistência ao rasgamento mais altos do que certos polissulfetos. Os valores da resistência ao rasgamento de alguns hidrocolóides são aproximadamente 1/10 dos valores dos polissulfetos.

Somada às composições químicas dos materiais, a resistência ao rasgamento é influenciada pela consistência e pela maneira como o material é removido. A resistência ao rasgamento do material de moldagem é maior para as consistências mais viscosas. A adição de um diluente (para redução da viscosidade) reduz ligeiramente a resistência ao rasgamento, porém aumenta substancialmente a flexibilidade. A aplicação de uma força de remoção rápida assegura uma alta resistência ao rasgamento. Isso significa que, após o rompimento da selagem periférica do ar, a remoção deve ser realizada em movimento rápido e único, e não em movimento lento.

A resistência ao rasgamento evidencia somente as tensões associadas aos processos de dilatação do material durante a remoção do molde. Entretanto, o material também está sob uma certa deformação antes de sua remoção. Para um mesmo preparo, cada material de moldagem, independente de sua resistência ao rasgamento, apresentará a mesma quantidade de deformação durante a remoção do molde. A propriedade que pode delinear o comportamento combinado entre resistência e deformação é denominada energia (veja Capítulo 4), que inclui a quantidade de alteração dimensional do material no cálculo matemático. Entretanto, a *resistência ao rasgamento*, como definição, usa a unidade de medida N/m, que pode ser convertida para Nm/m² ou joule (J)/m², que é a energia por unidade de área. Poderá ser encontrada na literatura a expressão energia de rasgamento, em vez de resistência ao rasgamento. A expressão *resistência ao rasgamento* é usada neste capítulo para se evitarem confusões.

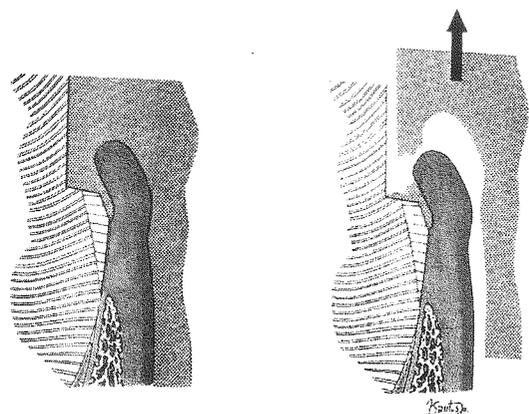


Fig. 9-11 Esquerda, material de moldagem polimerizado dentro do sulco gengival. Direita, o material de moldagem rasgou-se durante a remoção da moldagem. Veja também a prancha em cores.

Os polissulfetos têm a mais alta resistência ao rasgamento, de acordo com o mensurado por sua alteração dimensional. Dessa forma, porções delgadas de polissulfeto são menos suscetíveis de se romperem quando comparadas aos poliéteres ou siliconas de espessura semelhante. Entretanto, em virtude da sua suscetibilidade à distorção permanente, é possível que o polissulfeto apresente distorção, em vez de rasgar-se. Isso representa um dilema, uma vez que a ruptura pode ser observada imediatamente, por meio de um cuidadoso exame do molde, enquanto que a distorção é quase impossível de ser detectada visualmente. Essa distorção pode resultar em uma fundição metálica que não tenha um assentamento completo. Como a taxa de deformação influencia a resistência ao rasgamento e a deformação permanente, o molde deve ser deformado rapidamente, pelo menor tempo possível, para minimizar os efeitos negativos.

Biocompatibilidade

A especificação da ANSI/ADA para testes de biocompatibilidade incluem os materiais de moldagem, embora a probabilidade de reações alérgicas ou tóxicas provenientes dos materiais de moldagem ou de seus componentes seja pequena. Comparações efetuadas quanto à citotoxicidade dos diferentes materiais de moldagem demonstraram que os polissulfetos apresentam a menor contagem de morte celular, enquanto o poliéter polimerizado possui os maiores escores de citotoxicidade celular (Fig. 9-12). Resultados similares são também observados em testes de exposições múltiplas.

Talvez o mais provável problema de biocompatibilidade induzida pelos elastômeros ocorra quando um segmento de material polimerizado é deixado preso no sulco gengival. O material de moldagem atua como um corpo estranho e pode causar inflamação gengival grave, que muitas vezes é inadequadamente diagnosticada como sendo consequência dos procedimentos de preparo do dente ou cimentação. Se durante a inspeção visual cuidadosa do molde for detectada evidência de rasgamento, é importante examinar o sulco gengival imediatamente, para remover

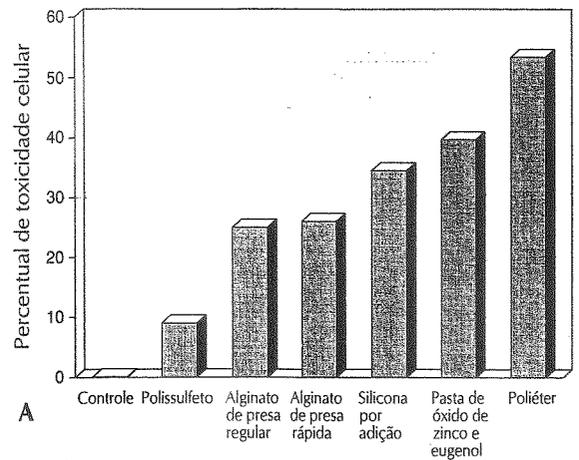
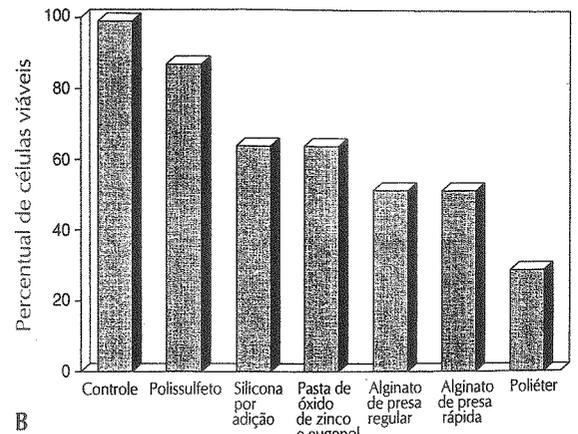


Fig. 9-12 A, O gráfico de citotoxicidade celular mostra que, após três dias de incubação com células Vero, todos os materiais de moldagem eram citotóxicos em níveis variados. A citotoxicidade relativa de cada material é mostrada em comparação com o controle. **B,** O gráfico de viabilidade celular exibe um percentual relativo de células viáveis após a exposição aos materiais de impressão. (De Sydskis RK, and Gerhardt DE: J Prosthet Dent 69:431, 1993.)



qualquer remanescente do material de moldagem ou qualquer outro corpo estranho como um pedaço de fio retrator. A radiopacidade dos polissulfetos é uma vantagem destes materiais nestas situações.

Existem algumas considerações sobre a hipersensibilidade potencial do catalisador do poliéter. A dermatite de contato produzida por poliéter, principalmente nas atendentes de consultório, já foi relatada. Entretanto, nenhum efeito citotóxico foi relatado em função da exposição aos componentes do poliéter, principalmente do catalisador de amina.

Vida Útil

Os materiais de moldagem não sofrem deterioração apreciável dentro dos tubos ou recipientes quando devidamente armazenados em ambiente seco e refrigerado. Os tubos devem estar sempre bem fechados quando não estão sendo utilizados. É importante também sempre fechar o recipiente do alginato após dispensar o pó.

Efeitos da Manipulação Indevida

O fracasso na produção de modelos e troquéis aceitáveis em gesso ou resina epóxica está mais associado a um erro de manipulação do material de moldagem do que de uma deficiência das propriedades desse material. As falhas mais comuns com materiais de moldagem e suas causas estão resumidas na Tabela 9-5. As propriedades comparativas dos materiais de moldagem elastoméricos estão listadas na Tabela 9-6. Um resumo das características dos materiais de moldagem elastoméricos são dadas na Tabela 9-7.



QUESTÃO CRÍTICA

Como é possível minimizar a distorção de um molde de hidrocolóide durante o seu armazenamento?

HIDROCOLÓIDES

Os colóides são freqüentemente classificados como o quarto estado da matéria, o *estado coloidal*. Em uma solução de açúcar em água, as moléculas de açúcar (ou soluto) se dispersam uniformemente na água, e não há nenhuma separação física visível entre o soluto e o solvente. Se, no entanto, o açúcar for substituído por partículas maiores e visíveis, que não se solubilizem, como a areia, o sistema será denominado *suspensão*. Se essas partículas se tornarem líquidas, como óleos vegetais em água, o sistema será denominado *emulsão*. Essas partículas suspensas ou gotículas de líquido não se difundem e tendem a se separar do meio, a menos que sejam mantidas por meios mecânicos ou químicos. Em algum ponto entre as diminutas moléculas da solução e as partículas em suspensão, existe uma solução coloidal, ou *sol*.

As soluções verdadeiras existem como **fase única**. Entretanto, tanto o colóide como a solução apresentam duas fases: a **fase dispersa** e a **fase dispersante**. No colóide, as partículas da fase dispersa consistem em moléculas que se agrupam em virtude das forças primárias ou secundárias. O tamanho das partículas coloidais varia de 1 a 200 nm.

Transformação de Sol em Gel

Se a concentração da fase dispersa em um hidrocolóide é suficiente, a fase sol pode ser alterada para um material semi-sólido conhecido como gel. No estado gel, a fase dispersa se aglomera, formando cadeias ou fibrilas, chamadas micelas. As fibrilas podem ramificar-se e emaranhar-se para formar uma estrutura tipo escova, que se assemelha a um conjunto de fios de cabelo embaraça-