

AGLOMERANTES MINERAIS

1. ~~BARRO~~, GESSO, CAL, CIMENTO
2. MATÉRIAS-PRIMAS
3. ETAPAS BÁSICAS DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL
4. CLASSIFICAÇÃO DOS AGLOMERANTES MINERAIS
5. ARGAMASSAS E PASTAS
6. PARÂMETROS DE FABRICAÇÃO DOS AGLOMERANTES

Uma boa coleção de livros e
uma organização eficiente do seu
material de trabalho são essenciais
para o profissional de nível superior.

AZ

DPI

AGLOMERANTES MINERAIS

AZ 24/08/83

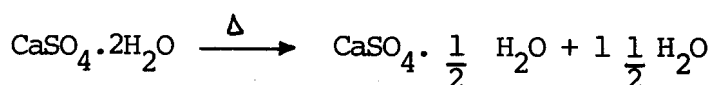
1

1. BARRO, GESSO, CAL, CIMENTO: são usados como materiais de construção, que se apresentam sob forma pulverulenta. Após mistura com água, formam pastas moldáveis que endurecem após algum tempo e aderem às superfícies com as quais foram postos em contato, formando compostos estáveis.

QUALIDADES ESSENCIAIS: tempos de pega e endurecimento e a resistência mecânica obtida, durabilidade ou resistência à posterior desagregação; coloração; resistência às variações térmicas; abundância na Natureza em condições de aproveitamento econômico.

O barro (ou argila) não sofre nenhum processo de tratamento e o seu endurecimento é motivado pela evaporação da água de amassamento, sendo por isto considerado "quimicamente inativo". Quando a umidade superficial é removida por secagem, a argila endurece e adquire grande resistência, readquirindo a plasticidade pela adição de mais água. Seu inconveniente é o de mesmo depois de endurecida, a argila é instável debaixo d'água. Os fatores responsáveis pelas características aglomerantes das argilas são os silicatos de alumínio nelas contidos.

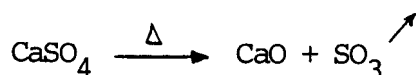
O gesso é fabricado a partir de rocha de gipsita, após uma britagem, trituração e aquecimento. O sulfato de cálcio dihidratado, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, não é um aglomerante. O cozimento industrial executado a temperaturas baixas (+ 150°C) produz o hemihidrato:



As pedras cozidas são moídas, e, após mistura com água, formam pastas moldáveis, reconstituindo o hidrato cristalino e sólido, liberando calor, menos solúvel em água, e que se separa sob a forma de cristais. Este gesso é conhecido como "gesso de Paris, rápido, de estuque", sendo usado em revestimentos e decorações.

Se elevamos a temperatura do cozimento para 190°C obtém-se a anidrita, que é o sulfato de cálcio anidro, ainda solúvel. Aquecida à temperatura de 400 a 600°C a anidrita torna-se insolúvel e não é mais capaz de dar pega.

Se aquecermos o gesso até a faixa de 900 a 1200°C, desprende-se o SO_3 e forma-se cal virgem ou viva:



DPI

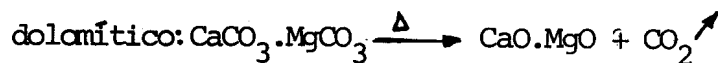
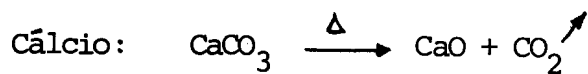
AGLOMERANTES MINERAIS

AZ 24/08/83

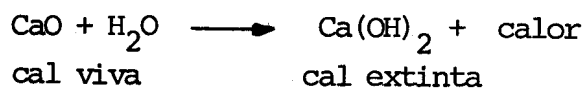
2

Portanto, um gesso que contenha $\text{CaSO}_4 + \text{CaO}$, resultante de uma calcinação in completa, em granulometria fina, absorverá água lentamente para reconstituir o dihi drato, e endurecerá também lentamente, absorvendo da atmosfera o CO_2 necessário pa- ra formar CaCO_3 (calcário). Este gesso é usado em pavimentação e construção de muros.

A cal viva é obtida por calcinação do calcário cálcico ou dolomítico e libe- ração do dióxido de carbono:



A extinção da cal, finamente moída, ocorre por adição de água e desprendimen- to de calor:



A pasta de cal extinta pode combinar-se com o CO_2 do ar e transformar-se num material duro:



Esta reação só ocorre ao ar, sendo que o carbonato da superfície dificulta a carbonatação do resto da massa. Daí o uso de areia para tornar a cal extinta mais porosa (é empregada para ligar pedras de construção civil); com este fim, misturam- se três partes de areia com uma de cal. As reações formadas entre o Ca(OH)_2 e o SiO_2 e os compostos de argila existentes são de natureza cementífera.

O cimento é resultado da calcinação de calcário misturado com argila, ferro e carvão até sinterização, seguida de posterior moagem e adição de gesso e escória. Seu endurecimento depende da água adicionada, que liga mutuamente os silicatos, alu minatos e ferritos com o ácido silícico da areia formando colóides hidratados muito resistentes. A água só pode ser expulsa em temperaturas muito elevadas, provocando a perda da solidez do cimento, conforme ocorre nos incêndios em construções de con- creto armado.

- EQ/CT - UFRJ

DPI

AGLOMERANTES MINERAIS

AZ 24/08/83

3

2. MATÉRIAS-PRIMAS

A - Essenciais

- calcários - carbonatos de cálcio e magnésio (pedreiras, mármore e conchas);
- argilas - silicatos de alumínio hidratados;
- margas - calcários argilosos;
- gipsos - sulfato de cálcio hidratado natural (gipsitas);
- pozolanas - naturais - terras diatomáceas, rochas contendo minerais de opala, tufos e cinzas vulcânicas;
- artificiais - cinzas obtidas pela calcinação conveniente de argilas, turfas e xistos argilosos, pós e farinhas de vidro, materiais cerâmicos e escórias siderúrgicas;
- combustíveis - carvões mineral e vegetal, turfa, xisto, óleos, gases naturais

B - Auxiliares

areia e arenito, materiais ferrosos, fluorita, magnesita, gesso - estas e outras substâncias podem servir para regular a condução do processo químico, composição do produto ou suas propriedades finais, como, por exemplo, o tempo de pega.

As matérias-primas podem ser utilizadas no seu estado natural (argilas) ou sofrer tratamentos químicos exemplificados abaixo:

- desidratação parcial ou completa (é o caso dos gessos);
- calcinação até dissociação parcial ou total (cales e cimentos);
- calcinação até clinquerização (cimentos);
- calcinação até fusão (cimentos aluminosos).

3. ETAPAS BÁSICAS DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE AGLOMERANTES MINERAIS

- desmonte da rocha ou mina;
- britagem;
- mistura com aditivos (opcional);
- moagem (opcional);
- homogeneização;
- queima ou cozimento (para desidratar, calcinar ou fundir);
- esfriamento;
- adições finais, moagem e estocagem;
- carregamento de embalagens comerciais.

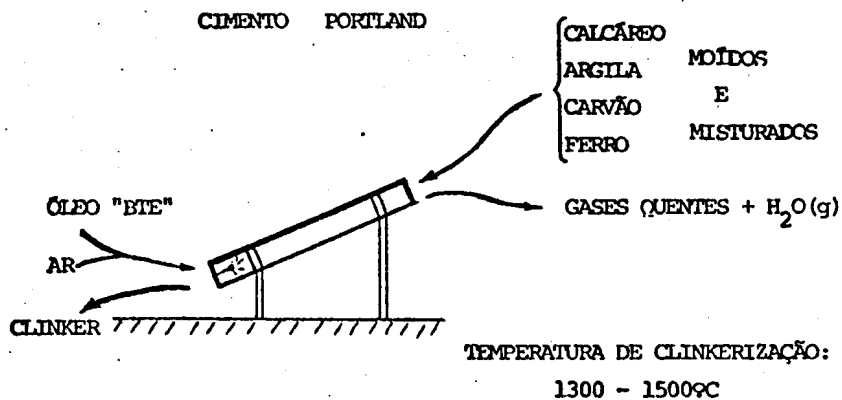
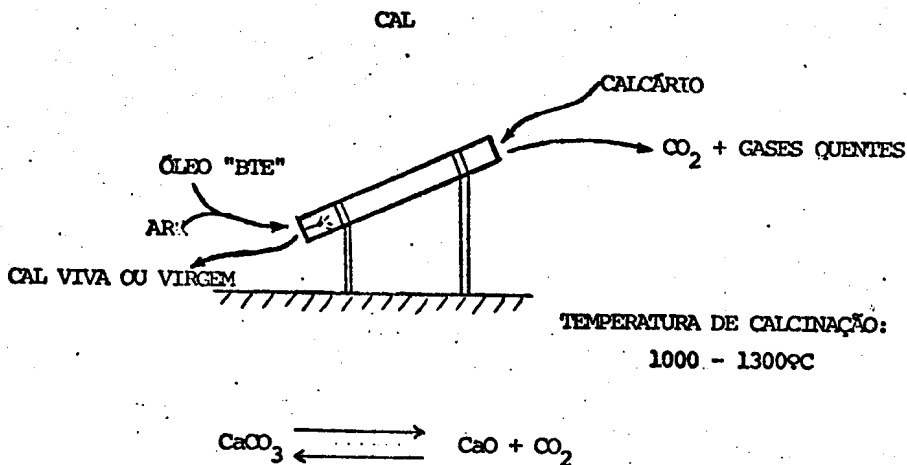
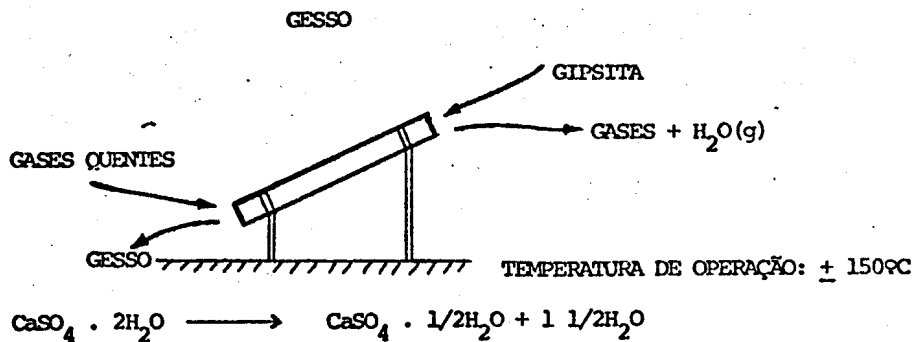
A Figura 1, na página seguinte, apresenta esquemas simplificados das queimas nos casos de produção de gesso, cimento portland e cal.

DPI

AGLOMERANTES MINERAIS

AZ 24/08/83

4



Etapas Físico-Químicas

- | | |
|--|-----------------|
| a) Evaporação da água | 100°C |
| b) Desprendimento da água combinada com argila | acima de 500°C |
| c) Decomposição do carbonato de magnésio | acima de 500°C |
| d) Decomposição do carbonato de cálcio | acima de 900°C |
| e) Combinação do cal e dos óxidos da argila | 900 a 1200°C |
| f) Formação do líquido e do cimento | acima de 1200°C |

4. CLASSIFICAÇÃO DOS AGLOMERANTES MINERAIS

Os modos de emprego dos aglomerantes minerais dependem de:

- formas de endurecimento e propriedades resultantes;
- procedimentos de fabricação.

Quanto ao endurecimento e as vantagens resultantes, existem tres tipos / básicos:

aéreos - solidificam-se e conservam a rigidez somente no ar; é o caso de barro, gesso e algumas cales.

hidráulicos - fazem pega e conservam a rigidez também submersos em água; por exemplo: cales e cimentos hidráulicos.

ácido-resistentes - após a solidificação resistem a alguns ácidos minerais.

Outra classificação divide os aglomerantes em:

quimicamente inertes - barros crus;

quimicamente ativos - cales, gessos e cimentos, os quais podem ser classificados/ em: simples, compostos, mistos e com adições.

Os aglomerantes simples são aqueles que depois do cozimento (calcinação) não receberam adições substanciais de outros agentes químicos, a não ser pequenas porcentagens, admitidas nas respectivas especificações técnicas, destinadas a regular/ o início da pega e ativar a progressão da resistência e outras propriedades.

Os aglomerantes compostos são misturas de um aglutinante simples (cal ou cimento) com substâncias denominadas "hidraulites" (escória de alto forno ou pozolana).

Os aglomerantes mistos resultam da mistura de dois aglutinantes simples.

Os aglomerantes com adições são aglutinantes simples ao qual foram feitas/ adições que excedem os limites estabelecidos nas suas especificações.

A Tabela 1 apresenta os principais tipos de aglomerantes quimicamente ativos e a Tabela 2 apresenta um roteiro para seleção de aglomerantes quanto ao seu emprego.

- EQ/CT - UFRJ

DPI

AGLOMERANTES MINERAIS

AZ 24/0.8/83

6

a) SIMPLES

Nome	Compostos fundamentais	Cozedura	Matérias-primas	SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	
				CaO	
1. AÉREOS					
Magnésia Sorel	Magnésia	— —	Oxido e cloreto de magnésio	Solução a 20% de MgCl ₂	
Gesso	Sulfato de cálcio	150-190 °C Gesso de Paris 200 °C anidrido 600 °C anidrida insolúvel 1 000 °C gesso de pavimentação (lento)	gipsita	—	
Cal cálcica MgO < 20% ou magnésiana MgO > 20%	Cal ou cal e magnésia	Inferior à fusão (800 °C)	Calcário pouco argiloso e calcário dolomítico	< 0,1	
2. HIDRAULICOS					
Cal hidráulica	Silicatos cálcicos (cal livre)	Abaixo da fusão incipiente	Calcário argiloso	0,1 a 0,5	
Cimento de pega rápida	Silicatos e aluminatos de cálcio	Abaixo da fusão incipiente	Calcário argiloso	0,6 a 0,8	
			Mistura de calcário e argila	0,6 a 0,8	
Cimento de pega normal	(sem cal livre)	Fusão incipiente	Calcário argiloso	0,5 a 0,65	
			Mistura de calcário e argila	0,45 a 0,50	
Cimento aluminoso	Aluminato de cálcio	Fusão incompleta Fusão completa	Mistura de calcário e bauxita	Teor de Al ₂ O ₃ > 30%	

* Para este aglomerante não tem sentido a relação de compostos argilosos para os cálcicos.

b) COMPOSTOS

NOME	Hidraulite	Aglomerantes simples
Cal pozolânica	Pozolana	Cal
Cimento pozolânico	Pozolana	Cimento
Cal metalúrgica	escória < 70%	Cal
	escória > 70%	
Aglomerante de escória com cal	escória 10-25%	portland
	escória 25-65%	
Cimento metalúrgico	Ferro portland	portland
	De alto-forno	
Aglomerante de escória com cimento portland	escória > 65%	portland
Cimento metalúrgico sulfatado	Sulfato de cálcio e escória	portland

5. ARGAMASSAS E PASTAS

Os materiais de construção constituídos por uma mistura de um aglomerante e água são denominados pastas. As natas são as pastas preparadas com excesso de água. As natas de cal são utilizadas em revestimentos e pinturas; as de cimento são preparadas para a ligação de argamassas, concretos de cimento e injeções.

As argamassas são constituídas por um material ativo, a pasta, e um material inerte, o agregado miúdo. A adição do agregado miúdo à pasta, no caso das argamassas de cimento, barateia o produto e elimina em parte as modificações de volume; no caso das argamassas de cal, a presença da areia, além de oferecer estas vantagens, ainda facilita a passagem do anidrido carbônico do ar, que produz a recarbonatação do hidróxido de cálcio, com conseqüente solidificação do conjunto. As argamassas são muito empregadas em construção civil.

TABELA 2 TIPOS DE EMPREGOS DOS AGLOMERANTES

EMPREGO	CARACTERÍSTICAS DO AGLOMERANTE	AGLOMERANTE A EMPREGAR	
		Normalmente	Eventualmente
Concreto armado	Resistência mecânica suficiente	Portland artificial de pega normal	Aluminoso Ferro-portland Alto-forno
Concreto protendido	Em geral, resistências elevadas à compressão	Portland artificial de pega normal	Aluminoso. Alta resistência inicial
Colocação rápida da obra em carga	Velocidade de endurecimento e alta resistência mecânica inicial	Alta resistência inicial	Aluminoso
Pavimentação (desgaste)	Resistência mecânica elevada, indicando alta resistência ao desgaste	Portland comum Ferro-portland	Alta resistência. Aluminoso. Metalúrgico sulfatado
Obras sujeitas a tensões elevadas (meio seco, tempo frio)	Endurecimento rápido. Pequena retração. Calor moderado de hidratação	Portland comum Ferro-portland	Alto-forno. Moderado
Fundações grandes massas (meio úmido)	Endurecimento lento. Baixo calor de hidratação e baixa retração	Alto-forno. Pozolânico. Baixo calor de hidratação	Portland comum Ferro-portland (Condições ótimas de cura)
Obras em meio agressivo. Águas selenitosas. Água do mar	Indecomponíveis (baixos teores de cal e CaA)	Aluminoso. Alto-forno. Resistente aos sulfatos. Supersulfatado	Moderado
Pequenas obras de alvenarias rebocos	Economia. Facilidade de colocação	Portland comum Cal hidráulica Cal aérea	Sand cement Cément amaigrí Masonry cement
Obstrução de veios de água	Pega rápida	Cimento de pega rápida	Mistura de portland e aluminoso
Concreto refratário	Conservação da resistência	Cimento aluminoso	---
Sinalização das rodovias	Coloração	Cimento branco Cimento colorido	---
Pré-fabricação (blocos, tubos)	Desmoldagem rápida	Cimento de alta resistência	Portland comum
Trabalhos artísticos	Coloração Beleza	Gesso	Cimento branco

DPI

AGLOMERANTES MINERAIS

AZ 24/08/83

6. PARÂMETROS DE FABRICAÇÃO DOS AGLOMERANTES

Para caracterizar ou controlar a qualidade de produtos químicos industriais, também podemos empregar grupos adimensionais específicos de natureza química e física.

Dependendo das impurezas contidas nas matérias-primas e/ou aditivos acrescentados nos processos de queima, podemos obter produtos aéreos ou hidráulicos caracterizados pelos parâmetros abaixo (ou seus inversos).

$$\text{Módulo hidráulico: } MH = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{[\text{cal}]}{[\text{argila}]}$$

$$\text{Módulo de sílica ou silicato: } MS = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$$

$$\text{Módulo argila(ou ferro alumina): } MAF = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$$

$$\text{Poder hidráulico da escória: } PH = \frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}$$

Nos Fenômenos de Transporte os grupos adimensionais surgem da adimensionalização das equações de balanço de massa, movimento e energia. Nos Fenômenos Químicos / Industriais os grupos adimensionais surgem das equações estequiométricas e das composições das matérias-primas, aditivos, dos produtos e dos sub-produtos das reações químicas envolvidas, sendo imprescindível considerar as impurezas dos reagentes que podem entrar na composição das substâncias resultantes.

- EQ/CT -