

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

(11) (21) **PI 0402314-5 A**

(22) Data de Depósito: 09/06/2004  
(43) Data de Publicação: 24/01/2006  
(RPI 1829)



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

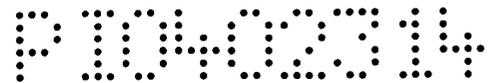
(54) Título: **FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATERIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO**

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

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

(74) Procurador: Marcio Loreti

(57) Resumo: "FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO". A presente invenção refere-se à preparação de peças de gesso, tendo como matéria prima o hemihidrato do fosfogesso - FGH e as suas misturas com os hemihidratos de sulfato de cálcio de origem mineral,  $\text{HH}\beta$  e  $\text{HH}\alpha$ . A invenção inicia-se com o dihidrato do fosfogesso, FGD, produzido nas plantas industriais de ácido fosfórico, sendo transformado em hemihidrato. O processamento para obtenção das peças de gesso é realizado por dois métodos, ambos partindo dos hemihidratos: 1) o método corrente das suspensões aquosas e 2) o método do molhamento mínimo que compreende três etapas, quais sejam: umedecimento, compressão e secagem. A fração máxima do pó de FGH que pode ser adicionada ao gesso mineral,  $\text{HH}\beta$  ou  $\text{HH}\alpha$ , está determinada pelo seu nível de radioatividade e também pelas propriedades mecânicas desejadas para o produto final.



## **FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO.**

Refere-se a presente invenção na preparação de peças de gesso, tendo como matéria prima o hemihidrato do fosfogesso - FGH e as suas misturas com os hemihidratos de sulfato de cálcio de origem mineral, HH $\beta$  e HH $\alpha$ . A invenção inicia-se com o dihidrato do fosfogesso, FGD, produzido nas plantas industriais de ácido fosfórico, sendo transformado em hemihidrato. O processamento para obtenção das peças de gesso é realizado por dois métodos, ambos partindo dos hemihidratos: 1) o método corrente das suspensões aquosas e 2) o método do molhamento mínimo que compreende três etapas, quais sejam: umedecimento, compressão e secagem. A fração máxima do pó de FGH que pode ser adicionada ao gesso mineral, HH $\beta$  ou HH $\alpha$ , está determinada pelo seu nível de radioatividade e também pelas propriedades mecânicas desejadas para o produto final.

Atualmente, o método utilizado para a preparação de artigos de gesso, dihidrato de sulfato de cálcio, SO<sub>4</sub>Ca $\cdot$ 2H<sub>2</sub>O, DH, se inicia pelo preparo de uma suspensão de hemihidrato de sulfato de cálcio, SO<sub>4</sub>Ca 1/2 H<sub>2</sub>O, HH, em água. Usualmente essa suspensão contém entre 60 e 100 g de água para cada 100 g de HH. Após um determinado tempo se dá o endurecimento da suspensão como resultado da formação de cristais de dihidrato de sulfato de cálcio, que é consequência da reação de hidratação, SO<sub>4</sub>Ca: 1/2(H<sub>2</sub>O), (HH), + 3/2 H<sub>2</sub>O  $\rightarrow$  SO<sub>4</sub>Ca: 2(H<sub>2</sub>O), (DH), + Calor {A}.

A produção de placas de gesso acartonado (em inglês, drywall), em grande uso nas divisórias internas de casas e apartamentos, segue esta



reação com o teor de água em torno de 90 g para 100 g de hemihidrato, [Kirk Othmer's "Encyclopedia of Chemical Technology" (edição de 1978) páginas 437-448; Gypsum wallboard, and method of making same, US Patent 5.879.446, March 9, 1999; Lightweight gypsum composition, US Patent, 6,171,388, janeiro, 2001; Method of producing gypsum/fiber board, US Patent, 6,408,895, janeiro, 2003].

Nestes processos tradicionais de hidratação esta reação é conduzida com excesso de água, produzindo, por isso, um corpo de gesso poroso com baixas propriedades mecânicas. Entretanto, a estequiometria da reação {A} determina que o mínimo teor de água para a reação ocorrer é de 18,6 g de água para 100 g de HH. A resistência mecânica do produto final origina-se das forças de interação entre os cristais de DH nos seus pontos de contato. Desta forma, a diminuição do teor de água da suspensão resulta em um corpo com menor porosidade, o que conduz à elevação das propriedades mecânicas das peças de gesso.

Nos processos tradicionais a diminuição do teor de água é limitada em virtude da viscosidade da suspensão estar determinada pelo processo de conformação. Por outro lado, a viscosidade da suspensão sofre forte influência da distribuição do tamanho de partículas e da área superficial específica do pó do hemihidrato.

Menor tamanho de partícula e maior área superficial específica exigem maior fração de água para atingir a viscosidade adequada. Como o pó do hemihidrato do fosfogesso se caracteriza pela baixa granulometria e alta área específica, o método de conformação através da suspensão aquosa impede que as peças de gesso atinjam altos níveis de resistência mecânica quando formadas a partir desse hemihidrato.

O emprego do FGH e de suas misturas com outros hemihidratos devem atender às regras de segurança radioativa impostas pelas agências

que regulam o emprego dos materiais usados na engenharia civil, especialmente para a construção da habitação.

5 Duas são as causas que contribuem para o pouco ou nenhum uso do fosfogesso na área da construção civil: (1) as características físicas do pó do hemihidrato do fosfogesso que resultam da sua baixa granulometria e elevada área específica; (2) o nível de radioatividade do fosfogesso. A primeira característica é inerente ao processo produtivo que usa o ataque da rocha fosfática pelo ácido sulfúrico. O nível de radioatividade do fosfogesso está diretamente relacionado à procedência do mineral fosfático empregado na produção do ácido fosfórico. Estudos realizados [Mazzilli, 10 B., and Saucedo, C., Implicações radiológicas da utilização do fosfogesso como material de construção. Ambiente Construído, I(2)17-22 (1997)] demonstram que o nível de radiatividade do fosfogesso brasileiro que resulta do ataque de alguns minérios fosfáticos é suficientemente baixo, permitindo o seu uso diretamente na construção civil. Entretanto, o 15 fosfogesso originado dos mesmos fosfatos, porém de diferentes origens, apresenta um maior nível de radioatividade precisando, por essa razão, ser diluído em gesso de origem mineral.

A presente invenção trata desses dois obstáculos ao emprego do 20 fosfogesso na produção de peças para uso na construção civil, apresentando para isto as possíveis soluções. Devido ao baixo custo do FGH em comparação com o HH $\beta$  ou HH $\alpha$  de origem mineral, a mistura com esses dois materiais pode ser vantajosa do ponto de vista do menor custo final das peças de gesso. Essa vantagem é acentuada pela diferença do custo de 25 transporte do FGH e do HH $\beta$  aos centros consumidores. Por se tratar de um rejeito industrial o preço de venda do FGD é baixo, compensando a sua transformação em FGH. No caso específico do Brasil, onde o minério de gesso está localizado na região nordeste e os grandes centros urbanos na



região sudeste, a mistura do FGH ao HH $\beta$  poderá ser vantajosa, uma vez empregado um processamento que permita o aumento das propriedades mecânicas das peças de gesso que dele derivam.

Com o intuito de solucionar estes problemas e de superá-los, desenvolveu-se a presente invenção que consiste na preparação de peças de gesso a partir do fosfogesso e suas misturas com o gesso mineral e seu método de preparação.

A invenção poderá ser melhor bem compreendida através da descrição abaixo:

O emprego do fosfogesso se inicia obrigatoriamente com a preparação do FGH a partir do FGD. A matéria prima recebida das usinas, o dihidrato de sulfato de cálcio, FGD [Fosfogesso na forma de sulfato de cálcio dihidratado; Fornecido pela empresa COPEBRAS, NF 108691, Cubatão, SP, Brasil], deve passar pelas seguintes etapas para sua transformação em FGH: a) verificação do pH do material e sua correção para pH 7,0, no caso de estar abaixo de 6,0 ou acima de 8,0. A correção do pH inferior a 6,0 é feita com adição de água de cal (hidróxido de cálcio) e a do pH acima de 8,0 por adição de uma solução de ácido sulfúrico; b) Tratamento de secagem do FGD em temperaturas ao redor de 100°C para eliminação da água livre, seguido de desagregação; c) Tratamento à temperaturas entre 120 e 130°C de preferência 125°C para sua transformação em hemihidrato-FGH. Outra rota alternativa consiste em permitir valores do pH do FGD até um mínimo de 4,0 e conduzir simultaneamente a secagem e a transformação do FGD a FGH a 125°C seguida de desagregação. Essa desagregação é facilmente obtida, por exemplo, num moinho de martelos.

A preparação de objetos de gesso a partir do FGH segue os seguintes passos: Caso 1) FGH com nível de radioatividade suficientemente baixo



para que não seja necessária a sua diluição pelo hemihidrato de origem mineral; Caso 2) FGH com nível de radioatividade em que a mistura com o HH de origem mineral ( $\text{HH}\beta$  ou  $\text{HH}\alpha$ ) é impositiva. No primeiro caso, o emprego do FGH depende somente da técnica de processamento.

5           Caso 1a: FGH sem mistura com o  $\text{HH}\beta$  ou  $\text{HH}\alpha$ . O processamento adequado para preparação de objetos com esse tipo de material foi recentemente desenvolvido, sendo conhecido como molhamento mínimo. O processo se inicia com o umedecimento do FGH com teores de água entre 18,6 e 25 g para cada 100 g do FGH, de preferência entre 20g e 25 g,  
10 seguido de prensagem. Durante a prensagem a água de umedecimento percola pela estrutura do pó compactado do FGH permitindo, assim, a transformação do hemihidrato no dihidrato. O processo de umedecimento e compactação está descrito no pedido de patente "Gesso e Compósitos de Alta Resistência Mecânica e Baixa Permeabilidade e seu Processo de  
15 Fabricação" Patente Requerida ao INPI em 09 de setembro de 2003, PI0303814-9 [Milton Ferreira de Souza, "Gesso e Compósitos de Alta Resistência Mecânica e Baixa Permeabilidade e seu Processo de Fabricação" Patente Requerida ao INPI em 09 setembro de 2003, PI  
20 0303814-9], de agora em diante incorporada a este texto. Nestas condições obtém-se gesso, dihidrato de sulfato de cálcio, FGD, a partir do FGH, com elevada resistência à compressão e à flexão. Os valores das propriedades mecânicas das peças obtidas são muito superiores àqueles que se obtém das peças preparadas por meio de suspensões aquosas (ver comparação nas tabelas de 1 a 3). A razão desse comportamento deve-se ao emprego de  
25 baixo teor de água, o que permite o íntimo contato entre os grãos do dihidrato FGD que se formam. A compactação necessária ao processo é atingida pela passagem de um rolo de aço, rolando sem deslizar, sobre o pó de FGH umedecido, equipamento descrito na patente citada [Milton

Ferreira de Souza, "Gesso e Compósitos de Alta Resistência Mecânica e Baixa Permeabilidade e seu Processo de Fabricação" Patente Requerida ao INPI em 09 setembro de 2003, PI 0303814-9]. Outro processo alternativo de compactação é o da prensagem uni ou bi-axial. A conformação do fosfogesso poderá ser feita através da formação de suspensões aquosas. Neste caso, entretanto, o teor de água é mais elevado e, como conseqüência, as propriedades mecânicas das peças que resultam são bem menores.

Caso 1.b: misturas de FGH e HH $\beta$ . Neste caso os pós de HH $\beta$  (ou HH $\alpha$ ) e FGH são previamente uniformemente misturados na relação desejada sem qualquer limite. Também, neste caso, a resistência mecânica das peças de gesso a serem obtidas depende fortemente da técnica de conformação, a de molhamento mínimo seguida de compressão se apresenta como a melhor (ver tabelas de 1 a 3). Quando a conformação se der pela técnica das suspensões será necessário escolher a melhor relação entre FGH e HH $\beta$  para se obter as melhores propriedades mecânicas.

Caso 2.a: FGH com nível de radioatividade tal que a mistura com o HH $\beta$  seja impositiva. Neste caso é necessário conhecer o nível de radioatividade do FGH, permitindo, assim, calcular qual deva ser a diluição do FGH no HH $\beta$ . Por exemplo, diluindo-se o FGH no HH $\beta$  na relação 10,0 g de FGH para 90,0 g de HH $\beta$  o nível de radiação na mistura reduz-se a 10% do seu valor no FGH. Identicamente, numa mistura em partes iguais em massa a radioatividade na mistura é reduzida à metade do seu valor no FGH. Dessa forma pode-se determinar, em cada caso, a quantidade mínima de HH $\beta$  que deve ser misturada ao FGH para que o nível de radioatividade do produto final satisfaça os requisitos legais de segurança quanto à radioatividade permitida. Partindo-se de uma mistura em que os dois



hemihidratos estejam uniformemente distribuídos, os objetos de gesso são preparados da mesma forma como descrito no “Caso 1b”.

### EXEMPLOS

1 – O dihidrato de fosfogesso, FGD, como fornecido pela usina  
5 produtora [Fosfogesso na forma de sulfato de cálcio dihidratado; Fornecido pela empresa COPEBRAS, NF 108691, Cubatão, SP, Brasil], foi submetido ao seguinte tratamento: correção do pH de 4,0 para 7,0 por adição de uma solução de hidróxido de cálcio; secagem a 100°C para eliminação da água livre; desagregação; tratamento na temperatura de  
10 130°C por duas horas para conversão do dihidrato ao hemihidrato de sulfato de cálcio. Uma outra fração do FGD foi convertida ao FGH sem correção do seu pH aquecendo-a diretamente à 125°C para secagem e desidratação seguida de moagem em moinho de martelos. A secagem e a operação de conversão do dihidrato ao hemihidrato é conduzida,  
15 preferencialmente, em um leito fluidizado. Nesse leito o ar usado na secagem é previamente aquecido. Os métodos usualmente empregados na secagem de cereais são adequados para o processo de secagem e conversão do hemihidrato ao dihidrato quando as temperaturas forem adequadas. A operação de desagregação do hemihidrato seco tem por finalidade permitir  
20 o seu futuro molhamento de forma mais uniforme. A desagregação do hemihidrato é atingida com facilidade, por exemplo, por um moinho de martelos ou por hélice rotativa, seguido de passagem do pó por uma peneira.

2 - O hemihidrato, FGH, produzido como descrito no exemplo 1 foi  
25 umedecido por água na proporção de 25g de água para 100g de FGH. Em seguida foi compactado a 10 MPa e suas propriedades medidas 24,00 horas após. Os resultados obtidos foram os seguintes: densidade de 1,90 g/cm<sup>3</sup>; resistência à compressão, RC, de 45,0 MPa; e resistência à flexão (três

pontos), RF, de 29 MPa: (ver tabela 1). O efeito da adição de maiores teores de água no processo de umedecimento e do valor da pressão de compactação estão demonstrados ( ver tabelas 2 e 3). Um excesso de água acima do mínimo teórico auxilia o processo de compactação, agindo como  
5 lubrificante. Neste caso observa-se ao longo do processo de compactação uma pequena exudação do excesso de água. Observou-se uma muito pequena diferença entre o FGH que teve o seu pH corrigido e o outro preparado sem essa correção, como citado no exemplo 1.

3 – Os corpos de gesso obtidos no exemplo 2 tiveram a sua  
10 microestrutura examinada ao microscópio eletrônico de varredura, tendo sido observada a forma dos cristais do FGD. Foi encontrada uma grande abundância de cristais em forma de agulhas, em número muito superior à de cristais em forma de placas. Neste aspecto, o FGH se assemelha ao HH $\alpha$  [Gesso Ortodôntico; Empresa Industrial Gesso Mossoró SA, Mossoró, RN,  
15 Brasil].

4 – Gesso comercial HH $\beta$  [Gesso Rápido para Fundição – Gipser Fundição; Ingesel, Mineração, Calcinação e Pré-Moldados Ltda, Araripina, PE, Brasil] foi empregado no preparo de corpos de DH de acordo com os seguintes procedimentos: umedecimento na proporção de 20 g de água para  
20 cada 100 g de HH $\beta$ ; seguindo-se compressão uniaxial a 10 MPa. As propriedades das peças de gesso obtidas foram medidas 24,00 h após a sua preparação. Os seguintes resultados foram obtidos: Densidade de 1,90 g/cm<sup>3</sup>, Resistência à Compressão de 40,0 MPa e Resistência à Flexão (três pontos) de 20,0 MPa.

25 5 – Gesso comercial HH $\alpha$  [Gesso Ortodôntico; Empresa Industrial Gesso Mossoró SA, Mossoró, RN, Brasil] foi empregado no preparo de corpos de DH seguindo os seguintes procedimentos: umedecimento na

proporção de 20 g de água para cada 100 g de HH $\alpha$ ; compressão uniaxial a 10 MPa. As propriedades das peças de gesso foram medidas 24,00 h após a sua preparação. Os seguintes resultados foram obtidos: Densidade de 1,90 g/cm<sup>3</sup>; Resistência à Compressão de 47,0 MPa; Resistência à Flexão (três pontos) de 23,0 MPa.

6 – Misturas de FGH e HH $\beta$  em diferentes proporções foram empregadas no preparo de corpos de DH seguindo os seguintes procedimentos: umedecimento na proporção de 25 g de água para cada 100 g da mistura de hemihidratos, seguindo-se a compressão uniaxial a 10 MPa. As propriedades das peças de gesso foram medidas 24,00 h após a sua preparação e estão expressas (ver tabela 1) para diferentes proporções dos componentes. Observa-se que nessa pressão de compactação a adição do FGH ao HH $\beta$  resulta em peças cujas densidades são próximas à do HH $\beta$  e do FGH quando puros. Observa-se, também, uma pequena diminuição das propriedades mecânicas das peças com menor teor de FGH, entretanto, essa diminuição é próxima a 10%. Em todos os casos a resistência à flexão é bem superior à de peças semelhantes produzidas inteiramente com cimento Portland.

Tabela n<sup>o</sup>1. Caracterização das peças de gesso de FGH, HH $\beta$  e suas misturas, obtidas pela técnica de umedecimento seguida de compressão a 10,0 MPa para diferentes relações água/gesso, A/G.

Composição	A/G	D, g/cm <sup>3</sup>	RC, MPa	RF, MPa
HH $\alpha$	0,20	1,90	47,0	23,0
HH $\beta$	0,20	1,90	40,0	20,0
0,75 HH $\beta$ +0,25FGH	0,25	1,90	41,0	21,0
0,50 HH $\beta$ +0,50 FGH	0,25	1,90	43,0	23,1
0,25 HH $\beta$ +0,75 FGH	0,25	1,90	43,0	23,0

FGH	0,20	1,70	36,0	20,0
FGH	0,25	1,90	45,0	29,0
FGH	0,30	1,80	39,0	22,0

A/G = relação em massa entre água e gesso; D, densidade da peça obtida; RC, resistência à compressão da peça obtida; RF, resistência à flexão da peça obtida, três pontos.

7 - O hemihidrato de fosfogesso, FGH, obtido como descrito no exemplo n°1, foi empregado para produzir uma suspensão em água com o seguinte teor: 50 g de água para cada 100g de FGH. A suspensão assim obtida foi derramada em uma forma de modo a se obter peças de gesso com dimensões idênticas às dos exemplos 2 a 6. Após a secagem das peças de DH em estufa durante 24,00 h à 50°C, realizaram-se os testes de caracterização cujos resultados estão demonstrados (ver tabela 2). Nota-se, em comparação com as peças preparadas pelo método do umedecimento mínimo (tabela 1), que tanto a densidade quanto as propriedades mecânicas foram bastantes reduzidas, aquela preparada somente com o FGH sofreu a maior redução (tabela 2).

8 - O hemihidrato alfa, HH $\alpha$ , adquirido comercialmente conforme descrito no exemplo n° 5, foi usado para o preparo de uma suspensão em água com 50 g de água para cada 100 g de HH $\alpha$ . Essa suspensão foi derramada em formas como descrito no exemplo n° 7, deixada endurecer e seca em estufa à 50°C durante 24,00 h. Os resultados da caracterização dessas amostras estão demonstrados (ver tabela 2). Observa-se que mesmo este tipo de hemihidrato, considerado de excelente qualidade, tem as suas propriedades mecânicas reduzidas quando conformado pelo método das suspensões.

9 - Neste exemplo, semelhante ao de n°7, foi empregado o

hemihidrato beta,  $\text{HH}\beta$ , para obtenção de peças de DH. Os resultados da caracterização estão demonstrados (ver tabela 2).

10 - Neste exemplo, semelhante ao exemplo nº7, foi empregada uma mistura de pós de FGH e de  $\text{HH}\beta$  na proporção de 25,0 a 75,0 % de FGH.

5 Os resultados da caracterização estão demonstrados (ver tabela 2). Nota-se que mesmo as peças obtidas a partir do hemihidrato alfa,  $\text{HH}\alpha$ , sofreram forte redução das propriedades mecânicas, quando comparadas às das peças preparadas pelo processo de molhamento mínimo. O método das suspensões mostra claramente ser inadequado quando aplicado ao FGH  
10 como mostra a tabela nº2., mesmo quando está associado ao  $\text{HH}\beta$ .

Tabela nº2. Caracterização das peças de gesso preparadas pela técnica da suspensão aquosa: 50 g de água para 100 g de hemihidrato (A/G =0,50).

Composição	D, g/cm <sup>3</sup>	RC, MPa	RF, MPa
$\text{HH}\alpha$	1,30	10,0	8,0
$\text{HH}\beta$	1,30	19,0	9,0
0,75 $\text{HH}\beta$ +0,25FGH	1,30	13,0	8,0
0,50 $\text{HH}\beta$ +0,50 FGH	1,20	10,0	5,0
0,25 $\text{HH}\beta$ +0,75 FGH	1,20	3,0	3,0
FGH	1,20	1,5	0,8

A/G = relação em massa entre água e gesso; D, densidade da peça obtida;

15 RC, resistência à compressão da peça obtida; RF, resistência à flexão da peça obtida, três pontos.

11 - A tabela 3 mostra o efeito do valor da pressão aplicada, durante a compactação de diversos hemihidratos umedecidos, sobre a densidade e as propriedades mecânicas das peças de gesso obtidas. Duas pressões de compactação foram empregadas, 30,0 e 50,0 MPa. Nota-se que o aumento  
20 compactação foram empregadas, 30,0 e 50,0 MPa. Nota-se que o aumento

da pressão de compactação redonda em valores maiores para a resistência à compressão enquanto a resistência à flexão praticamente se mantém constante com o aumento da pressão de compactação de 30 para 50 MPa. Valores muito elevados da pressão de compactação seriam necessários para que se atingisse a máxima densidade das peças de dihidrato, como a do mineral alabastro, de 2,32 g/cm<sup>3</sup>.

Tabela 3. Caracterização de peças de gesso preparadas pela técnica de molhamento incipiente seguido de compressão uniaxial.

Composição	A/G	PC, MPa	D, g/cm <sup>3</sup>	RC, MPa	RF, MPa
HH $\beta$	0,20	30	2,10	38,0	13,0
HH $\alpha$	0,20	30	2,10	64,0	20,0
FGH	0,25	30	2,10	59,0	21,0
0,5HH $\beta$ +0,5FGH	0,25	30	2,10	55,0	12,0
HH $\beta$	0,20	50	2,20	48,0	13,0
HH $\alpha$	0,20	50	2,20	63,0	21,0
FGH	0,25	50	2,20	62,0	21,0
0,5HH $\beta$ +0,5FGH	0,25	50	2,20	64,0	13,0

A/G = Relação em massa entre água e gesso; PC = pressão de compactação; D = densidade da peça obtida; RC = resistência à compressão; RF = resistência à flexão, três pontos.

## REIVINDICAÇÕES

1) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL:  
MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E  
MÉTODOS DE PREPARAÇÃO caracterizado por conter um método para  
5 produção de peças de gesso, inclusive placas divisórias, pisos e  
revestimentos para paredes tendo como matéria prima o hemihidrato de  
sulfato de cálcio,  $\text{SO}_4\text{Ca}1/2(\text{H}_2\text{O})$ , tal hemihidrato tendo como origem  
processos químicos industriais, como o da produção do ácido fosfórico que  
resulta no fosfogesso; Dito hemihidrato umedecido é, logo após,  
10 compactado; A compactação se dando pelo método do rolamento ou por  
compressão uniaxial.

2) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL:  
MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E  
MÉTODOS DE PREPARAÇÃO de acordo com a reivindicação 1,  
15 caracterizado pelo hemihidrato ser uma mistura do hemihidrato do  
fosfogesso, FGH, com o hemihidrato de origem mineral,  $\text{HH}\alpha$  ou  $\text{HH}\beta$ .

3) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL:  
MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E  
MÉTODOS DE PREPARAÇÃO de acordo com as reivindicações 1 e 2  
20 caracterizado pelo umedecimento ser continuamente realizado por aspersão  
de gotículas de água numa proporção entre 18,6 e 25,0 grama de água para  
cada 100 grama de hemihidrato.

4) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL:  
MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E  
25 MÉTODOS DE PREPARAÇÃO de acordo com a reivindicação 3,  
caracterizado pelo umedecimento ser realizado por aspersão de uma  
solução contendo um aditivo retardante ou acelerador de pega.

- 5) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo hemihidrato ser compactado por um cilindro maciço de aço, com raio entre 5 e 100 cm, girando sem deslizar sobre o hemihidrato umedecido e distribuído em uma forma.
- 6) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pela pressão de compactação do cilindro ser aumentada por meio de aplicação de forças externas sobre o eixo do cilindro de compactação, de forma tal que a pressão de compactação possa atingir até 30 MPa.
- 7) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO caracterizado por conter um método para produção de peças de gesso, incluindo placas, vigas e outros objetos tendo como matéria prima a mistura do hemihidrato mineral, HH, com outros hemihidratos de sulfato de cálcio produzidos industrialmente, incluído o FGH, umedecidos e compactados de acordo com o descrito nas reivindicações 2 a 6.
- 8) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pela compactação das misturas de FGH e HH $\beta$  ser realizada por um cilindro de aço maciço com regiões de alto e baixo relevo sobre a sua superfície lateral, com finalidades estéticas, de reforço e de redução de custos e de peso do produto final.

9) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO caracterizado pelo método de preparação do hemihidrato de fosfogesso, FGH, ser da seguinte forma: O FGD, como  
5 fornecido pela usina produtora é submetido ao seguinte tratamento: correção do pH de 4,0 para 7,0 por adição de uma solução de hidróxido de cálcio; secagem a 100°C para eliminação da água livre; desagregação; tratamento na temperatura de 130°C por duas horas para conversão do dihidrato ao hemihidrato de sulfato de cálcio; Uma outra fração do FGD foi  
10 convertida ao FGH sem correção do seu pH aquecendo-a diretamente à 125°C para secagem e desidratação seguido de moagem em moinho de martelos; A secagem e a operação de conversão do dihidrato ao hemihidrato é conduzida, preferencialmente, em um leito fluidizado; Nesse leito o ar usado na secagem é previamente aquecido; Os métodos  
15 usualmente empregados na secagem de cereais são adequados para o processo de secagem e conversão do dihidrato ao hemihidrato quando as temperaturas forem adequadas; A operação de desagregação do hemihidrato seco tem por finalidade permitir o seu futuro molhamento de forma mais uniforme; A desagregação do hemihidrato é atingida com  
20 facilidade, por exemplo, por um moinho de martelos ou por hélice rotativa, seguido de passagem do pó por uma peneira.

10) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO caracterizado por utilizar o método de  
25 prensagem uniaxial ou biaxial do pó de hemihidrato de fosfogesso, FGH, do hemihidrato do gesso mineral, HH $\beta$ , e das misturas desses dois umedecidos por aspensão de gotículas de água e compactados em uma matriz metálica por ação de uma prensa uniaxial ou biaxial para produção

de placas de alta densidade para aplicação como piso e revestimento de paredes e outros usos; A pressão de compactação estando compreendida entre 10 e 60 MPa, de preferência 40 MPa; Tais placas tornando-se resistentes à abrasão e à penetração de água por meio de aplicação de revestimento polimérico como, por exemplo, uma película de poliuretano.

11) FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL: MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO caracterizado por constituir-se de um método de atenuação do nível de radioatividade do fosfogesso através da sua mistura com o hemihidrato do gesso mineral de menor custo, o hemihidrato beta,  $\text{HH}\beta$ , para produção de artigos diversos e para aplicação na engenharia civil.

**RESUMO****FOSFOGESSO E SUAS MISTURAS COM GESSO MINERAL:  
MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS DE GESSO E  
MÉTODOS DE PREPARAÇÃO.**

5           A presente invenção refere-se à preparação de peças de gesso, tendo como matéria prima o hemihidrato do fosfogesso - FGH e as suas misturas com os hemihidratos de sulfato de cálcio de origem mineral, HH $\beta$  e HH $\alpha$ . A invenção inicia-se com o dihidrato do fosfogesso, FGD, produzido nas plantas industriais de ácido fosfórico, sendo transformado em hemihidrato.

10   O processamento para obtenção das peças de gesso é realizado por dois métodos, ambos partindo dos hemihidratos: 1) o método corrente das suspensões aquosas e 2) o método do molhamento mínimo que compreende três etapas, quais sejam: umedecimento, compressão e secagem. A fração máxima do pó de FGH que pode ser adicionada ao gesso mineral, HH $\beta$  ou

15   HH $\alpha$ , está determinada pelo seu nível de radioatividade e também pelas propriedades mecânicas desejadas para o produto final.