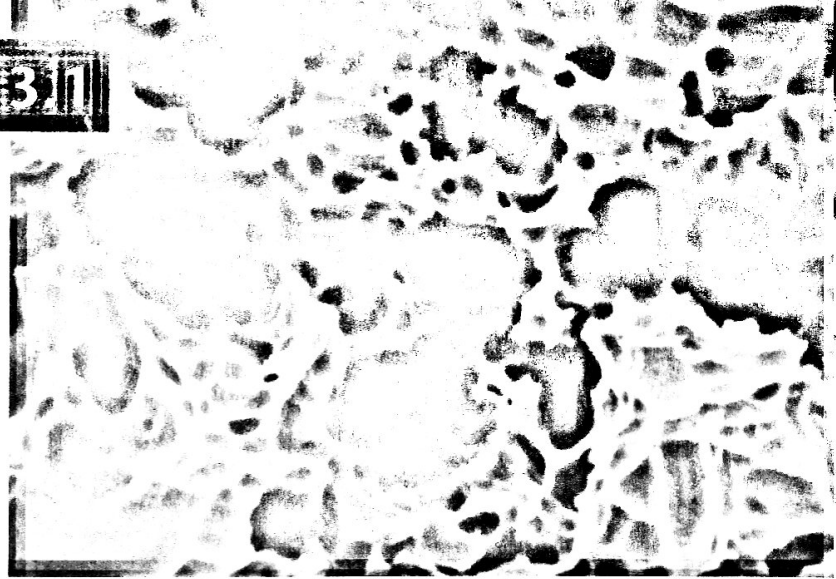




PRODUTOS À BASE DE GESSO

INTRODUÇÃO

Os materiais derivados do gesso possuem várias aplicações odontológicas que incluem:

- modelos e troquéis;
- materiais de moldagem;
- moldes;
- revestimentos refratários.

Um *modelo* é uma réplica das superfícies de interesse da cavidade bucal; é vazado de uma impressão da anatomia bucal e é então usado para confeccionar um aparelho, como uma prótese parcial ou total. Um *molde* é usado para a confecção de uma dentadura. *Troquéis* são réplicas de dentes individuais e são geralmente usados na construção de coroas e pontes. Um *revestimento refratário* é um material resistente a altas temperaturas que usa o gesso como material ligante e é usado como material de moldagem para algumas ligas de ouro para fundição.

Neste capítulo destacaremos a química e as propriedades destes materiais.

QUÍMICA DO GESSO

Composição

O gesso (gipsita) é o sulfato de cálcio di-hidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Quando esta substância é calcinada, isto é, aquecida até uma temperatura suficientemente alta para liberar parte da água, converte-se em sulfato de cálcio hemi-hidratado, $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ e, sob temperaturas mais altas, forma-se a anidrita, como mostrado abaixo:

Gesso (gipsita)	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
↓ Até 130°C	
Hemi-hidrato	$(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
↓ Até 200°C	
Anidrita	CaSO_4

A produção de sulfato de cálcio hemi-hidratado pode ser realizada de três maneiras, produzindo versões de gesso com diferentes propriedades e, portanto, com diversas aplicações. Estas versões são o gesso comum Paris, o gesso-pedra odontológico e o gesso-pedra melhorado (densite). Deve-se observar que as três versões são quimicamente idênticas, distinguindo-se apenas na forma e nos detalhes estruturais.

Gesso Comum Paris

O sulfato de cálcio di-hidratado é aquecido em um recipiente aberto. A água é liberada e o di-hidrato é convertido em hemi-hidrato, conhecido como sulfato de cálcio calcinado ou β -hemi-hidrato. O material resultante consiste em partículas grandes, porosas e irregulares que não se compactam muito bem. O pó precisa ser misturado com uma grande quantidade de água para obter uma mistura satisfatória para uso odontológico, já que grande parte desta água é absorvida pelos poros entre as partículas. A mistura usual é de 50 ml de água para 100 mg de pó.

Gesso-Pedra

Se o di-hidrato for aquecido em uma autoclave, o hemi-hidrato que é produzido consiste em partículas pequenas, regulares e relativamente não porosas. Este sulfato de cálcio autoclavado é conhecido como α -hemi-hidrato. Devido à estrutura não porosa e regular das partículas, elas podem ser compactadas mais intimamente usando menos água. A mistura é de 20 ml de água para 100 g de pó.

Gesso-pedra Melhorado (Densite)

Na produção desta forma de sulfato de cálcio hemi-hidratado, o di-hidrato é fervido na presença de cloreto de cálcio e cloreto de magnésio. Estes dois cloretos atuam como desaglutinantes, ajudando a separar as partículas individuais que, de outra forma, tendem a se aglomerar. As partículas de hemi-hidrato que são produzidas são

ainda mais compactas e regulares que as do gesso-pedra. O densite é misturado na proporção de 100 g de pó para 20 ml de água.

Aplicações

O gesso comum é um material de uso geral, principalmente para bases e modelos, já que é barato, fácil de usar e modelar. A expansão de presa (veja a seguir) não é de grande importância para estas aplicações. Uma composição similar é usada para materiais de moldagem à base de gesso (Cap. 2.7) e para revestimentos refratários à base de gesso, embora para estas aplicações os tempos de trabalho, de presa e a expansão de presa sejam cuidadosamente controlados pela incorporação de vários aditivos (ver a seguir).

O gesso-pedra é usado para modelos da boca, enquanto o gesso-pedra melhorado mais denso é usado para modelos dentários individuais, chamados de troquéis. Estes últimos são usados para confecção dos padrões de cera dos quais são produzidas peças de fundição.

Processo de Presa

O aquecimento do hidrato para retirar parte da água produz uma substância que está efetivamente desidratada. Como consequência disto, o hemi-hidrato é capaz de se reagir com água e retornar ao sulfato de cálcio di-hidratado, como se segue:



Acredita-se que o processo de presa dos produtos à base de gesso ocorra na seguinte sequência:

1. Parte do sulfato de cálcio hemi-hidratado dissolve-se na água.
2. O sulfato de cálcio hemi-hidratado dissolvido reage com a água e forma sulfato de cálcio di-hidratado.
3. A solubilidade do sulfato de cálcio di-hidratado é muito baixa e uma solução supersaturada é formada.
4. Esta solução supersaturada é instável e o sulfato de cálcio di-hidratado se precipita na forma de cristais estáveis.
5. Como os cristais estáveis de sulfato de cálcio di-hidratado se precipitam na solução, mais sulfato de cálcio hemi-hidratado é dissolvido e isto continua até todo o hemi-hidrato ter dissolvido.

Tempos de Trabalho e de Presa

O material deve ser misturado e vazado antes de alcançar o fim do tempo de trabalho. Os tempos de trabalho variam de produto para produto e devem ser escolhidos de acordo com a aplicação em particular.

No gesso para moldagem, o tempo de trabalho é de apenas 2-3 minutos, enquanto para um revestimento refratário à base de gesso, o tempo se aproxima de 8

minutos. Tempos de trabalho curtos dão origem a tempos de presa curtos, já que ambos são controlados pela velocidade da reação. Portanto, para um gesso de moldagem, o tempo de presa é tipicamente de 2-3 minutos, enquanto o tempo de presa pode variar entre 20-45 minutos nos revestimentos refratários à base de gesso.

Os materiais para modelos apresentam tempos de trabalho parecidos aos do gesso de moldagem, mas seus tempos de presa são um pouco mais longos. Para o gesso comum, o tempo de presa é de 5-10 minutos, enquanto para o gesso-pedra pode ser de até 20 minutos.

As características de manipulação são controladas pela inclusão de vários aditivos. Aditivos que aceleram o processo de presa são a gipsita (<20%), o sulfato de potássio e o cloreto de sódio (<20%). Eles agem como núcleos de cristalização para o crescimento de cristais de di-hidrato. Os aditivos que retardam a velocidade de presa são o cloreto de sódio (>20%), o citrato de potássio e o bórax pela interferência com a formação de cristais de di-hidrato. Estes aditivos também afetam a alteração dimensional de presa, como discutido adiante.

A manipulação do sistema pó-líquido também afeta as características da presa. O operador pode mudar a proporção pó-líquido e, adicionando mais água, o tempo de presa é estendido porque leva mais tempo para a solução se tornar saturada e assim para que os cristais de di-hidrato comecem a se precipitar. O aumento do tempo de espátulação resulta na redução do tempo de presa, já que isto tem o efeito de romper os cristais à medida que se formam, aumentando o número de núcleos de cristalização.

IMPORTÂNCIA CLÍNICA

O aumento do tempo de espátulação tende a reduzir o tempo de presa e a aumentar a expansão de presa.

O aumento na temperatura apresenta apenas um efeito mínimo, já que o aumento da velocidade de dissolução do hemi-hidrato é compensado pela maior solubilidade do sulfato de cálcio di-hidratado na água.

Alterações Dimensionais na Presa

Durante a presa, os cristais que são formados são esféricos em sua aparência (**Fig. 3.1.1**), como flocos de neve. Estes cristais colidem uns sobre os outros à medida que crescem e tentam se empurrar. O resultado desta ação é que há uma expansão dimensional na presa. De fato, o material contrai no sentido em seu volume molar que é menor que 7,1% vol., como mostrado na **Tabela 3.1.1**. Entretanto, formam-se grandes espaços vazios entre os cristais, levando a uma alta porosidade. É isto que causa a expansão dimensional observada de 0,6% vol.

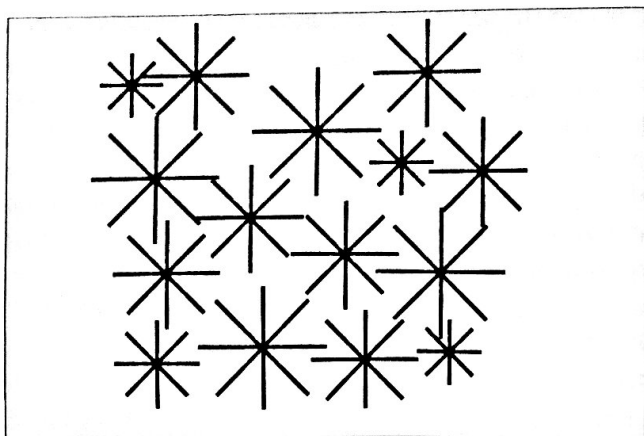


Figura 3.1.1 Estrutura esferulítica do sulfato de cálcio di-hidratado.

Essa capacidade de expandir na presa é uma característica muito importante deste material e este é o fator que o torna tão útil em um grande número de aplicações odontológicas. Em particular, modelos e troquéis devem ser levemente maiores que a anatomia bucal. Isto assegura que as coroas, pontes e dentaduras não fiquem muito apertadas quando colocadas na boca. A expansão também é utilizada no caso dos revestimentos, já que ajuda a compensar a contração de resfriamento das peças metálicas fundidas da temperatura de fusão.

Embora seja em geral desejável que os modelos produzidos com gesso comum ou pedra sejam levemente maiores, a expansão não controlada deste material é um inconveniente.

IMPORTÂNCIA CLÍNICA

Existem vários aditivos nos produtos de gesso que são utilizados para controlar o nível de expansão, que no caso do gesso comum é 0,2-0,3% vol. e para os gesso-pedra e gesso-pedra melhorado para troquéis está na faixa de 0,05-0,10% vol.

Cloreto de Sódio

O cloreto de sódio atua como núcleos de cristalização adicionais para a formação de cristais. A densidade mais

alta dos cristais limita seu crescimento e, portanto, reduz sua capacidade de colisão uns aos outros. Isto resulta em uma redução da expansão observada. O aumento do número de núcleos de cristalização de cristais di-hidrato possui o efeito de aumentar a velocidade de presa do material. O hemi-hidrato também se dissolve mais rapidamente, mais uma vez aumentando a velocidade de reação.

Se estiver presente em altas concentrações (>20%), o cloreto de sódio se depositará na superfície do cristal impedindo um crescimento adicional. Isto provoca redução da velocidade de reação, ao invés de aumentá-la.

Sulfato de Potássio

O sulfato de potássio (K_2SO_4) reage com a água e o hemi-hidrato e produz a "singenita" [$K_2(CaSO_4)_2 \cdot H_2O$]. Este composto cristaliza-se muito rapidamente e estimula o crescimento de mais cristais. Isto apresenta o efeito de reduzir a expansão e acelerar a reação de presa. Quando presente em solução aquosa a 2% reduz o tempo de presa de aproximadamente 10 minutos para 4 minutos.

Sulfato de Cálcio Di-hidratado

A adição de uma pequena quantidade de sulfato de cálcio di-hidratado fornecerá núcleos de cristalização adicionais e atuará como um acelerador; reduzindo tanto o tempo de trabalho como o de presa.

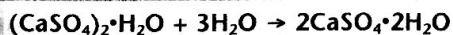
Bórax

A adição de bórax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) é importante porque ele se contrapõe ao aumento da velocidade de presa devido à inclusão dos aditivos mencionados. Ele é um retardador da reação de presa. A adição de bórax leva à formação de tetraborato de cálcio, que se deposita nos cristais de di-hidrato e impede um crescimento adicional.

Citrato de Potássio

O citrato de potássio atua como um retardador e, às vezes, é adicionado em conjunto ao bórax.

Desse modo, a regulação cuidadosa da quantidade dos aditivos mencionados permite que diferentes produtos de gesso possam ser produzidos com um correto grau de expansão e com os tempos de trabalho e de presa adequados para várias aplicações. As expansões de presa típicas para os produtos de gesso são mostrados na **Tabela 3.1.2**.



Peso molecular	290	54	344
Densidade	2,75	1,0	2,32
Volume molar	105	54	148
Alteração no volume = $(148-159) / 159 = -7,1\%$			

Comum	0,20-0,30%
Pedra	0,08-0,10%
Pedra melhorado	0,05-0,07%

IMPORTÂNCIA CLÍNICA

A baixa expansão de presa do gesso-pedra e do gesso-pedra melhorado (densite) torna estes materiais ideais para a produção de troquéis e modelos tanto para trabalhos metálicos como cerâmicos.

Expansão Higroscópica

A expansão de presa pode ser aumentada substancialmente pela imersão do material em água enquanto ele estiver tomando presa. Quando toma presa em contato com o ar ambiente, a tensão superficial da água livre tende a manter os cristais unidos e isto limita a capacidade dos cristais de crescerem.

Entretanto, quando os cristais são imersos em água, eles podem crescer mais livremente, resultando em um maior nível de expansão. Este processo é chamado *expansão higroscópica* e, às vezes, é utilizado em revestimentos refratários de gesso para a fundição de ligas que apresentem alto coeficiente de expansão térmica ou alta contração durante a solidificação.

PROPRIEDADES**Estabilidade Dimensional**

Uma vez que o material tenha tomado presa, ocorre pouca ou nenhuma alteração dimensional. A estabilidade durante armazenamento é excelente embora o material **seja** levemente solúvel em água. Por esta razão, deve-se evitar a lavagem com água quente.

Resistência à Compressão

A resistência à compressão é a propriedade mecânica mais usada para calcular a resistência dos produtos à base de gesso. Os valores típicos estão mostrados na **Tabela 3.1.3**.

A resistência à compressão é consideravelmente afetada pela relação pó:líquido usada. Está claro dos dados mencionados que a redução na quantidade de água requerida para produzir uma mistura aceitável fornece uma melhora significativa na resistência à compressão. Assim, a resistência à compressão do produto final é afetada pela alteração da proporção pó:líquido recomendada. O uso de uma quantidade excedente de água apresenta a

vantagem de produzir uma mistura fluida que pode ser facilmente vazada. O ar que é incorporado durante o processo de mistura pode ser removido facilmente de tal mistura de gesso-pedra ou gesso-pedra melhorado, usando vibração; entretanto, a resistência à compressão após a presa será inferior. Por sua vez, usar menos água que o recomendado resulta em uma mistura espessa que é mais difícil de remover o ar, levando a maior porosidade e a uma resistência significativamente menor. Há também o risco de que haja pouca água para que a reação ocorra em sua totalidade.

Assim, o uso de menos água tem o potencial para aumentar a resistência à compressão, mas propriedades inferiores são obtidas se muito pouca água for usada.

Há uma notável diferença entre a resistência úmida e seca dos produtos à base de gesso comum. Em geral, a resistência seca é cerca de duas vezes maior que a resistência úmida.

Resistência à Tração

A resistência à tração úmida do gesso comum é muito baixa (quase 2 MPa). Isto se deve à porosidade e à natureza frágil, trazendo como desvantagem a fácil ocorrência de possíveis danos aos dentes e margens do modelo, se manuseado descuidadamente. O gesso-pedra apresenta uma resistência à tração cerca de duas vezes maior que a do gesso comum e é, portanto, preferido para a produção de modelos para coroas, pontes e troquéis.

Dureza e Resistência à Abrasão

A dureza superficial dos produtos à base de gesso é muito baixa, então o material é altamente suscetível a riscos e desgaste por abrasão. As resinas epóxicas são exploradas como materiais alternativos para troquéis já que exibem uma melhor reprodução de detalhes, maior resistência à abrasão e maior resistência transversal do que os materiais à base de gesso, mas estão sujeitas à contração de polimerização.

IMPORTÂNCIA CLÍNICA

A contração das resinas epóxicas durante a presa pode comprometer o encaixe das peças fundidas a não ser que isto seja levado em consideração durante o processamento.

Reprodução de Detalhes da Superfície

Na especificação nº 19 do American National Standards Institute/American Dental Association, a compatibilidade dos materiais de moldagem com os gessos-pedra é verificada pela reprodução de uma linha de 20 µm de largura em um molde de sulfato de cálcio di-hidratado não modi-

Comum	12 MPa
Pedra	30 MPa
Pedra melhorado	38 MPa

ficado. Como as superfícies dos produtos de gesso são ligeiramente porosas, detalhes diminutos da superfície, menores que 20 μm , não são produzidos de maneira eficaz. Entretanto, detalhes macroscópicos da superfície são reproduzidos de maneira muito precisa, embora bolhas de ar (enclausuradas entre o gesso comum e o material de moldagem, por exemplo) podem contribuir para a perda da reprodução dos detalhes da superfície.

Durante o enceramento de um modelo para fundição, o troquel deve ser mantido úmido. Uma vez que o gesso apresenta certo nível de solubilidade em água, ocorrerá alguma perda de material da superfície e, portanto, a secagem e molhamento repetitivos devem ser evitados.

IMPORTÂNCIA CLÍNICA

Caso um troquel precise ser umedecido mais uma vez, isto deve ser feito com uma solução aquosa saturada de di-hidrato.

LEITURA COMPLEMENTAR

- Chan TK, Darvell BW (2001) Effect of storage conditions on calcium sulphate hemihydrate-containing products. *Dent Mater* **17**: 134
- Combe EC, Smith DC (1964) Some properties of gypsum plasters. *Brit Dent J* **117**: 237
- Derrien G, Le Menn G (1995) Evaluation of detail reproduction for three die materials by using scanning electron microscopy and two-dimensional profilometry. *J Prosthet Dent* **74**: 1
- Duke P et al (2000) Study of the physical properties of type IV gypsum, resin-containing, and epoxy die materials. *J Prosthet Dent* **83**: 466

Vantagens

Dimensionalmente estável e fiel

Barato

Bom contraste de cor

Desvantagens

Baixa resistência à tração, frágil
Resistência à abrasão deficiente

Detalhamento de superfície deficiente

Fraco molhamento da superfície de materiais de moldagem borrachoides

RESUMO

As vantagens e desvantagens do uso do gesso comum na confecção de modelos podem ser resumidas como demonstrado na *Tabela 3.1.4*.

- Eames WB, Edwards CR, Buck WH (1978) Scraping resistance of dental die materials: a comparison of brands. *Oper Dent* **3**: 66
- Fan PL, Powers JM, Reid BC (1981) Surface mechanical properties of stone, resin and metal dies. *J Am Dent Assoc* **103**: 408
- Paquette JM, Taniguchi T, White SN (2000) Dimensional accuracy of an epoxy resin die material using two setting methods. *J Prosthet Dent* **83**: 301
- Whyte MP, Brockhurst PJ (1996) The effect of steam sterilization on the properties of set dental gypsum models. *Aust Dent J* **41**: 128