

## **5.3 - Materiais moldáveis**

---

### **5.3.1 - Gesso**

Seu baixo custo, rápido endurecimento, considerável resistência mecânica e atoxidade fazem dele um material que deve ser considerado prioritariamente para fazer moldes e peças.

O gesso é encontrado no comércio de materiais de construção em dois tipos: de endurecimento rápido e de endurecimento lento. No comércio de materiais odontológicos, são oferecidos gessos que, segundo os fabricantes, possuem resistência acima do usual. Estes gessos são bem mais caros que o gesso de construção, cabendo uma análise de custo-benefício para cada finalidade.

#### **Aditivos e misturas**

A peça feita de gesso possui um pH neutro não agressivo e pode receber qualquer das fibras de reforço comuns do mercado, como a celulose (fibra de papel) e a fibra de vidro. Com areia forma uma argamassa pesada e com esferas de isopor forma uma peça de grande leveza e excepcionais qualidades de isolamento térmico.

A mistura do gesso com cimento portland diminui o custo da peça e aumenta a sua resistência final, mas não é uma combinação estável. O cimento não deve ser exposto a sulfatos na presença de umidade e o gesso é um sulfato. Além disso, é preciso lembrar que o cimento é altamente alcalino e ataca as fibras de reforço, sejam elas orgânicas ou de vidro comum. Portanto, a mistura com cimento portland somente deve ser feita para peças sem responsabilidade estrutural e não expostas à umidade, lembrando ainda que o cimento leva semanas para atingir sua resistência nominal.

#### **Uso do gesso**

O gesso pode ser estocado sem por períodos mais bem mais longos que o cimento, mesmo em sacos de papelão. Entretanto, é boa norma manter o gesso em embalagens plásticas fechadas, para manter afastada a umidade. No momento da utilização, deve ser adicionada a menor quantidade de água que garanta a trabalhabilidade do material. Água demais aumenta a porosidade da peça final e reduz sua resistência. Geralmente é adicionada água até se obter uma consistência cremosa mas fluida..

#### **Resistência do gesso à água**

O gesso endurecido, ainda que pouco solúvel em água, não pode ser exposto aos elementos ou ficar submerso, pois se dissolve aos poucos.

#### **Resistência do gesso ao calor**

A experiência mostra que o gesso pode ser utilizado em algumas aplicações de alta temperatura. Entretanto, é preciso lembrar que a peça de gesso, ao ser aquecida, libera a água de hidratação na forma de vapor (acima de 120° o gesso começa a perder parte da água de hidratação e, acima de 300°C, perde toda a água, formando o sal anidro), alterando sua estrutura química e, conseqüentemente, suas características mecânicas. Em outras palavras: O gesso pode ser utilizado até como molde de fundição para alumínio, mas não se deve contar com resistência mecânica nestas temperaturas, apenas com a manutenção da forma. Ainda: deve-se prever as conseqüências da liberação do vapor, tais como pressão e condensação.

#### **Química do gesso**

O gesso é sulfato de cálcio. Este sulfato se apresenta em vários graus de hidratação, sendo que o mais hidratado é menos solúvel que o menos hidratado. O gesso em pó encontrado no comércio é uma forma menos hidratada (hemihidratado). Ao se misturar com água, o sulfato

menos hidratado se dissolve mas, ao se hidratar, ficando menos solúvel, precipita na forma de uma rede de cristais de sulfato de cálcio dihidrato. Esta é a explicação do endurecimento do gesso. O gesso endurecido (dihidrato) pode ser transformado de novo em gesso endurecível (hemihidrato) com característica semelhantes ao original pela pulverização seguida de aquecimento a cerca de 200°C por um período de 24 horas [1]

### **5.3.2 - Resina poliéster**

É a resina mais usada na fabricação de peças laminadas (fiberglass). É vendida em lojas especializadas na forma de um líquido viscoso que endurece após a mistura com um cerca de 1,5% de catalisador (peróxido de metil-etil-cetona, conhecido como MEK). Existem algumas variedades de composição química, sendo a mais comum a ortoftálica. Pode ser encontrada incolor para moldagem de peças transparentes ou pré-acelerada, geralmente de cor marrom transparente. Seu endurecimento é acelerado pelo calor e, dentro de determinados limites, pelo aumento da quantidade de catalisador. A reação de endurecimento é exotérmica (aquece). Apresenta contração acentuada durante o endurecimento, muitas vezes descolando do molde antes do completo endurecimento, prejudicando o acabamento superficial. Sua vida útil não é longa. O tempo de estocagem geralmente recomendado pelo fabricante é de 3 meses. O ganho de viscosidade causado pelo envelhecimento inutiliza a resina em cerca de um ano. O solvente indicado para diminuir sua viscosidade é o monômero de estireno. Este solvente, em uma proporção de até 2%, não prejudica a resistência final da peça.

A quantidade de catalisador é determinada pelo fabricante em uma proporção peso/peso, mas uma vez que a quantidade de catalisador não é crítica, e não é recomendável fazer a mistura sobre uma balança de precisão, sugerimos testar o percentual recomentado em volume e aumentar ou diminuir a quantidade até atingir os resultados esperados.

#### **Trabalhando com pequenos volumes**

Para misturar pequenas quantidades de resina, catalisador, cargas e pigmentos, o recipiente ideal são os copos descartáveis de papel. A resina e o catalisador dissolvem os copos descartáveis de plástico. Também atacam o êmbolo de borracha das seringas descartáveis. Um método prático de se medir o volume de catalisador é colocá-lo em um frasco conta-gotas de polietileno (inerte) e contar quantas gotas completam 1ml.

### **5.3.3 - Resinas epóxi**

É uma família de resinas que são encontradas no mercado como líquidos de viscosidade variada que, após misturados com uma quantidade exata de endurecedor (ele participa da reação, não devendo sobrar nem faltar), formam peças plásticas com características que podem ir desde a flexibilidade até uma dureza notável. Seu endurecimento também é acelerado pelo calor e bastante exotérmico, requerendo cuidados especiais para moldagem de peças com grande volume.

#### **Trabalhando com pequenos volumes**

O preparo das resinas epóxi comuns pode ser feito em copos descartáveis de plástico ou papel. A medição dos volumes pode ser feita usando seringas descartáveis que podem ser re-utilizadas muitas vezes. O catalisador costuma ser um pouco mais agressivo para a borracha do êmbolo, mas se forem mantidas vazias entre as utilizações, as seringas descartáveis terão uma vida útil de vários meses.

### **5.3.4 - Resina acrílica odontológica**

Nas lojas de produtos odontológicos existem diversas marcas de resina acrílica para fabricação bases de dentadura, próteses e peças auxiliares. São vendidas em dois componentes, um pó e um líquido. O pó é composto de micro-esferas de resina polimerizada (pó de acrílico) e aditivos. O líquido é composto de monomero de metil metacrilato (MMA) e aditivos. O MMA

é muito volátil e entra em ebulição à aproximadamente 100°C. Dependendo dos aditivos, a resina pode ser de dois tipos:

**Autopolimerizável:** após a mistura do líquido com o pó, a resina pode ser trabalhada (se tiver consistência pastosa) ou vertida em um molde (se tiver monômero suficiente para ser fluida). O tempo de trabalho é de aproximadamente quinze minutos. O endurecimento total se dá em algumas horas, resultando em uma peça de acrílico translúcida.

**Termopolimerizável:** após a mistura do líquido com o pó, o endurecimento é ativado por calor. Ocorre que o aquecimento provoca a ebulição do MMA, com formação de bolhas na mistura. Portanto, este endurecimento deve ocorrer sob pressão. Para obter esta pressão, o molde é prensado

### **5.3.5 - Borrachas de silicone**

#### **Borracha RTV de dois componentes comum (de condensação)**

RTV quer dizer “room temperature vulcanizing” referindo-se ao fato dela endurecer sem calor. Este material é vendido em dois componentes: a borracha líquida e um catalisador. Ao se fazer a mistura dos dois na proporção adequada (indicada na embalagem) ocorre o endurecimento, resultando em uma borracha macia com duas características especiais: é extremamente anti-aderente e tem uma capacidade extraordinária de copiar os menores detalhes da peça-matriz. Sua anti-aderência permite que seja usada sem desmoldante para a maioria dos materiais de moldagem (as principais exceções são as resinas epóxi e a própria borracha RTV). No mercado brasileiro é encontrado o tipo que endurece por uma reação de condensação, com um catalisador a base de estanho. Não é aprovada para contato com produtos alimentícios nem para contato prolongado com a pele, mas é um produto bastante seguro para se trabalhar e para uma grande variedade de aplicações. Sua cura (endurecimento) é um processo pouco afetado pelas condições ambientes, inclusive umidade.

Pode ser encontrada em lojas de produtos para laminação (fiberglass), através de revendedores na internet e também no comércio de material odontológico, onde é vendido para a confecção de muralha em trabalhos protéticos. Esta borracha odontológica possui uma viscosidade muito elevada, mas pode ser tornada mais fluida pelo acréscimo de um pouco de óleo de silicone puro.

#### **Borracha RTV de dois componentes catalizada por platina (de adição)**

O outro tipo desta borracha, que endurece por uma reação de adição catalizada por compostos de platina, é muito mais caro e difícil de encontrar. O produto final neste caso é mais acurado, resistente e duradouro. É atóxico e utilizado em produtos médicos e que tem contato com alimentos. A cura desta borracha, entretanto, é bem mais delicada e pode ser prejudicada, entre outros fatores, pela presença de umidade, ou de compostos de enxofre ou estanho. Existem diversas composições deste tipo de borracha fornecidas por fabricantes de materiais odontológicos.

#### **Borracha RTV de um componente (vedante de silicone)**

É o tipo comum, encontrado facilmente no mercado como cola ou vedante, em tubos ou bisnagas. São uma variante da borracha de condensação e normalmente exalam um cheiro de vinagre durante sua cura. Existe um tipo que usa um processo um pouco diferente de cura e não tem cheiro, mas é mais caro e difícil de encontrar.

Estas borrachas precisam da umidade do ar para endurecer e, quando aplicadas em camadas grossas, podem levar muito tempo para endurecer completamente, pois a película externa que se forma primeiro impede a entrada de umidade para o interior da massa.

Os maiores problemas na utilização desta borracha na fabricação de moldes são sua

consistência pastosa e a necessidade de compor o molde por uma sucessão de camadas finas. Pode-se adicionar algumas substâncias para facilitar o uso desta borracha, mas é importante lembrar que a maioria dos aditivos altera as propriedades do silicone, resultando em borrachas menos resistentes e duradouras. Misturar cerca de 5 gotas de glicerina para cada 25 gramas (meia xícara de cafezinho) de silicone, facilita o endurecimento do silicone de dentro para fora, permitindo a aplicação de camadas mais grossas.

Se houver a necessidade de se afinar a pasta de silicone para, por exemplo, aplicação com pincel, a opção ideal de solvente é o xileno, seguido de éter de petróleo (fluido de isqueiro). Também pode-se usar acetona pura (não a de farmácia) ou acetato de etila. Deve-se lembrar o solvente usado para afinar a pasta de silicone não se incorpora à massa, devendo evaporar para o endurecimento da borracha. Isto provoca a retração da peça na mesma medida do solvente utilizado.

### **5.3.6 - Alginato**

Trata-se de um produto derivado de algas marinhas. É encontrado nas lojas de materiais odontológicos na forma de um pó, vendido em embalagens de diversos tamanhos, que, após misturado com água, forma um creme fluido que endurece em poucos minutos, adquirindo a consistência de uma borracha. Após o endurecimento, o molde deve ser mantido em ambiente úmido, pois tende a secar e encolher.

### **5.3.7 - Gelatina a base de ágar-ágar**

O ágar-ágar também é um derivado de algas marinhas. Forma uma gelatina que funde a cerca de 85°C graus e solidifica novamente somente entre 30 e 40°C. Esta diferença entre o ponto de fusão e solidificação deste gel garante que possa ser vertido líquido em temperatura (quase) ambiente mas, depois de endurecido, não vai derreter como a gelatina comum, a não ser que seja muito aquecida. Pode ser encontrado em lojas de especialidades culinárias e é preparado como a gelatina comum, exceto pela temperatura da água.

Existe no mercado de produtos odontológicos um gel de ágar-ágar feito sem água (usa glicerina ou propileno glicol) e com aditivos preservantes. É conhecido com “duplicador” ou “gelatina duplicadora” e é 100% reciclável, podendo ser armazenado e reutilizado por vários anos. Este duplicador não é atacado por microorganismos nem apresenta o problema da perda de volume pela evaporação da água, aumentando muito a durabilidade do molde.

### **5.3.8 - Parafinas, ceras etc.**

**A parafina** é um produto 100% reciclável. É anti-aderente e inerte. É uma mistura de hidrocarbonetos de cadeia longa, podendo ter diferentes pontos de fusão entre 47°C e 64°C, dependendo de sua composição. Tem uma acentuada redução de volume durante a solidificação, o que gera afundamentos nas peças fundidas.

**A cera de abelha** é um sólido relativamente duro que funde entre 62 e 68°C. É atóxica e comestível.

**A cera de carnaúba** é a mais dura e resistente das ceras naturais. Sua superfície pode adquirir um polimento brilhante. Têm boas propriedades como desmoldante e é particularmente recomendada para trabalhos em epóxi. Funde entre 82 e 86°C.

**A manteiga de cacau** é um triglicerídeo (gordura) vegetal que, se for tratado corretamente, se apresenta como um sólido duro e quebradiço em baixas temperaturas (geladeira) mas funde entre 34 e 38°C. É o principal componente do chocolate, sendo atóxica e comestível. A sua baixa temperatura de fusão é o que a torna mais atraente para trabalhos de moldagem, mas é preciso notar que sua cristalização é complexa, envolvendo quatro tipos principais de cristais,

cada um com características físicas e de estabilidade diferentes. Um acabamento superficial brilhante e uma consistência resistente só são obtidos com cuidados especiais. O ponto principal que deve ser lembrado é que o tipo de cristal que apresenta as melhores características se funde a 34°C e os cristais "ruins" se formam abaixo de 28°C. Portanto, a manteiga de cacau deve ser derretida na menor temperatura que promova sua completa fusão e depois deve ser mantida a cerca de 31°C, sob agitação, o maior tempo possível, para que os cristais "bons" se formem em abundância.

### **5.3.8 - Materiais refratários**

Nas lojas de material odontológico, são vendidos materiais refratários moldáveis para fundição de próteses dentárias. Estes materiais se dividem em dois tipos: materiais refratários aglutinados por gesso e cimentos à base de fosfato. Os primeiros são compostos por um pó fino de cristobalita (uma forma de quartzo) e gesso. Podem suportar temperaturas de forno de até 820°C e servir de molde para metais com ponto de fusão de até 1200°C. Os cimentos a base de fosfato podem suportar temperaturas ainda maiores, tanto de forno como de metais fundidos.

### **5.3.9 - Papel-machê**

É uma pasta feita com papéis desintegrados em água e moldados na forma desejada. O papel-machê é muito leve, barato, não agride a saúde ou o meio ambiente, é reciclável e resistente. Pode ser lixado, serrado, furado e pintado de forma semelhante à madeira. É absorvente e se impregna facilmente com vernizes e tintas que criam uma superfície lisa, resistente e com o aspecto desejado.

É feito colocando o papel na água por algumas horas e depois batendo no liquidificador com água suficiente para resultar em uma polpa com a consistência de uma sopa. Quando este líquido é passado por uma peneira fina, as fibras de celulose ficam retidas, se entrelaçando e tomando a forma da peneira.

Outra forma de moldar o papel-machê é aplicar o líquido cuidadosamente sobre um molde de gesso bem seco e absorvente. Forma-se uma camada semelhante a um papelão, com o formato do molde, que se destaca depois da secagem.

Também pode ser feita a moldagem com as mãos, como uma massa de modelar.

Depois de feita a peça, esta deve ser seca. Esta secagem, dependendo do tamanho da peça e do clima local, pode levar muito tempo, e deve ser considerado o uso de alguma forma de aquecimento, pois a demora na secagem pode levar à formação de mofo.

#### **Receita**

O papel puro e simples já é capaz de produzir resultados satisfatórios para grande parte das aplicações, mas é possível adicionar outros ingredientes para modificar as características do material. Esta receita não é, de modo algum, a palavra final em papel-machê, mas uma sugestão para dar a partida na busca da composição ideal para cada aplicação:

- 4 folhas duplas de papel de jornal ou 1/2 rolo de papel higiênico macio;
- 2 colheres de sopa de branqueador, que pode ser giz moído (carbonato de cálcio ou calcita) ou caolim;
- 2 colheres de sopa de cola branca;
- 1 colher de sopa de óleo de linhaça de qualquer tipo;

- 2 colheres de sopa de mingau de farinha de trigo ou de amido de milho;
- conservante

O papel de jornal resulta em uma textura um pouco mais grossa, de cor acinzentada. Já o papel higiênico dá uma textura bem mais fina, assemelhando-se à louça quando bem acabado.

A desagregação do papel pode ser feita deixando o papel de molho por uma noite e depois batendo no liquidificador, como já foi mencionado, ou fervendo o papel com água, por duas horas em panela normal ou por 30 minutos em panela de pressão. A fervura é particularmente recomendada no caso de se usar papel de revistas. Para clarear ainda mais as fibras, pode-se adicionar uma colher de sopa de água sanitária (sol. de hipoclorito de sódio) na água da fervura.

Depois de desagregar as fibras, se extrai o excesso de água usando uma peneira ou um pedaço de tecido. No caso de papel de jornal ou de revistas, pode-se adicionar água novamente e repetir a extração, para que o máximo de tinta seja retirado.

Adiciona-se então o branqueador, que proporciona uma massa mais clara e com um acabamento mais uniforme depois da secagem.

A cola branca, o óleo de linhaça e o mingau cumprem a dupla função de serem adesivos e ainda melhorarem a textura da massa para uso em modelagem manual. O mingau é feito aquecendo-se a farinha de trigo ou o amido de milho com água até a formação da goma característica.

Por fim, o conservante previne a formação de mofo em peças grandes, que vão demorar para secar. Pode ser uma ou duas colheres de sopa de água sanitária, algumas gotas de óleo de cravos ou algum preservante alimentar.

**AVISO:**

Este texto é uma leitura proporcionada por [www.centelhas.com.br](http://www.centelhas.com.br). Seu conteúdo, assim como todo o conteúdo do site, é propriedade intelectual do autor e não pode ser copiado ou modificado sem sua autorização. Não é autorizado o uso comercial deste trabalho. Entretanto, é permitido o download e a distribuição deste arquivo sem modificações para uso pessoal.

Nem o autor nem os administradores do site assumem qualquer responsabilidade sobre o uso das informações deste texto. Muitos precedimentos aqui descritos são potencialmente perigosos. A execução de qualquer destes procedimentos não deve ser tentada por quem não tem o conhecimento e a habilidade necessária. Este texto é um trabalho em desenvolvimento e pode conter erros e lacunas. Verifique no site a existência de versões mais atualizadas.