

Materiais para moldagem

BETSY KILIAN MARTINS LUIZ
MARCELO CARVALHO CHAIN

Os materiais de moldagem são importantes e muito utilizados na odontologia. Sua finalidade é a reprodução de estruturas bucais, dentre elas os dentes para a realização de trabalhos restauradores que necessitem de uma etapa laboratorial. Para a obtenção de uma boa moldagem, o material empregado deve reproduzir com fidelidade e executar com exatidão a réplica dos tecidos extra ou intrabucais, devendo preencher os seguintes requisitos:

- ter fluidez necessária para adaptar-se aos tecidos bucais;
- ter viscosidade suficiente para ficar contido na moldeira que o leva à boca;
- transformar-se em um material borrachoide com um tempo de presa de aproximadamente 7 minutos quando levado à boca;
- não se distorcer ou rasgar quando removido da boca;
- manter estabilidade dimensional para poder ser vazado e produzir um modelo de gesso com fidelidade.

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Conhecer os principais termos técnicos associados aos materiais de moldagem
- Classificar os diferentes materiais de moldagem
- Apresentar a composição e as propriedades dos diversos materiais de moldagem

DEFINIÇÕES IMPORTANTES NOS PROCEDIMENTOS DE MOLDAGEM

A construção de modelos é uma etapa importante em diversos procedimentos clínicos em odontologia. Os modelos podem ser confeccionados em gesso a partir do vazamento sobre uma moldagem da arcada dentária. Sobre eles, o profissional planeja e constrói restaurações indiretas, próteses e aparelhos ortodônticos, pois um dos requisitos básicos do modelo é ser a reprodução fiel das estruturas bucais. A seguir, são apresentados alguns conceitos importantes relativos aos materiais de moldagem.

LEMBRETE

Uma grande vantagem da moldeira individual é possibilitar a racionalização no uso do material, pois possibilita a utilização de uma camada homogênea de material de moldagem e, com isso, preserva sua estabilidade dimensional.

MOLDAGEM: Procedimento clínico de impressão utilizado para a obtenção do molde, que é a cópia negativa utilizada para a obtenção do modelo de gesso.

MOLDEIRA: Dispositivo utilizado para levar o material de moldagem à boca. Existem dois tipos de moldeiras: a **moldeira de estoque**, que é pré-fabricada, geralmente de metal ou de plástico, disponível no mercado sob forma padronizada, e a **moldeira individual**, confeccionada em laboratório ou mesmo no consultório pelo profissional. A moldeira individual, geralmente de resina acrílica, apresenta melhor fidelidade na reprodução de detalhes e melhor adaptação, por ser personalizada.

MOLDE: Reprodução, cópia negativa da arcada dentária e de estruturas vizinhas, cuja finalidade é a obtenção de um modelo.

MODELO: Cópia/réplica positiva da estrutura bucal obtida em gesso.

MODELO DE TRABALHO: Reprodução tridimensional detalhada da arcada dentária e de estruturas vizinhas ou mesmo de estruturas extraorais. Confeccionado em material de alta dureza, tal como gesso especial tipo III e IV, é empregado como base para construção de aparelhos ortodônticos ou protéticos.

TROQUEL: Modelo individual de um dente ou grupo de dentes que pode ser deslocado de um modelo total da arcada dentária. O troquel é confeccionado com gesso-pedra tipo IV, sendo que sobre ele é realizado o enceramento ou mesmo a aplicação de porcelana na fase de confecção do trabalho definitivo de prótese.

CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS DE MOLDAGEM



Os materiais de moldagem são classificados de acordo com sua elasticidade (elásticos e anelásticos) e subdivididos de acordo com o tipo de reação que sofrem (presa química e presa física) (Quadro 2.1).

Os materiais de moldagem anelásticos exibem uma quantidade insignificante de deformação elástica quando submetidos às tensões de tração ou de dobramento. Eles tendem a se fraturar sem exibir qualquer deformação plástica se as forças aplicadas excederem a sua resistência a tração, cisalhamento ou compressão. Esses materiais incluem o gesso Paris (em desuso), a godiva e a pasta de óxido de zinco e eugenol (pasta ZOE). Sua reação de presa pode ser química, por intermédio da ativação de um reagente, ou física, como no caso das godivas, cuja plastificação ocorre pelo calor.

Os materiais de moldagem elásticos enquadram-se na segunda categoria dos materiais utilizados nos procedimentos de moldagem. Eles reproduzem com precisão de detalhes as estruturas intraorais (tecidos duros e moles), incluindo áreas retentivas e espaços interproximais. Embora possam ser utilizados em bocas edêntulas, são mais empregados na confecção de modelos para próteses fixas e removíveis, assim como em restaurações unitárias indiretas. Sua presa pode ocorrer por reação química, como no caso dos alginatos e elastômeros, ou por reação física, como no caso dos hidrocoloides reversíveis.

ATENÇÃO

Em razão da baixa capacidade de suportar deformação elástica sem sofrer fratura, a indicação clínica dos materiais anelásticos é limitada, sendo geralmente usados em pacientes edentados.

QUADRO 2.1 – Classificação dos materiais de moldagem

Reação/ Elasticidade	Química	Física
Elásticos	Alginato Elastômeros	Hidrocoloide reversível
Anelásticos	Pasta ZOE Gesso	Godiva Cera

MATERIAIS DE MOLDAGEM ANELÁSTICOS

GODIVA

A godiva é um material pesado, constituído basicamente de ceras e resinas termoplásticas, destinado primariamente a moldar pacientes edentados. Como é um material plastificado, é amolecido pelo calor, colocado em uma moldeira e posicionado na área a ser moldada. Nessa fase, ele é pressionado de encontro aos tecidos para poder reproduzi-los. Após alguns minutos, quando retorna à temperatura ambiente, torna-se rígido e pronto para ser removido da boca e vazado com gesso. As principais aplicações da godiva são apresentadas no Quadro 2.2.

COMPOSIÇÃO

Geralmente, as godivas são compostas por uma combinação de ceras e resinas termoplásticas, cargas e agentes corantes. Os principais componentes das godivas são:

- ceras;
- resinas termoplásticas;
- plastificantes (ácido esteárico ou glicerina), os quais melhoram a plasticidade e o manuseio;
- agentes de carga, que garantem a viscosidade da godiva a uma temperatura acima daquela da boca e aumentam sua rigidez à temperatura ambiente;
- agentes corantes.

LEMBRETE

Uma vez enrijecida, a godiva não tem flexibilidade, motivo pelo qual não pode ser utilizada em áreas retentivas.

SAIBA MAIS

De acordo com a especificação nº 3 da Associação Dentária Americana (ADA),¹ as godivas podem ser classificadas em Tipo I (para moldagem) e Tipo II (para moldeira).

QUADRO 2.2 – Principais aplicações das godivas em odontologia

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Moldagem preliminar em pacientes edentados, que é o molde inicial para confecção do modelo de trabalho em prótese total. • Selamento periférico em moldagens de desdentados, para reproduzir o fundo de sulco e as inserções de músculos e freios na moldagem final em prótese total. | <ul style="list-style-type: none"> • Fixação de grampos em isolamentos absolutos. • Estabilização de tiras matrizes individuais em procedimentos restauradores. • Registro das superfícies oclusais de dentes superiores para a tomada do arco facial na montagem do modelo superior na montagem do articulador semiajustável (ASA). |
|--|---|

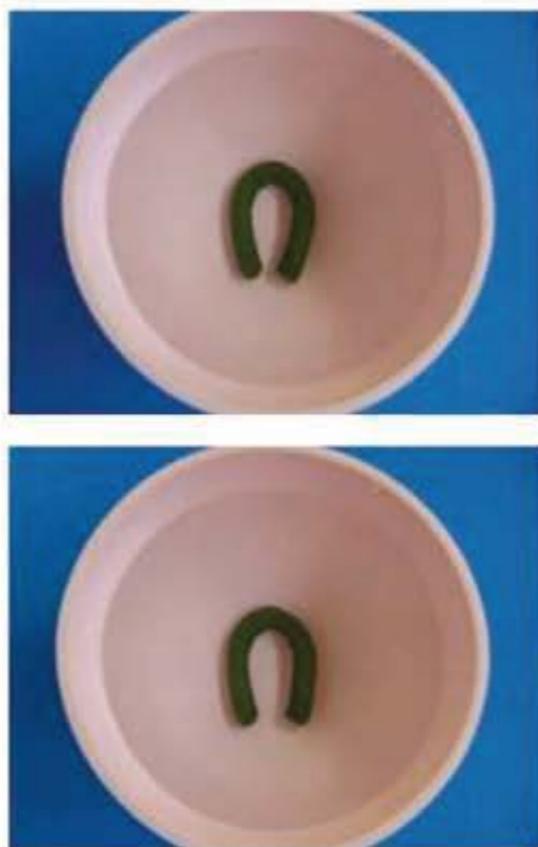


Figura 2.1 – Liberação de tensões residuais na godiva após sua solidificação.

ATENÇÃO

Quando a chama é empregada, a godiva não deve ferver ou entrar em ebulição, uma vez que seus componentes são voláteis.

A imersão prolongada (superaquecimento em água) também não é indicada, pois o material pode se tornar friável ou granuloso se algum de seus componentes de baixo peso molecular for eliminado.

LEMBRETE

A desinfecção do molde pode ser feita pela imersão em hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos.

PROPRIEDADES

TERMOPLASTICIDADE E CONDUTIVIDADE TÉRMICA: A termoplasticidade, propriedade que possibilita ao material ser plastificado pelo aquecimento, é um pré-requisito das godivas. A plasticidade da godiva é reduzida durante o resfriamento. O material amolecido permanece plastificado durante a impressão, de modo que os detalhes do tecido mole podem ser reproduzidos. A seguir, solidifica-se lentamente até atingir a temperatura da boca, em torno de 36°C.

A baixa condutividade térmica indica um longo tempo necessário para que o material possa ser aquecido ou resfriado, e é importante que a godiva seja uniformemente amolecida no momento de ser assentada na moldeira e totalmente resfriada antes de ser removida da boca. A manutenção do calor durante o tempo adequado para a realização da moldagem, em toda a extensão do material, é importante para que a plastificação seja uniforme. O amolecimento durante a plastificação e o enrijecimento na solidificação ocorrem de fora para dentro do material, sendo por essa razão denominados plastificação e solidificação centrípetas.

ESCOAMENTO (TIPO I): O escoamento deve ser de no mínimo 85% a 45°C e no máximo 6% a 37°C.¹ O material deve escoar de forma a se conformar aos tecidos, duplicando os detalhes e os pontos de referência tecidual. Contudo, se houver excesso de escoamento na temperatura da boca, poderão ocorrer distorções na moldagem durante sua remoção. Para minimizar a distorção, deve-se aguardar o resfriamento do material antes da sua remoção da boca e confeccionar o modelo brevemente.

RIGIDEZ/ANELASTICIDADE: Este material apresenta alta rigidez e baixa elasticidade quando solidificado.

LIBERTAÇÃO DE TENSÕES INDUZIDAS: A aplicação de pressão quando o material não está adequadamente plastificado poderá provocar a formação de tensões residuais no molde (Fig. 2.1). Por isso, o vazamento do molde de godiva deve ser imediato, ou seja, na primeira hora.

ESTABILIDADE DIMENSIONAL: Alto coeficiente de expansão térmica linear (CETL): contração de até 0,3% da temperatura bucal à ambiente (25°C).

REPRODUÇÃO DE DETALHES: É um material que proporciona uma baixa reprodução de detalhes.

MANIPULAÇÃO

Os equipamentos necessários para a manipulação da godiva são o plastificador, as moldeiras para godiva, a lamparina a álcool e o gral de borracha, como mostra a Figura 2.2. Os aspectos a serem considerados na plastificação da Godiva são apresentados no Quadro 2.3.

O preenchimento da moldeira deve ser feito com a distribuição homogênea do material. O aquecimento deve ser uniforme, com a manutenção da temperatura até o momento de ser levado à boca. Em seguida, posiciona-se o conjunto moldeira material centralizado na boca do paciente, fazendo uma compressão constante e uniforme. O molde deve ser mantido na boca pelo tempo suficiente para a solidificação uniforme do material.



Figura 2.2 – Plastificador e moldeiras utilizadas para a moldagem com godiva.

QUADRO 2.3 – Aspectos importantes da plastificação da godiva

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de 55 a 65°C • Calor úmido (plastificador) ou • Calor seco (lâmparina) | <ul style="list-style-type: none"> • Aquecimento uniforme • Evitar o superaquecimento ou queima do material |
|--|---|

CONFECÇÃO DO MODELO

Faz-se o encaixotamento, com a delimitação do molde usando cera e papel tipo cartolina. A seguir, seleciona-se o tipo de gesso de acordo com a finalidade do modelo; geralmente dá-se preferência para o gesso tipo III (pedra) para a confecção do modelo de trabalho. O vazamento sobre o molde de godiva deve ser imediato e com vibração moderada. A separação do conjunto molde/modelo deve ser feita após aproximadamente 60 minutos do vazamento do gesso, para que este adquira resistência máxima. Esse procedimento deve ser realizado com um leve aquecimento da godiva.

APRESENTAÇÃO COMERCIAL

A godiva pode se apresentar em barras ou em bastões, como mostra a Figura 2.3.

PASTA ZINCOENÓLICA

A pasta zincoenólica, também conhecida como pasta de óxido de zinco e eugenol (ZOE), é um material de moldagem anelástico, ou seja, após sua presa, que ocorre por reação química, apresenta alta rigidez. Por esse motivo, é utilizada para a moldagem de arcadas edêntulas, em conjunto com um material que tenha a capacidade de afastar os tecidos, como a godiva. Portanto, seu uso ocorre da seguinte forma: primeiro o paciente é moldado com godiva; a seguir, confecciona-se um modelo de gesso (modelo de trabalho) e, sobre ele, uma moldeira personalizada de resina acrílica, a qual será então utilizada para moldar novamente o paciente com pasta zincoenólica. Em suma, essa pasta é usada como forramento corretivo da moldagem preliminar feita em godiva quando não se conseguiu reproduzir detalhes importantes.

COMPOSIÇÃO

A pasta zincoenólica é apresentada em forma de duas pastas separadas (Quadro 2.4). Uma delas contém óxido de zinco e um óleo

SAIBA MAIS

A godiva pode ser plastificada em micro-ondas, imersa em água, na potência média, durante o tempo de 6 minutos.



Figura 2.3 – Apresentação comercial da godiva.

LEMBRETE

A pasta zincoenólica, por ter alta fluidez, tem alta capacidade de reprodução de detalhes.

QUADRO 2.4 – Composição básica sumarizada da pasta zincoenólica

Pasta-base	Pasta ativadora
<ul style="list-style-type: none"> Óxido de zinco: 87% Óleo mineral: 13% Acetato de zinco 	<ul style="list-style-type: none"> Eugenol 12% Colofônia 50% Excipiente 20% Solução aceleradora e corante 5%

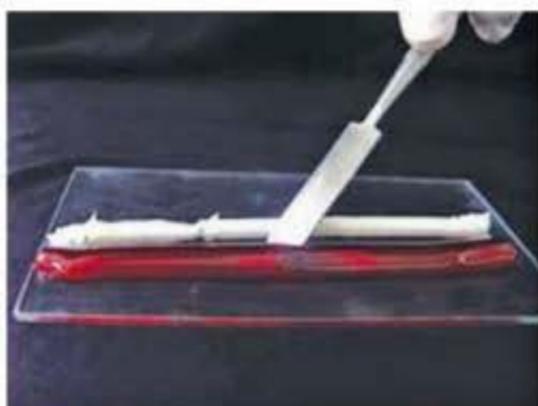


Figura 2.4 – Manipulação da pasta ZOE até a obtenção de coloração uniforme e fluidez adequada para moldagem.

vegetal ou mineral, enquanto a outra possui eugenol e resina. O óleo vegetal ou mineral age como plastificador e auxilia na neutralização do eugenol, que é um irritante tecidual.

O óxido de zinco empregado na fórmula deve ser micropulverizado e desidratado (contendo uma pequena quantidade de água), a fim de facilitar a reação de presa. O óleo de cravo, que contém de 70 a 80% de eugenol, algumas vezes é empregado como substituto deste, porque reduz a sensação de queimação relatada pelo paciente quando a pasta entra em contato com os tecidos moles.

A adição de resina (colofônia) a uma das pastas facilita a velocidade da reação e permite que o produto final seja mais cremoso e homogêneo. Bálsamos são utilizados como diluentes, aumentando o escoamento da pasta, o que facilita a espatulação. Algumas substâncias, como partículas de carga, ceras ou substâncias inertes (p. ex., caolin, talco e terra diatomácea), são adicionadas para que as pastas tenham uma adequada consistência antes da presa. Os sais solúveis podem agir como aceleradores de presa, podendo ser o acetato de zinco, cloreto de zinco, álcoois primários ou ácidos acéticos.

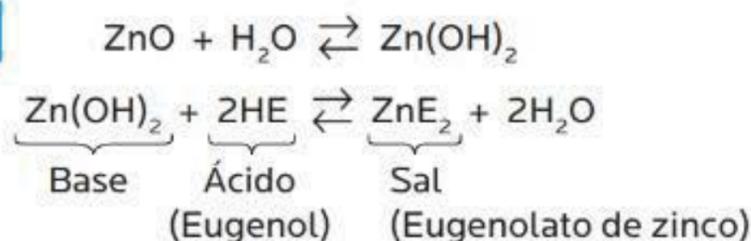
MANIPULAÇÃO

A espatulação é feita em placa de vidro ou em bloco de papel impermeável, dosando-se quantidades iguais em comprimento das pastas. A manipulação é feita com espátula de aço flexível (espátula de manipulação número 72), por aproximadamente um minuto ou até a obtenção de uma coloração uniforme, como mostra a Figura 2.4.

REAÇÃO QUÍMICA

O mecanismo de presa das pastas ZOE consiste na hidrólise do óxido de zinco e na subsequente reação entre o hidróxido de zinco e o eugenol, da seguinte forma:

FÓRMULA



A água é necessária para iniciar a reação e é também um subproduto da mesma. A reação é denominada autocatalítica e ocorre rapidamente em meio úmido. A reação de presa é acelerada pela presença de acetato diidratado de zinco, que é mais solúvel do que o

hidróxido de zinco, provendo íons de zinco mais rapidamente para a reação. O ácido acético é um catalisador mais reativo que a água, pois aumenta a velocidade de formação de hidróxido de cálcio. A alta temperatura ambiente também acelera a sua reação de presa.

PROPRIEDADES

TEMPO DE PRESA: Os tempos de presa são definidos pela especificação nº 16 da ADA para pastas ZOE de moldagem.² O tempo de presa inicial, assim como o tempo de trabalho que vai desde a espatulação, o carregamento da moldeira e seu assentamento na boca, pode variar de 3 a 6 minutos. Já o tempo de presa final, definido como o tempo decorrido até que o material tenha resistência suficiente para ser removido da boca, é de aproximadamente 10 minutos para os materiais do tipo I (duros) e de 15 minutos para os do tipo II (macios). Alguns dos fatores que podem alterar o tempo de presa são descritos no Quadro 2.5.

ESCOAMENTO: O escoamento de uma pasta é medido em termos de fluidez ou aumento de seu diâmetro em milímetros, quando uma força é aplicada sobre uma placa que prensa o material em diferentes intervalos de tempo. Varia de acordo com seu tempo de presa, devendo ter um escoamento suficiente para a reprodução de detalhes e que diminua progressivamente com seu tempo de presa.

ESTABILIDADE DIMENSIONAL: A estabilidade dimensional das pastas zincoenólicas é bastante satisfatória. Uma contração muito baixa (< 0,1%) pode ocorrer durante a presa, sendo considerada insignificante.

DESVANTAGENS

Uma das principais desvantagens da pasta ZOE é a possibilidade de produzir no paciente a sensação de queimação, causada pelo contato do eugenol com os tecidos. Além disso, a reação da pasta ZOE nunca é completa, resultando na liberação de eugenol. Alguns pacientes reclamam do gosto ruim da pasta. Sua pegajosidade à pele e aos instrumentos também é desvantajosa.

APRESENTAÇÃO COMERCIAL

Apresenta-se comercialmente na forma de duas pastas, a pasta-base, que tem coloração esbranquiçada, e a pasta catalisadora, que geralmente é de cor avermelhada (Fig. 2.5).



Figura 2.5 – Apresentação comercial da pasta ZOE.

LEMBRETE

As pastas zincoenólicas devem constituir um molde que não se deforme nem se frature no momento em que o material é removido da boca do paciente. Para tanto, a pasta deve apresentar rigidez na temperatura da boca.

SAIBA MAIS

Em razão das desvantagens da pasta zincoenólica, foi criada a pasta de óxido de zinco sem eugenol, a qual utiliza um material que produz reação similar a do ZOE, uma reação de saponificação, produzindo um saponáceo insolúvel.

QUADRO 2.5 – Fatores que podem alterar o tempo de presa

- Alteração na proporção das pastas, o que pode aumentar ou reduzir a velocidade de presa (dependendo da pasta em que foi colocado o acelerador).
- Adição de um acelerador como o acetato de zinco ou de uma gota de água na pasta que contém eugenol antes da mistura, o que pode reduzir o tempo de presa.
- Resfriamento da placa e da espátula de manipulação, que pode aumentar o tempo de presa.
- Adição de óleos e ceras inertes durante a manipulação, o que pode prolongar o tempo de presa (p. ex., azeite, óleo mineral e vaselina).

QUADRO 2.6 – Outras aplicações clínicas das pastas de óxido de zinco e eugenol

Cimento cirúrgico	Pasta para registro de mordida
Após algumas cirurgias periodontais, a pasta ZOE pode ser colocada sobre a ferida para auxiliar na retenção de medicamentos e promover a cicatrização. A composição do cimento cirúrgico é a mesma das pastas de moldagem, porém os cimentos são geralmente mais macios e apresentam um menor tempo de presa. O produto final deve ter consistência rígida para resistir à mastigação, mas não tão friável que possa ser removido mediante força localizada.	Dos materiais empregados para registrar as relações oclusais entre os dentes, as pastas ZOE são frequentemente usadas como material de registro na confecção de próteses totais, parciais fixas ou removíveis. Na sua composição, plastificadores como vaselina são geralmente adicionados à fórmula da pasta com a finalidade de reduzir a adesão desta aos tecidos. O registro feito com a pasta ZOE é mais estável do que aqueles feitos com cera.

MATERIAIS ELÁSTICOS

ÁGAR OU HIDROCOLOIDE REVERSÍVEL

Os coloides são frequentemente classificados como o quarto estado da matéria, ou estado coloidal, em razão de sua estrutura tridimensional, constituição e reação. A fim de melhor compreendermos isso, segue uma pequena revisão sobre diferentes estados da matéria:



Dispersões são sistemas em que uma substância está disseminada no meio sob a forma de pequenas partículas em uma segunda substância, como no caso do sal em água. As moléculas do sal (soluto) se dispersam uniformemente na água (solvente). Não há nenhuma separação visível entre o soluto e o solvente; no entanto, se o sal for substituído por partículas maiores e visíveis, como areia, que não se solubiliza no solvente (água), o sistema passa a ser denominado **suspensão**. Caso as partículas dispersas em água sejam líquidas (p. ex., óleo vegetal), o sistema é denominado **emulsão**. As partículas suspensas, ou gotas de líquido, não se difundem e tendem a se separar do meio, a não ser que sejam mantidas mecânica ou quimicamente. Em um ponto entre as pequenas moléculas da solução e as partículas da suspensão, existe uma solução coloidal ou sol.

O hidrocoloide reversível é um material de baixa popularidade, principalmente no Brasil. Trata-se de um dos primeiros materiais de moldagem utilizados em odontologia, mas, como requer aparatologia específica para a utilização e técnica complexa, passou a ser substituído por outros materiais de moldagem elásticos. O hidrocoloide reversível é constituído basicamente por ágar, que é um coloide hidrofílico orgânico (polissacarídeo) extraído de certas algas marinhas. Seu método de geleificação é um processo de solidificação no qual a mudança física de sol para gel, e vice-versa, é induzida pela alteração da temperatura. Cabe ressaltar, entretanto, que o gel hidrocoloide não retorna ao seu estado de sol na mesma temperatura em que se "solidifica". O gel necessita ser aquecido a uma temperatura mais alta, designada como temperatura de liquefação

(70 a 100°C), para retornar à sua condição de sol. Quando resfriado, o material permanece como sol muito abaixo da temperatura de liquefação, transformando-se em gel entre 37 e 50°C.

TÉCNICA O emprego do hidrocoloide reversível envolve um procedimento dividido em três etapas. A primeira é liquefazer o material e mantê-lo em estado de sol. O material é fornecido em um tubo em forma de gel, à temperatura ambiente. Imediatamente antes da moldagem, é feita a segunda etapa, na qual esse material geleificado é assentado em uma moldeira e condicionado a uma temperatura passível de ser suportada pelos tecidos bucais. Uma vez que o material é assentado à boca, segue a terceira etapa, na qual o material deve ser resfriado a fim de que ocorra rapidamente a geleificação. Para isso, faz-se circular água pela moldeira até complementar o processo. A moldeira é então removida, e o molde é vazado.

ATENÇÃO

A técnica de moldagem com ágar é bastante complexa e requer equipamento específico para liquefazer e condicionar o material.

ALGINATO OU HIDROCOLOIDE IRREVERSÍVEL

No final do século passado, um químico escocês observou que algas marrons produziam um extrato mucoso o qual chamou de algin. Essa substância foi mais tarde identificada como um polímero linear com inúmeros grupamentos de ácido carboxílico, conhecido também como ácido algínico.

Com a escassez do ágar na Segunda Guerra Mundial, inúmeras pesquisas foram necessárias para encontrar um material de moldagem substituto. O resultado foi o hidrocoloide irreversível ou alginato, assim chamado devido à reação química do ácido algínico. Seu sucesso foi imediato graças a aspectos como fácil manipulação do material, conforto para o paciente e baixo custo, por não exigir equipamentos sofisticados.

COMPOSIÇÃO

Os principais componentes dos alginatos ou hidrocoloides irreversíveis são apresentados na Tabela 2.1. A partir desta tabela, observa-se que o principal componente do hidrocoloide irreversível é um alginato solúvel, como o alginato de sódio ou o alginato de potássio. Quando esses alginatos solúveis são misturados à água, formam rapidamente um sol, o qual é viscoso, mesmo em pequenas concentrações.

O peso molecular dos alginatos pode variar de acordo com o tratamento feito pelo fabricante; quanto maior for seu peso molecular, mais viscoso será o sol. A terra diatomácea ou diatomita tem como finalidade ser um agente de carga do material. Quando a carga é adicionada em proporções corretas, há um aumento na resistência e na dureza do gel de alginato, produzindo uma superfície de textura lisa, sem pegajosidade. O óxido de zinco também atua como carga e influencia as propriedades físicas e o tempo de presa do gel.

Quaisquer das formas de sulfato de cálcio são empregadas como ativador da reação. A forma di-hidratada é geralmente utilizada sob algumas circunstâncias, enquanto o hemi-hidrato produz um aumento do tempo de armazenamento do pó e uma maior estabilidade dimensional do gel. Fluoretos, como o de potássio e o de titânio, estão na composição como aceleradores da presa do gesso (endurecedores), conferindo à superfície do gesso dureza e densidade.

TABELA 2.1 – Composição básica dos alginatos

Componente	Quantidade (%)
Alginato de sódio ou potássio (reagente)	15
Sulfato de cálcio (reagente)	16
Sulfato tri ou tetra sódico (retardador)	2
Diatomita e óxido de zinco (carga)	60
Fluoreto de potássio e de titânio (endurecedor do gesso)	3
Gluconato de clorexidina (antimicrobiano)	*
Glicol orgânico (alginatos <i>dust free</i>)	*
Corantes e aromatizantes	*

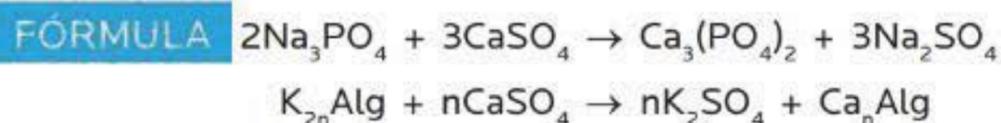
* Componentes presentes em baixo percentual e em algumas marcas comerciais específicas.

LEMBRETE

Quando 15 g de pó são misturados com 40 mL de água, geralmente a geleificação ocorre em torno de 3 a 4 minutos na temperatura ambiente.

PROCESSO DE GELEIFICAÇÃO

Logo após a mistura do alginato à água, ocorre a reação do alginato de sódio ou potássio (reagente) com o sulfato de cálcio, havendo a formação do alginato de cálcio insolúvel. Essa reação é tão rápida que não permite um tempo adequado de manipulação. Portanto, um terceiro sal solúvel em água é adicionado à solução, para retardar a presa e aumentar o tempo de trabalho. O sal adicionado é chamado de retardador e pode ser escolhido entre vários sais solúveis, como sulfato tri ou tetra sódico. A quantidade de retardador deve ser dosada corretamente para obter-se um tempo de geleificação adequado.



ESTRUTURA DO GEL

À medida que a reação progride, uma ligação cruzada molecular complexa e uma rede polimérica se formam, constituindo a estrutura do gel, como mostrado na Figura 2.6. A unidade molecular do alginato de sódio liga-se ao sulfato de cálcio para formar grandes moléculas, sendo a reação classificada como polimerização, pela formação de ligações cruzadas e uma molécula tridimensional polimérica (unidades repetidas, poli = vários, meros = unidades/moléculas).

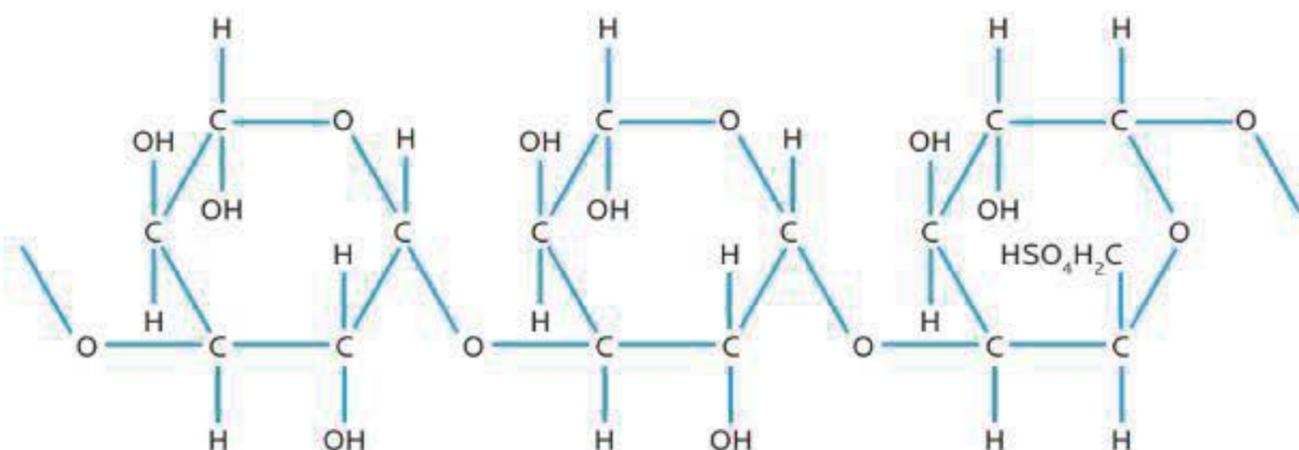


Figura 2.6 – Estrutura química do alginato.

TEMPO DE GELEIFICAÇÃO

É medido desde o início da manipulação do material até o momento da presa. Deve permitir que o profissional misture o material, carregue a moldeira e posicione-a na boca do paciente. Quando a geleificação inicia, o material deve ser mantido imóvel, pois as fibrilas em crescimento podem romper-se e tornar o material friável.

O tempo de geleificação é em torno de 3 a 4 minutos à temperatura ambiente (20°C). Os fabricantes também produzem materiais de presa rápida, ultrarrápida e de presa normal, para que o profissional escolha o que for melhor para sua utilização.

Os alginatos são classificados em tipo I e tipo II, de acordo com a velocidade de geleificação do material, como é apresentado na Quadro 2.7.

CONTROLE DO TEMPO DE GELEIFICAÇÃO: A alteração da proporção água/pó ou do tempo de espatulação pode produzir efeitos deletérios nas propriedades dos géis, reduzindo sua resistência à ruptura ou à elasticidade. Desse modo, a melhor forma de controlar o tempo de geleificação é pela quantidade de retardador dosado pelo fabricante. Outra forma mais segura é alterar a temperatura da água utilizada na manipulação. Altas temperaturas aceleram o tempo de presa. Da mesma forma, quando a temperatura do ambiente estiver alta, deve-se usar água gelada para evitar a geleificação prematura.

INDICAÇÕES

O alginato é empregado para a realização de moldagens que têm por objetivo a obtenção de modelos de estudo e também modelos utilizados para a construção de moldeiras individuais para que uma segunda e mais precisa moldagem seja feita. Alginatos de melhor qualidade são utilizados para moldagens cujos modelos produzidos servirão para a confecção de próteses removíveis.

MANIPULAÇÃO

O pó é dosado em medidor fornecido pelo fabricante e é colocado sobre a água já proporcionada, em um gral limpo e seco. Idealmente, o pó de alginato deveria ser pesado, e não medido por volume. Contudo, a medida por volume é mais prática e não traz nenhum efeito mensurável às propriedades físicas dos materiais. O pó deve ser incorporado à água cuidadosamente com uma espátula plástica, evitando a incorporação de bolhas de ar à mistura. Uma espatulação vigorosa deve ser feita para a incorporação total do pó à água até a

SAIBA MAIS

Uma forma prática de determinar o tempo de geleificação é observar o tempo ocorrido desde o início da mistura até o ponto em que o material não está mais pegajoso e oferece resistência à compressão com a ponta do dedo (luva) ou de um instrumental rombo.

SAIBA MAIS

Alguns materiais são sensíveis a ponto de alterar seu tempo de presa em 20 segundos para cada grau Celsius de mudança de temperatura. Neste caso, a temperatura da massa do alginato misturada deve ser controlada cuidadosamente em 1 ou 2°C da temperatura padrão, geralmente de 20°C, a fim de manter o tempo de presa constante e confiável.

ATENÇÃO

A incorporação de ar na mistura ou a permanência de pó não dissolvido alteram as propriedades do alginato.

QUADRO 2.7 – Classificação dos alginatos de acordo com a velocidade de geleificação

Tipo	Velocidade de geleificação
Tipo I	Rápida (1 a 2 minutos)
Tipo II	Normal (2 a 4,5 minutos)

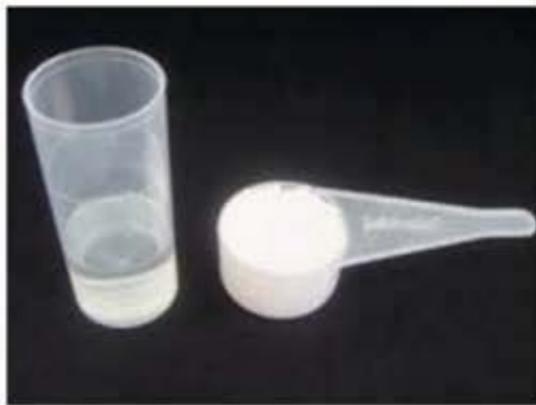


Figura 2.7 – Espatulação do alginato para moldagem.

mistura permanecer homogênea. Um tempo de espatulação de 45 segundos a 1 minuto é indicado, sendo que no final da espatulação a massa deve estar lisa e cremosa, soltando da espátula quando da remoção do gral (Fig. 2.7).

REALIZAÇÃO DO MOLDE DE ALGINATO

A massa do material é colocada na moldeira, e o profissional pode aplicar, com o dedo enluvado, as sobras de alginatos nas regiões de difícil reprodução, como sulcos e fissuras oclusais. Isso evita o aprisionamento de bolhas de ar quando a moldeira é assentada na boca. É importante que o alginato tenha retenção à moldeira para que possa ser retirado de áreas retentivas em uma só etapa. Devem ser usadas moldeiras com perfurações ou canaletas de retenção nas bordas.

PROPRIEDADES

RESISTÊNCIA MECÂNICA: Apesar de ser um material elástico, porções delgadas de alginato estão sujeitas à fratura e ruptura, de maneira que a moldeira do alginato deve assentar-se na boca de forma a deixar suficiente espessura de material (mínimo de 3 mm), melhorando com isso suas propriedades mecânicas. A resistência à compressão do material dobra de valor durante os primeiros 4 minutos de geleificação, e a maioria dos alginatos melhora também sua elasticidade com o aumento desse tempo, o que minimiza a distorção durante a remoção da boca e conseqüentemente permite uma maior reprodutibilidade nas áreas retentivas.

VISCOELASTICIDADE: A resistência à ruptura ou rasgamento aumenta quando o molde é removido abruptamente. A velocidade de remoção deve estar compreendida entre o movimento rápido e o conforto do paciente. Geralmente o alginato não adere fortemente aos tecidos, sendo possível removê-lo de uma só vez. É necessário evitar torções na moldeira na tentativa da remoção rápida do molde.

REPRODUÇÃO DE DETALHES: O alginato não reproduz detalhes da mesma forma que outros elastômeros. A rugosidade da superfície a ser moldada já é o suficiente para causar distorções nas margens da cavidade. Nos casos indicados (menor exigência de reprodução de detalhes), para assegurar uma reprodução fiel dos modelos, é importante manusear o material corretamente.

ESTABILIDADE DIMENSIONAL: Os géis estão sujeitos a alterações dimensionais por sinérese ou embebição, ou seja, perda ou ganho de líquido, respectivamente. Quando o molde é removido da boca e exposto ao ar à temperatura ambiente, ocorre contração associada à sinérese. Contudo, se o molde entrar em contato com a água, este se expandirá como resultado à embebição.

O condicionamento prévio ao vazamento do molde em 100% de umidade relativa é indicado quando não for possível o vazamento imediato, a fim de reduzir a alteração dimensional do alginato. Essa estratégia consiste na utilização de uma cuba plástica fechada, com algodão ou gaze embebido em água e uma base plástica na parte inferior interna, para que a água não entre em contato direto com o material.

DESINFECÇÃO DO MOLDE

Como o material deve ser vazado imediatamente depois de removido da boca, o procedimento de desinfecção deve ser rápido, para prevenir alterações dimensionais. A desinfecção pode ser feita com hipoclorito de sódio a 1%, o qual é borrifado sobre a moldagem por alguns segundos. O molde deve permanecer em uma embalagem plástica fechada por 10 minutos.

APRESENTAÇÃO COMERCIAL

O alginato é fornecido em pacotes pré-dosados separadamente, que contêm pó suficiente para a realização de uma moldagem, ou em grandes envelopes ou latas (Fig. 2.8). Os pacotes individuais são preferíveis pela menor chance de deterioração e contaminação durante a armazenagem. Além disso, também permitem a correta proporção pó/líquido, uma vez que medidores de água são fornecidos. Os envelopes têm um custo menor, porém, quando abertos, devem ser colocados em potes hermeticamente fechados, para evitar contaminação. O alginato deve ser estocado em locais com temperatura amena e baixa umidade.

CUIDADOS NECESSÁRIOS

Devem ser utilizados instrumentais e equipamentos limpos, pois algumas alterações das propriedades dos materiais são atribuídas à contaminação da mistura de alginato, podendo resultar em presa rápida, fluidez inadequada, ou até a ruptura do material quando removido da boca. Um exemplo é que pequenas quantidades de gesso deixadas no gral de borracha aceleram a geleificação do alginato. Devem ser utilizadas cubas distintas para os materiais, ou seja, uma para o gesso e outra para o alginato. Existem espatuladores mecânicos para o alginato; é possível também a manipulação a vácuo que evita a incorporação de ar à mistura. As causas mais comuns de falhas nas moldagens com alginato são apresentadas na Quadro 2.8.



Figura 2.8 – Apresentação comercial do alginato.

ATENÇÃO

É importante evitar a inalação da poeira no momento da abertura do recipiente onde está acondicionado o material, pois as partículas de sílica presentes na composição do alginato podem trazer prejuízo à saúde do profissional.

LEMBRETE

Uma variação de apenas 15% daquela recomendada na proporção pó/líquido terá grande influência na presa e na consistência do alginato.

QUADRO 2.8 – Causas de defeitos nas moldagens de alginato

Efeitos	Causas
Rasgamento	Espessura inadequada, contaminação por umidade, remoção prematura da boca, espatulação prolongada.
Bolhas de ar	Incorporação de ar durante a espatulação, moldagem com movimento muito rápido, geleificação inadequada (impossibilitando o escoamento), excesso de saliva sobre os tecidos.
Material granuloso	Espatulação inadequada ou prolongada, geleificação deficiente, relação água/pó muito baixa.
Modelo de gesso rugoso ou pulverulento	Limpeza inadequada do molde, excesso de água deixada no molde, separação prematura do modelo, modelo de gesso deixado muito tempo em contato com o material, manipulação inadequada do gesso.
Distorção	Molde não foi vazado imediatamente, movimento da moldeira durante a fase de geleificação, remoção prematura ou indevida da boca, moldeira deixada por muito tempo na boca.

ELASTÔMEROS PARA MOLDAGEM

Além dos géis hidrocoloides, existe um grupo de materiais de moldagem à base de borracha, conhecido como elastômeros. Esses materiais são classificados como borrachas sintéticas e foram desenvolvidos como cópias das borrachas naturais quando estas se tornaram escassas durante a Segunda Guerra Mundial.

As borrachas sintéticas são classificadas, de acordo com a especificação nº 19 da ADA,³ como materiais elásticos com presa por reação química. São formadas por grandes moléculas ou polímeros que são unidos por ligações cruzadas e têm a capacidade de duplicar estruturas dentais com precisão de moldagem. Em odontologia, algumas dessas borrachas são denominadas elastômeros, os quais dividem-se em polissulfeto ou mercaptana, poliéter, silicone de condensação e silicone de adição. A reação química dos elastômeros pode se dar por adição, como no caso do poliéter e do silicone por adição, ou então por condensação, como é o caso do polissulfeto (mercaptana) e do silicone por condensação. A seguir são apresentadas algumas definições importantes sobre os processos de polimerização.

Monômero: Um segmento ou uma molécula.

Polímero: Muitos segmentos ou moléculas.

Copolímero: Polímero com diferentes unidades monoméricas formando sua estrutura.

Polimerização ou cura: Reação química que transforma pequenas moléculas em uma grande cadeia polimérica.

Reação de adição: Reação de polimerização na qual as macromoléculas são formadas a partir de unidades pequenas (monômeros), sem alteração na composição, ou seja, sem a formação de subprodutos.

Reação de condensação: Reação de polimerização entre duas ou mais moléculas simples. As substâncias originais frequentemente reagem com a formação de subprodutos, como água, ácidos halógenos e amônia.

Tempo de trabalho: Decorre do início da mistura da pasta-base com a pasta catalisadora, até que o material ainda tenha fluidez suficiente para que a moldagem possa ser executada.

Tempo de presa: decorre do início da mistura, até que o material tenha resistência suficiente para ser removido da boca, ou seja, até que tenha adquirido suas propriedades elásticas.

APLICAÇÕES

Os elastômeros reproduzem as estruturas bucais com precisão de detalhes, podendo ser utilizados com as seguintes finalidades:

- moldagem para confecção de próteses em geral;
- moldagem para confecção de protetores bucais;
- moldagem para confecção de aparelhos ortodônticos;
- registro de mordida (relação interoclusal).

SAIBA MAIS

A polimerização pode continuar por certo tempo após a presa, fato conhecido como polimerização residual ou tardia.

MANIPULAÇÃO DO MATERIAL

A maioria dos materiais disponíveis são sistemas de dois componentes, fornecidos na forma de pasta. A diferença nas cores dessas pastas permite que o material seja dispensado sobre uma placa em partes iguais, para ser espatulado até a obtenção de uma coloração homogênea. A presa ocorre por meio de uma polimerização em cadeia que aumenta progressivamente, formando ligações cruzadas entre si.

CLASSIFICAÇÃO

Os diferentes tipos de elastômeros podem ser classificados, segundo a especificação nº 19 da Associação Dental Americana (ADA),³ de acordo com sua viscosidade e apresentação comercial, como mostra o Quadro 2.9.

Essa classificação leva em consideração a viscosidade dos elastômeros, que é a propriedade que controla a característica de escoamento de um determinado material. A viscosidade é determinada medindo-se o escoamento do material (em milímetros) sob uma placa de vidro após sua espatulação. Os materiais podem ser divididos em quatro tipos de viscosidade: (1) material leve; (2) material médio ou regular; (3) material pesado e (4) massa densa, apresentados na Figura 2.9. O controle da viscosidade pode ser feito pelo peso molecular do polímero, quantidade de agentes de carga do material e a colocação de diluentes na composição do material.

MOLDEIRAS

As moldeiras utilizadas para a confecção da moldagem com elastômeros podem ser de estoque ou individuais. As de estoque são compradas em lojas especializadas e podem ser metálicas ou plásticas e subdivididas em totais ou parciais. As moldeiras individuais são confeccionadas pelo profissional, geralmente em resina acrílica, podendo ser totais, parciais ou unitárias.

No procedimento de moldagem, a consistência de massa é utilizada nas moldeiras de estoque, a consistência pesada e regular é geralmente usada em moldeiras individuais de resina acrílica e a consistência leve (pasta) é utilizada em seringas.



Figura 2.9 – Tipos de elastômeros classificados de acordo com o tipo de viscosidade em: leve, regular, pesado e massa densa.

QUADRO 2.9 – Classificação dos elastômeros segundo a especificação nº 19 da ADA.

Viscosidade	Apresentação	Escoamento (mm)	Utilização
Muito alta	Massa	13 – 20	Moldeira estoque
Alta (pesada)	Pasta	20 – 32	Moldeira individual
Média (regular)	Pasta	30 – 40	Moldeira individual
Baixa (leve)	Pasta	36 – 55	Seringa

POLISSULFETO OU MERCAPTANA

O componente básico da pasta do polímero é uma mercaptana polifuncional (ou polímero de polissulfetos). O polímero apresenta geralmente ligações cruzadas com um agente oxidante, como o dióxido de chumbo. É o dióxido de chumbo que confere a cor característica marrom ao polissulfeto. Durante a reação de condensação do dióxido de chumbo com os grupos mercaptânicos (SH) do polímero, ocorre o aumento da cadeia a partir da reação com o grupo terminal SH. A formação de ligações cruzadas ocorre a partir da reação com o grupo pendente SH (Fig. 2.10).

Como os grupos pendentes compõem-se somente de um pequeno percentual de grupos SH disponíveis, a reação de polimerização resulta inicialmente somente no aumento do comprimento da cadeia, o qual causa o aumento da viscosidade. A formação de ligações cruzadas une as cadeias formando uma rede tridimensional que confere as propriedades elásticas ao material.

A reação de polimerização do polissulfeto é exotérmica, a quantidade de calor gerada depende da quantidade total de material e da concentração de iniciadores. O subproduto gerado na reação de condensação é a água.

COMPOSIÇÃO: A pasta-base contém um polímero de polissulfeto; um agente de carga (que pode ser sulfato de zinco, sílica e dióxido de titânio), para conferir a resistência necessária; um plastificador, como o dibutilftalato, que confere a viscosidade apropriada para a pasta; e cerca de 0,5% de enxofre, para melhorar a reação química. A pasta catalisadora é composta por dióxido de chumbo, que produz a cor marrom característica; o mesmo plastificador da pasta-base e a mesma quantidade de agentes de carga, acrescidos de ácido oleico ou esteárico, que são retardadores responsáveis por controlar a velocidade da reação. Os principais componentes do polissulfeto ou mercaptana são apresentados na Quadro 2.10.

MANIPULAÇÃO: Cada pasta vem acondicionada em tubos com diâmetros diferentes; assim, ao dispensá-las em comprimentos iguais, obtém-se a correta proporção do material. Sobre uma placa de vidro ou um bloco de papel impermeável, as pastas base e catalisadora são misturadas com uma espátula metálica de manipulação até a obtenção de uma cor homogênea (aproximadamente 30 a 45 segundos).

ATENÇÃO

Mudanças na proporção das pastas devem ser feitas com cautela, ou seja, sempre em pequeno percentual, devido à possibilidade de alteração das propriedades mecânicas, como a resistência ao rasgamento e elasticidade.

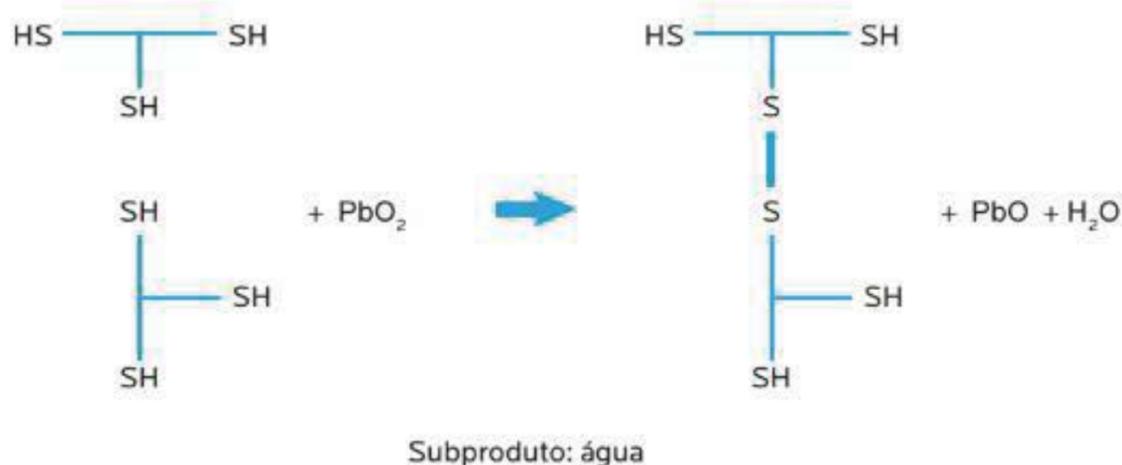


Figura 2.10 – Reação química dos polissulfetos de borracha (mercaptanas).

QUADRO 2.10 – Principais componentes do polissulfeto ou mercaptana

Pasta-base	Pasta catalisadora
Polímero de polissulfeto	Dióxido de chumbo
Sulfato de zinco, sílica ou dióxido de titânio	Dióxido de titânio
Dibutilftalato	Ácido oleico ou esteárico
Enxofre	Dibutilftalato

PROPRIEDADES

TEMPO DE TRABALHO E TEMPO DE PRESA: O aumento da temperatura e a presença de umidade aceleram a velocidade de cura dos elastômeros de moldagem, reduzindo assim o tempo de trabalho e de presa. O resfriamento é um método adequado para se aumentar o tempo de trabalho dos polissulfetos.

O ácido oleico é um retardador efetivo para os polissulfetos curados pelo dióxido de chumbo. Em contrapartida, quando uma gota de água é adicionada à massa, acelera a velocidade de polimerização do material.

ELASTICIDADE: As propriedades elásticas dos elastômeros melhoram com o tempo de cura. Quanto mais o molde for mantido na boca antes de ser removido, maior será a sua precisão.

A recuperação da deformação elástica após tensão é mais lenta para os polissulfetos do que para os demais tipos de elastômeros. Além disso, os polissulfetos exibem maior deformação permanente após uma força de compressão quando comparados com os demais tipos de materiais.

FLEXIBILIDADE: Os polissulfetos estão entre os materiais de impressão que apresentam maior rigidez. O material não polimerizado apresenta alto nível de viscosidade, consistência esta que auxilia no deslocamento de fluidos bucais presentes enquanto a moldeira está sendo assentada. Sua flexibilidade permite que o material polimerizado seja removido com um mínimo de esforço mesmo em áreas retentivas.

ENERGIA DE RUPTURA: Os polissulfetos têm uma alta resistência à ruptura. Porções delgadas de polissulfetos são menos suscetíveis a se romper quando comparadas à igual espessura de outros elastômeros. Entretanto, em decorrência de sua suscetibilidade à distorção, é possível que o polissulfeto possa apresentar uma distorção em vez de rasgar.

ESTABILIDADE DIMENSIONAL: O molde deve ser vazado imediatamente (nos primeiros 30 minutos após a remoção), pois a moldagem é mais precisa tão logo seja removida da boca. Algumas causas de alteração dimensional são as seguintes:

LEMBRETE

A velocidade de esforço aplicada na remoção do molde influencia a resistência à ruptura e à deformação permanente. Portanto, o molde deve ser removido da boca de forma rápida e no menor tempo possível.

- ligeira contração durante a cura e a formação de ligações cruzadas, pois, quando as moléculas se juntam, as cadeias ocupam menos volume e há uma redução no seu comprimento;
- o subproduto gerado da reação de condensação (água) é perdido, causando uma pequena contração;
- embora os polissulfetos sejam hidrofóbicos, podem absorver fluidos se expostos a meio aquoso ou ambiente com alto grau de umidade;
- após a cura do material, ocorre uma recuperação incompleta da deformação, em razão de suas propriedades viscoelásticas.

LEMBRETE

Para aumentar a vida útil dos polissulfetos, deve-se manter os tubos hermeticamente fechados quando não estiverem sendo utilizados. O armazenamento em ambientes refrigerados também é recomendado.

BIOCOMPATIBILIDADE: O problema de biocompatibilidade dos elastômeros está no fato de deixar resíduos do material no sulco gengival. Comparações feitas quanto à citotoxicidade de diferentes materiais de moldagem mostram que os polissulfetos apresentam a menor contagem de morte celular, ou seja, são extremamente biocompatíveis.

FUNÇÃO DA MOLDEIRA: Uma forma de minimizar os efeitos da contração de polimerização e da deformação associadas à distorção é reduzir a quantidade de material empregado na moldeira. Moldagens mais precisas com os polissulfetos são feitas utilizando-se uma moldeira individual de resina acrílica.

CONFECÇÃO DA MOLDEIRA INDIVIDUAL: Para a confecção de uma moldeira individual, antes faz-se um molde prévio com alginato, o qual é vazado com gesso. As porções mais importantes desse modelo, tais como os dentes preparados, são recobertas com uma ou duas lâminas de cera (nº 7 ou 9), para servir como espaçador para o material de moldagem a ser inserido. Resina acrílica quimicamente ativada é colocada então sobre a cera. Em razão da relativa igualdade de espessura da cera, uma uniformidade na espessura do material é obtida quando o molde é feito, minimizando as alterações dimensionais que podem distorcer o molde.

A adesão do material à moldeira é obtida aplicando-se uma camada mínima e uniforme de adesivo, antes da colocação do material de moldagem (Fig. 2.11). O adesivo irá unir fortemente o elastômero à moldeira, e os produtos empregados para esse fim são o butilborracha ou o acrilonitrilostireno dissolvidos em solvente volátil apropriado, como clorofórmio ou acetona. A presença de irregularidades na superfície interna da moldeira também aumenta a adesão do material.



Figura 2.11 – Adesivo para a aplicação na moldeira previamente à inserção do material de moldagem.

DESINFECÇÃO: Os polissulfetos podem ser desinfetados com inúmeras soluções desinfetantes sem produzir alterações dimensionais, desde que o tempo de desinfecção seja curto, pois imersão prolongada produz distorções mínimas. A dureza superficial do modelo de gesso pode ser afetada também pelo tipo de agente desinfetante utilizado. O procedimento recomendado é a imersão por 10 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio a 1%.

PREPARO DOS MODELOS E TROQUEIS: Pode-se vaziar o molde de polissulfeto repetidas vezes para a confecção de modelos e troquéis. No entanto, os vários troquéis subsequentes ao primeiro serão menos precisos, sendo que a distorção ocorre pela alteração dimensional devido aos processos de vazamento e remoção dos modelos. Assim, o intervalo entre a moldagem e o vazamento não deverá ser maior do que 30 minutos.

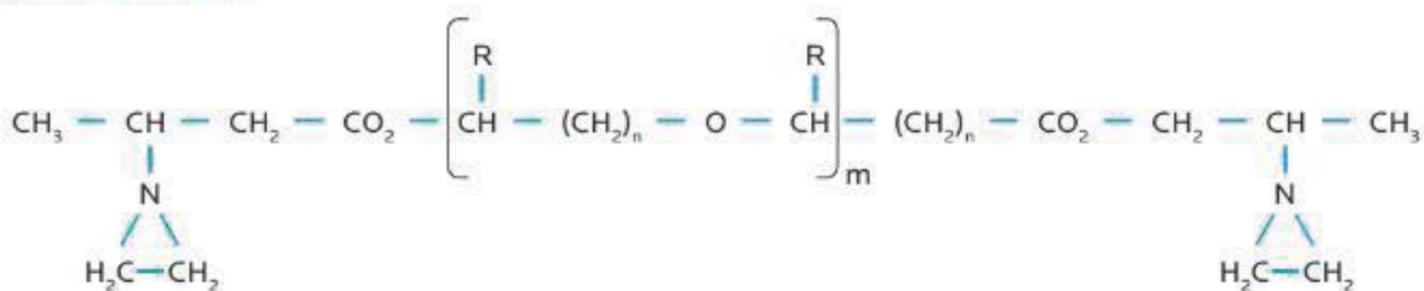
As características hidrófobas fazem com que o material tenha uma alta tensão superficial, e com isso, torna-se difícil vaziar o gesso sem a formação de bolhas. O uso de redutor de tensão superficial ou antibolhas é indicado para a aplicação sobre a moldagem, assim, o gesso escoa mais facilmente na superfície do molde, minimizando a formação de bolhas no modelo.

APRESENTAÇÃO COMERCIAL: O polissulfeto é encontrado comercialmente na forma de duas pastas, pasta-base e pasta catalisadora, como mostra a Figura 2.12.

POLIÉTER

O poliéter foi o primeiro elastômero desenvolvido primariamente com a função de material de moldagem, sendo introduzido na Alemanha no final da década de 1960. Todos os outros materiais de moldagem foram adaptados de outras aplicações industriais. Trata-se de um polímero à base de poliéter que tem sua reação de polimerização pela reação entre anéis de aziridina, que estão situados no término dos ramos moleculares de poliéteres. A cadeia principal é um copolímero do óxido de etileno e um tetraidrofurano. A ligação cruzada na reação de polimerização é feita por um éster sulfonado aromático, onde R é um grupo alquila que produz a ligação cruzada pela polimerização catiônica via grupo terminal imina.

FÓRMULA



COMPOSIÇÃO: O poliéter é encontrado na forma de duas pastas, como mostra a Quadro 2.11. A pasta-base contém o polímero de poliéter, a sílica coloidal como agente de carga e um plastificador, como o glicoléter ou o ftalato. A pasta catalisadora contém o alquilsulfonato aromático, além do agente de carga e plastificadores.



Figura 2.12 – Apresentação comercial do polissulfeto ou mercaptana.

QUADRO 2.11 – Composição do poliéter

Pasta-base	Pasta catalisadora
Polímero de poliéter	Alquilsulfonato aromático
Sílica coloidal	Sílica coloidal
Glicoléter ou ftalato	Glicoléter ou ftalato



Figura 2.13 – Apresentação comercial do poliéter.

APRESENTAÇÃO COMERCIAL: É encontrado comercialmente na forma de duas pastas, pasta-base e pasta catalisadora, como mostra a Figura 2.13.

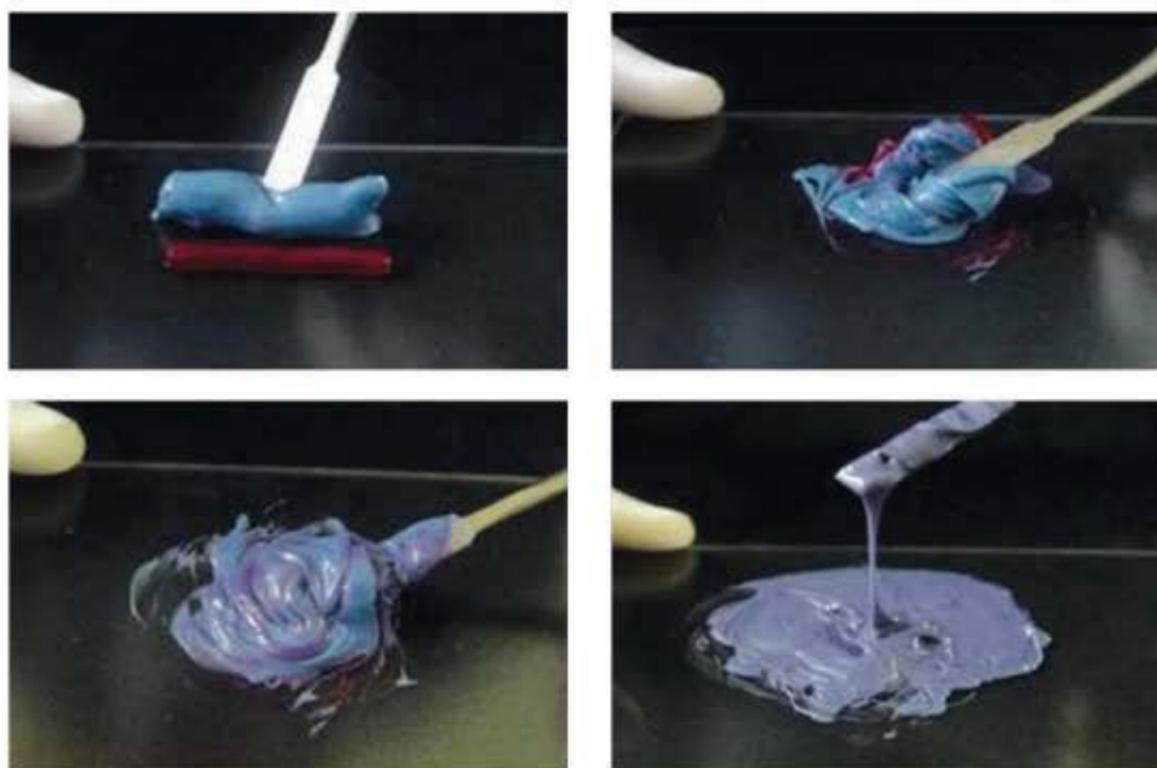
MANIPULAÇÃO: Cada pasta vem acondicionada em tubos com diâmetros diferentes; assim, ao dispensá-las em comprimentos iguais, obtém-se a correta proporção do material. Sobre uma placa de vidro ou um bloco de papel impermeável, as pastas base e catalisadora são misturadas com uma espátula metálica de manipulação, até obter-se uma coloração homogênea (em aproximadamente 30 a 45 segundos). A técnica é simples e limpa (Fig. 2.14).

PROPRIEDADES

TEMPO DE TRABALHO E TEMPO DE PRESA: A velocidade de polimerização dos poliéteres é menos sensível à alteração de temperatura do que a dos silicones de adição. Algumas modificações na proporção base/catalisador podem ser feitas para aumentar o tempo de trabalho, assim como pode ser usado um fluidificador com a mesma intenção. Este, além de reduzir a viscosidade do material ainda não polimerizado, altera suas propriedades após a presa, reduzindo seu módulo de elasticidade ou rigidez sem aumentar a deformação permanente ou o escoamento. Outra forma de aumentar o tempo de trabalho é a utilização de um retardador, que é fornecido



Figura 2.14 – Manipulação do poliéter até a obtenção de uma coloração homogênea.



pelo fabricante e não altera as propriedades elásticas ou a contração de polimerização.

ELASTICIDADE: São os materiais de moldagem mais rígidos disponíveis no mercado, excluindo as massas densas dos silicones. Resultados obtidos por testes de resistência à compressão indicam que os poliéteres são ligeiramente menos elásticos do que os silicones por adição.

ENERGIA DE RUPTURA: A resistência ao rasgamento dos poliéteres é melhor do que a dos silicones por condensação e a da maioria dos silicones por adição. Entretanto, o poliéter é mais fácil de romper do que os polissulfetos.

ESTABILIDADE DIMENSIONAL: As alterações dimensionais do poliéter são pequenas, pois não há em sua reação de cura a formação de subprodutos. A rigidez do material implica um esforço maior a ser aplicado na remoção do molde de poliéter da boca, quando comparado com os outros tipos de materiais de moldagem. Mesmo assim, a recuperação elástica é praticamente completa, em virtude de suas excelentes propriedades físicas. Os poliéteres também produzem a menor quantidade de distorção quando uma carga é aplicada sobre o material polimerizado. Assim, vaziar repetidamente o molde e retirar os modelos várias vezes do molde com poliéter não altera a sua estabilidade dimensional, mesmo que uma força excessiva seja aplicada na sua remoção a cada vazamento.

SORÇÃO DE ÁGUA: Uma propriedade que tem efeito negativo no material é a absorção de água e fluidos e a liberação simultânea do componente plastificador, que é solúvel em água. Portanto, o armazenamento do molde de poliéter deve ser feito em ambiente seco e fresco, para que sua precisão seja mantida.

BIOCOMPATIBILIDADE: O poliéter polimerizado produz o maior índice de citotoxicidade celular e o menor índice de contagem de células vitais após exposições múltiplas, comparado com os demais materiais de moldagem. O maior problema causado ao paciente é a permanência de resíduos de material deixado no sulco gengival, o que pode provocar inflamação leve a severa.

VIDA ÚTIL: O material apresenta uma longa vida útil. Armazená-lo em ambientes secos e refrigerados prolonga sua vida útil, porém deve-se ter cuidado com a refrigeração, pois pode torná-lo muito rígido e difícil de espatular. Assim, é necessário deixar que o material atinja a temperatura ambiente antes de seu uso.

FUNÇÃO DE MOLDEIRA: Nas moldagens de poliéter, pode-se ou não utilizar uma moldeira individual de resina acrílica. Quando a moldeira individual for utilizada, deve-se utilizar uma espessura delgada e uniforme do material (aproximadamente 2 mm), pois isso facilita sua remoção da boca. Em virtude de sua grande rigidez, muitas vezes não é necessário suporte das moldeiras individuais para evitar a distorção. Independentemente do tipo de moldeira utilizada, é importante o uso de adesivo, para que as tensões produzidas durante a remoção da moldeira não desloquem o material desta.

DESINFECÇÃO: Os polissulfetos podem ser desinfetados por vários agentes antimicrobianos sem produzir alterações dimensionais, desde que a desinfecção seja breve. A imersão prolongada produz distorções

LEMBRETE

Um molde de poliéter pode ser vazado após minutos, horas ou dias, e o modelo resultante terá a mesma precisão. O ideal é vaziar dentro da primeira hora para evitar contaminação do molde, principalmente pela sorção de água.

ATENÇÃO

Um gesso que não tenha atingido sua presa final pode fraturar quando removido do molde com poliéter.

ATENÇÃO

Em razão da radiolucidez do poliéter, o material deve ser rigorosamente inspecionado após a sua remoção da boca, para evitar que fragmentos sejam deixados no sulco gengival.

mensuráveis, e certos agentes podem reduzir a dureza superficial do modelo de gesso vazado. Os poliéteres são particularmente suscetíveis a alteração dimensional se o tempo de desinfecção exceder 10 minutos, por sua natureza hidrofílica. O hipoclorito a 1% é uma solução desinfetante satisfatória para esses elastômeros.

PREPARO DOS MODELOS E TROQUEIS: Não existe evidência da interação negativa entre a superfície do poliéter e a do gesso. Para os moldes com poliéter, deve-se aguardar ao máximo a presa final do gesso, para garantir uma excelente resistência, pois a rigidez do poliéter torna difícil a remoção do modelo. É o menos hidrofóbico dos elastômeros.

SILICONE DE CONDENSAÇÃO

REAÇÃO QUÍMICA: O polímero consiste em um radical α - ω -hidroxipolidimetilsiloxano. A polimerização de condensação desses materiais envolve uma reação com o alquilsilicato tri e tetrafuncional, denominado tetraetilortosilicato, na presença de octoato de estanho ($\text{Sn}[\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COO}]_2$). Essas reações ocorrem à temperatura ambiente, e a formação do elastômero ocorre pela ligação cruzada entre os grupos terminais do polímero de silicone e o alquilsilicato, formando uma rede tridimensional, como mostra a Figura 2.15.

O álcool etílico é o subproduto da reação de polimerização por condensação, e sua subsequente evaporação contribui para a contração que ocorre após a presa deste material. Outros subprodutos provenientes da reação de condensação são a água e a amônia.

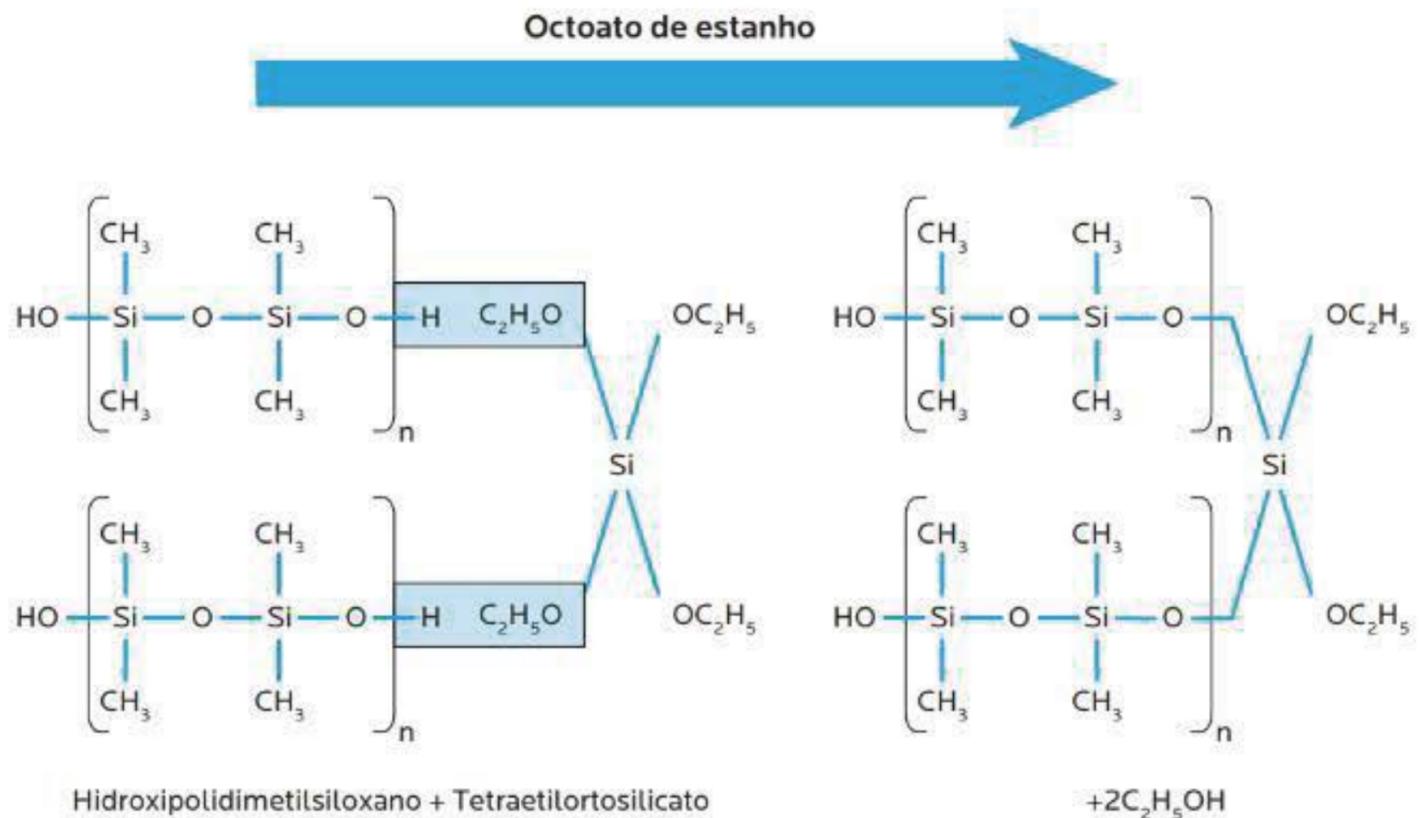


Figura 2.15 – Representação esquemática da reação de polimerização do silicone de condensação.

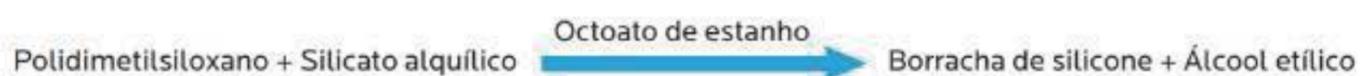


Figura 2.16 – Reação química – silicone de condensação.

COMPOSIÇÃO: Os silicones por condensação são fornecidos na forma de duas pastas, uma base e outra catalisadora. Como os polímeros de silicone são líquidos, são adicionados sílica coloidal ou micropartículas de óxidos metálicos, como agentes de carga, formando uma pasta (Quadro 2.12).

Um material de alta viscosidade foi desenvolvido para superar a grande contração de polimerização dos silicones por condensação. A consistência de massa contém alta concentração de carga, o que resulta em menor concentração de polímero e, com isso, menor contração de polimerização. A pasta do silicone de condensação e a massa densa podem ser fabricadas em uma grande variedade de cores: rosa, azul, verde e roxo são as mais comuns. Vários tipos de corantes orgânicos ou pigmentos são utilizados para produzir a cor.

APRESENTAÇÃO COMERCIAL: O silicone de condensação é encontrado na forma de massa (base) e também na forma de pasta (base e catalisadora). A pasta catalisadora é universal, ou seja, utilizada com as duas apresentações comerciais (massa e pasta). A massa é dispensada pelo fabricante em potes plásticos hermeticamente fechados, com medidores por volume apropriado e a pasta em bisnagas plásticas (Fig. 2.17).

MANIPULAÇÃO: A moldagem com o silicone de condensação geralmente é feita com a técnica do reembasamento (os tipos de técnicas com os materiais de moldagem serão descritas no final deste capítulo). Primeiro, a massa é manipulada espremendo-a com os dedos até obter-se uma mistura homogênea, sem estrias. A seguir, a massa é colocada na moldeira de estoque, e uma moldagem preliminar é realizada, constituindo uma moldeira individual formada pela massa. Em seguida, é feito um alívio na moldagem com auxílio de um instrumental cortante (lâmina de bisturi ou facas curvas apropriadas para esse fim). Esse alívio é feito principalmente na região em que se deseja detalhe na moldagem, para criar espaço para o material de consistência leve. Depois disso, o material leve é manipulado e colocado com seringa sobre os dentes preparados e sobre a massa densa, a qual é assentada na boca para realização da moldagem final. Para o preparo do material leve são dispensadas as pastas base e catalisadora em comprimentos iguais, as quais são manipuladas com espátula (nº 72) até obter-se uma mistura homogênea e com adequada fluidez para a execução da moldagem.



Figura 2.17 – Apresentação comercial de um silicone de condensação.

QUADRO 2.12 – Composição do silicone de condensação

Pasta ou massa-base	Pasta ou líquido catalisador
<ul style="list-style-type: none"> • Polímero de hidroxipolidimetilsiloxano • Sílica coloidal ou micropartículas de óxidos metálicos • Corantes e aromatizantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Silicato alquílico (Tetraetilortossilicato), Octoato de estanho • Agente de carga ou diluente • Corantes e aromatizantes

ATENÇÃO

Prolongar a deformação do silicone de condensação durante sua remoção da boca aumenta as chances de ocorrer alteração permanente do material, pois as cadeias do polímero respondem de forma viscosa.

SAIBA MAIS

Além da taxa de contração dos silicones de condensação, a instabilidade dimensional também é causada pela perda do subproduto álcool etílico. Os polissulfetos se polimerizam por condensação, mas tem como subproduto da reação a água, que possui uma molécula relativamente pequena e apresenta menos efeito no material do que a perda de uma grande molécula de álcool.

PROPRIEDADES

TEMPO DE TRABALHO E TEMPO DE PRESA: A temperatura tem uma influência significativa na velocidade de polimerização dos silicones de condensação. O resfriamento do material ou o resfriamento da placa ou bloco de espatulação reduz a velocidade da reação. Alterar a proporção base/catalisador é outro método prático e efetivo de modificar a velocidade de cura do material, mas deve-se testar antes o tempo de polimerização com essa nova proporção.

ELASTICIDADE: Os silicones de condensação são mais elásticos do que o polissulfetos. Eles exibem uma deformação permanente mínima e recuperam-se rapidamente quando deformados. Como os polissulfetos, esses materiais não são muito rígidos, sendo facilmente removidos de áreas retentivas sem distorção.

ENERGIA DE RUPTURA: A resistência ao rasgamento é baixa para os silicones de condensação. Embora eles não se rasguem facilmente como os alginatos, precisam ser manuseados cuidadosamente para evitar o rasgamento nas margens do preparo. A velocidade de deformação, também descrita para os polissulfetos, é um fator importante para os silicones de condensação. A aplicação de uma força de remoção rápida assegura uma alta resistência à ruptura, sendo importante remover o molde rapidamente uma vez quebrado o selamento periférico do ar.

ESTABILIDADE DIMENSIONAL: Os silicones de condensação apresentam excessiva contração de polimerização e, por isso, requerem uma modificação na técnica de moldagem para produzir moldes mais precisos. A técnica utilizada é a dupla moldagem, que é capaz de compensar a baixa estabilidade dimensional desses materiais. A quantidade de contração linear é duas a quatro vezes maior do que a de qualquer outro material de moldagem.

BIOCOMPATIBILIDADE: Os silicones estão entre os materiais mais biologicamente inertes. O perigo, como discutido nos polissulfetos, é deixar resíduos de silicone no sulco gengival. A dificuldade de detectar a presença desse material decorre do fato de os silicones não serem radiopacos. Deve ser feita uma inspeção cuidadosa, e, se houver evidências de rasgamento do material de moldagem, o profissional deverá verificar e remover qualquer remanescente de material do tecido gengival.

VIDA UTIL: Os alquilsilicatos presentes na composição dos silicones de condensação são ligeiramente instáveis, principalmente se forem misturados com um componente estanhoso para formar um catalisador líquido. Assim, o tempo de vida pode ser limitado em decorrência da oxidação do estanho no catalisador. O objetivo dos fabricantes é alcançar um tempo de vida longo, rápida velocidade de polimerização e excelentes propriedades físicas.

FUNÇÃO DE MOLDEIRA: Como a técnica de dupla moldagem é geralmente utilizada, a confecção de moldeiras individuais não é necessária, sendo utilizadas moldeiras de estoque para conter a massa densa. É aconselhável passar adesivo na porção externa (bordas) da moldeira para aumentar a união com o material, ou então utilizar moldeira com retenções. Para os silicones, o adesivo deve conter polidimetilsiloxano etil silicato.

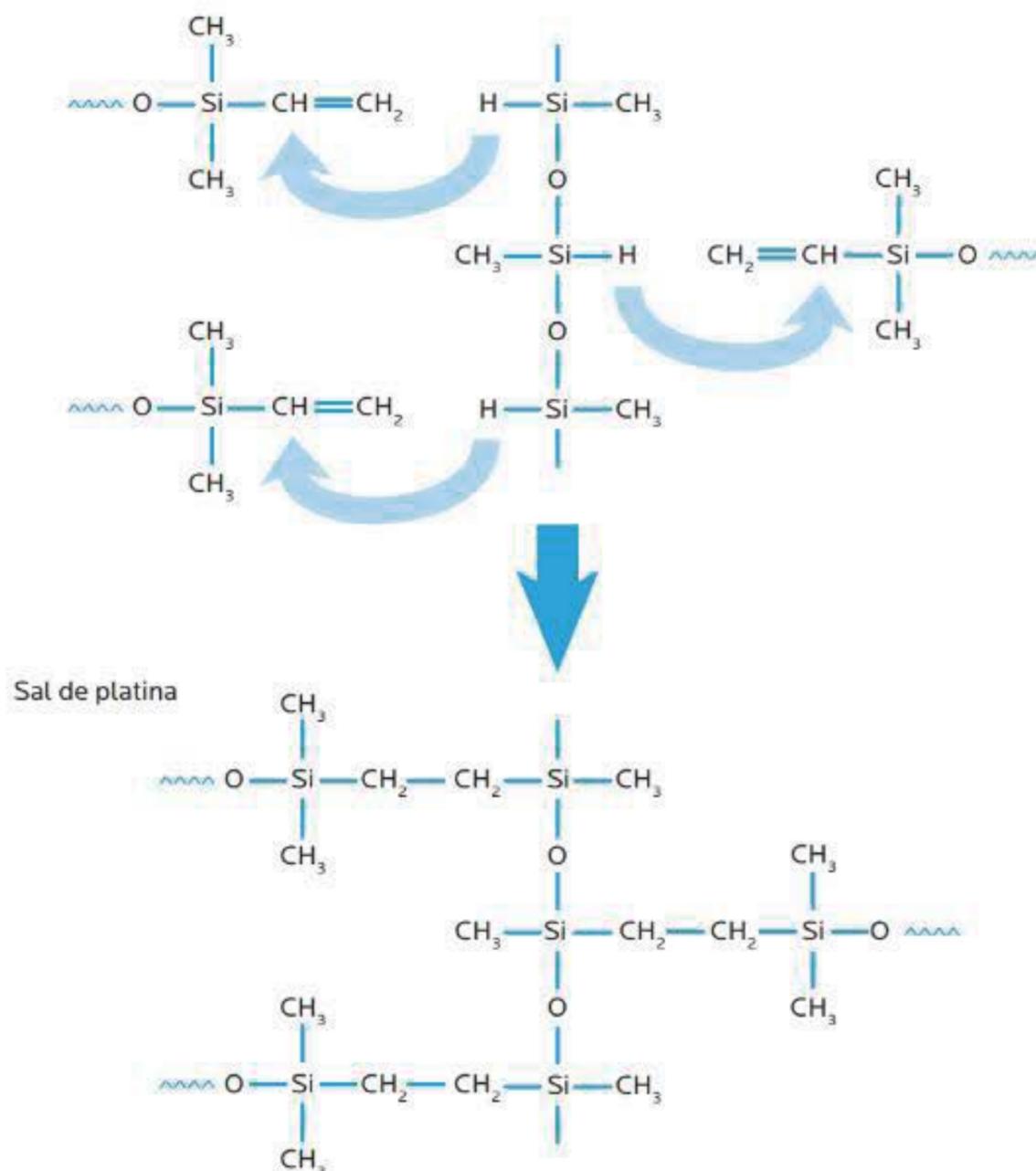
DESINFECÇÃO: Os silicones de condensação podem ser desinfetados por vários agentes antimicrobianos sem produzir alterações dimensionais, desde que a desinfecção tenha duração de 10 a 15 minutos. O hipoclorito de sódio a 1% é uma solução desinfetante satisfatória para esses elastômeros.

PREPARO DOS MODELOS E TROQUÊIS: Quando o molde de silicone de condensação é removido da boca, a evaporação do subproduto ocorre continuamente, pois a reação de polimerização continua mesmo após a presa do material. Por isso, para a obtenção de um modelo mais preciso, é necessário vaziar o molde com gesso imediatamente após a sua remoção da boca, ou seja, nos primeiros 30 minutos. O uso de redutor de tensão superficial ou antibolhas é indicado para a aplicação sobre a moldagem antes do vazamento com gesso, como descrito anteriormente para os polissulfetos.

SILICONE DE ADIÇÃO

REAÇÃO QUÍMICA

A reação de polimerização do silicone de adição, também chamado de polivinilsiloxano, ocorre pelo grupo terminal (vinil), cuja ligação cruzada é feita pelos grupos hidretos, ativados por um catalisador de sais de platina. Quando as corretas proporções de base e catalisador são mantidas e não existem impurezas incorporadas ao material na sua manipulação, não há formação de subprodutos (Fig. 2.18). Caso



SAIBA MAIS

O enxofre proveniente das luvas de procedimento (látex), taças de borracha usadas para a profilaxia e lençóis de borracha do isolamento absoluto interfere na reação de polimerização dos silicones por condensação. Por isso, deve-se tomar cuidado ao utilizar esses materiais antes da moldagem. O processo de fabricação de algumas luvas de vinil emprega estabilizadores à base de enxofre, o que pode causar o mesmo efeito.

Figura 2.18 – Representação esquemática da reação de polimerização dos silicones de adição.

contrário, haverá a liberação de gás hidrogênio, que pode produzir microbolhas negativas no gesso que foi vazado imediatamente após a obtenção do molde. Os fabricantes adicionam ao silicone metais nobres, como platina ou paládio, que agem como captadores do hidrogênio liberado. Outra forma de compensar a liberação de hidrogênio é aguardar no mínimo uma hora para vazar o molde.

COMPOSIÇÃO: A pasta-base contém polimetil-hidrogenosiloxano, e a pasta catalisadora contém divinilpolidimetil siloxano. A pasta catalisadora tem o sal de platina como ativador, motivo pelo qual a pasta-base precisa ter o silicone híbrido. Retardadores estão presentes na pasta que contém o sal de platina. Agentes de carga são incorporados em ambas as pastas (Quadro 2.13).

Resumo da reação química:



APRESENTAÇÃO COMERCIAL: O silicone de adição é encontrado na forma de massa (base e catalisadora) e também na forma de pasta (base e catalisadora). A massa é dispensada pelo fabricante em potes plásticos hermeticamente fechados com medidores por volume apropriado, e a pasta é apresentada em bisnagas plásticas individuais ou sistemas de automistura (Fig. 2.19). Os silicones por adição são fornecidos em diversas viscosidades.

MANIPULAÇÃO: O material leve e regular é fornecido na forma de pasta, e a massa densa é fornecida em dois potes (base e catalisador). Ambos, base e catalisador, apresentam viscosidades similares, portanto são mais fáceis de manipular do que os silicones por condensação. Por apresentarem pastas com consistências similares, o seu comportamento viscoelástico permite que o material possa ser dispensado por um sistema automático, também conhecido como automistura, como mostrado na Figura 2.19, geralmente utilizado para as consistências leves e regulares. Esse sistema permite melhor uniformidade na proporção e na mistura do material, menor incorporação de ar na mistura, redução no tempo de manipulação e menor possibilidade de contaminação. O material é misturado por meio dos espirais que estão na ponta da seringa e injetado diretamente sobre os dentes a serem moldados e na moldeira, na qual um adesivo apropriado foi aplicado.

A contaminação por enxofre (sulfetos) proveniente de luvas de látex e de algumas luvas de vinil inibe a cura do material, como descrito para os silicones de condensação. Essa contaminação é tão nociva que



Figura 2.19 – Apresentação comercial do silicone de adição (massa, cartuchos do material leve para automistura e acessórios).

QUADRO 2.13 – Composição do silicone de adição

Pasta ou massa-base	Pasta ou massa catalisadora
<ul style="list-style-type: none"> Polimetil-hidrogenosiloxano Sílica coloidal Corantes e aromatizantes 	<ul style="list-style-type: none"> Divinilpolidimetil siloxano, ácido cloroplátinico ou sal de platina Sílica coloidal Corantes e aromatizantes

mesmo o toque com luva nas áreas a serem moldadas pode inibir a cura do material, algumas vezes em áreas críticas. Esse processo ocorre porque o enxofre reage com o ácido cloroplático, que é o ativador da reação de polimerização, inibindo-a no local contaminado.

PROPRIEDADES

TEMPO DE TRABALHO E TEMPO DE PRESA: Ao contrário dos silicões por condensação, a velocidade de cura dos silicões por adição é mais sensível à temperatura ambiente do que a dos polissulfetos. O tempo de trabalho e o tempo de presa podem ser aumentados em até 100% com a adição de um retardador fornecido pelo fabricante e com o resfriamento da placa de manipulação. Esse tipo de silicone pode ser resfriado antes do uso, pois tal resfriamento tem pouco efeito na viscosidade.

HIDROFOBICIDADE: Uma das desvantagens dos moldes de silicone é sua hidrofobicidade. Para compensar isso, os fabricantes têm feito silicões de adição mais hidrofílicos, ou seja, com maior afinidade com a água.

ELASTICIDADE: Os silicões de adição são os materiais que apresentam a melhor elasticidade entre os elastômeros. Esses materiais apresentam os mais baixos coeficientes de deformação permanente, sendo que a alteração após a remoção de áreas retentivas é praticamente inexistente.

ENERGIA DE RUPTURA: A resistência ao rasgamento é adequada, similar àquela dos silicões de condensação. Os materiais são altamente viscoelásticos, ou seja, empregando-se uma força de remoção rápida, é produzida uma resposta elástica sem o rompimento do silicone de adição.

ESTABILIDADE DIMENSIONAL: Os silicões de adição são os materiais mais estáveis, pois nenhum subproduto volátil é liberado para causar contração, e também não apresentam polimerização residual. A excelente estabilidade dimensional e sua superior elasticidade permitem que vários modelos possam ser obtidos de uma mesma moldagem, com o mesmo grau de precisão.

BIOCOMPATIBILIDADE: Os silicões de adição são altamente biocompatíveis. O perigo em deixar algum pedaço de material durante a sua remoção pode ser evitado pelo manuseio cuidadoso do material e pela inspeção cuidadosa das margens, para assegurar que não tenham sido rasgadas. Algumas marcas comerciais, como o Express (3M), têm sido modificadas pelo fabricante para tornarem-se radiopacas e passíveis de serem detectadas radiograficamente.

VIDA ÚTIL: O tempo de vida útil dos silicões de adição é longo e maior do que o dos silicões de condensação. Os tubos de material precisam ser hermeticamente fechados, porque o ar os deteriora. A vida útil do material pode ser prolongada se o material for armazenado em ambiente refrigerado e sem umidade.

FUNÇÃO DE MOLDEIRA: A utilização de moldeira de estoque em vez de individual está associada ao uso das massas densas na técnica de reembasamento. A massa funciona como uma moldeira individual para que o material leve seja colocado, como descrito anteriormente sobre essa técnica. A utilização de adesivos é necessária para a união

LEMBRETE

Os silicões de adição são os materiais que apresentam a melhor elasticidade entre os elastômeros.

do material à moldeira. Se o material for usado corretamente, resultados clinicamente aceitáveis poderão ser produzidos por diversas técnicas de moldagem, com o uso de moldeira individual, dupla moldagem ou moldagem simultânea.

DESINFECÇÃO: Pode ser feita por imersão ou borrifamento de solução de hipoclorito a 1% de 10 a 15 minutos. Tempos superiores podem remover o componente que produz o efeito hidrofílico no material.

PREPARO DOS MODELOS E TROQUÊIS: Em virtude de sua estabilidade dimensional, o molde não precisa ser vazado em gesso imediatamente. Pesquisas têm mostrado que modelos vazados entre 24 horas e uma semana foram tão precisos quanto os vazados na primeira hora.

As características hidrófobas dos silicones de adição permitem que o material tenha uma alta tensão superficial. Com isso, torna-se difícil vaziar o modelo sem bolhas. A aplicação de redutor de tensão superficial faz com que o gesso escoe mais facilmente na superfície do molde.

A estabilidade dimensional dos silicones por adição, assim como sua mínima interação com o gesso, permite múltiplos vazamentos.

TÉCNICAS DE MOLDAGEM: As moldagens podem ser de três tipos: simples, simultânea (ou dupla espatulação) e dupla moldagem ou impressão (técnica do reembasamento).

A **moldagem simples** consiste em moldar de uma única vez o paciente, podendo ou não haver a remoção de um componente. Quando isso ocorre, a técnica é chamada de **moldagem simples com transferência**. Esse componente pode ser moldeira unitária, parcial (contendo um material mais fluido) ou peça protética, junto com a moldagem.

Na moldagem simultânea ou **dupla espatulação**, o profissional manipula o material na consistência de pasta e o auxiliar manipula na forma de massa, por exemplo. No momento da moldagem, a moldeira é carregada simultaneamente com a massa e a pasta. São necessários dois operadores, a moldagem é feita ao mesmo tempo com o material nas duas consistências, ou seja, moldagem simultânea com a consistência de massa e pasta.

Já na **técnica do reembasamento**, também conhecida como **dupla impressão** ou **dupla moldagem**, é feita uma primeira moldagem, geralmente com a consistência de massa, e em seguida é feito um alívio na moldagem com auxílio de um instrumental cortante (lâmina de bisturi) da região em que se deseja detalhe na moldagem. Em seguida, é feita uma segunda moldagem, com o material de menor viscosidade.

ATENÇÃO

Uma camada grossa do redutor de tensão superficial pode afetar a precisão dimensional do molde, causar uma redução da dureza da superfície do gesso e tornar essa superfície porosa.

SAIBA MAIS

Materiais monofásicos ou de viscosidade única estão se tornando populares. Eles são fornecidos com dois componentes, base e catalisador, mas o material utilizado na seringa e na moldeira é o mesmo. Quando utilizado com o sistema de automistura, esse tipo de material é mais conveniente para o profissional.

LEMBRETE

A remoção rápida da moldagem deve ser feita após “quebrar-se” o selamento de ar. Isso reduz a deformação permanente e maximiza a resistência do material ao rasgamento.

Gessos odontológicos

JOÃO ADOLFO CZERNAY
MARCELO CARVALHO CHAIN

Os produtos à base de gesso são amplamente conhecidos, sendo utilizados tanto em procedimentos clínicos como laboratoriais. Atualmente, além da indicação para confecção de modelos já consagrados desde longa data, esses produtos são encontrados em materiais para enxerto, para revestimentos e, ainda que em pequenas quantidades, fazem parte da composição dos alginatos odontológicos. Neste capítulo, abordaremos apenas o gesso odontológico e as novas formulações de produtos à base de gesso desenvolvidas recentemente.

Tão importante quanto a etapa clínica, que engloba desde um correto diagnóstico até o ajuste oclusal final em boca, a etapa laboratorial não pode e não deve ser negligenciada. Uma prótese de boa qualidade inclui, dentre vários requisitos, uma adequada adaptação, e o modelo de gesso tem um importante papel na obtenção de uma cópia fiel em detalhes e na dimensão da estrutura a ser reproduzida (Fig. 3.1).

Figura 3.1 – O modelo de gesso tem um importante papel na obtenção de uma cópia fiel em detalhes e na dimensão da estrutura a ser reproduzida (Zero Stone, Dentona - gesso especial do tipo IV com 0% de expansão e 100% de precisão).



OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Conhecer os aspectos relacionados à fabricação e à composição dos gessos odontológicos
- Distinguir os diferentes tipos de gesso e suas aplicações na odontologia
- Discutir os aspectos relacionados à manipulação dos gessos odontológicos
- Conhecer as propriedades dos diferentes tipos de gesso odontológico

SAIBA MAIS

Entre as novidades, destacam-se os gessos modificados por resina, gessos com expansão zero, com fluidez aumentada, para montagem em articulador, com tempo de presa reduzido e, mais recentemente, produtos desenvolvidos para aplicação de modelos a serem escaneados no sistema CAD/CAM.

FABRICAÇÃO

O principal componente dos gessos odontológicos é o sulfato de cálcio hemi-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$). Ele pode ser obtido do

mineral gipsita, que é o sulfato de cálcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ou de um processo químico (sintético) por meio do subproduto de reações na purificação do ácido fosfórico.

Para a obtenção do gesso (sulfato de cálcio hemi-hidratado), parte da água de cristalização é removida da gipsita (sulfato de cálcio di-hidratado) durante o processo de calcinação (aquecimento). À medida que a temperatura de calcinação aumenta, diferentes tipos de partículas são obtidos (Tab. 3.1).

TABELA 3.1 – Processo de calcinação para obtenção do gesso

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\xrightarrow{110 - 130^\circ\text{C}}$	$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$	$\xrightarrow{130 - 200^\circ\text{C}}$	CaSO_4	$\xrightarrow{200 - 1.000^\circ\text{C}}$	CaSO_4
Sulfato de cálcio di-hidratado		Sulfato de cálcio hemi-hidratado		Anidrita hexagonal		Anidrita ortorrômbica

GESSO COMUM (PLASTER)

Também conhecido como sulfato de cálcio hemi-hidratado, é aquecido em recipiente a céu aberto em temperatura aproximada de 110 a 130°C, para a obtenção de partículas do tipo β (beta). São partículas fofas, irregulares e porosas, o que demanda mistura com grande quantidade de água.

GESSO PEDRA (HIDROCAL)

Quando aquecido (aproximadamente 125°C) em uma autoclave, a desidratação gera partículas tipo α (alfa), as quais são partículas cristalinas de forma prismática, densas (menos porosas) e regulares. São utilizadas para fabricar gesso-pedra de resistência baixa a moderada.

GESSO PEDRA MELHORADO (DENSITE)

O processo de calcinação envolve a fervura da gipsita na presença do cloreto de cálcio. Em seguida, o cloro é enxaguado com água quente. As partículas são ainda mais densas, regulares e lisas que as do gesso-pedra e são utilizadas para fabricar gessos de alta resistência.

Os três tipos de partículas descritos formam os quatro tipos de gesso atualmente utilizados em odontologia. Apesar de apresentarem basicamente a mesma fórmula química, características como densidade, tamanho e área total de superfície os diferenciam, determinando quantidades de água diferentes e resultando em gessos com propriedades únicas e indicações particulares.

APRESENTAÇÃO

O gesso geralmente é apresentado em diferentes cores e várias embalagens, normalmente de 1 ou 5 kg, e o profissional dimensiona a quantidade exata a ser utilizada. Pode também ser encontrado em embalagens individuais pré-dosadas, de mais fácil utilização e com a vantagem de evitar a contaminação pela umidade. Há ainda outras formas disponíveis, como o gesso de presa rápida apresentado em um pote hermeticamente fechado com dose única de pó e um frasco de dose única de líquido. O frasco é posicionado sobre a superfície do pote, de modo a perfurar o lacre e despejar seu líquido, efetuando a mistura. Esse tipo de embalagem permite que a mistura seja feita sem espátula ou gral, o que facilita muito sua utilização (Fig. 3.2).



Figura 3.2 – Gesso instantâneo da Cavex em dispositivo próprio, acompanhado de seu ativador líquido. Esse gesso tem tempo de presa de somente 10 minutos e é manipulado agitando-se o pó com o líquido em sua própria embalagem.

COMPOSIÇÃO

Além do sulfato de cálcio hemi-hidratado, que é o componente principal dos gessos odontológicos, podem ser adicionadas substâncias para modificar suas propriedades (tempo de presa e expansão), as quais variam de fabricante para fabricante. O sulfato de potássio (K_2SO_4) é um desses componentes, o qual reage com a água formando a sinergita, composto que cristaliza mais rapidamente, agindo, portanto, como um acelerador quando em concentração em solução de 2% em água. O próprio gesso (sulfato de cálcio hemi-hidratado), quando em concentração abaixo de 20%, age como um acelerador efetivo, reduzindo o tempo de presa pelo aumento dos núcleos de cristalização.

Outro acelerador encontrado é o cloreto de sódio, que, em pequenas concentrações, fornece pontos adicionais de cristalização. No entanto, quando utilizado em altas concentrações (>20%), o cloreto de sódio age como retardador, ou seja, aumenta o tempo de presa, pois se deposita na superfície dos cristais. O citrato de potássio e o bórax ($Na_2B_4O_7$) são retardadores, sendo que este último forma o tetraboreto de cálcio, que se deposita na superfície dos cristais.

A associação de goma arábica (1%) com óxido de cálcio (0,1%) pode ser adicionada ao gesso a fim de formar uma película sobre as partículas, diminuindo assim a quantidade de água. Podem-se encontrar ainda frações de goma arábica associadas ao carbonato de cálcio, que teria como função aumentar a adesão entre as partículas, diminuindo também a quantidade de água necessária.

LEMBRETE

Além do sulfato de cálcio hemi-hidratado, que é o componente principal dos gessos odontológicos, diversas outras substâncias podem ser acrescentadas ao gesso para modificar algumas de suas propriedades.

CLASSIFICAÇÃO

SAIBA MAIS

A composição dos gessos odontológicos é basicamente a mesma, o sulfato de cálcio hemi-hidratado. No entanto, dependendo da maneira como é realizada a calcinação, podem-se obter duas formas cristalinas distintas: o hemidrato α (gesso-pedra), que apresenta cristais mais densos, de forma mais prismática e de tamanhos regulares, e o hemidrato β (gesso comum), que apresenta cristais mais esponjosos, com forma e tamanho mais irregulares.

Os gessos estão classificados em cinco tipos, de acordo com a especificação nº 25 da ASNSI/ADA.¹

- Tipo I – gesso para moldagem (Paris).
- Tipo II – gesso comum
- Tipo III – gesso pedra
- Tipo IV – gesso pedra especial (baixa expansão)
- Tipo V – gesso pedra especial (alta expansão)

INDICAÇÕES

Cada tipo de gesso tem indicações específicas, de acordo com as propriedades decorrentes de sua estrutura cristalina.

Tipo I: Atualmente em desuso, esse gesso para moldagem já foi completamente substituído.

Tipo II: Gesso para modelos de estudo e planejamento, preenchimento de muflas, modelos preliminares em prótese total, fixação de modelo em articulador.

Tipo III: Gesso para montagem em articulador de alta precisão, modelos para confecção de aparelhos ortodônticos, placas de clareamento e placas interoclusais.

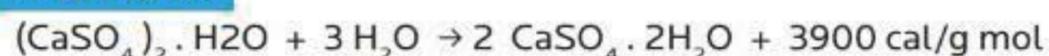
Tipo IV: Gesso para confecção de troquéis nos quais serão realizados enceramentos para a confecção de trabalhos cerâmicos ou metalocerâmicos. É também indicado para a confecção de modelos para a confecção de provisórios, placas prensadas, núcleos fundidos, próteses totais, próteses parciais removíveis e próteses sobre implantes.

Tipo V: Gesso para a fundição de ligas com alta contração de solidificação.

REAÇÃO QUÍMICA

A reação química, chamada de “reação de cristalização”, ocorre de maneira inversa, ou seja, a mistura do sulfato de cálcio hemi-hidratado com a água tem como consequência a formação do sulfato de cálcio di-hidratado com a liberação de calor (reação exotérmica).

FORMULA



Dois pontos importantes devem ser observados. O primeiro deles é que existe uma quantidade específica e única indicada de água para misturar com cada tipo de gesso, determinada pela porosidade das partículas e pelo formato dos cristais durante o processo de calcinação. O segundo ponto importante é que nem toda a água da mistura será consumida durante a reação de cristalização. A água em excesso é fundamental para umedecer as partículas do pó durante a mistura.

A teoria mais aceita para o mecanismo de presa do gesso é a teoria da dissolução/precipitação (cristalina), que pode ser explicada pela diferença de solubilidade do sulfato de cálcio di-hidratado e hemi-hidratado. O Quadro 3.1 apresenta a provável sequência dessa reação.

QUADRO 3.1 – Sequência da reação de cristalização dos gessos odontológicos

- | | |
|---|---|
| 1) Parte do hemi-hidratado do sulfato de cálcio se dissolve em água, formando uma suspensão. | 4) A solução supersaturada é instável, e o di-hidratado sulfato de cálcio se precipita na forma de cristais estáveis. |
| 2) O hemi-hidratado sulfato de cálcio dissolvido (suspensão) reage com a água e forma o di-hidratado sulfato de cálcio. | 5) Conforme os cristais estáveis de di-hidratado sulfato de cálcio se precipitam da solução, mais hemi-hidratado sulfato de cálcio é dissolvido, e isso continua até todo o hemi-hidratado ter sido dissolvido. |
| 3) A solubilidade do di-hidratado sulfato de cálcio é muito baixa (menos solúvel que o hemi-hidratado), formando uma solução supersaturada que começa a precipitar. | |

EXPANSÃO DA PRESA

Quando observamos a reação química, deduzimos que existe uma contração volumétrica específica para cada tipo de gesso (Tab. 3.3) após a reação de cristalização, que pode ser explicada pela redução do volume equivalente, em que o sulfato de cálcio di-hidratado é 7,1% menor que a soma dos volumes do hemi-hidratado e da água, como mostrado na Tabela 3.2. Porém, o que ocorre realmente é uma expansão linear (0,2 a 0,4%), que pode ser explicada pelo choque dos cristais durante seu crescimento, tentando empurrar um ao outro em uma solução supersaturada. Em decorrência dessa interação cristalina, o espaço intercristais formado explica as porosidades internas do gesso cristalizado após a evaporação da água.

LEMBRETE

Nos gessos tipo V, são adicionados produtos para aumentar sua expansão, que pode chegar até 0,30%. Isso compensa a contração durante a fundição de determinado tipo de liga.

TABELA 3.2 – Alteração do volume equivalente (contração volumétrica do gesso)

	$(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	+	$3 \text{H}_2\text{O}$	→	$2 \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Volume equivalente	105		54		148
	$105 + 54 = 159$			–	148
Total	$148 - 159 = -11 (-7,1\%)$				

TABELA 3.3 – Diferentes tipos de gesso e suas respectivas expansões de presa

Produto	Expansão de presa (%)
Gesso comum – Tipo II	0,20 – 0,30%
Gesso pedra – Tipo III	0,08 – 0,10%
Gesso pedra especial (baixa expansão) – Tipo IV	0,05 – 0,07%
Gesso pedra especial (alta expansão) – Tipo V	0,30%

RELAÇÃO ÁGUA/PÓ

ATENÇÃO

A quantidade de água recomendada pelo fabricante deve ser seguida com precisão para a obtenção de modelos fiéis e com a resistência adequada.

LEMBRETE

O aumento na relação A/P diminui a resistência do modelo de gesso.

A quantidade de água influencia muito o tempo de presa e a resistência do gesso. Por isso, tanto a quantidade de água como a do pó devem ser pesadas. Essa relação é conhecida como A/P (água/pó), ou quociente obtido pelo volume da água dividido pelo peso do pó. Conforme essa relação, se misturarmos 24 mL de água com 100 g. de gesso comum, teremos uma relação de 0,24.

Cada gesso tem uma relação diferente (especificação nº 25 ANSI/ADA, ISO 6873)^{1,2} que varia de acordo com o fabricante (Tab. 3.4). Desse modo, podemos concluir que quantidades diferentes de água para mistura são indicadas para a obtenção de propriedades físicas e químicas adequadas. O excesso de água aumenta a fluidez e facilita o escoamento do gesso nos rebaixes dos moldes, mas compromete a resistência e aumenta o tempo de presa. Da mesma forma, a escassez de água pode ocasionar um gesso mais resistente, porém com maior possibilidade de incorporação de bolhas durante o vazamento, em razão de sua menor fluidez.

TABELA 3.4 – Diferentes tipos de gesso e suas respectivas relações água/pó (A/P)

Tipo	Relação A/P
Gesso comum – Tipo II	0,45 – 0,50
Gesso pedra – Tipo III	0,28 – 0,30
Gesso pedra especial (baixa expansão) – Tipo IV	0,22 – 0,24
Gesso pedra especial (alta expansão) – Tipo V	0,18 – 0,22

MANIPULAÇÃO

A manipulação (mistura) do gesso pode ser manual ou mecânica. A forma mecânica é sempre preferível, pois é feita por misturadores especiais que geralmente possuem um dispositivo para succionar o ar

durante a mistura, o que resulta em um material mais homogêneo, com melhores propriedades e com menor suscetibilidade a bolhas.

Algumas variáveis na manipulação podem alterar o tempo de presa e algumas propriedades do gesso, especialmente a resistência. A temperatura da água da mistura também pode ter um efeito, mesmo que discreto, na velocidade da reação. Quando ocorre um aumento na temperatura da água, a taxa de solubilidade do hemi-hidratado e do di-hidratado é acelerada, e o tempo de presa é estendido.

Em 20°C, a proporção de solubilidade dos sulfatos de cálcio di-hidratado e hemi-hidratado é de aproximadamente 4,5 (dissolvem-se 4,5 vezes mais mono-hidratos que di-hidratos). Um aumento na temperatura reduz essa solubilidade, e a reação fica lenta. Caso a temperatura seja, por exemplo, de 100°C, essa taxa fica em torno de um, ou seja, não ocorre reação de cristalização. Em termos práticos, se a temperatura da água estiver entre 0 e 50°C, haverá uma pequena alteração do tempo de presa; contudo, se a temperatura for maior que 50°C, haverá um aumento gradual no retardo desse tempo, até que em 100°C não ocorrerá nenhuma reação.

ATENÇÃO

Um aumento no tempo e na velocidade de espatulação diminui o tempo de presa pela quebra adicional dos cristais que estão se formando. Isso gera mais núcleos de cristalização, o que acelera o processo de presa. Já a diminuição da resistência pode ser explicada pela fratura dos cristais recém-formados, o que causa um menor entrelaçamento intercristalino no produto final resultante.

TEMPO DE ESPATULAÇÃO

É o tempo desde o início da mistura do pó à água até o final da espatulação. Para a manipulação manual (mais comum), é utilizado um gral de borracha, uma espátula plástica ou metálica, uma balança e uma proveta. O gesso (pó) deve ser pesado, e a água deve ser medida em volume. A relação específica para cada tipo de gesso (relação A/P) deve ser seguida de acordo com as normas do fabricante. O tempo recomendado para a manipulação manual é de cerca de 1 minuto, enquanto para a espatulação mecânica, que utiliza misturadores a vácuo, preconiza-se um tempo de 30 segundos.

TEMPO DE TRABALHO

É o tempo decorrido desde o começo da manipulação até o material apresentar fluidez suficiente para ser vazado nos detalhes (rebaixes) do molde. Geralmente leva em torno de 3 minutos.

TEMPO DE PERDA DO BRILHO

É o tempo até a água de cristalização começar a ser consumida para formar o di-hidratado, o que leva em média 9 minutos (tempo próximo ao tempo de presa inicial).

TEMPO DE HIDRATAÇÃO

Ocorre quando parte da água de cristalização já foi consumida, o que pode conferir ao modelo de gesso aproximadamente 80% da sua resistência à compressão. Para saber clinicamente quando ocorre o tempo de hidratação, basta checar o resfriamento do modelo, visto a reação ser exotérmica. Esse tempo geralmente oscila em torno de 50 minutos, quando então é possível separar com segurança o modelo do molde.

PROPRIEDADES

As propriedades dos produtos de gesso são regulamentadas pela especificação nº 25 ANSI/ADA (ISO 6873).^{1,2} As principais propriedades são descritas a seguir.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Como a resistência à compressão está inversamente relacionada à proporção A/P da mistura, fica claro que o gesso com maior resistência é o que utiliza menor quantidade de água. Porém, é importante lembrar que a utilização de uma menor quantidade de água do que a recomendada para um determinado gesso é uma prática inaceitável, uma vez que a proporção ideal A/P é determinada pelo fabricante para que o gesso tenha adequada resistência e água suficiente para que a reação se complete. Da mesma forma, o aumento dessa relação produz um gesso fluido e mais fácil de vaziar no molde, resultando em um modelo mais fraco e poroso.



LEMBRETE

O aumento da relação A/P determina uma maior porosidade, reduzindo a resistência seca do material.

Existem dois tipos de resistência, a úmida (verde) e a seca. A resistência úmida (parcial) é obtida quando ainda há excesso de água no modelo. Quando a totalidade da água é eliminada, obtém-se a resistência seca, que é alcançada em aproximadamente 7 dias, dependendo da temperatura e da umidade do ambiente. Essa resistência é aproximadamente duas vezes maior que a resistência úmida. O aumento da resistência pode ser explicado pela precipitação dos cristais finos de gipsita à medida que a água evapora, ancorando os cristais mais largos.



A utilização de uma maior ou menor quantidade de água do que a recomendada para um determinado gesso é uma prática inaceitável, uma vez que a proporção ideal A/P é determinada pelo fabricante para que o gesso tenha adequada resistência.

TABELA 3.5 – Diferentes tipos de gesso e suas respectivas resistências à compressão (MPa)

Produto	Resistência à compressão (MPa) após 1 h
Gesso comum – Tipo II	4 Mpa
Gesso pedra – Tipo III	9 Mpa
Gesso pedra especial (baixa expansão) – Tipo IV	20 – 30 Mpa
Gesso pedra especial (alta expansão) – Tipo V	48 Mpa

RESISTÊNCIA À ABRASÃO

A dureza superficial dos gessos é baixa. A resistência à abrasão é atingida antes do que a resistência à compressão, visto que essa

propriedade é medida na superfície e alcança uma condição seca mais rapidamente do que o interior da massa de gesso. Muitos produtos como monômeros de metilmetacrilato e resina epóxica têm sido adicionados para melhorar a abrasão, provocando um aumento de 15 para 41% nessa resistência. Contudo, tal incorporação causa uma diminuição na resistência à compressão, que pode ser explicada pela falta de união dos cristais de gesso com as partículas adicionadas, que agem como cunhas durante a compressão.

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

A resistência à tração dos gessos é muito baixa. Para o gesso comum, essa resistência é de aproximadamente 20% de resistência à compressão. Já para o gesso-pedra para troquéis, é de aproximadamente 10%. Na prática, a fratura do gesso cristalizado ocorre tipicamente em tração, razão pela qual esse tipo de teste é o mais indicado para medir a resistência.

REPRODUÇÃO DETALHES

A especificação nº 25 ANSI/ADA (ISO 6873)^{1,2} normatiza que os gessos tipo II reproduzam fissuras da ordem de 75 µm de largura, e os gessos tipo III a V reproduzam fissuras de 50 µm. A reprodução de detalhes está relacionada com a porosidade superficial do gesso e com o tipo de material de moldagem. Como a porosidade superficial do gesso é maior quando comparada com a do gesso modificado por resina epóxica, este último tende a reproduzir melhor os detalhes.

LEMBRETE

Materiais de moldagem hidrofóbicos, como alguns silicones e polissulfetos, tendem a repelir água, necessitando da aplicação prévia no molde de um surfactante não iônico.

GESSOS MODIFICADOS

GESSOS SINTÉTICOS Vários gessos sintéticos estão disponíveis atualmente, como os gessos Rock Plus (Polidental) e Tuff Rock 44 (Talmax). Tais gessos sintéticos Tipo IV têm baixa expansão (0,05%), alta resistência e fidelidade na reprodução do molde, sem porosidade. O fabricante do Tuff Rock 44 alega que esse produto apresenta tixotropia graças à fórmula 44, além de apresentar compostos defloculantes que ajudam na diminuição das bolhas.

GESSOS MODIFICADOS POR RESINA Os gessos modificados por resina epóxica (menos comum) ou com monômero de metilmetacrilato já polimerizado têm como principal característica a melhor reprodução dos detalhes e o aumento na resistência à abrasão (de 15 para 41%). Esses gessos apresentam arestas limpas e definidas após o corte do modelo, aspectos que são indispensáveis para uma boa reprodução de detalhes e que não ocorrem nos modelos à base de gesso não modificado, por causa de sua porosidade superficial.

Um bom exemplo da melhoria dos gessos modificados por resinas é o gesso Plastique (Fig. 3.3), produzido pela Rutenium. De acordo com a empresa, um aditivo solúvel em água está presente no pó fino do gesso. Desse modo, durante o processo de endurecimento e

LEMBRETE

A desvantagem apresentada pelos gessos modificados por resina é a diminuição da resistência à compressão.



Figura 3.3 – Gesso Plastique, da Rutenium, modificado por resina.

secagem do modelo, finos microscópicos filamentos plásticos são formados na estrutura sólida dos modelos, provendo condições para cortes precisos, com arestas limpas e livres de pequenas trincas, comuns aos gessos não alterados. Esse tipo de gesso apresenta como vantagens tempo de presa de 10 a 12 minutos, plasticidade de mistura desejável, excelente resistência à compressão ($> 490 \text{ Kg/cm}^2$), dureza excelente para ser cortado em troquéis, baixa expansão (máx. 0,10%) e arestas limpas e precisas podendo ainda ser polido para um ótimo acabamento.

Outro exemplo é o gesso Implant Stone, da Polidental. Trata-se de um gesso tipo IV resinado de baixíssima expansão (0,06%), boa resistência à compressão (1.300 kg/cm^2), maior fluidez, maior fidelidade e com tempo de presa de 10 minutos. O gesso Esthetic-base 300, da Dentona, (Fig. 3.4) é reforçado por resina, tixotrópico e tem baixa expansão.

CESSO EXPANSÃO ZERO Lançado recentemente, o gesso com expansão zero da Dentona, chamado de ZERO Stone, é um gesso tipo IV que apresenta 0% de expansão (Fig. 3.5).

CESSO DE FLUIDEZ MODIFICADA Esse gesso tipo IV, com alta fluidez, foi desenvolvido com o propósito de diminuir a possibilidade de bolhas no modelo. Apresenta expansão de 0,08% e uma resistência à compressão de 600 kg/cm^2 . Um exemplo é o Rutenium Base Fluss.

CESSO MODIFICADO PARA MONTAGEM É um gesso-pedra com tempo de presa extrarrápido (3 a 5 minutos) indicado para a montagem de modelos em articuladores (Fig. 3.6). Apresenta resistência à compressão de 120 a 150 kg/cm^2 e uma expansão aproximada de 0,15%. A Rutenium disponibiliza esse produto com o nome de gesso para montagem. A Polidental também possui o Gesso Artic Stone, que apresenta expansão máxima de 0,05% com presa rápida.



Figura 3.4 – O gesso Esthetic-base 300, da Dentona, é reforçado por resina, tixotrópico e com baixa expansão.



Figura 3.5 – O gesso Zero Stone, da Dentona, é um gesso tipo IV com 0% de expansão.



Figura 3.6 – Gesso Zero – Arti, da Dentona, para união de modelos a articuladores com 0% de expansão.

CONTROLE DE INFECÇÃO

A prática odontológica está associada ao contato direto com pacientes, o que deixa os profissionais dessa área expostos a microrganismos que geram doenças infecciosas, como tuberculose, herpes simples, hepatite B (HBV), entre outras. Dos microrganismos que podem estar presentes na microbiota bucal, o vírus da hepatite é o mais facilmente transmissível, especialmente por estar presente na saliva e em alta concentração no sangue.

Desse modo, os profissionais precisam tomar algumas medidas preventivas para evitar a contaminação cruzada entre paciente, cirurgião-dentista, auxiliares de consultório e técnicos de laboratório de prótese. Uma preocupação especial diz respeito à manipulação das moldagens odontológicas, pois os moldes devem ser desinfetados por meio de imersão em soluções químicas que possuem ação bactericida. Os modelos também devem seguir o mesmo protocolo. Vários estudos demonstraram que a imersão em glutaraldeído alcalino a 2% durante 10 minutos não alterou a resistência à compressão e a tração diametral dos modelos.

ATENÇÃO

Por estarem expostos a diversos microrganismos que causam doenças infecciosas, os profissionais de odontologia devem tomar algumas medidas preventivas para evitar a contaminação cruzada.

Resinas acrílicas

BETSY KILIAN MARTINS LUIZ
CARLA MIRANDA
MARCELO CARVALHO CHAIN

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Conhecer a composição básica das resinas acrílicas
- Distinguir os tipos de resinas acrílicas, suas aplicações clínicas e suas apresentações comerciais
- Compreender os aspectos relacionados à manipulação das resinas acrílicas
- Conhecer as diferentes propriedades das resinas acrílicas

Polímero

É um plástico de alta estabilidade dimensional à base de polimetilmetacrilato, utilizado principalmente para a confecção de próteses totais e dentes artificiais.

Os polímeros à base de metacrilato ou resinas acrílicas vêm obtendo popularidade na odontologia porque são econômicos e podem ser produzidos facilmente por métodos simples. Eles constituem um grupo de plásticos que apresentam as propriedades essenciais e as características necessárias para o uso na cavidade bucal. Essas características de desempenho estão relacionadas a aspectos biológicos, físicos, estéticos e de manipulação.

A resina acrílica se solidifica quando é polimerizada. Nesse processo, ocorre uma série de reações químicas pelas quais a macromolécula ou polímero é formada. O polímero é constituído por uma ou várias unidades estruturais simples, chamadas monômeros, ligadas entre si ao longo da cadeia do polímero por ligações covalentes.

COMPOSIÇÃO BÁSICA

A maioria dos sistemas de resinas de polimetilmetacrilato apresenta-se nas formas de pó e líquido (Quadro 4.1). O pó consiste em esferas pré-polimerizadas de polimetilmetacrilato e uma pequena quantidade de peróxido de benzoíla, o iniciador. O líquido é predominantemente um metilmetacrilato não polimerizado, com pequenas quantidades de hidroquinona, um inibidor. A hidroquinona previne a polimerização ou presa do líquido durante sua estocagem.



O glicoldimetilmetacrilato é o agente comumente usado para a formação de ligação cruzada em resinas para base de prótese total.

QUADRO 4.1 – Componentes dos sistemas de resina de poli (metilmetacrilato)

Pó	Líquido
Polímero acrílico ou copolímero (polimetacrilato de metila)	Monômero (metacrilato de metila)
Iniciador (peróxido de benzoíla)	Inibidor (hidroquinona)
Pigmentos (TiO ₂)	Acelerador (dimetil p-toluidina, amina)
Corantes, opacificadores e plastificantes	Plastificante
Fibras orgânicas coradas	Agente de ligação cruzada (glicol-etileno-dimetacrilato)

Ele promove a união entre as cadeias de polímero, gerando uma estrutura em forma de rede que aumenta sua resistência à deformação.

TIPOS DE RESINAS ACRÍLICAS

RESINA ACRÍLICA ATIVADA QUIMICAMENTE (RAAQ) A RAAQ, também conhecida como resina de polimerização fria ou autopolimerizável, tem sua reação de polimerização ativada quimicamente. Apesar de possuir o tipo de polimerização menos eficiente, ela é incrivelmente prática e simples de usar, o que justifica sua popularidade.

RESINA ACRÍLICA ATIVADA TERMICAMENTE (RAAT)

A polimerização da RAAT é alcançada pela aplicação de calor, que é mantido até a polimerização completa. O grau de polimerização das RAAT é maior do que o da RAAQ, em virtude da maior formação de ligações cruzadas. Em razão disso, a RAAT possui maior resistência mecânica e melhores características estéticas.

A Figura 4.1 mostra uma representação esquemática da reação de polimerização das resinas acrílicas ativadas química e termicamente.



Figura 4.1 – Representação esquemática da reação de polimerização das resinas acrílicas ativadas química e termicamente.

REAÇÃO QUÍMICA

O processo de polimerização ocorre por adição e tem três estágios: indução, propagação e terminação.

SAIBA MAIS

De acordo com suas características de fusibilidade, as resinas acrílicas podem ser classificadas em dois tipos:

- **Termoplásticas** – podem ser moldadas; quando aquecidas, fundem-se e solidificam-se novamente.
- **Termoendurecidas** – são resistentes à mudança após a aplicação de calor; o aquecimento progressivo gera degradação.

INDUÇÃO

Para iniciar o processo de polimerização por adição, são necessários radicais livres. Estes são gerados com a ativação de moléculas de monômeros pelo calor, como no caso das resinas acrílicas ativadas termicamente ou da energia transferida de outro componente que atua como radical livre, no caso das resinas acrílicas ativadas quimicamente. O iniciador mais comumente empregado para as resinas acrílicas é o peróxido de benzoíla, que se decompõe em temperaturas relativamente baixas e libera dois radicais livres por molécula. O período de indução ou iniciação é o tempo em que as moléculas do iniciador se tornam energizadas e ativadas, formando radicais livres que interagem e se acoplam às moléculas do monômero, ativando esta molécula.

PROPAGAÇÃO

O processo de crescimento da cadeia continua com a adição sucessiva de unidades monoméricas à extremidade da cadeia, formando uma molécula longa de alto peso molecular.

TERMINAÇÃO

É a reação que transforma o radical livre em um grupo estável, terminando a reação em cadeia.

APLICAÇÕES CLÍNICAS

SAIBA MAIS

As resinas acrílicas são apresentadas na forma de pó e líquido (Fig. 4.3) e têm uma diversidade de marcas comerciais (Fig. 4.4).

As resinas acrílicas podem ser utilizadas em diversas áreas da odontologia, como na prótese, na oclusão, na dentística e na ortodontia (Fig. 4.2). A seguir, são apresentadas suas principais aplicações clínicas:

- Padrões para fundição: moldagem intracanal para a confecção de um núcleo metálico fundido.
- Prótese total: desde a confecção das moldeiras individuais e placas-base para a prova dos dentes em boca até a confecção da base da prótese propriamente dita.



Figura 4.2 – Diversas aplicações da resina acrílica: próteses totais, moldeiras individuais, dentes de estoque, placas oclusais, aparelhos removíveis e coroas provisórias.



Figura 4.3 – Apresentação comercial das resinas acrílicas.



Figura 4.4 – Diversas marcas comerciais de resina acrílica.

- Prótese parcial removível (PPR): da mesma forma que na prótese total, a resina acrílica é utilizada em várias etapas da execução da PPR.
- Próteses provisórias: unitárias, parciais ou totais.
- Material para moldeira: unitárias, parciais ou totais.
- Dentes de estoque: existem no mercado de diversos formatos e cores, que são selecionados de acordo com cada paciente.
- Placas oclusais: para o tratamento de distúrbios temporomandibulares (p. ex., bruxismo).
- Aparelhos ortodônticos: removíveis ou fixos, como por exemplo, os mantenedores de espaço e o disjuntor Haas, respectivamente.
- Reparo e reembasamento: consertos/reparos de próteses em geral.

MANIPULAÇÃO

Para a manipulação da resina acrílica, são necessários potes de vidro (Dapen ou Paladon), medidor de pó e de líquido e uma espátula metálica.

RELAÇÃO POLÍMERO / MONÔMERO

Geralmente a medida da relação pó/líquido (polímero/monômero) é de 3 para 1, ou seja, três medidas de pó para uma medida de líquido, que é colocada em potes de vidro Dapen ou Paladon, dependendo da quantidade de material a ser manipulado. O pote Paladon é específico para resina acrílica e já vem com tampa, sendo possível fechá-lo logo após a mistura do material. Assim, o oxigênio do ar não reage com os radicais livres, retardando a reação de polimerização da resina acrílica (Fig. 4.5).

Logo que se mistura o pó e o líquido, a resina está na fase arenosa ou granular. A seguir, ela passa pela fase pegajosa ou fibrilar, que é quando ocorre o processo de reticulação, ou formação de fibrilas. Nessa fase, o material se adere à espátula ou luva de procedimentos.

SAIBA MAIS

O processo de polimerização pode ser inibido por fatores como oxigênio, eugenol, vaselina e temperatura. Os três primeiros reagem com os radicais livres, retardando ou impedindo que a reação de polimerização se inicie. A temperatura baixa age retardando a reação de polimerização das resinas acrílicas.

Na fase plástica, ocorre a união das pérolas de resina, formando uma massa plástica com o material. Essa fase é a ideal para se trabalhar com o material e conformar o que se deseja executar. Em seguida, forma-se a fase borrachoide, na qual já existe uma memória elástica do material e, a seguir, a fase rígida, na qual o material já adquiriu propriedades mecânicas satisfatórias. As fases da resina acrílica são apresentadas resumidamente na Quadro 4.2.



Figura 4.5 – Manipulação da resina acrílica.

QUADRO 4.2 – Fases do processo de polimerização da resina acrílica

Fases	Descrição do comportamento do material
Arenosa/granular	Umedecimento
Pegajosa/fibrilar	Reticulação, formação de fibrilas
Plástica	União de pérolas, massa plástica
Borrachoide	Memória elástica do gel
Rígida	Inflexibilidade e resistência mecânica

PROPRIEDADES

CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO A contração ocorre pela reação de polimerização da resina acrílica e pela consequente conversão do monômero em polímero. Na contração de polimerização, geralmente há redução de 6 a 8% no volume do material.

COEFICIENTE DE EXPANSÃO TÉRMICO LINEAR (CETL) É a alteração linear ou volumétrica do material com a temperatura. O CETL da resina acrílica é alto comparado com o de outros materiais odontológicos e estruturas dentais, como apresentado na Tabela 4.1. A boca está sujeita a alterações de temperatura, o que provoca contração e consequente distorção da resina acrílica.

SORÇÃO DE LÍQUIDOS A resina acrílica tem a tendência de absorver água pelo processo de embebição. A sorção de água e de fluidos bucais altera as dimensões das próteses de acrílico, além de contaminá-las. Ocorre como um processo reversível de expansão e contração quando é embebida em água e logo em seguida é seca, mas pode resultar em um empenamento irreversível das bases das próteses.



RESISTÊNCIA A resina acrílica apresenta baixa resistência mecânica quando comparada com os metais e a resina composta. É friável ao impacto, moderadamente resistente à falha por fadiga e apresenta flexibilidade satisfatória. Porém, a RAAT ainda é o material de escolha para confecção de próteses totais, pois apresenta estética satisfatória, baixa densidade (i.e., é leve), permite reparo e tem compatibilidade biológica e baixo custo.

A Tabela 4.2 apresenta uma comparação entre as propriedades da RAAT e da resina composta (RC), demonstrando que a contração de polimerização e o CETL são maiores para a RAAT.

As propriedades mecânicas de resistência flexural, resistência à compressão e dureza Vickers, assim como a condutividade térmica, apresentam valores inferiores para a RAAT quando comparados com os da RC.

TABELA 4.1 – Comparação entre valores de CETL de materiais dentários e estrutura dental

Material	CETL ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
Estrutura dental	11,4
Resina acrílica	81
Resina composta	30 – 53
Amálgama	22 – 28

TABELA 4.2 – Comparação entre as propriedades da resina acrílica ativada termicamente (RAAT) e as propriedades da resina composta híbrida (RC)

Propriedade	RAAT	RC
Contração de polimerização (%V)	6	2,5 – 3,7
CETL ($10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	81	30 – 53
Resistência flexural (MPa)	90	100 – 170
Resistência à compressão (MPa)	75,9	250 – 400
Dureza Vickers (VHN)	20	60 – 120
Condutividade térmica ($\text{Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$)	0,20	1,0

ATENÇÃO

As próteses totais e parciais devem ser bem limpas, pois a sua colonização por microrganismos, principalmente por fungos como *Candida albicans*, pode causar estomatite protética no paciente.

COMPATIBILIDADE BIOLÓGICA Quando a resina é bem polimerizada, a toxicidade é baixa para o paciente. A dificuldade de se trabalhar com a resina acrílica ocorre durante a sua manipulação, pois ela é tóxica ao sistema respiratório e à pele do protético ou dentista e requer cuidados como uso de luvas e máscaras.

AGENTES DE LIMPEZA PARA PRÓTESES

A escovação diária com uso de água ou água e sabão produz pouco ou nenhum desgaste nas próteses em comparação com limpadores ou pastas dentais para prótese comercializados. A maioria dos agentes de limpeza de prótese por imersão, como as pastilhas efervescentes, é eficiente. Soluções aquosas de hipoclorito de sódio são limpadores eficientes para próteses e não causam descoloração desses materiais.

RESINA BISACRÍLICA OU BIS-ACRYL

DEFINIÇÃO

A resina bisacrílica é um material restaurador temporário direto composto por unidades monoméricas bifuncionais que, quando ativadas, formam uma rede polimérica tridimensional de alta densidade. Pode ser quimicamente ativada ou dual (quimicamente

ativada e fotoativada). Esse material está ganhando popularidade, apesar de seu maior custo, em razão de fatores como rapidez de polimerização, estética e possibilidade de reparo com resinas compostas (Fig. 4.6).

O Quadro 4.3 apresenta as vantagens e as desvantagens do uso da resina bisacrílica.



Figura 4.6 – Apresentação comercial da resina bisacrílica.

QUADRO 4.3 – Vantagens e desvantagens da resina bisacrílica

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Maior estabilidade dimensional • Pequena alteração de cor após a reação de polimerização • Boa adaptação marginal ao término do preparo • Fácil manuseio • Menor liberação de calor durante o processo de cura ou polimerização • Baixo grau de contração de polimerização • Estética favorável • Mais opções de cor 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto custo • Polimento superficial deficiente • Fratura em locais de alto estresse (menor resistência às forças oclusais)

INDICAÇÕES

A resina bisacrílica é especialmente indicada para tratamentos estéticos, como material restaurador provisório para facetas, coroas, *inlays* e *onlays*.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição básica da resina bisacrílica está descrita no Quadro 4.4. Observe que o material é composto por uma matriz orgânica e uma matriz inorgânica. Na matriz orgânica, há monômeros bifuncionais que garantem maior estabilidade dimensional e homogeneidade do polímero. Os derivados do Bis-acryl contêm componentes hidrofóbicos que proporcionam menor absorção de água, resultando em maior estabilidade dimensional e de cor. Os principais monômeros utilizados são bisfenol-A-glicidil metacrilato (Bis-GMA) e trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA).

QUADRO 4.4 – Composição básica da pasta-base e pasta catalisadora da resina bisacrílica

Pasta-base	Pasta catalisadora
<ul style="list-style-type: none"> • Dimetacrilato • Pó de vidro de estrôncio • Ácido sílico • Iniciadores • Diacrilato • Resinas sintéticas • Pigmentos • Estabilizadores • Corantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Amaciante • Pó de vidro de estrôncio • Iniciadores

QUADRO 4.5

“Pattern Acrylic”	Transflex
<p>É uma resina que apresenta presa rápida e baixíssimo escoamento. Praticamente não tem contração e finaliza o processo de polimerização sem deixar resíduos. É ideal para ser utilizada na técnica do pincel para procedimentos envolvendo a confecção de dentes provisórios em prótese convencional e prótese sobre implantes.</p>	<p>É um dos mais modernos recursos da odontologia e substitui os grampos metálicos presentes nas pontes móveis. É composto por metacrilato de metila injetado e permite a correção de falhas na dentição (ausência de dentes) sem o desconforto das pontes com metal, já que o material da prótese é flexível e, portanto, de fácil adaptação pelos tecidos e pelo paciente. É biocompatível, não provocando irritação aos tecidos bucais. Atende perfeitamente às normas da estética por sua capacidade de se camuflar totalmente na boca, pois o material absorve a cor da gengiva, ou seja, produz o efeito de mimetizar os tecidos bucais. Apresenta flexibilidade e alta resistência ao impacto, não sofrendo microfaturas, como acontece com as próteses de resina acrílica.</p>

GRAMPOS ESTÉTICOS RESINOSOS

Com a evolução dos materiais odontológicos e o avanço tecnológico, já é possível trabalhar com a confecção de grampos em materiais resinosos estéticos. Esses grampos são compostos pelo homopolímero de polioximetileno (POM) associado a pigmentos e são apresentados comercialmente em cores variadas, fabricados pelo processo de moldagem por injeção. Apresentam alta resistência à abrasão, excelente memória elástica, baixa condutividade térmica, compatibilidade biológica em meio bucal e resistência à absorção de líquidos.