

- Estabilidade dimensional em variações de temperatura e umidade encontradas normalmente nos procedimentos clínicos e laboratoriais por um período suficientemente longo para permitir a reprodução de um modelo de trabalho ou troquel.
- Compatibilidade com os materiais para confeccionar o modelo de trabalho e o troquel.
- Precisão no uso clínico.
- Facilmente desinfetados, sem perder precisão.
- Sem liberação de gás durante a presa do material de moldagem ou dos materiais para confeccionar o modelo de trabalho e o troquel.

TIPOS DE MATERIAIS DE MOLDAGEM

Os alginatos hidrocolóide, ágares hidrocolóide e elastômeros sintéticos de moldagem são os mais amplamente utilizados atualmente, e as propriedades deles são examinadas primeiro. Os materiais de moldagem à base de óxido de zin-

co e eugenol, gesso e godiva são discutidos posteriormente neste capítulo para uso como materiais para registro de mordida.

ALGINATOS HIDROCOLÓIDES

Os materiais de alginato para moldagem dentária mudam da fase sol para a fase gel devido à reação química. Após terminar a geleificação, o material não pode voltar ao estado líquido ou ao de estado sol. Esses hidrocolóides são chamados *irreversíveis* para distingui-los dos hidrocolóides de ágar reversíveis descritos posteriormente. As moldagens com alginato são amplamente utilizadas para confeccionar modelos de estudo utilizados para planejar o tratamento, monitorar mudanças e confeccionar coroas, pontes e próteses removíveis.

Os produtos de alginato para moldagem possuem propriedades elásticas aceitáveis e são comparáveis com os materiais de ágar. A manipulação deste material para uso requer apenas a mistura de certas quantidades de pó e água. A pasta resul-

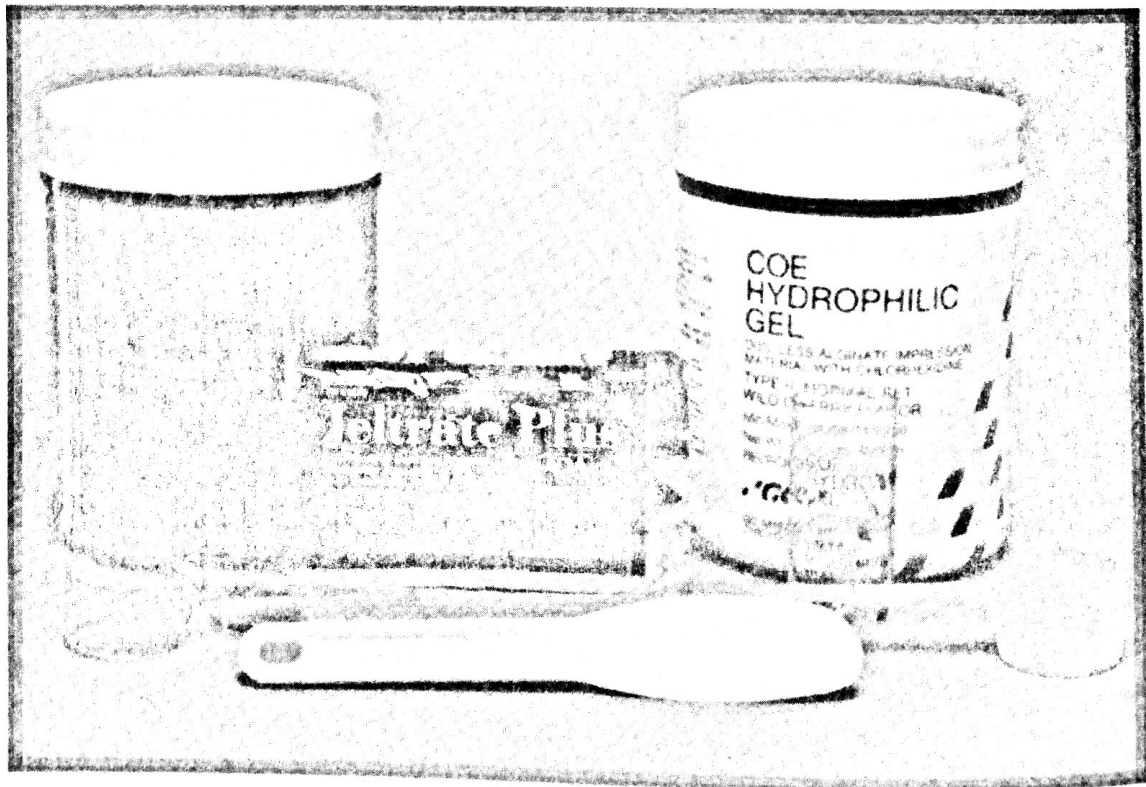


Fig. 12-3 Produtos de alginato para moldagem: em grande volume no recipiente com uma concha para medir o pó, um cilindro de medida para água e um alginato pré-pesado em embalagem de alumínio. Esses produtos não produzem poeira e contêm agentes desinfetantes.

(De Craig RG, Powers JM, Wataha JC: *Dental materials: properties and manipulation*, ed. 7 St. Louis, 2000, Mosby.)

tante flui bem e registra detalhes anatômicos aceitáveis. O modelo de trabalho em gesso é confeccionado ao se vazar gesso comum, gesso-pedra ou revestimento no molde; não é necessário um meio para separá-los. O pó é fornecido em recipientes volumosos junto com o proporcionador para mensurar as quantidades corretas do pó e da água. O pó também é fornecido em pequenos pacotes selados contendo uma quantidade adequada para uma moldagem e prontos para a mistura com uma quantidade proporcionada de água. Esses métodos de empacotamento, junto com os proporcionadores fornecidos pelo fabricante, estão apresentados na figura 12-3.

COMPOSIÇÃO E QUÍMICA

Os sais de potássio e de sódio do ácido algínico possuem propriedades que os tornam adequados para formar um material de moldagem. O ácido algínico, o qual é preparado de uma planta marinha, é um copolímero com alto peso molecular, em bloco, de ácido anidro- β -D-manurônico e de ácido anidro- β -D-gulurônico, como mostra a porção superior da fórmula para o alginato na página 334. As propriedades do material de alginato bruto dependem amplamente do grau de polimerização e da proporção de guluronan e manuronan, dentro dos blocos das moléculas poliméricas. As regiões de manuronan são esticadas e aplainadas, enquanto as regiões de guluronan diminuem a flexibilidade. Além disso, principalmente os blocos poliméricos de guluronan se unem com o Ca^{2+} . Portanto, os alginatos ricos em guluronan formam géis fortes e friáveis, enquanto aqueles ricos em manuronan formam géis fracos e mais elásticos.

As soluções desses sais solúveis, quando reagidas com sal de cálcio, produzem um gel elástico chamado *alginato de cálcio*; as estruturas estão apresentadas a seguir. Durante a mistura com água, o material de alginato para moldagem forma primeiro um sol. Seguindo a reação química descrita na página 334 há formação de um gel para formar o material de moldagem endurecido. A capacidade de formação de gel mostrada pelos alginatos está relacionada principalmente com a proporção de L-guluronan. O conceito dos sóis e géis está apresentado na discussão sobre os colóides no capítulo 2.

A natureza dessa reação química está apre-

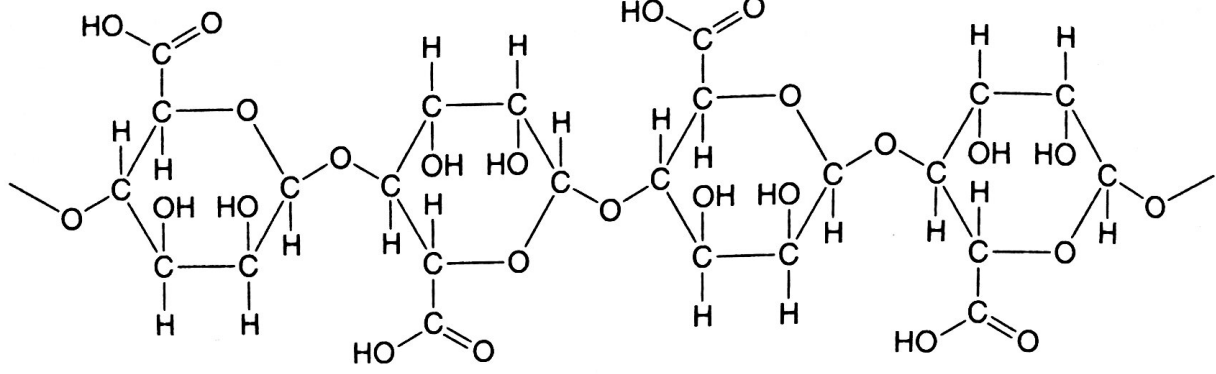
sentada na página 334 para os sais de sódio. O sal de potássio, também comum, reage semelhantemente. Num composto de alginato para moldagem, o sulfato de cálcio diidratado, o alginato solúvel e o fosfato de sódio são incluídos no pó. Quando água é adicionada ao pó, os compostos se dissociam como apresentado. Os íons de cálcio do sulfato de cálcio diidratado reagem preferencialmente com os íons de fosfato, fosfato e pirofosfato de sódio para formar um fosfato de cálcio insolúvel. O fosfato de cálcio é formado preferencialmente com o alginato de cálcio, porque ele possui solubilidade mais baixa; assim, o fosfato de cálcio é chamado *retardador* e fornece tempo de trabalho para o alginato misturado.

Após os íons de fosfato esgotarem, os de cálcio reagem com o alginato solúvel para firmar um alginato de cálcio insolúvel, que junto com a água forma um gel de alginato de cálcio irreversível. O alginato de cálcio é insolúvel em água e a sua formação transforma o material misturado em um gel. Essa reação é irreversível; não é possível converter o alginato de cálcio para o sol após a sua presa.

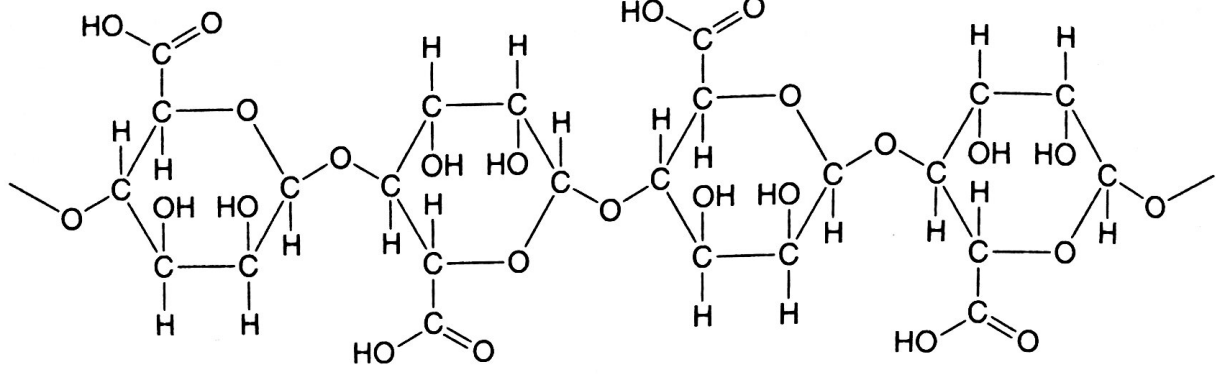
Para ir ao encontro dos requisitos básicos dos materiais dentários de moldagem, essa reação deve ser controlada para se obterem as propriedades desejáveis de consistência, tempo de trabalho, tempo de presa, resistência, característica elástica e superfícies lisas e duras dos modelos de trabalho de gesso. Esses requisitos são atingidos ao se adicionar agentes para controlar a velocidade da reação, desenvolver resistência e elasticidade no gel e contrapor ao efeito retardador do alginato na presa dos produtos à base de gesso. O uso de partículas de carga em quantidades corretas produz uma consistência adequada para várias indicações clínicas.

A composição de um material de alginato típico para moldagem e a função dos seus ingredientes estão apresentadas na tabela 12-1. Os fabricantes ajustam as concentrações de fosfato de sódio para produzir alginatos regulares e de presa rápida. Eles também ajustam as concentrações das partículas de carga para controlar a flexibilidade do material de moldagem endurecido para aqueles mais macios ou duros após a presa. Embora as moldagens com alginato geralmente sejam realizadas com moldeiras, as que necessitam de seringas são muito mais fluídas após a mistura e mais flexíveis após a presa.

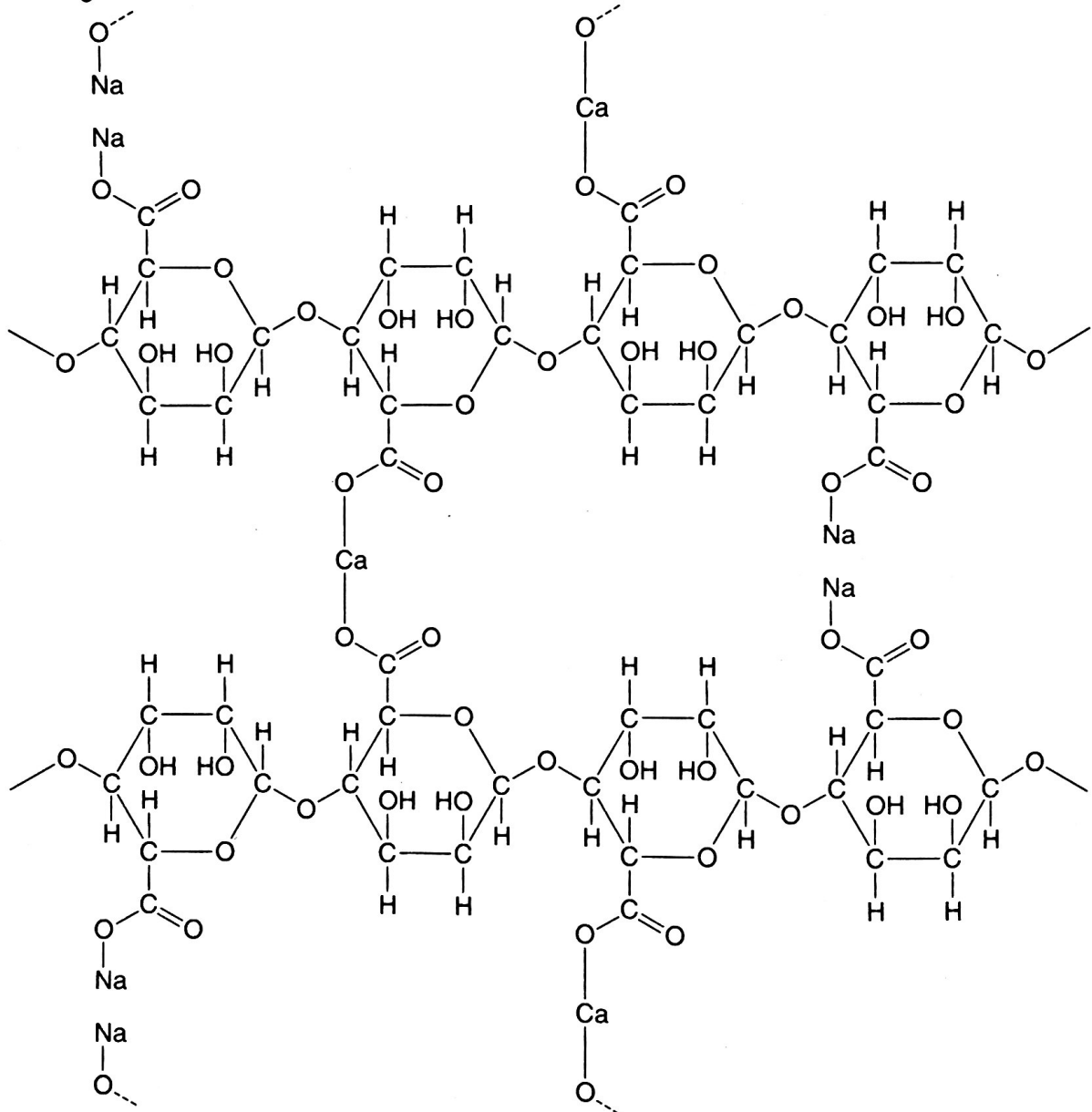
Ácido algínico



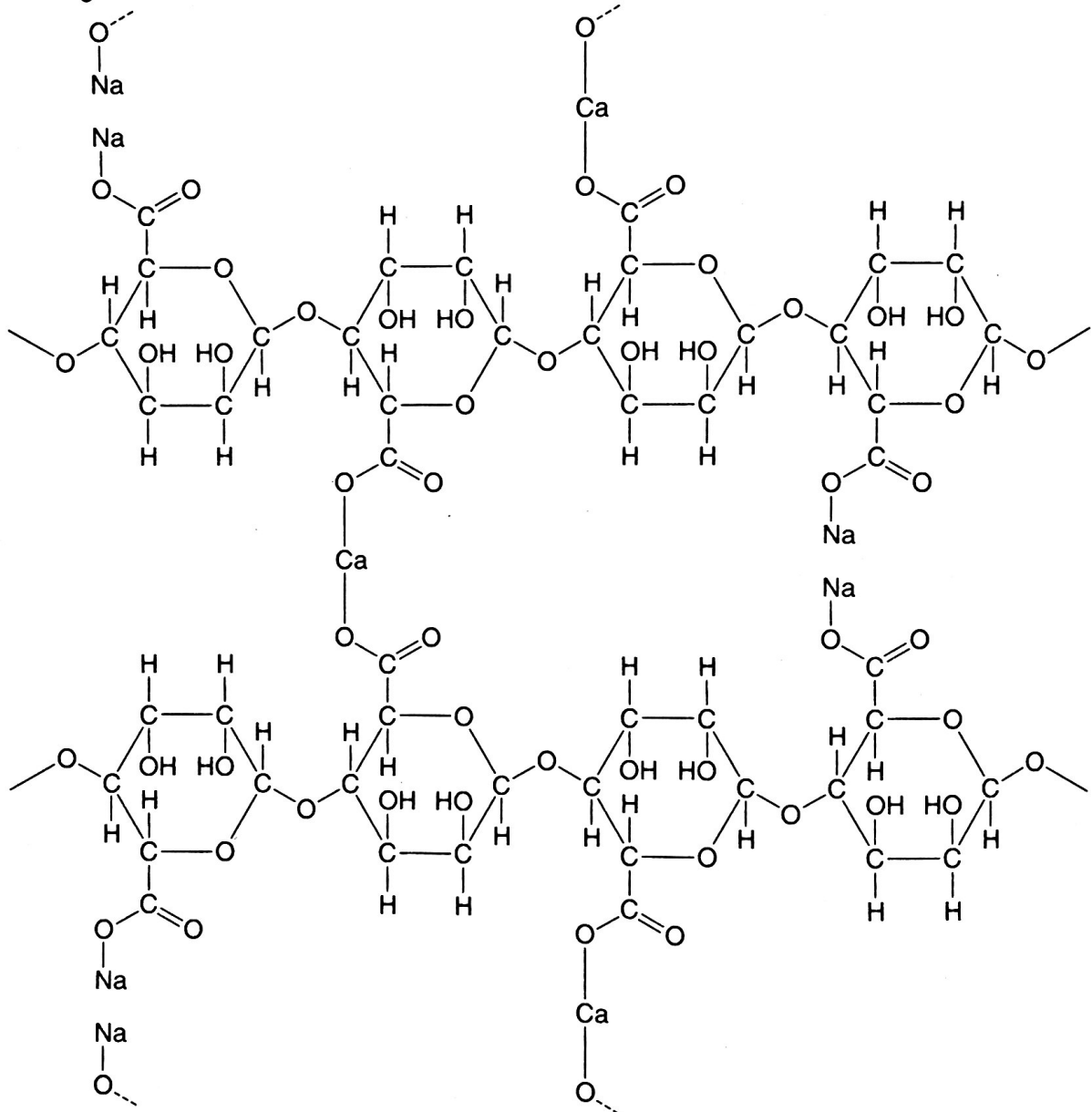
Sol (cadeias)



Alginate Na⁺/Ca²⁺



Gel (cadeias com ligações cruzadas)



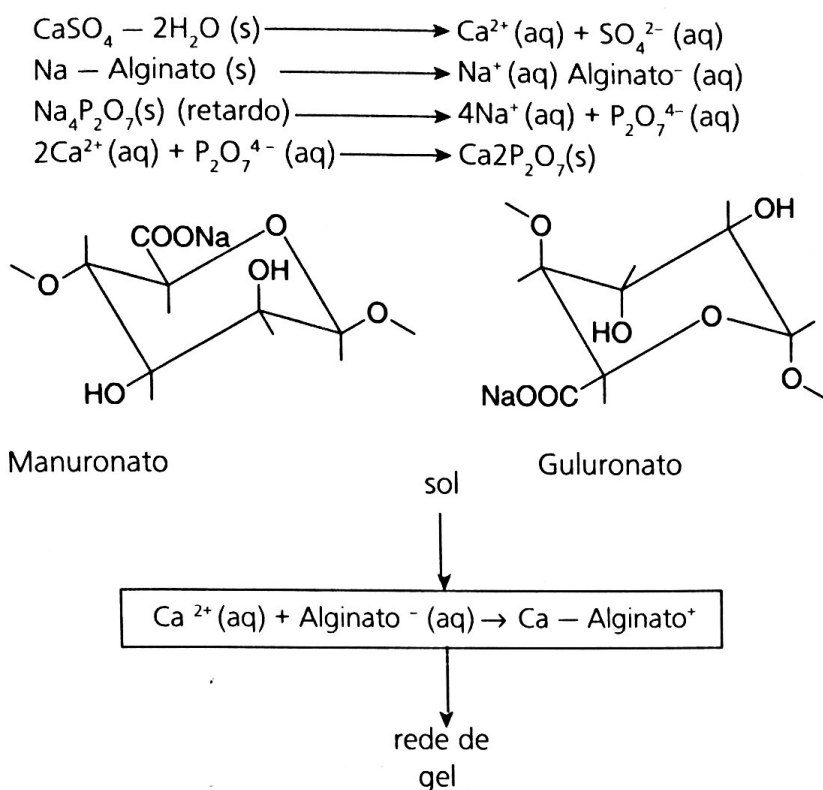


Tabela 12-1 Ingredientes presentes no pó de alginato para moldagem e as suas funções

Ingrediente	Peso (%)	Função
Alginato de potássio	18	Para dissolver em água e reagir com os íons de cálcio
Sulfato de cálcio diidratado	14	Para reagir com o alginato de potássio, a fim de formar um gel de alginato de cálcio insolúvel
Sulfato de potássio, fluoreto de zinco e potássio, silicatos ou boratos	10	Para contrapor o efeito inibitório do hidrocolóide na presa do gesso, fornecendo alta qualidade de superfície para o troquel
Fosfato de sódio	20	Para reagir preferencialmente com os íons de cálcio, a fim de fornecer um tempo de trabalho melhor antes da geleificação
Terra diatomácea ou pó de silicato	56	Para controlar a consistência do alginato e a flexibilidade do molde após a presa
Glicóis orgânicos	Pequena	Para impedir a formação de poeira pelo pó
Gaultéria, menta, anis	Traço	Para produzir gosto agradável
Pigmentos	Traço	Para dar cor
Desinfetantes (p. ex., sais quaternários de amônia e clorexidina)	1-2	Para auxiliar na desinfecção de organismos viáveis

O pó de alginato é refinadamente dividido, podendo apresentar considerável quantidade de poeira durante a sua manipulação. As dimensões de 10 a 15% de poeira de silício são semelhantes às das fibras de amianto, que produzem fibrinogênese e carcinogênes; portanto, a inalação do pó deve ser evitada. O revestimento do pó com glicol resulta num alginato sem pó, no qual não se detectaram níveis de pó mensuráveis durante a manipulação para um produto desprovido de pó. Os alginatos que contêm desinfetantes reduzem os organismos viáveis em até 90%; entretanto, deve-se executar as desinfecções adicionais por meio de soluções ou *sprays*.

PROPORCIONANDO E MISTURANDO

O proporcionamento do pó e da água antes da mistura é crucial para se obter um resultado consistente. Alterações na proporção água/pó alteram a consistência, os tempos de presa do material e também a resistência e qualidade da moldagem. Geralmente, o fabricante fornece recipientes ideais para proporcionar o pó e a água por volume, e esses são suficientemente precisos para uso clínico.

O tempo de mistura para um alginato regular é 1 minuto; o tempo deve ser cuidadosamente mensurado, porque tanto a submistura quanto a sobremistura são prejudiciais para a resistência do molde após a presa. Os alginatos de presa rápida devem ser misturados em água por 45 segundos. O pó e água são bem misturados num gal de borracha com uma espátula de alginato ou uma espátula utilizada para misturar o gesso-pedra ou o comum.

Sistemas de mistura automática têm sido desenvolvidos para os alginatos pasta/pasta. Esses sistemas consistem de uma unidade que mistura uma pasta à base de água em uma pasta iniciadora orgânica na proporção 4:1. Acredita-se que a pasta contenha alginato de sódio e ácido poliacrílico como um modificador da viscosidade, e a pasta iniciadora contenha sulfato de cálcio hemi-hidratado e fosfato de sódio. O misturador utiliza um princípio de mistura dinâmico e está disponível no Japão.

PROPRIEDADES

Algumas propriedades típicas do alginato para moldagem, utilizados em moldeira, estão listadas na tabela 12-2, junto com os valores comparáveis para material de moldagem de ágar, discutidos na próxima seção principal.

Tempo de trabalho Os materiais de presa rápida possuem tempo de trabalho de 1,25 a 2 minutos, enquanto o tempo para os materiais de presa regular são geralmente de 3 minutos, mas podem alcançar 4,5 minutos. Com um tempo de mistura de 45 segundos para os tipos de presa rápida, 30 a 75 segundos do tempo de trabalho permanecem antes da moldagem necessitar ser completamente assentada. Para os materiais de presa regular, um tempo de mistura de 60 segundos deixa 2 a 3,5 minutos de tempo de trabalho para os materiais que tomam presa entre 3,5 e 5 minutos. Em ambos os casos, o alginato misturado deve preencher a moldeira e a moldagem, realizada prontamente.

Tabela 12-2 Propriedades típicas do alginato e ágar hidrocolóide tipo moldeira para moldagem

	Tempo de trabalho (min)	Tempo de presa (min)	Geleificação (°C)	Recuperação da deformação* (%)	Flexibilidade† (%)	Resistência a compressão‡ (g/cm ²)	Resistência ao rasgamento (g/cm)
Alginato	1,25-4,5	1,5-5,0	—	98,2	8-15	5000-9000	380-700
Agar	—	—	37-45	99,0	4-15	8000	800-900

* Numa compressão de 10% por 30 segundos.

† A uma tensão de 1.000 g/cm².

‡ Numa velocidade de carga de 10 kg/min.

ASTM de ruptura do troquel C a 25 cm/min minuto

Tempo de presa Os tempos de presa variam de 1 a 5 minutos. A especificação nº 18 da ANSI/ADA (ISO 1563) requer que ele seja pelo menos o valor listado pelo fabricante e pelo menos 15 segundos maior que o tempo de trabalho dado.

Para se prolongar o tempo de presa, deve-se reduzir a temperatura da água utilizada na mistura ao invés de diminuir a proporção de pó. A redução da proporção pó/água reduz a resistência e a precisão do alginato. Selecionar um alginato com tempo de presa diferente também pode ser indicado, ao invés de mudar a sua proporção água/pó.

A reação de presa é uma reação química típica, e a velocidade pode ser aproximadamente dobrada por aumento de 10% na temperatura. No entanto, não é indicado o uso de água mais fria que 18°C ou mais quente que 24°C. O tempo de presa é clinicamente detectado pela perda da consistência pegajosa. Caso possível, a moldagem deve ser mantida em posição por 2 a 3 minutos após a perda da consistência pegajosa, porque as resistências à ruptura e deformação permanente aumentam significativamente durante esse período.

Os alginatos que mudam de cor fornecem uma indicação visual dos tempos de trabalho e de presa. O mecanismo de mudança de cor é uma alteração relacionada com o pH e o corante. O alginato muda a sua cor rosa-claro para branco.

Deformação permanente Uma moldagem de alginato típica é comprimida em cerca de 10% nas áreas retentivas durante a remoção. A verdadeira magnitude depende da extensão da retenção e do espaço entre a moldeira e os dentes. A especificação da ANSI/ADA requer que a recuperação da deformação seja maior que 95% (ou uma deformação permanente menor que 5%) quando o material for comprimido em 20% por 5 segundos num tempo em que ele normalmente seria removido da boca. Como indicado na tabela 12-2, um valor típico para a recuperação da deformação é 98,2%. A deformação permanente correspondente é 1,8%.

A deformação permanente, indicada como porcentagem de compressão após a presa, é uma função da porcentagem de compressão, do tempo sob compressão e do tempo após a remoção da carga de compressão, como ilustrado na fi-

gura 12-4. Note que a deformação permanente é uma propriedade dependente do tempo. Baixas deformações permanentes (maior precisão) ocorrem (1) quando a porcentagem de compressão é mais baixa, (2) a moldagem está sob compressão por um tempo menor (3) e o tempo de recuperação é maior, até 8 minutos após a liberação da carga. Clinicamente, esses fatores se traduzem no uso de um volume razoável de alginato entre a moldeira e os dentes e em remoção rápida e brusca da moldagem. Os procedimentos rotineiros seguidos pela produção do modelo em gesso fornecem um tempo adequado para qualquer recuperação que possa ocorrer.

Flexibilidade A especificação da ANSI/ADA permite uma variação de 5 a 20% a uma tensão de 1000 g/cm², e a maioria dos alginatos possuem um valor típico de 14%. Entretanto, alguns materiais mais duros, após a presa, possuem valores que variam de 5% a 8%. Uma quantidade

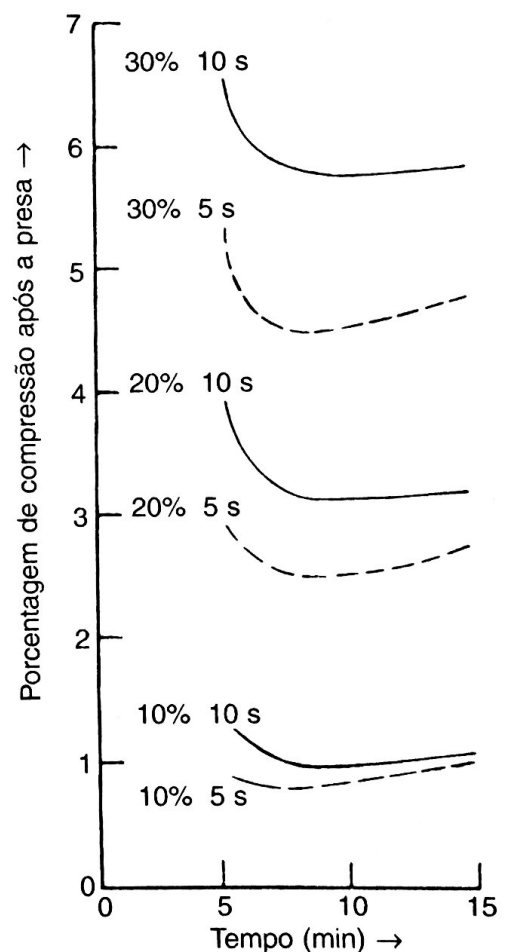


Fig. 12-4 Variação na compressão após a presa, de um alginato para moldagem em função do tempo, sob deformações de 10%, 20% e 30% aplicadas por 5 e 10 segundos.

(Adaptado de Wilson HJ: *Br Dent J* 121:466, 1966.)



Fig. 12-5 Esquema do espécime de resistência ao rasgamento com carga aplicada nas direções das setas; o espécime se rompe na zona em forma de "V".

razoável de flexibilidade é necessária para facilitar a remoção da moldagem.

Resistência As resistências à compressão e ao rasgamento dos alginatos estão listadas na tabela 12-2. Ambas as propriedades dependem do tempo, onde os valores maiores são obtidos em velocidades maiores de aplicação da carga. As resistências à compressão variam de 5000 e a 9000 g/cm². A especificação da ANSI/ADA requer que certos produtos tenham uma resistência à compressão de pelo menos 3.570 g/cm². A resistência ao rasgamento varia de 380 a 700 g/cm², e essa propriedade é provavelmente mais importante que a resistência à compressão. A resistência ao rasgamento é uma medida da proporção força/espessura necessária para iniciar e continuar o rasgamento, e freqüentemente é determinada num espécime com formato apresentado na figura 12-5. O rasgamento ocorre nas sessões finas da moldagem, e a probabilidade de rasgamento diminui com o aumento da velocidade de remoção. O efeito da velocidade de carga na resistência de vários alginatos ao rasgamento está apresentado na figura 12-6. Os valores para os materiais para moldeira variam de 3,8 a 4,8 N/cm a 2 cm/min para 6 a 7 N/cm a 50 cm/min. A menor resistência ao rasgamento para os materiais para seringas em velocidades correspondentes refletem alginato reduzido no material para seringa.

Compatibilidade com o gesso É altamente importante selecionar uma combinação alginato-gesso que produza boa qualidade de superfície e de detalhes. A qualidade de superfície e a capacidade das combinações alginato-gesso de reproduzirem fissuras refinadas em forma de "V" estão apresentadas nas figuras 12-7A e B. Um modelo de gesso comum Tipo III foi vazado sobre um alginato na figura 12-7A e o gesso-pedra

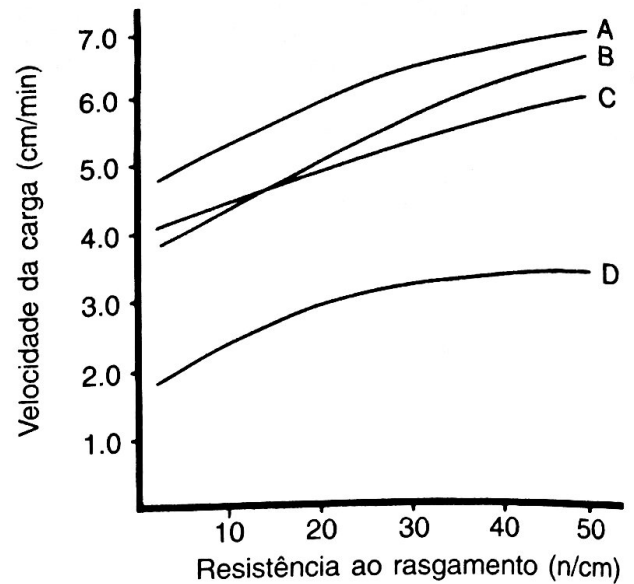


Fig. 12-6 Resistência ao rasgamento do alginato para moldagem em função da velocidade de carga; os materiais A, B e C são designados para o uso em moldeira; D, é o material para seringa. (Adaptado de MacPherson, Craig RG, Peyton FA: *J Dent Res* 46:717, 1967.)

Tipo IV foi vazado sobre o mesmo alginato na figura 12-7B. A fissura mais fina era de 0,025 mm de espessura em cada situação. A combinação na figura 12-7B, não foi tão incompatível quanto a na figura 12-7A, considerando tanto a qualidade de superfície quanto a reprodução dos detalhes. Por motivos de comparação, na figura 12-7C, o mesmo gesso-pedra Tipo IV utilizado na figura 12-7B, foi vazado numa moldagem com polissulfeto.

A moldagem deve ser bem limpa em água fria para remover saliva e eventual sangue, e depois desinfetada. Em seguida, toda a água superficial deve ser removida antes de preparar o modelo de gesso. A saliva e o sangue interferem com a presa da gipsita, e se houver acúmulo de água, ela tende a se agrupar nas porções mais profundas do molde e diluir o material do modelo, resultando numa superfície macia e esfarelada. O excesso de água na superfície é adequadamente removido quando a superfície refletida do molde torna-se fosca. Se a moldagem com alginato for armazenada por 30 minutos ou mais antes do preparo do modelo, ela deve ser limpa com água corrente para remover qualquer exsudato, na superfície, causado pela sinérese do gel de alginato; o exsudato retardará a presa

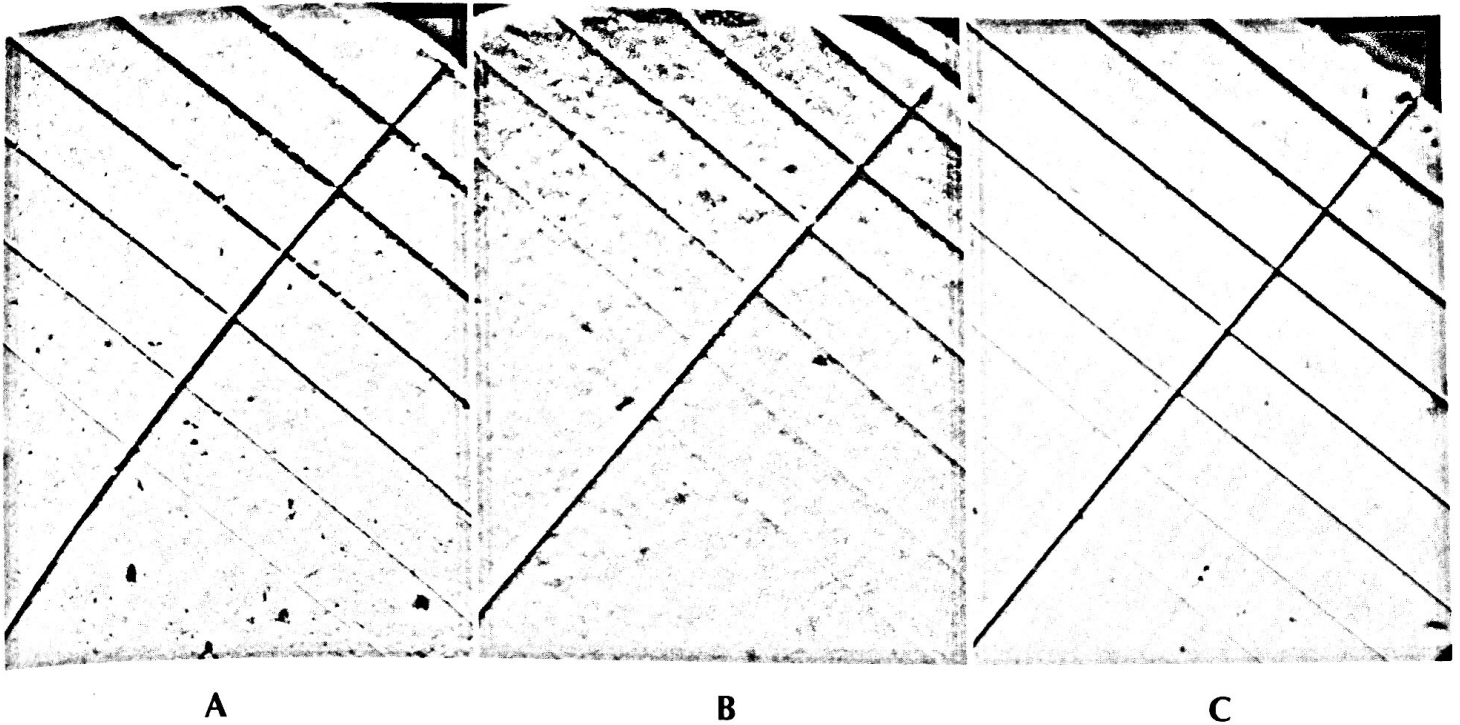


Fig. 12-7 Qualidade de superfície e reprodução de, **A**, modelo de gesso vazado em um molde de alginato; **B**, gesso comum vazado sobre o mesmo alginato; e **C**, o mesmo gesso-pedra vazado em molde de polissulfeto. Deve-se enfatizar que um outro alginato utilizado com o mesmo gesso comum ou gesso-pedra pode resultar em resultados opostos.

(De Craig RG, Mac Pherson GW: Ann Arbor, 1965, Univerdidade de Michigan – Faculdade de Odontologia.)

do gesso. Posteriormente, ele deve ser embalado frouxamente num papel-toalha úmido e selado em saco plástico para evitar perda de umidade.

O modelo de gesso após a presa não deve ser mantido em contato com o molde de alginato por períodos de várias horas, porque o contato do sulfato de cálcio diidratado, discretamente solúvel, com a região de alginato contendo grande quantidade de água é prejudicial à qualidade de superfície do modelo.

Estabilidade dimensional Os moldes de alginato perdem água por evaporação e sofrem contração quando deixados expostos ao ar. Os moldes deixados na bancada por 30 minutos podem tornar-se imprecisos o suficiente para serem refeitos. Mesmo se o molde for mantido ao ar livre e por mais de 30 minutos for imerso em água, não é fácil determinar quando da quantidade correta de água foi absorvida, e de qualquer forma as dimensões prévias não seriam reproduzidas. Para o máximo de precisão, o material para modelo deve ser vazado no molde de alginato o mais rápido possível. Se por

alguma razão os modelos não puderem ser preparados prontamente, os moldes deverão ser armazenados em um saco plástico com umidade relativa de 100% ou embalados num papel-toalha úmido (mas que não esteja escorrendo água).

O armazenamento dos moldes de alginato em 100% de umidade relativa é satisfatório para alguns materiais para períodos de até 2 horas, como indicado na figura 12-8 para o material A. Os materiais C e D não devem ser armazenados em 100% de umidade relativa, mesmo por períodos curtos. No entanto, alguns casos que não necessitam de muita precisão, como os modelos ortodôntico para estudo, as moldagens de alginato adequadamente armazenadas podem ser enviadas a um laboratório onde o modelo é preparado.

Desinfecção A desinfecção dos moldes é uma preocupação que se refere às doenças virais como a hepatite B, a síndrome de imunodeficiência adquirida e o herpes simples, porque os vírus podem ser transferidos para os modelos de gesso que apresentam risco para a equipe de trabalho do laboratório.

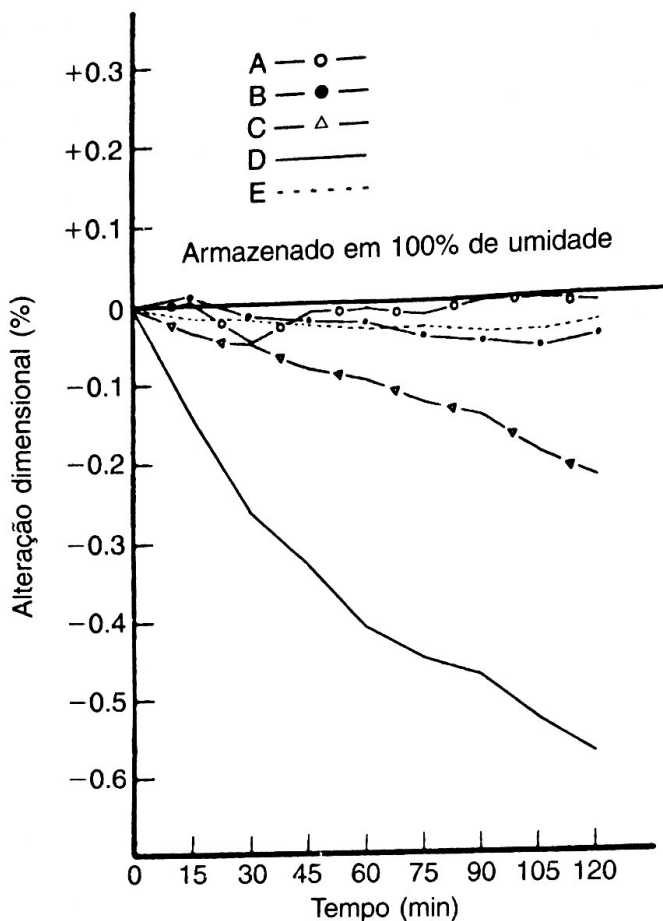


Fig. 12-8 Alteração dimensional dos alginatos para moldagem armazenados em 100% de umidade relativa. (De Craig RG, MacPherson GW: Ann Arbor, 1965, Escola de Odontologia da Universidade de Michigan.)

Todos os moldes de alginato devem ser desinfetados antes de se vazar gesso para confeccionar o modelo. A forma mais comum de desinfecção é realizada com *spray*, mas estudos têm mostrado também que os moldes podem ser imersos em desinfetantes. O efeito da desinfecção em solução de hipoclorito de sódio a 1% ou em solução de glutaraldeído a 2% na precisão da qualidade de superfície tem sido mensurado após 10 a 30 minutos de imersão. Foram observadas alterações dimensionais estatisticamente significativas; entretanto, as alterações foram da ordem de 0,1%, não prejudicando a qualidade de superfície. Tais alterações seriam insignificantes para aplicações clínicas como preparos de modelos de estudo e de trabalho. Em outro estudo, a desinfecção dos moldes de alginato por imersão demonstrou pouco efeito na precisão e na qualidade de superfície, mas foi mostrado que uma marca comercial de alginato obteve melhores resultados quando foi imerso num iodóforo e uma outra marca em glutaraldeído glixal. O efeito

da desinfecção dos materiais de ágar para moldagem não foram registrados, mas considerando-se as semelhanças dos dois hidrocolóides, é racional fazer recomendações semelhantes.

ÁGAR HIDROCOLÓIDE

Os materiais de ágar hidrocolóide para moldagem são compostos por géis de ágar reversível. Quando aquecidos, eles se liquefazem ou vão para o estado sol, e no resfriamento retornam ao estado de gel. Pelo fato de esse processo poder ser repetido, o gel desse tipo é descrito como *reversível*, em contraste com os géis de alginato *irreversível*.

O preparo do ágar hidrocolóide para uso clínico necessita de controle cuidadoso e aparelhos moderadamente caros. Vários dentistas preferem um troquel metalizado para os procedimentos laboratoriais para confeccionar coroas e inlays, e nenhum método prático foi desenvolvido para fazer um troquel metalizado de um ágar hidrocolóide ou de um molde de alginato. As moldagens com ágar hidrocolóide são dimensionalmente instáveis com o passar do tempo; assim os modelos devem ser confeccionados o mais rápido possível após a realização da moldagem. O registro das áreas cervicais dos dentes preparados é dificultado quando estão localizados abaixo dos tecidos mole e gengival. Entretanto, as técnicas modernas de controle de tecido tem eliminado amplamente esse problema. Algumas vezes, afloram reclamações dos pacientes como resultado do choque térmico nos dentes, produzindo dor e desconforto. Essa situação pode ocorrer devido ao calor do material de moldagem quando introduzido na boca, ou pelas temperaturas, comparativamente mais baixas, atingidas durante o resfriamento do molde para se obter um gel endurecido.

Se o tipo de moldagem com ágar hidrocolóide for realizado cuidadosamente com o conhecimento de suas propriedades físicas, ele é um ótimo material de moldagem elástico, de alta precisão e registro de detalhes refinados.

INGREDIENTES QUÍMICOS

O principal constituinte ativo do produto de hidrocolóide reversível para moldagem é o ágar, frequentemente conhecido comercialmente