



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 0303814-9 A**



(22) Data de Depósito: 09/09/2003  
(43) Data de Publicação: 12/04/2005  
(RPI 1788)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
C04B 28/14

(54) Título: **GESSO E COMPÓSITOS DE ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA E BAIXA PERMEABILIDADE E SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO**

(71) Depositante(s): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP (BR/SP)

(72) Inventor(es): Milton Ferreira de Souza

(74) Procurador: Marcio Loreti

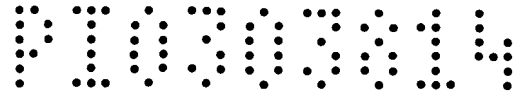
(57) Resumo: "GESSO E COMPÓSITOS DE ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA E BAIXA PERMEABILIDADE E SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO". A presente invenção refere-se em um gesso com elevada resistência mecânica e baixa permeabilidade e seu processo de fabricação, tendo como objetivo a preparação de peças de gesso, utilizando como matéria prima o Sulfato de Cálcio Hemihidratado ou o Fosfogesso. O pó do Hemihidrato é uniformemente umedecido com uma quantidade de água ao redor de 20,0 gramas de água para cada 100,0 gramas de gesso seguindo-se de uma compressão uniaxial ou isostática. Este mesmo procedimento é empregado para na preparação de compósitos de gesso, inclusive com fibras vegetais, poliméricas e metálicas. Esse tipo de gesso encontra tiso na construção civil na forma de: i) placas de gesso reforçadas ou não por fibras; ii) vigas constituídas por placas de gesso reforçadas por arames de aço; iii) placas compostas de gesso e de polímeros para alto isolamento térmico e acústico; iv) placas e tubos com ultra baixa absorção de água.



## **GESSO E COMPÓSITOS DE ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA E BAIXA PERMEABILIDADE E SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO.**

Refere-se a presente invenção à um gesso com elevada resistência  
5 mecânica e baixa permeabilidade e seu processo de fabricação, tendo como  
objetivo a preparação de peças de gesso, utilizando como matéria prima o  
Sulfato de Cálcio Hemihidratado (Plaster of Paris) ou o Fosfogesso. O pó  
do Hemihidrato ou do Fosfogesso é uniformemente umedecido com uma  
10 quantidade de água ao redor de 20,0 gramas de água para cada 100,0  
gramas de gesso seguindo-se uma compressão uniaxial ou isostática. Este  
mesmo procedimento é empregado para a preparação de compósitos de  
gesso, inclusive com fibras vegetais, poliméricas e metálicas. Esse tipo de  
gesso encontra uso na construção civil na forma de: i) placas de gesso  
15 reforçadas ou não por fibras; ii) vigas constituídas por placas de gesso  
reforçadas por arames de aço; iii) placas compostas de gesso e de  
polímeros para alto isolamento térmico e acústico; iv) placas e tubos com  
ultra baixa absorção de água. O processo de prensagem e os dispositivos  
mecânicos mais convenientes para atingir a compactação desejada são  
descritos.

20 A preparação de artigos ou peças de gesso é uma antiga atividade  
que se estende até os dias atuais, a exemplo: 1) Karni J., Karni Eyal,  
Gypsum in construction: origin and properties, Materials and Structures 28  
(1995) 92-100, 2) Randel W.S. and Dailey M.C., High Strength Calcined  
Gypsum and process of manufacturing same, US Patent 1,901.051 March  
25 14, 1933, 3) Eberl J.J., Ingram A, Process for making high-strength Plaster  
of Paris, Industrial and Engineering Chemistry,(1949) 1061-1065, 5)  
Vekinis G., Ashby M.F., Beaumont P.W.R., Plaster of Paris as a model  
material for brittle porous solids, Journal of Materials Science 28 (1993)



3221-3227,.5] Colak, Adnam, Characteristics of acrylic latex-modified and partially epoxy-impregnated gypsum, *Cement and Concrete Research*, 31(2001) 1539-1547. A preparação destes artigos ou peças se caracterizam pela formação de uma suspensão em água de Sulfato de Cálcio Hemihidrato  $[SO_4Ca: 1/2 (H_2O)]$ , também conhecido como “Plaster of Paris”, que em seguida é despejada em um molde onde, após um intervalo de tempo, ocorre o processo de hidratação, quando então o Hemihidrato,  $[SO_4Ca: 1/2 (H_2O)]$ , passa ao Dihidrato  $[SO_4Ca: 2 (H_2O)]$ , resultando no endurecimento da suspensão. A busca por um processo capaz de permitir a hidratação com redução no teor de água da suspensão tem sido objeto de várias patentes, tais como: 1) Schwartz, Steven A. and Dehyar, Mohamad A.; Use of comb-branched copolymers in gipsum compositions, US Patent 6.527.850, March 4, 2003 e 2) Lange, Robert G. and Schlotthauer, Harley L., Plaster composition containing water-reducing agent, US Patent 4.184.887, January 22,1980.

O mínimo teor de água corresponde a água necessária para que a reação exotérmica  $SO_4Ca 1/2(H_2O) + 3/2 H_2O \rightarrow SO_4Ca 2(H_2O) + Calor \{A\}$  ocorra em todas as moléculas do Hemihidrato sem deixar sobra de água é de 18,6 gramas de água para cada 100 gramas de gesso Hemihidrato. Essa quantidade de água é muito inferior à necessária para a formação de uma suspensão com a devida viscosidade. Assim, o usual é o emprego de quantidades de água de três a quatro vezes o valor que resulta da equação {A}.

A densidade, a porosidade e a resistência mecânica do corpo seco, obtido como resultado da hidratação, estão relacionadas à relação em peso entre o hemihidrato e a água, relação gesso/água, G/A ( Sing M. and Garg M., Relationship between mechanical properties and porosity of water-

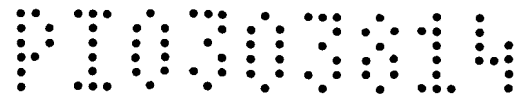


resistant gypsum binder, Cement and Concrete Research, 449-456 (1996) ).  
Quanto menor o valor de G/A da suspensão do Hemihidrato em água,  
menores serão a resistência mecânica e a densidade e maior será a  
porosidade. Portanto, pela reação expressa em  $\{A\}$  a maior resistência  
5 mecânica será obtida quando for atingida a relação  $G/A=5,36$ , o que é  
equivalente a adicionar 18,6 g de água à cada 100 g de gesso.

Na preparação de peças de gesso através de suspensões em água, o  
tempo de pega, (TP), o intervalo de tempo decorrido entre a preparação da  
suspensão e o início do processo de hidratação (caracterizado por  
10 aquecimento da suspensão) depende da temperatura e da relação G/A. Esse  
tempo pode ser aumentado ou encurtado pela incorporação na suspensão de  
aditivos em pequena quantidade. Sulfato de potássio é um acelerador da  
reação enquanto o ácido cítrico é um retardador ( Sigh M. and Garg M.,  
Retardation action of various chemicals on setting and hardening  
15 characteristics of gypsum plaster at different pH, Cement and Concrete  
Research 27 (1997) 947-950) ). A formação dos Cristalitos do Dihidrato  
em forma acicular é sensível à impurezas ( Eberl J.J., Ingram A, Process for  
making high-strength Plaster of Paris, Industrial and Engineering  
Chemistry, 41 (1949) 1061-1065 ), que, em alguns casos, podem levar à  
20 forte perda da resistência mecânica das peças de gesso.

A relação G/A pode ser modificada por razões diversas: i) adequar a  
viscosidade da suspensão ao processo de conformação; ii) produzir corpos  
porosos para emprego na modelagem de peças cerâmicas (técnica da  
colagem); iii) diminuir custos ou a redução de peso ( Patel, Jashbahai M.  
25 and Finkelstein, Ronald s., Gypsum wallboard, and method of making  
same, US Patent 5.879.446, March 9, 1999 ); iv) redução da condutividade  
térmica e acústica.

O processo usual de preparação do gesso emprega quantidades bem



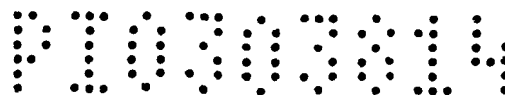
superiores de água do que o mínimo estritamente necessário à hidratação expresso na reação {A}. A redução do teor de água da suspensão pode ser obtida através do emprego de dispersantes, substâncias que também são empregadas com o fim de reduzir a relação água/cimento na preparação de concretos de cimento Portland ( Schwartz, Steven A. and Dehyar, Mohamad A.; Use of comb-branched copolymers in gypsum compositions, US Patent 6.527.850, March 4, 2003 ). A redução da relação G/A é particularmente importante quando as partículas de gesso apresentarem elevada área específica e, portanto, demandarem maior volume de água, como ocorre com as partículas do fosfogesso e do gesso reciclado. Neste caso, a adição de dispersantes permite produzir corpos de gesso com boa resistência mecânica.

Como em todo material cerâmico, a porosidade do gesso contribui para a redução da densidade e da resistência mecânica à compressão e à flexão por facilitar o aparecimento de microtrincas.

Por ser um material hidrofílico o gesso poroso tem alta capacidade de absorção de água, propriedade que encontra aplicação, mas é inconveniente quando se trata de aplicações na construção civil. A propriedade hidrofílica também confere adesão à colas do tipo "látex" como a de polivinil acetado, propriedade empregada na produção do "gesso cartonado". De fato, o gesso cartonado ( Jobbins, Richard M., Lightweight gypsum composition, US Patent 6.171.388 ) é um material composto em que a resistência à flexão é superior à do gesso comum endurecido devido à presença do cartão aderido à superfície, porém, a resistência à compressão não é aumentada significativamente. O aumento da resistência à flexão do corpo de gesso também é obtido através da incorporação de fibras lignocelulósicas de baixo custo, como aquelas encontradas em papéis e cartões, sendo comum o emprego de fibras de papel usado.

Como durante o seu uso o contato do gesso com a água é evitado, pouca importância tem sido dada à proteção microbiológica da fibra. A incorporação de fibras no gesso, principalmente próxima às superfícies externas, é recomendada com o intuito de aumentar a resistência à flexão e ao impacto. Na fabricação de compósitos de gesso é usual aqueles constituídos por três camadas diferentes, uma interior constituída de gesso fofo e duas externas mais densas e reforçadas com fibras ( Schwartz, Steven A. and Dehyar, Mohamad A.; Use of comb-branched copolymers in gypsum compositions, US Patent 6.527.850, March 4, 2003 ). Compósitos com outros materiais inorgânicos inertes e de alta densidade não têm sido objeto de adição às suspensões, uma vez que contribuiriam para o aumento de peso, levariam à aumento da condutividade térmica e, além disso, a redução de custos seria menor do que na preparação do gesso poroso.

Com o intuito de solucionar estes problemas e de superá-los, desenvolveu-se a presente invenção de gesso e seus compósitos de alta resistência mecânica e baixa permeabilidade e seu processo de fabricação, onde consegue-se fabricar peças de gesso com alta resistência e baixa permeabilidade, utilizando-se como matéria prima o Sulfato de Cálcio Hemihidratado ou o Fosfogesso. Essas duas matérias primas tendo um baixo custo e uma larga abundância, juntamente com o aumento da qualidade e da facilidade de preparação das peças de gesso, podem contribuir para a diminuição do uso do cimento Portland, reduzindo, assim, a geração de gás carbônico pelas usinas produtoras de cimento. Assim, torna-se importante o desenvolvimento deste processo que permite aumentar o uso do gesso, do fosfogesso, de material reciclado de gesso e substituir o cimento Portland no que for possível na área de construção civil. Essa substituição é acompanhada de redução de custos e de aumento de qualidade.



A invenção poderá ser melhor compreendida através da descrição abaixo em consonância com as figuras, onde:

A Figura 1 representa um gráfico do comportamento da densidade final do corpo de gesso com o teor de água, onde o ponto indicado por um círculo cheio refere-se a um corpo obtido por prensagem uniaxial.

A Figura 2 representa um gráfico do comportamento da resistência mecânica à compressão uniaxial com a relação Gesso/água, onde o ponto correspondente a abcissa 5,0 refere-se a um corpo obtido por prensagem uniaxial;

A Figura 3 representa um gráfico do comportamento da resistência à compressão R com a densidade do corpo de gesso, com valores obtidos por uma combinação dos dados das Figuras 1 e 2;

A Figura 4 representa um modelo do equipamento de prensagem de placas por rolamento sem deslizamento;

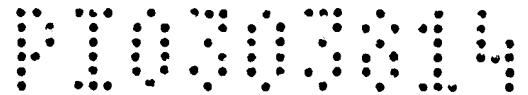
A Figura 5 representa os detalhes do rolo compressor e as placas obtidas no processo de rolamento sem deslizamento e seus respectivos cilindros de prensagem Lisa e Corrugada;

A Figura 6 representa as canaletas para prensagem de perfis em “L” e em “U”;

A Figura 7 representa a prensagem isostática de tubos de gesso;

A Figura 8 representa um compósito com placas externas de gesso, ou seja, um compósito “gesso- isopor-gesso”;

A Figura 9 representa uma viga de gesso reforçada por fios de aço.

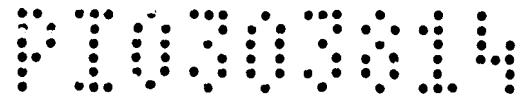


Consiste a presente invenção na preparação de corpos cerâmicos a base de gesso com elevada resistência mecânica à compressão e à flexão, com reduzida porosidade. Tais propriedades são bem superiores àquelas obtidas através dos processos convencionais que passam pela formação de suspensões de gesso em água. Na presente invenção, a obtenção do Dihidrato (Sulfato de Cálcio Dihidratado) a partir do Hemidrato, (Sulfato de Cálcio Hemihidratado) tem relação G/A próxima da relação ideal,  $G/A = 5,36$ , capaz de propiciar a hidratação de todo o Hemihidrato sem restar água, resultando em baixa porosidade, ou, de preferência, adicionando-se um teor de água um pouco superior a 18,6 gramas de água para cada 100g de gesso, por exemplo,  $G/A=5,0$ , que corresponde a 20 gramas de água para 100 gramas do Hemihidrato.

O processo de molhamento do pó do Hemihidrato é chamado de "Molhamento Controlado". Após molhado, o gesso é prensado uniaxialmente, biaxialmente ou isostaticamente no formato desejado, conforme os exemplos que estão descritos abaixo.

Aplicando-se os mesmos procedimentos ao Hemihidrato do Sulfato de Cálcio derivado da produção de ácido fosfórico - Fosfogesso, as propriedades mecânicas dos corpos preparados a partir do Fosfogesso aproximam-se daquelas obtidas a partir do Hemihidrato conhecido como "Plaster of Paris". O fosfogesso é obtido tomando-se o Sulfato de Cálcio que resulta da produção de ácido fosfórico, por exemplo para fertilizantes, e submetendo-o às seguintes operações: i) a neutralização para  $pH \approx 7,0$  por adição de hidróxido de cálcio; ii) tratamento térmico abaixo de  $160^{\circ}C$ , de preferência à  $150^{\circ}C$ , até atingir a condição de Hemihidrato de Sulfato de Cálcio. Em seguida sua distribuição granulométrica é ajustada por moagem. O produto de gesso obtido substitui integralmente o Hemihidrato





conhecido como Plaster of Paris.

O Hemihidrato umedecido é transformado em Dihidrato por meio da compressão mecânica uniaxial, biaxial ou isostática. Durante a sua prensagem ocorre grande parte da transformação do Hemihidrato ao Dihidrato que se completa dentro dos próximos trinta minutos. O corpo obtido adquire grande parte de sua resistência mecânica durante a prensagem. A transformação do Hemihidrato à Dihidrato pode ser atrasada por intermédio da adição ao gesso de substâncias hidrofílicas, como a carboximetilcelulose, o polietilenoglicol ou outras substâncias assemelhadas.

A diminuição do custo final do corpo de gesso é obtida por meio da incorporação de outros materiais de menor custo. Neste caso os materiais são cuidadosamente escolhidos, tomando cuidado para não interferirem negativamente no processo de hidratação e, ainda, que possam oferecer as propriedades desejadas à peça de gesso. A introdução desses materiais poderá ter como consequência a redução das propriedades mecânicas do gesso, a exemplo dos auxiliadores do processo de prensagem, como os estearatos de cálcio e alumínio que causam diminuição das propriedades mecânicas do corpo de gesso, tornando a superfície do corpo mais repelente à água. Aditivos inorgânicos incapazes de se ligarem aos grãos de gesso, como a areia diminuem a resistência mecânica, principalmente a resistência à flexão.

Fibras de plástico, de aço ou lignocelulósicas, podem ser incorporadas junto às superfícies externas para aumento da resistência ao impacto e à flexão. Neste caso há que providenciar meios que permitam aumentar ou criar aderência do gesso à fibra, por exemplo, por engastamento, dando forma adequada à superfície das fibras metálicas ou

plásticas, por formação de protuberâncias, ou ainda, por funcionalização da superfície das fibras lignocelulósicas e poliméricas.

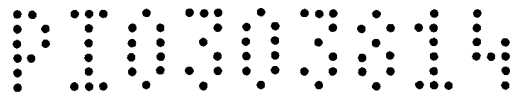
Placas de gesso podem ser devidamente preparadas pela compressão do pó de Hemihidrato ou de Fosfogesso, molhados pelo processo de Molhamento Controlado, por meio de um cilindro (1) apoiado sobre o pó, que rola sem deslizar em relação ao pó que está sendo comprimido. A pressão sobre o pó pode resultar somente do peso próprio do cilindro ou de outras forças que sejam aplicadas sobre o seu eixo (2).

Tubos de gesso (4) (Fig.7) e de seus compósitos podem ser preparados por aplicação de pressão isostática. Neste caso o dispositivo empregado consta de um cilindro central de aço (3) levemente cônico sobre o qual o gesso (4) é comprimido por uma camisa de poliuretano (5).

Cantoneiras de gesso e seus compósitos podem ser preparadas com formatos diversos, comprimindo-se o pó de gesso umedecido, no interior de uma canaleta reforçada (6) (7). Tal compressão se realiza pelo processo de Rolagem sem Deslizamento e, neste caso, o elemento compressor para cantoneiras em L (6) tem o formato de um duplo cone que rola sem deslizar sobre o pó de gesso.

Os compósitos são obtidos pela junção de materiais inorgânicos e orgânicos com o intuito de obter redução de peso (densidade), e aumento do isolamento térmico e acústico.

Placas podem ser obtidas com espessura de 30 mm ou mais, com (8) ou sem (9) reforço em uma das faces, preparadas pela sobreposição e colagem das placas de gesso (11) à placas de outros materiais, como, por exemplo, de polímeros entre eles, a exemplo, o isopor (10). Dessa sobreposição resulta um produto de baixa densidade (por exemplo, menor



do que  $0,4 \text{ g/cm}^3$ ), alta resistência mecânica, alto isolamento térmico e acústico e baixa porosidade. Neste caso as placas de gesso ou de seus compósitos têm espessura entre 3,0 e 15 mm. Dependendo da aplicação específica, durante a prensagem são formados filetes de gesso (8),  
5 produzidos pelo cilindro de prensagem (18), como reforço em uma das faces.

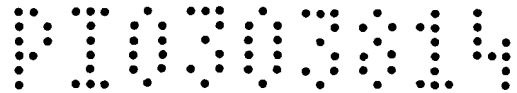
### **DESCRIÇÃO DETALHADA DOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DOS CORPOS DE GESSO.**

O processo para umidificação do pó de gesso hemihidratado, Hemihidrato, e Fosfogesso, consiste das seguintes etapas: 1) exposição do  
10 pó em movimento à gotículas de água finamente divididas, processo que chamamos de Molhamento Controlado. Essa umidificação é atingida borrifando-se o pó por aspensão de água ou por gotículas de água geradas por meio de ondas ultra-sônicas; 2) O volume de água empregado é bem  
15 abaixo do mínimo necessário para produzir uma suspensão. Esse molhamento está contido na faixa de  $20 \pm 2,0$  gramas de água para cada 100 gramas de gesso, de preferência a máxima quantidade de água sem que, durante a prensagem uniaxial ou isostática, ocorra exudação de água; 3) A umidificação uniforme do pó é atingida conduzindo-se as gotículas de  
20 água para o interior do pó em movimento em qualquer dos seguintes dispositivos: misturador planetário, betoneira, leito fluidizado ou outro dispositivo misturador capaz de expor todo o pó de gesso, de forma homogênea, às gotículas de água até que seja obtido no pó o valor escolhido para a relação gesso/água; 4) Valores de G/A ligeiramente  
25 inferiores a 5,26, de preferência 5,00, isto é excesso de água, contribuem para melhoria da compactação. Neste caso um diminuto nível de exudação é aceitável.

O pó molhado, como descrito acima é transferido a um molde aonde será distribuído uniformemente no formato escolhido e prensado uniaxialmente, biaxialmente ou isostaticamente. O pó assim molhado se mantém no estado de Hemihidrato durante, pelo menos 1,0 horas. Durante o processo de prensagem a reação de hidratação é acelerada podendo ocorrer aumento da temperatura do material prensado. O valor da pressão aplicada, o teor de água, a introdução de aditivos e a qualidade da matéria prima determinam: a velocidade de endurecimento, a resistência mecânica, a porosidade e o aumento de temperatura do corpo durante a prensagem. A máxima resistência mecânica corresponderia à densidade de um corpo sem porosidade, correspondente à dos cristais de sulfato de cálcio dihidratado, portanto, a densidade final seria de  $2,32 \text{ g/cm}^3$ , a densidade tabelada dos cristais de Dihidrato. Entretanto, para que essa densidade possa ser atingida é necessário evitar que durante a aplicação da pressão o gesso endureça, o que pode ser obtido pela aplicação de certos aditivos retardadores, por exemplo CMC.

Um processo adequado para condução da prensagem de placas e cantoneiras consiste em rolar sem deslizar, sobre o material a ser prensado, um cilindro metálico (1) no caso de placas ou um rolo com formato de um duplo cone, no caso de cantoneiras (Fig.6). Ao eixo do cilindro (1) podem ser aplicadas forças, que se somam ao seu próprio peso, de forma à aumentar a pressão de compactação ao nível desejado.

O processo de cura inicia-se durante o processo de prensagem, permitindo que o corpo prensado seja retirado da prensa imediatamente após a prensagem. A aplicação de pressões de compactação da ordem de  $6,0 \text{ MPa}$ , ou maior, conferem ao corpo excelente resistência mecânica em poucos minutos. O tempo de cura pode ser controlado adicionando-se ao pó

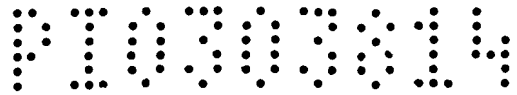


de gesso carboximetilcelulose “CMC”, que irá transferir progressivamente água para a hidratação do gesso após a prensagem.

Para aumentar a resistência mecânica do corpo emprega-se um pequeno excesso de água que contribuirá para facilitar a aproximação entre os grãos de gesso durante a prensagem, agindo como um lubrificante. A água é o mais adequado lubrificante devido ao seu baixo custo e fácil disponibilidade.

A preparação dos compósitos fibra-gesso é feita adicionando-se as fibras ao pó de gesso. A etapa de molhamento é alcançada de duas maneiras: 1) pelo molhamento da mistura fibra-pó de gesso; 2) pelo molhamento das fibras e do pó de gesso anteriormente à mistura desses dois componentes. A mistura dos componentes e o molhamento da parte ou do todo é realizada em um sistema rotativo ou em outros que permitam alcançar uniformidade, tanto do molhamento quanto da distribuição de fibras. O máximo teor de água é determinado, de preferência, de tal forma a não causar exudação durante a prensagem. Esse teor deve ser determinado em cada caso pois depende da área específica das fibras, da porcentagem de fibra empregada e da sua hidrofiliçidade.

Fibras lignocelulósicas na forma de malhas, tecidos ou feixes são aplicadas com a finalidade de aumentar a resistência à flexão e ao impacto. Essa aplicação é realizada da seguinte forma: acrescentadas, após uma primeira camada de gesso, de forma a ficar no interior da gesso e próxima à sua superfície, adicionando-se o restante do gesso e seguindo-se a prensagem. Malhas, tecidos ou papel cartonado são aplicadas em uma ou ambas superfícies de placas já prensadas com o auxílio de colas como, por exemplo a de polivinil acetato, produzindo-se um compósito gesso-fibra. Neste caso, a cola é aplicada por meio de uma fina camada tal que não

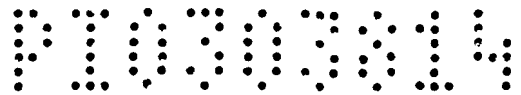


permita a sua deformação após a secagem..

Estas fibras sofrem tratamentos prévios para sua proteção contra degradação microbiológica, para aumento da aderência ao gesso, diminuição da capacidade de absorção de água ou, ainda, visando efeitos  
5 estéticos.

Para a preparação de compósitos entre gesso e substâncias inorgânicas o procedimento inicial consiste na mistura dos componentes previamente umedecidos. A adição de grãos de outros materiais ao gesso pode diminuir a resistência mecânica do corpo a ser obtido, por esta razão a  
10 superfície desses grãos devem ser tratadas, ou funcionalizadas. De um modo geral os materiais, por exemplo areia, não desenvolvem aderência ao gesso, mas suas superfícies podem ser modificadas para que aumente essa aderência, aplicando-se uma fina camada de sílica gel sobre ela. A quantidade de água necessária para umedecimento do composto inorgânico  
15 é determinada pela sua natureza e área superficial específica. No caso de ausência de forças atrativas entre o gesso e o material inorgânico, resultará produto com resistência mecânica inferior à da matriz de gesso. Excessiva percentagem, em volume, do composto inorgânico conduz à valores muito baixos da resistência mecânica.

20 A impermeabilização do corpo de gesso à água é atingida das seguintes formas: aumentando-se a pressão de compactação, o que resulta no aumentando da massa específica do corpo; pela colagem de cartão com superfície externa impermeável sobre a placa de gesso; ou por um pequeno excesso de água durante o processo de prensagem uniaxial ou isostática  
25 para que as próprias partículas de gesso hemihidratado com suas superfícies molhadas sofram, mais facilmente, deformação plástica, contribuindo assim para o processo de compactação.

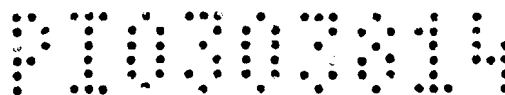


A adição de outros líquidos e substâncias hidrofílicas também contribui para o processo de compactação. Substâncias hidrófobas, como o estearato de cálcio facilitam o processo de prensagem contribuindo, assim, para a impermeabilização, porém há custo de diminuição das propriedades mecânicas.

Como a resistência mecânica das placas de gesso, produzidas nos processos acima descritos apresentam elevada resistência mecânica, a adição de outros materiais inorgânicos de baixo custo, mesmo, diminuindo o valor das propriedades mecânicas, pode, ainda, oferecer bom desempenho mecânico ao produto final, além de menor custo.

O processo de compactação durante a prensagem de placas restringe-se a tempos curtos, aquele suficiente para que o pó atinja as dimensões finais. Ao final desse processo o corpo já possui resistência mecânica suficiente para ser manuseado. No processo de prensagem por rolos compressores o tempo de compactação é o que decorre da passagem da placa sob o rolo em movimento. De preferência, a compactação deve ser feita pelo movimento de um rolo compressor de tal forma que quando a placa estiver sob prensagem o movimento de rotação do rolo em relação à placa esteja na condição de rolar sem deslizar. Assim, se a velocidade de deslocamento da placa sob o rolo for  $V$ ,  $R$  for o raio do cilindro de prensagem e  $\omega$  sua velocidade angular de rotação, a seguinte relação deverá ser mantida  $V = \omega R$ . Neste caso, a prensagem final é feita de forma preferente se for precedida de uma operação que distribua o pó umedecido sobre a forma, de tal maneira que sejam obtidos os formatos desejados, ou seja, planos ou com estruturas de reforço.

O processo de compactação do gesso é convenientemente realizado



por meio de um equipamento (fig4) que consiste de um cilindro de aço (1) de massa elevada que rola sem deslizar sobre o gesso. Seu princípio de operação consiste na rolagem sem deslizamento de um cilindro de massa suficientemente alta que se apoia totalmente sobre o gesso que está sendo compactado. O equipamento consiste de um cilindro (1) que gira com velocidade angular constante apoiado sobre rolamentos (2) que estão presos à suportes de aço (12). Esses suportes (12) podem ser regulados de tal forma a permitir a prensagem de placas de diferentes espessuras e, também, apoiar o cilindro de compressão totalmente sobre o gesso. Assim, durante o seu rolamento o cilindro se apoia integralmente sobre o gesso que está sendo prensado. O material a ser prensado passa sob o cilindro na condição de rolar sem deslizar. O molde (13) é constituído de uma placa de aço com duas abas laterais (14) que se abrem após a sua passagem pela zona de compressão. O molde (13), durante a prensagem, se apoia sobre uma estrutura rígida (15) cuja base é constituída de roletes de aço (16) presos aos mancais de rolamento (17) que facilitam o deslocamento do molde sob o cilindro de compressão (1). Todo o sistema é comandado automaticamente, inclusive o sistema alimentador de pó de gesso umedecido pelo processo de Molhamento Controlado.

Para a produção de placas reforçadas por tiras espessas de gesso (8) o cilindro (1) é construído com sulcos (18) cujas profundidades determinam a espessura desse reforço. Neste caso, o dispositivo que distribui o pó de gesso sobre a matriz de aço dá ao pó a topografia adequada à formação dos filetes de reforço.

Na compactação realizada em prensas uniaxiais ou biaxiais o material fica contido em matrizes de prensagem clássicas. Se a área das placas for alta esse processo exige prensas capazes de desenvolver forças



elevadas. Este processo de prensagem pode ser conveniente para a prensagem de placas da ordem de até  $1,00 \text{ m}^2$ , neste caso a força necessária será de  $5,0 \cdot 10^6 \text{ N}$  (equivalente ao peso de 500 toneladas) para que a pressão de compactação seja de  $5,0 \text{ MPa}$ .

5 A prensagem de tubos é convenientemente realizada por prensagem isostática (fig7) com camisas de poliuretano (5) .

O reforço das placas de gesso com o objetivo de preparação de vigas (19) é feito com arames de aço (20) de diferentes diâmetros que tenham protuberâncias em suas superfícies para aumentar o nível de engastamento mecânico com o gesso. Inicialmente o molde recebe uma camada de pó do Hemihidrato com Molhamento Controlado seguindo-se a colocação da estrutura de aço sobre a qual é colocada uma camada espessa do mesmo pó de gesso. Devido a maior espessura, maior do que a usualmente empregada nas placas, o cilindro (1) de prensagem deverá aplicar uma maior pressão sobre o gesso. Uma alternativa conveniente é a adição ao gesso de uma pequena fração de carboximetilcelulose, CMC, ou substância equivalente, de tal forma a retardar a hidratação, permitindo maior compactação.

10  
15

## EXEMPLOS

Exemplo 1. Gesso comercial de origem mineral, na forma de Hemihidrato foi submetido ao processo de Molhamento Controlado até que fosse atingida a relação Gesso/Água = 5,00, isto é, foi adicionado 20,0 g de água a cada 100g de gesso. Esse molhamento foi realizado introduzindo-se o Hemihidrato de gesso numa batedeira planetária e a água borrifada por bico de aspersão capaz de produzir gotículas com aproximadamente  $10,0 \mu\text{m}$  de diâmetro. O gesso assim molhado foi introduzido em uma matriz de aço e prensado uniaxialmente com  $6,0 \text{ MPa}$  durante 15 segundos. A placa

20  
25

com 1,0 cm de espessura, assim prensada, foi retirada da matriz e deixada repousar por 2,0 h e, logo após, medidas as suas propriedades - densidade, resistência à compressão, resistência à flexão e absorção de água. Foram obtidos os seguintes resultados: densidade de  $1,95\text{g/cm}^3$ ; resistência à compressão de 50,5 MPa; resistência à flexão (três pontos) de 14,0 MPa; absorção de água à temperatura ambiente por imersão total durante 24,0 h de 1,0 % do peso da placa.

Exemplo 2. Sulfato de cálcio obtido diretamente da usina produtora de ácido fosfórico, teve o seu pH medido e ajustado para  $\text{pH}=7,0$  por adição de uma solução de hidróxido de cálcio sob agitação. A suspensão de sulfato de cálcio foi seca e em seguida aquecida em estufa a  $165^\circ\text{C}$  durante 1,0 h e desagregada para passagem em malha #100, resultando em um pó de hemihidrato de sulfato de cálcio, Fosfogesso. Em seguida esse pó sofreu o processo de Molhamento Controlado e, após 20,0 min, prensado, ambas as operações executadas exatamente conforme descrito no exemplo "1". A placa de 1,0 cm de espessura assim prensada apresentou as seguintes características: densidade de  $1,89\text{ g/cm}^3$ ; resistência à compressão de 51,3 MPa ; resistência à flexão (três pontos) de 13,8 MPa ; absorção de água à temperatura ambiente por imersão total durante 24 h igual a 1,1% do peso da placa.

Exemplo 3. Gesso comercial, na forma de hemihidrato de sulfato de cálcio, Hemihidrato, foi uniformemente misturado com estearato de alumínio em pó (# 200), sofrendo a seguir o Molhamento Controlado com 20,0 gramas de água para cada 100 gramas de gesso. A mistura foi prensada com 5,0 MPa.. A placa de 1,0 cm de espessura, assim prensada, apresentou as seguintes características: densidade de  $1,83\text{ g/cm}^3$ ; resistência à compressão de 21,4 MPa; resistência à flexão (três pontos) de 9,5 MPa;

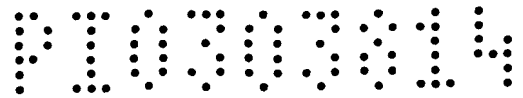


absorção de água por imersão durante 24 h de 0,8 % do peso da placa.

Exemplo 4. Compósitos gesso-fibra de polímero foram assim preparados. Com placas de gesso com 5,0 mm de espessura, prensadas como descrito no exemplo 1, tendo em uma de suas faces um tecido de fibra lignocelulósica colado com latex de polivinil acetato, foi formado um sanduíche com placa de isopor de 25,0 mm de espessura. A disposição de cada elemento formou um material composto gesso-fibra-isopor-fibra-gesso, apresentando uma densidade final de  $0,55\text{g/cm}^3$ . Com essa disposição dos materiais foi obtido um material isolante acústico e térmico, com densidade menor do que a do gesso cartonado, superfícies externas lisas, com muito baixa absorção de água e adequadas para o recebimento de pintura.

Exemplo 5. Tubos foram preparados por prensagem isostática em matriz de poliuretano com as seguintes dimensões: diâmetro externo igual à 20,0 cm, diâmetro interno igual à 16,0 cm e comprimento de 35,0 cm. O gesso submetido à prensagem foi preparado de acordo com os exemplos 1 e 2, Hemihidrato e Fosfogesso, de origem mineral e da produção de ácido fosfórico, respectivamente e introduzidos no molde e acamados com o auxílio de um dispositivo em forma de aro que permite a aplicação de uma leve pressão sobre o pó umedecido. A seguir foi aplicada pressão na forma de poliuretano por óleo comprimido até que a pressão atingisse o valor de 6,0 MPa. A resistência à compressão do gesso assim obtido foi de 51,0 MPa. O cilindro apresentou capacidade de resistir à cargas de até 8,6 toneladas.

Exemplo 6. Diversos produtos de gesso, na forma de placas, foram preparados com o auxílio da técnica de Molhamento Controlado, seguido de compressão uniaxial. Esses produtos foram caracterizados e comparados



com outros produtos, como mostram os resultados expressos na Tabela (Fig.10), cujos parâmetros da preparação são: Pressão de compactação = 6,0 MPa; Teor de água = 20 g de água para 100g de gesso.. # Amostra de fosfogesso fornecida pela empresa Copebras, NF 108691, Cubatão, SP. & Gesso Mossoró Ortodôntico. \*\* Ocorreu rompimento da fibra metálica. \$ Para efeito de comparação.

Exemplo 7. O efeito benéfico da diminuição da relação Gesso/Água sobre a densidade e a resistência à compressão do corpo de gesso está mostrado nas tabelas (fig.1) (Fig.2) (Fig.3). Nota-se que a máxima densidade que teoricamente poderia ser atingida corresponde à densidade dos cristais de dihidrato de sulfato de cálcio. Os primeiros cinco valores contidos nesses gráficos ( entre  $G/A = 1$  à  $G/A=3$ ) foram obtidos através da preparação de suspensões de gesso em água, da forma tradicional. O valor correspondente a  $G/A = 5,0$  foi obtido por prensagem uniaxial de pó de gesso umedecido pelo processo de Molhamento Controlado. O ponto correspondente à máxima densidade,  $2,32 \text{ g/cm}^3$ , foi obtido na literatura: CRC Handbook of Chemistry and Physics, David R. Lide, editor, 72<sup>nd</sup> edition, Boca Raton, 1991-1992.

Exemplo 8. Uma tira de gesso com 10 cm de largura, 30 cm de comprimento e 1,00 cm de espessura foi obtida pela prensagem de um pó de gesso comercial molhado pelo processo de Molhamento Controlado com a relação de 20g de água para 100 g do hemihidrato de sulfato de cálcio. A compactação foi realizada rolando-se um cilindro de aço sobre o pó contido em um molde. O cilindro de aço com 50,0 cm de diâmetro e 10,0 cm de largura foi rolado sobre o gesso na condição de rolar sem deslizar, obtendo-se uma placa com densidade de  $1,73 \text{ g/cm}^3$  e resistência à compressão de 40,0 MPa. A velocidade angular de rotação do cilindro, ao rolar sem

deslizar de uma extremidade à outra da placa, foi de 2,0 rpm durante todo o processo de compactação. O tempo de compactação de toda a placa foi de, aproximadamente, 10,0 segundos.

Exemplo 9. Placas de gesso usando como matéria prima gesso comercial ao qual foi adicionado 1,0% em peso de CMC foram preparadas por Molhamento Controlado na proporção de 20 gramas de água para cada 100 gramas dessa mistura homogênea de gesso e CMC. Em seguida esse pó foi prensado uniaxialmente com 6,0 MPa. A resistência mecânica inicial foi inferior aquela que é obtida com o mesmo pó sem a presença do CMC, mas, após 30 minutos, o corpo adquiriu resistência à compressão elevada, assim como elevada densidade: Resistência à Compressão de 60,0 MPa e densidade de 2,05 g/cm<sup>3</sup>. Por esse processo o tempo de endurecimento é controlado, permitindo elevada compactação.

O gráfico contido na Figura 1 representa o comportamento da densidade final do corpo de gesso com o teor de água. O ponto indicado por um círculo cheio refere-se a um corpo obtido por prensagem uniaxial (ver Figura 10). O ponto cuja coordenada é G/A=5,376 foi obtido considerando-se o valor mínimo de água para hidratação do gesso, isto é 18,6 gramas de água para cada 100g de gesso e como ordenada o valor da densidade do dihidrato de cálcio tabelado. Os demais cinco pontos do gráfico foram obtidos experimentalmente a partir de suspensões de gesso em água.

O gráfico contido na Figura 2 representa o comportamento da resistência mecânica à compressão uniaxial coma relação Gesso/Água, G/A. O ponto correspondente a abcissa 5,0 refere-se a um corpo obtido por prensagem uniaxial (ver figura 10). O ponto cuja abcissa é G/A=5,376 foi obtido considerando-se o valor mínimo de água para hidratação do gesso,



isto é 18,6g de água para cada 100g de gesso e a ordenada (100 MPa) corresponde a um ponto sobre o prolongamento da curva obtida pelo ajuste dos cinco primeiros pontos.

O gráfico contido na figura 3 representa o comportamento da Resistência à Compressão, R, com a densidade do corpo de gesso. Valores obtidos por combinação dos dados das figuras 1 e 2. As três figuras mostram que quando o pó do hemihidrato sofre o processo de Molhamento Controlado seguido de compressão uniaxial, tanto os valores da densidade quanto os da resistência à compressão atingem valores menores do que seria esperado dos gráficos das figuras 1 e 2. Esse comportamento é determinado pelo valor da pressão de compactação e a velocidade de sua aplicação.

A Tabela abaixo corresponde às propriedades das placas obtidas por compressão axial para diferentes materiais.

15 Vejam os:

<b>PROPRIEDADES</b> →	Massa Específica	Resist. à Compressão	Resist. À Flexão
<b>MATERIAIS</b> ↓	g/cm <sup>3</sup>	MPa	MPa
<b>&amp;Gesso Comercial, (Plaster of Paris)</b>	<b>1,95</b>	<b>50,5</b>	<b>14,5</b>
<b>GC + 5% EstearatodeAlumínio</b>	<b>1,83</b>	<b>21,4</b>	<b>9,5</b>
<b>#Fosfogesso</b>	<b>1,89</b>	<b>51,3</b>	<b>13,8</b>
<b>GC + tela metálica</b>	<b>1,95</b>	<b>50,5</b>	<b>19,0**</b>
<b>§ Gesso Cartonado Comercial</b>	<b>0,73</b>	<b>4,2</b>	<b>6,6</b>

20

## REIVINDICAÇÕES

### **1) GESSO E COMPÓSITOS DE ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA E BAIXA PERMEABILIDADE E SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO** caracterizado por constituir-se de três etapas que são: **A)**

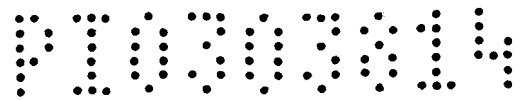
5 Molhamento homogêneo do pó de gesso, Hemihidrato de sulfato de cálcio, mantido em movimento, molhamento realizado por meio de gotículas de água produzidas por aspersão, vapor saturado de água ou outros meios; Esse movimento do pó é realizado em tambores rotativos, batedeiras planetárias, leito fluidizado e por outros meios equivalentes; A mistura

10 entre gesso e água é também atingida por aspersão da água numa corrente do pó de gesso até que o teor de água atinja valores entre 18,0 e 22,0 gramas, de preferência 20,0 gramas de água para cada 100,0 gramas de gesso, processo designado por Molhamento Controlado; Tais valores estão próximos daqueles que permitem a passagem de todo o Hemihidrato ao

15 Dihidrato; Como resultado desse procedimento resulta pó umedecido capaz de ser distribuído nas matrizes de prensagem; Este teor de água não inclui a água necessária para o molhamento de outros aditivos que façam parte de determinados produtos ou compósitos; O teor de água empregado, no presente caso, é determinado pelo seguinte critério - usar o maior teor de

20 água tal que, durante a prensagem, o nível de exudação de água seja muito baixo ou inexistente; O pó submetido a esse processo apresenta uniformidade, sem presença de grumos, possui a necessária fluência para o preenchimento de moldes e permite a operação de preenchimento dos moldes sem que se inicie o seu endurecimento; **B)** Prensagem do pó de

25 gesso umedecido por qualquer procedimento como a prensagem uniaxial, biaxial, isostática ou por impacto, realizada em formas adequadas ao formato desejado da peça: placas, cantoneiras, tubos e outros formatos



especiais; A prensagem uniaxial é conduzida em prensas convencionais e, preferencialmente, pela pressão resultante do rolamento sem deslizamento de um cilindro sobre o pó de gesso colocado em matrizes adequadas para produção de placas e perfis, como cantoneiras e outros formatos, (fig. 5) (Fig.6); A prensagem de tubos é conduzida, preferencialmente, no modo isostático com o auxílio de camisas de poliuretano (Fig. 7); As pressões aplicadas atingem valores até 6,0 MPa; O valor exato da pressão escolhida para a prensagem depende da aplicação que será dada à peça; Alta resistência mecânica e alta densidade (baixa porosidade) são obtidos com pressões entre 4,0 e 6,0 MPa; A resistência mecânica é monitorada pela espessura que a peça adquire no processo de prensagem, isto é, pela sua densidade; C) Prensagem por rolamento sem deslizamento realizada em equipamento que consiste de um cilindro de raio R, que rola com velocidade angular,  $\omega$ , em torno de um eixo, E, fixo em relação a uma plataforma metálica rígida; A altura do eixo pode ser ajustada de tal forma a permitir que o cilindro aplique todo, ou parte, do seu peso sobre o pó de gesso que está sendo comprimido; O gesso está contido em uma fôrma que se apoia sobre os roletes da plataforma; A fôrma, no caso de produção de placas, é constituída de uma placa de aço à qual estão presas, placas laterais removíveis, de pequena altura, que permitem a fácil retirada das placas após a prensagem; Durante a prensagem a fôrma desloca-se sobre os roletes com velocidade, V, tal que  $V = \omega R$ ; Durante o seu movimento a fôrma, já preenchida com o pó de gesso, passa sob dois dispositivos que têm por finalidade distribuir uniformemente e acamar o pó no interior da forma imediatamente antes da prensagem; A espessura final da placa é determinada pela quantidade de pó de gesso colocada no interior da forma bem como da altura do rolo de prensagem; O diâmetro do rolo de prensagem está entre 0,30 m e 0,70 m, de preferência 0,50 m; O aumento



da pressão de compactação da placa é obtido adicionando uma carga extra ao eixo de rotação que suporta o cilindro de compressão, quer por meio de molas ou de contrapesos (Fig.4); No caso da prensagem de diferentes perfis a matriz e o cilindro de prensagem possuem desenhos adequados;

5 Cilindro com a superfície com sulcos paralelos e/ou perpendiculares ao eixo de rotação moldam linhas de reforço mecânico das placas (Fig. 5); Para esse reforço o dispositivo que distribui o pó de gesso sobre a matriz acrescenta nessas regiões um excesso de pó.

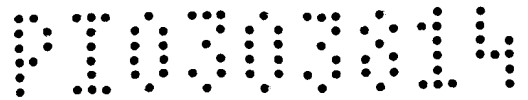
## 2 - GESSO E COMPÓSITOS DE ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA

10 **E BAIXA PERMEABILIDADE E SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO** de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por constituir-se da preparação de materiais de gesso com alta densidade e resistência mecânica, quais sejam: **A)** Fosfogesso, um material subproduto da produção de ácido fosfórico que resulta do ataque de rochas de fosfato

15 de cálcio pelo ácido sulfúrico, o sulfato de cálcio Dihidratado; O resíduo da indústria tem o sua acidez ajustada de forma homogênea para pH=7,0 pela adição de uma solução de hidróxido de cálcio sob agitação; Nas vinte e quatro horas que antecedem seu uso o produto é seco e, após, mantido a 165°C em agitação por 1,0 hora ou até que tenha se transformado

20 totalmente em Hemihidrato de sulfato de cálcio; A granulometria é ajustada para passagem em malha 200; Com essas operações esse rejeito industrial está pronto para a preparação de produtos de gesso; **B)** CMC e polímeros assemelhados para controle do tempo de pega, polímeros hidrofílicos como as celuloses modificadas, CMC, os poliglicóis, polietilenoglicol,

25 PEG, ou outros polímeros de natureza assemelhada; A concentração desses produtos, para essa finalidade, está entre 0,5 e 1,0% em peso do gesso, sendo preferido aqueles polímeros de médio peso molecular; Essas substâncias são convenientemente introduzidas na forma de pó seco e



molhadas concomitantemente com o pó de gesso durante o processo de Molhamento Controlado; Uma vantagem dessas adições, que resulta no aumento do tempo de pega, é permitir que um nível mais elevado de pressão possa ser aplicado; Essa adição, que regula o processo de fornecimento de água para a conversão do Hemidrato ao Dihidrato, retarda o tempo de endurecimento, permitindo, dessa forma, que a peça sofra um maior nível de compactação, e, como consequência, menor porosidade e maior resistência mecânica; **C) Materiais compósitos com substâncias inorgânicas** preparados com a finalidade de redução de custo do produto final à custa de parte das propriedades mecânicas com relação à do gesso puro; As substâncias adicionadas ao gesso para essa finalidade são: argilas, cimento Portland, misturas de argila com cimento, areia de fundição usada e outras combinações com areia e cal, areia cal e cimento; Para cada combinação o teor de água foi determinado pelo critério de máximo teor de água sem exudação durante a prensagem; O teor de adição de inorgânicos determina as propriedades mecânicas desejadas para o produto final, valores convenientes estão ao redor de 30 gramas desses aditivos para cada 100g de gesso; **D) Adição de fibras de materiais plásticos**, inclusive as lignocelulósicas, e metálicas tem por finalidade principal aumentar a resistência à flexão; A aplicação de papeis cartonados, inclusive com uma superfície coberta por alumínio e de tecidos tem por finalidade o aumento ao impacto e da resistência à flexão; A aplicação de papel cartonado e de tecidos sobre a superfície externa do corpo de gesso com o auxílio de colas vale-se da propriedade hidrofílica do gesso e de seus compósitos; Nessa aplicação usa-se o mínimo necessário de cola para permitir que o papel ou o tecido tenham ação efetiva contra a criação e propagação de trincas; A aplicação de fibras é feita distribuindo-se as fibras sobre uma primeira camada fina do pó de gesso umedecido, em seguida o volume de gesso é

completado, resultando numa camada superior espessa após a compressão; As fibras com insuficiente hidrofiliçidade para aderir ao gesso recebem um tratamento prévio de funcionalização ou, no caso das barras metálicas possuem irregularidades na superfície que permitem o engastamento do gesso às barras; E) Compósitos para isolamento térmico e acústico são preparados na forma de sanduíches gesso-isopor-gesso (Fig. 8); A aderência das placas de gesso ao isopor é feita por colas do tipo látex, especificamente de polivinil acetado; Placas de gesso ou de fosfogesso, preparadas por Molhamento Controlado e prensadas (Fig.5), estão coladas à superfície do isopor por meio da aplicação prévia de cola PVA sobre ambas faces da placa de isopor; As placas de gesso têm espessuras entre 0,30 cm e 1,00 cm e as placas de isopor espessura entre 2,5 e 8,5 cm; Após a colagem o sanduíche (Fig.8) é deixado curar por 24 horas; Placas com reforço adicional para resistência à flexão são preparadas utilizando-se placas de gesso previamente reforçadas pela aplicação de papel cartão ou de tela metálica, esta última para aplicação em paredes externas; F) Vigas de gesso são preparadas pela montagem de quatro placas com determinadas dimensões (Fig. 9); As placas que compõem a viga são preparadas com a presença de barras de ferro no interior de placas de gesso com espessura entre 1,00 e 1,50 cm; Todas barras de ferro têm superfície irregular ou ondulada de forma a permitir o seu engastamento ao gesso; As placas laterais são preparadas de tal forma que a montagem de ferro esteja no meio da espessura da placa enquanto as duas placas horizontais do topo e da parte inferior da viga são prensadas de forma que a estrutura de ferro fique à 1/4 da espessura total da placa.

Fig. 1

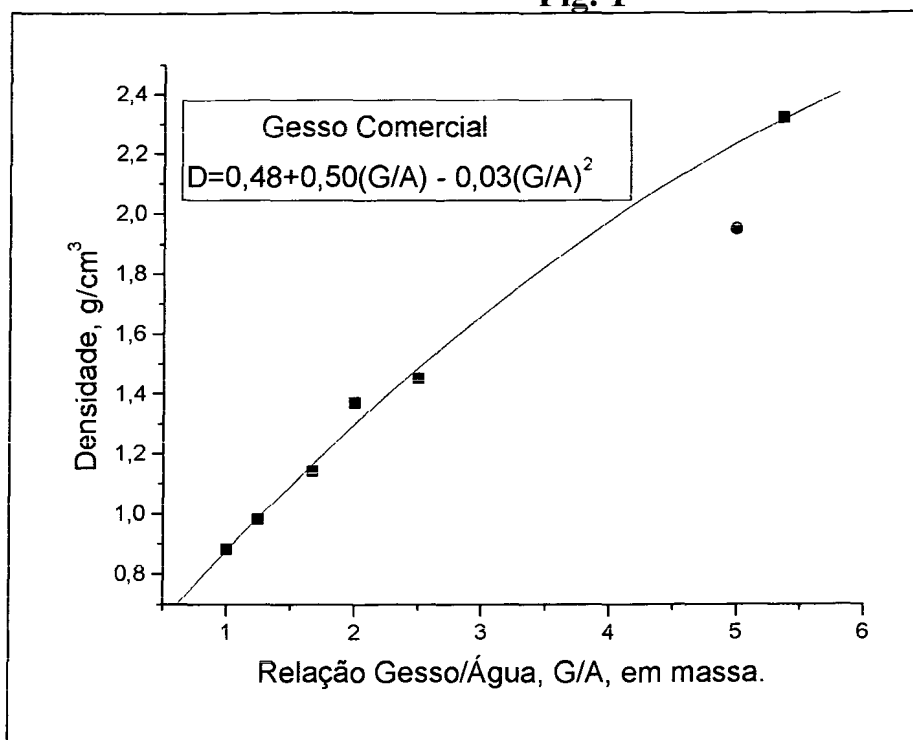


Fig. 2

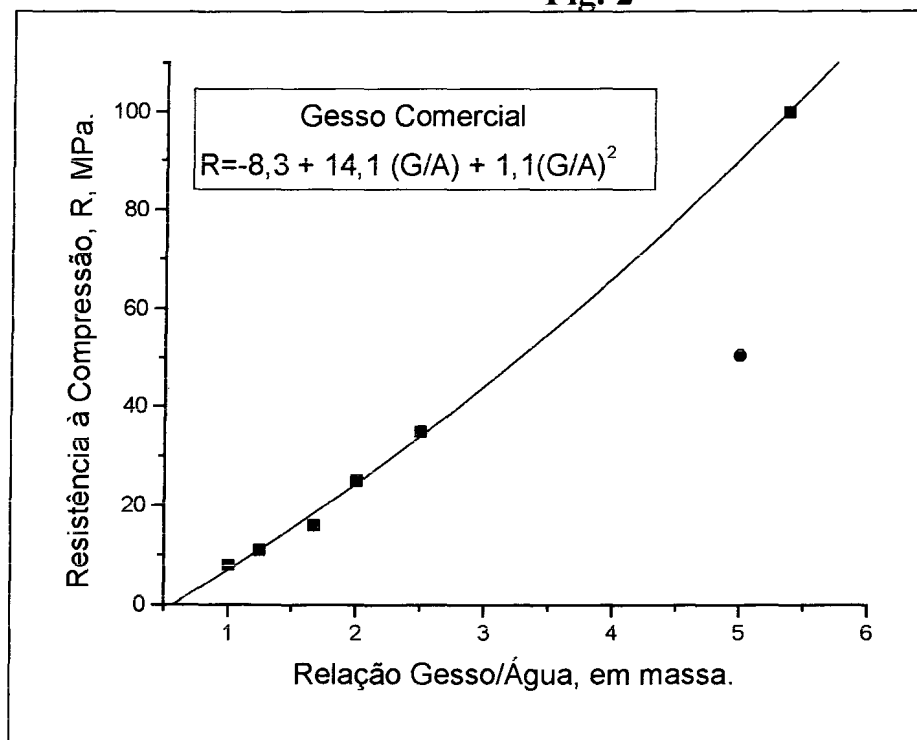


Fig. 3

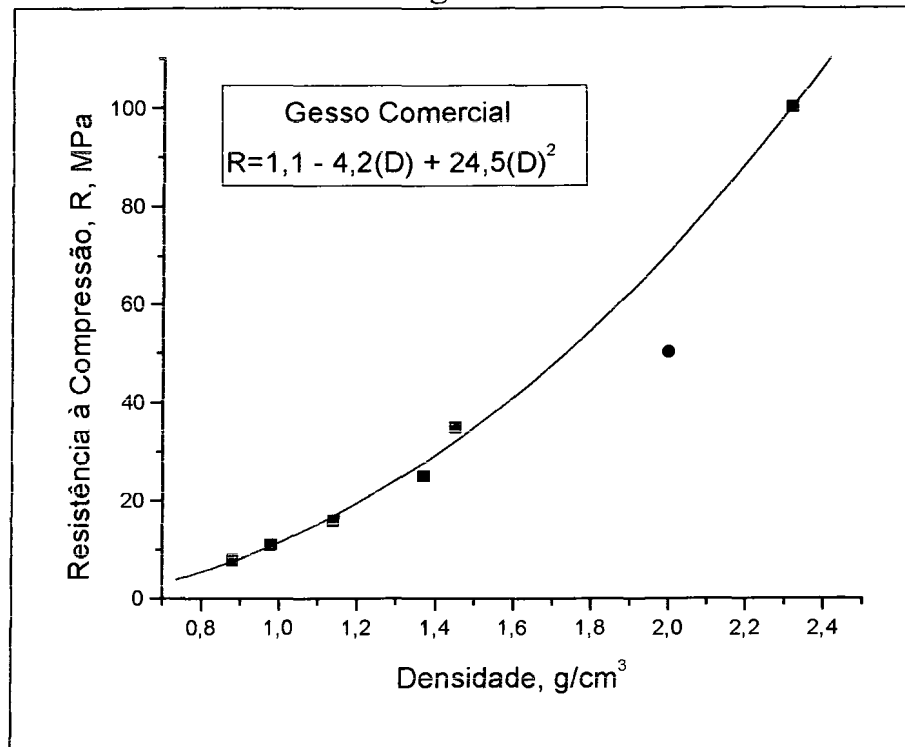


Fig. 4

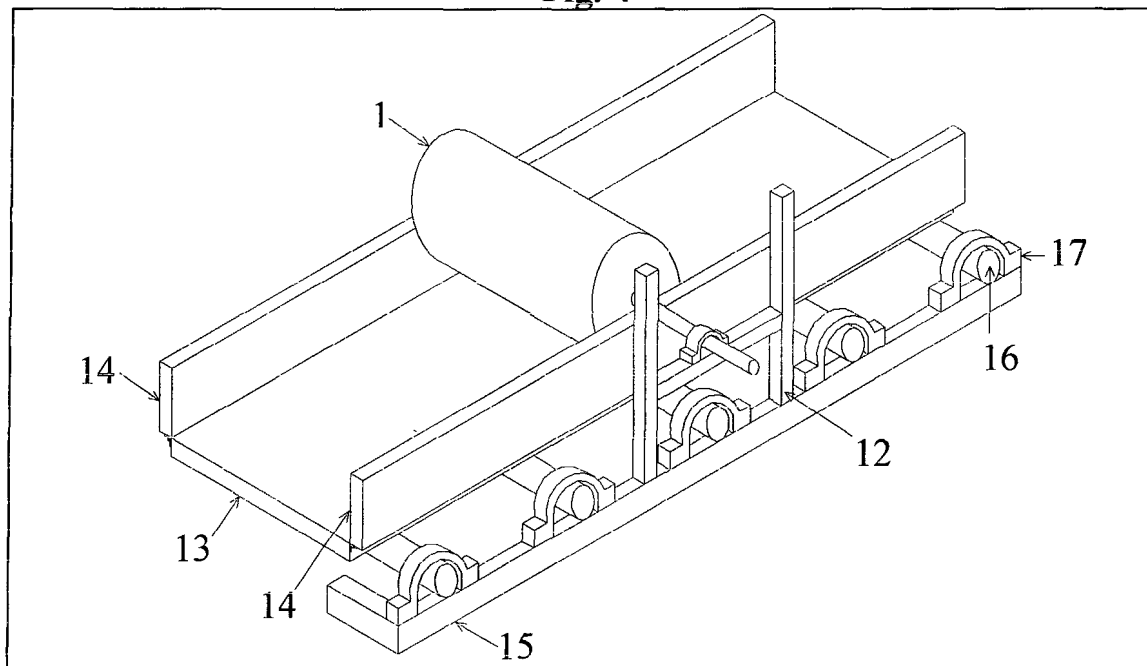


Fig. 5

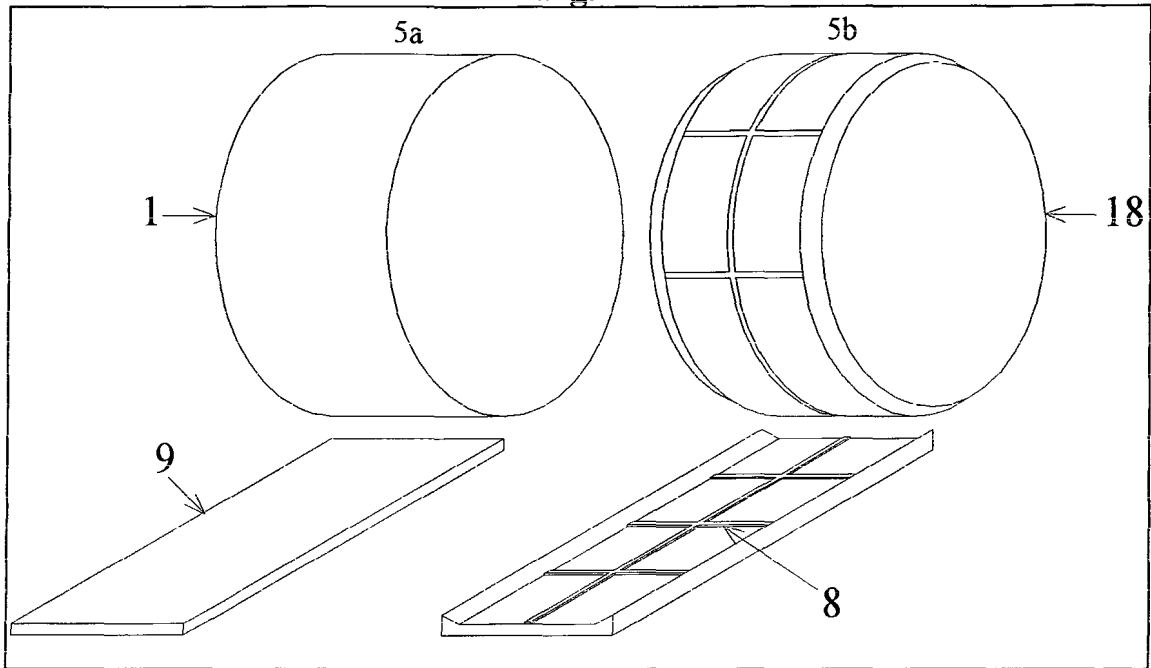


Fig. 6

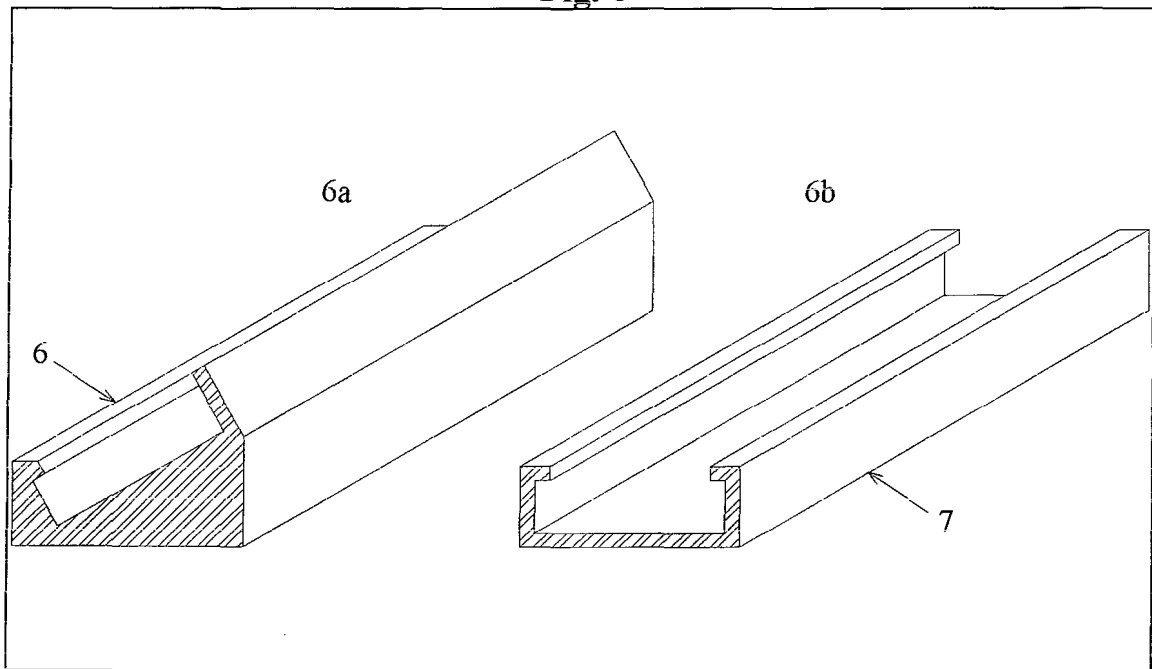


Fig. 7

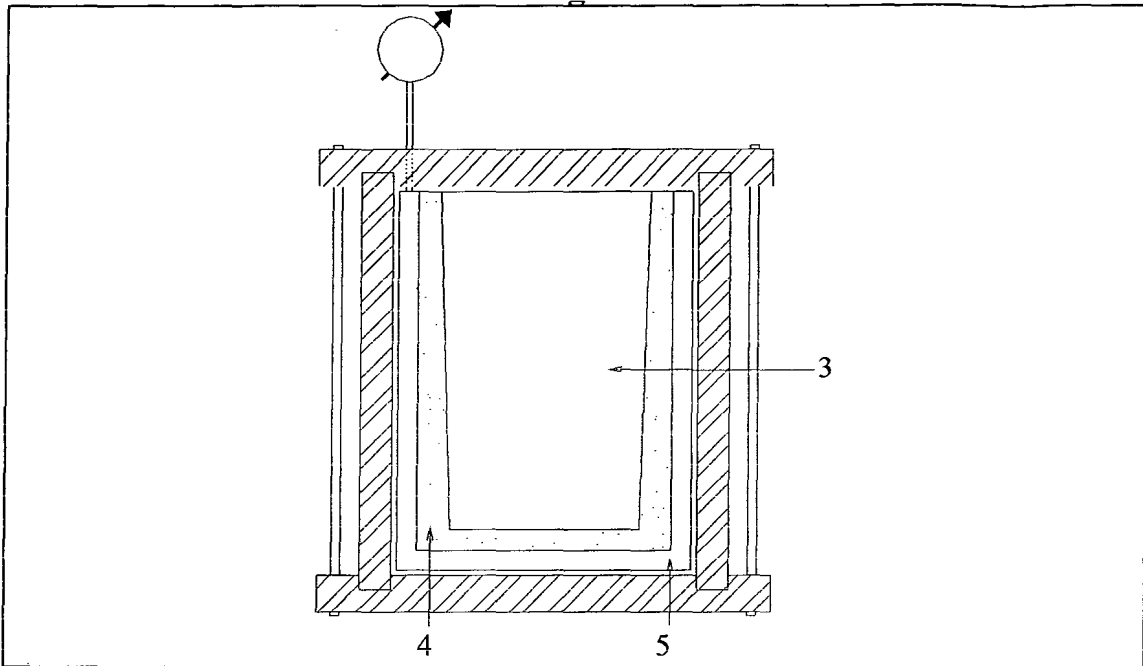


Fig. 8

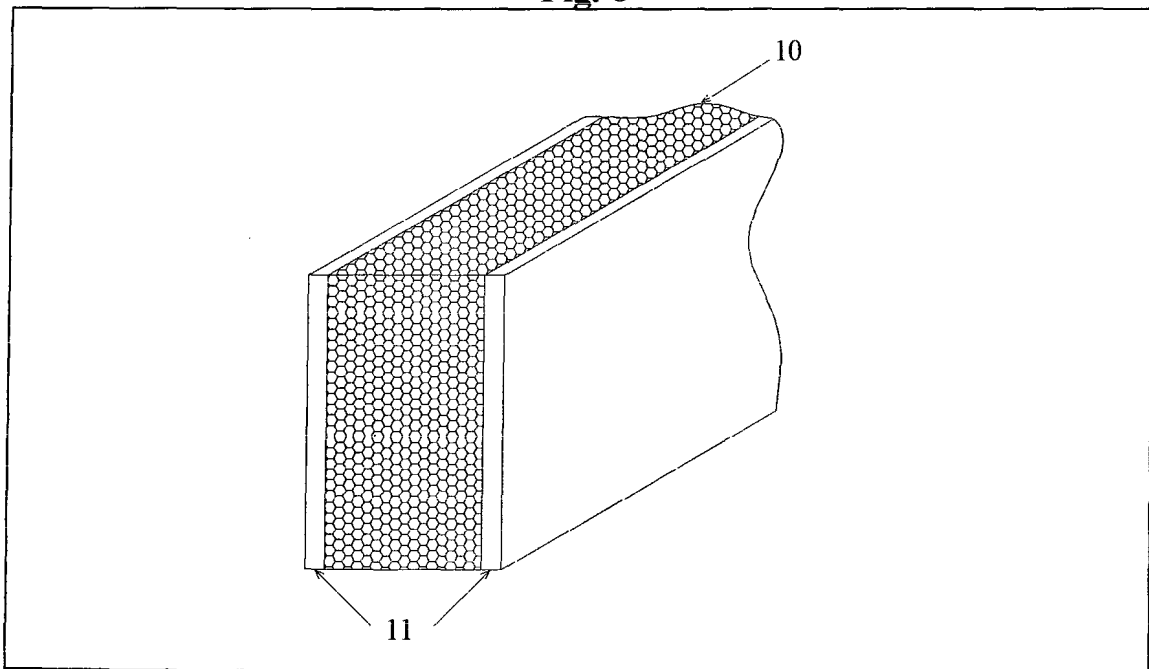
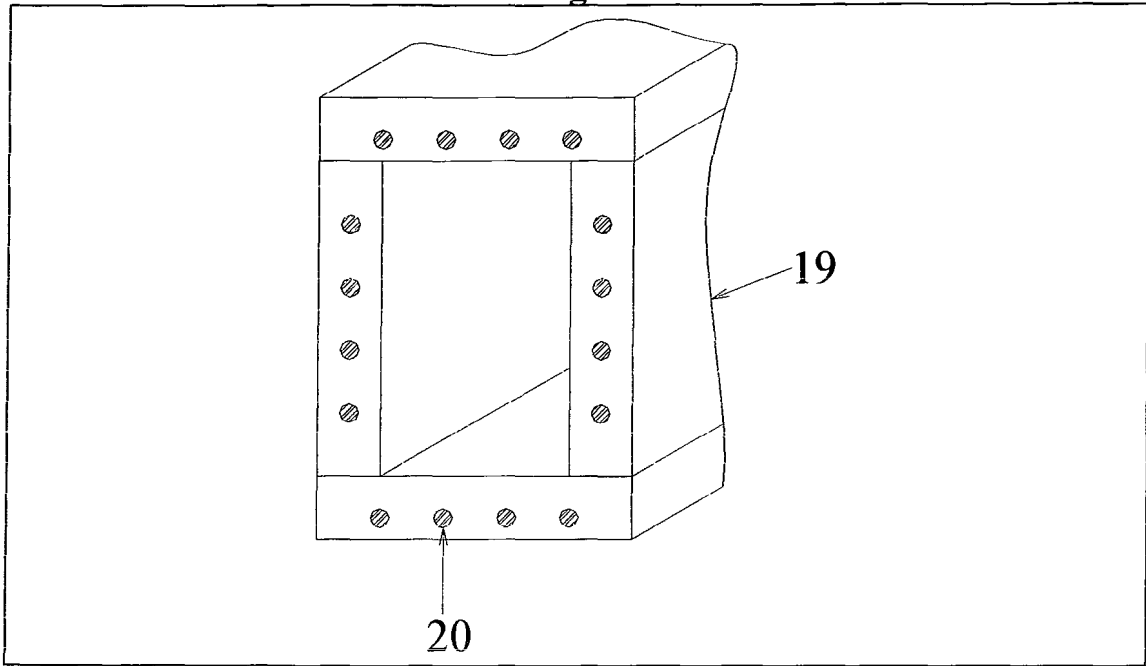


Fig. 9





**RESUMO****GESO E COMPÓSITOS DE ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA E BAIXA PERMEABILIDADE E SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO.**

5           A presente invenção refere-se em um gesso com elevada resistência mecânica e baixa permeabilidade e seu processo de fabricação, tendo como objetivo a preparação de peças de gesso, utilizando como matéria prima o Sulfato de Cálcio Hemihidratado ou o Fosfogesso. O pó do Hemihidrato é

10 gramas de água para cada 100,0 gramas de gesso seguindo-se de uma compressão uniaxial ou isostática. Este mesmo procedimento é empregado para na preparação de compósitos de gesso, inclusive com fibras vegetais, poliméricas e metálicas. Esse tipo de gesso encontra uso na construção civil na forma de: i) placas de gesso reforçadas ou não por fibras; ii) vigas

15 constituídas por placas de gesso reforçadas por arames de aço; iii) placas compostas de gesso e de polímeros para alto isolamento térmico e acústico; iv) placas e tubos com ultra baixa absorção de água.