

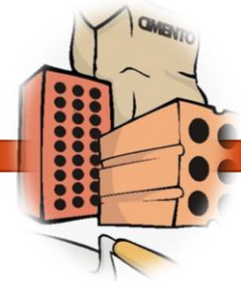
Materiais de Construção

Prof. Aline Fernandes de Oliveira, Arquiteta Urbanista

2010

POZOLANAS

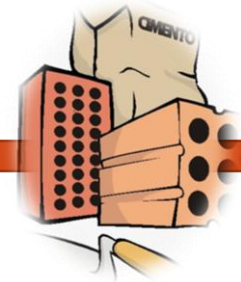
POZOLANAS



HISTÓRICO

- Há mais de 2000 anos atrás, os Romanos utilizavam um material nas construções, chamado “Pulvis Puteolonis”, que era uma espécie de cinza de origem vulcânica, encontrada em uma localidade denominada de Pozzuoli, na Baía de Nápoles – Itália, nas imediações do Vesúvio.
- Este material tornou-se popularmente conhecido como Pozolana, cuja mistura com cal e agregados, foi amplamente empregada com sucesso em várias edificações do Império Romano, como nos aquedutos, no Coliseu e nas Termas.

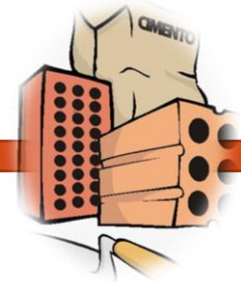
POZOLANAS



HISTÓRICO

- Embora no início se referisse à pozolana somente ao material encontrado perto de Pozzoli, o termo passou a ser aplicado a outros depósitos de cinza vulcânica.
- Mais tarde, o termo pozolana ou material pozolânico foi utilizado para designar qualquer material que possua propriedades similares às das cinzas de Pozzuoli, indiferente de sua origem geológica.

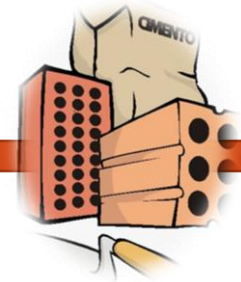
POZOLANAS



DEFINIÇÃO

- As pozolanas são materiais naturais ou artificiais que contém sílica em forma reativa.
- São materiais silicosos ou sílico-aluminosos que têm pouca ou nenhuma atividade aglomerante, mas que, finamente pulverizadas e na presença de umidade, reagem com o hidróxido de cálcio à temperatura ambiente, formando produtos com capacidade cimentante.

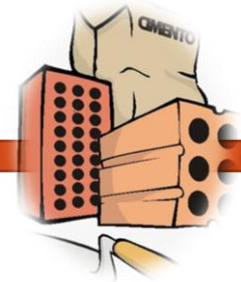
POZOLANAS



TIPOS ENCONTRADOS NO BRASIL

- . **Pozolanas naturais** – são materiais originários de rochas magmáticas ou sedimentares, ricos em sílica;
- . **Pozolanas artificiais** – são materiais obtidos da calcinação de argilas caulínicas ou subprodutos industriais a temperaturas de 700 a 850° C, com posterior moagem. As escórias siderúrgicas, os rejeitos sílicoaluminosos de craqueamento do petróleo, cinzas silicosas de resíduos de alguns vegetais e as microssílicas são pozolanas artificiais;
- . **Cinzas volantes (fly ash)** – são subprodutos oriundos da queima de carvão mineral utilizado nas usinas termelétricas.

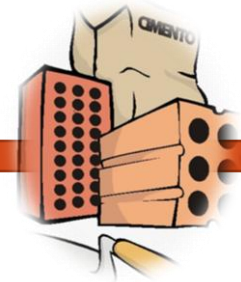
POZOLANAS



TIPOS ENCONTRADOS NO BRASIL

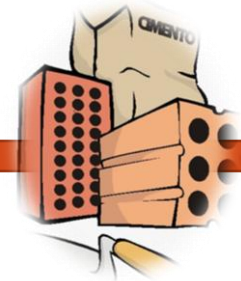
- Os materiais pozolânicos mais comuns são: a pozolana natural (pumicita), as calcedônias e as opalas, terras diatomáceas calcinadas, argilas calcinadas e as cinzas volantes.
- As cinzas volantes são precipitadas eletrostaticamente dos fumos de exaustão das centrais termelétricas a carvão e são as pozolanas artificiais mais comuns.
- As cinzas volantes quando adicionadas ao cimento podem alterar a cor do concreto.

POZOLANAS



- A utilização de materiais pozolânicos em matrizes cimentícias é bastante comum, principalmente os materiais provenientes dos resíduos dos fornos metalúrgicos (microsílica) para confecção de concretos de alto desempenho ou pozolanas naturais para produção de cimentos compostos.
- As pastas cimentícias promovem, através de ligação química, um abrigo seguro para muitos dos elementos tóxicos presentes nos resíduos industriais e agroindustriais, sendo capaz de fornecer uma solução econômica e tecnológica para o manuseio e controle de resíduos de forma a causar menor dano ao meio ambiente, além de promover melhorias técnicas aos produtos cimentícios.

POZOLANAS

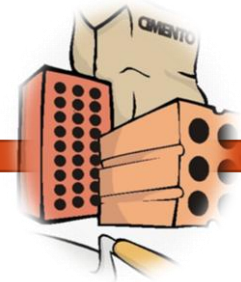


- O passo mais importante do desenvolvimento dos concretos, neste último século, foi à utilização de subprodutos com propriedades pozolânicas, como a cinza volante, a escória de alto forno, a sílica ativa e, recentemente, os resíduos da cinza da casca de arroz e o metacaulim.

NO BRASIL:

No Brasil o material pozolânico que é amplamente utilizado, é o fly ash, também conhecido como cinza volante, proveniente da queima do carvão mineral em usinas termelétricas.

POZOLANAS

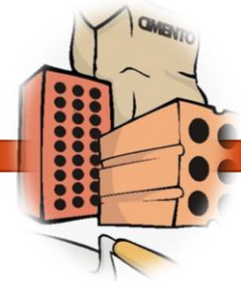


NO BRASIL:

Devido ao seu extraordinário desempenho como material pozolânico, o fly ash tem sido utilizado na produção do Cimento Portland Pozolânico (CP – IV), na construção de barragens hidrelétricas, em concreteiras, em fábricas de fibrocimento, siderúrgicas, entre outras.

Seu uso teve início no Brasil de forma sistemática durante a construção da barragem de Jupia, tendo por finalidade permitir o uso de agregados reativos, constituídos por cascalhos contendo ágata e calcedônia, que são rochas de quartzo não cristalizadas.

POZOLANAS

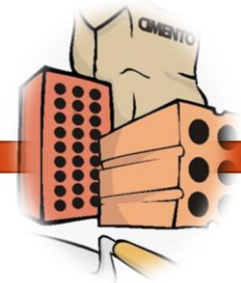


ADIÇÕES CIMENTÍCIAS:

As Normas Técnicas mais modernas não fazem restrições ao uso de adições cimentícias, tipo: escória, pozolana, sílica ativa, etc. Neste caso o tipo e o teor da adição deve ser analisado cuidadosamente.

ESCÓRIA

ESCÓRIA



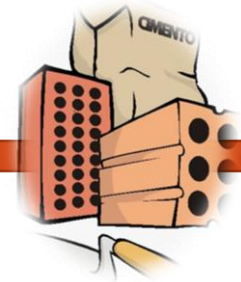
OBTENÇÃO

- A fabricação de ferro gusa se realiza em unidades industriais chamadas Altos-Fornos, nas quais se reduzem os óxidos contidos nos minerais de ferro e se separam as impurezas que os acompanham.
- As escórias se formam pela fusão das impurezas do minério de ferro, juntamente com a adição de fundentes (calcário e dolomita) e as cinzas do coque, conforme esquema seguinte:

Minério de ferro + carvão + fundente (calcáreo a 1500°C) = ferro gusa + escória

A mistura da canga do minério com o carvão e o fundente na temperatura de 1500°C resulta na decantação do ferro, que é mais pesado e tudo que resta na superfície é a escória.

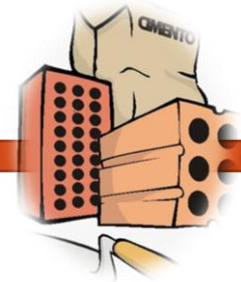
ESCÓRIA



OBTENÇÃO

- A escória fundida é uma massa que, por sua insolubilidade e menor densidade, sobrenada no ferro gusa e é conduzida por canais, até o lugar de resfriamento.
- Na produção de ferro gusa, para cada tonelada de ferro gusa produzido são produzidos de 500 a 1000 kg de escória.

ESCÓRIA



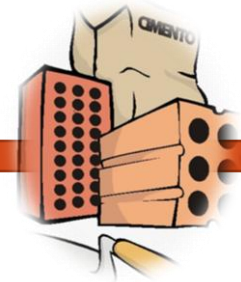
TIPOS

- As Escórias de Alto-Forno podem ser resfriadas de duas formas:

1. Esfriada ao ar ou **Cristalizada**



ESCÓRIA



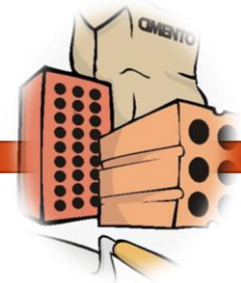
TIPOS

1. Esfriada ao ar ou Cristalizada

Neste tipo de resfriamento a escória é escoada em estado líquido em pátios apropriados, onde são resfriadas ao ar. Por ser um processo lento, os seus componentes formam distintas fases cristalinas, e com isto não adquirem poder de aglomerante hidráulico.

Essa escória recebe o nome de **Escória Bruta de Alto-Forno**, podendo ser britada ou utilizada como material inerte em diversas aplicações, substituindo materiais pétreos.

ESCÓRIA



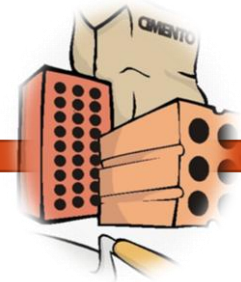
TIPOS

2. Resfriada com Água ou Granulada



Granuladores de escória

ESCÓRIA



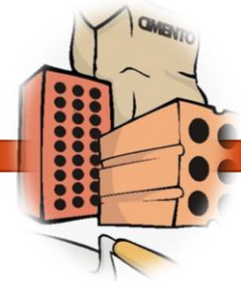
TIPOS

2. Resfriada com Água ou Granulada

Neste tipo de resfriamento a escória líquida é transportada para os granuladores, que são equipamentos onde ela é resfriada bruscamente por meio de jatos de água sob alta pressão. Não havendo tempo suficiente para formação de cristais, essa escória se granula "vitrificando" e recebe o nome de **Escória Granulada de Alto Forno.**

A Escória Granulada de Alto-Forno devido ao seu grande potencial hidráulico (endurecer, após moída, quando em contato com a água), tem um mercado amplo para esse produto, principalmente para cimenteiras e concreteiras, onde a Escória Granulada de Alto-Forno pode ser moída e utilizada na fabricação do cimento e concreto.

ESCÓRIA

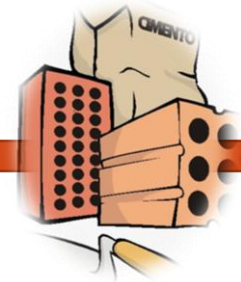


TIPOS

Escória Granulada de Alto Forno

A característica mais importante da Escória Granulada de Alto-Forno é sua capacidade hidráulica potencial, que permite que, quando moída e em contato com a água, ela endureça (propriedade cimentante), podendo substituir o clínquer, material utilizado tradicionalmente na fabricação de cimentos compostos.

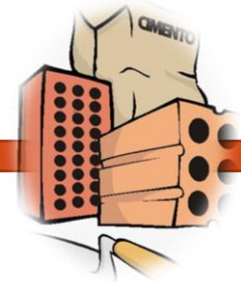
ESCÓRIA



APLICAÇÃO DA ESCÓRIA

- Já se conheciam, desde o início do século XIX, as propriedades hidráulicas em estado latente das escórias de usinas siderúrgicas.
- Em 1853, teve início a granulação da escória, visando o uso nas construções.
- Em 1862, o alemão Eugênio Tougeu usou pela primeira vez a escória granulada moída e misturada com cal, obtendo um aglomerante hidráulico.
- O francês Tonis Vicat previu o emprego desde o início do século XIX, devido às semelhanças entre as composições químicas da escória e do cimento Portland.
- Em 1900 foi usado o cimento Portland com adição de escória no metrô de Paris.

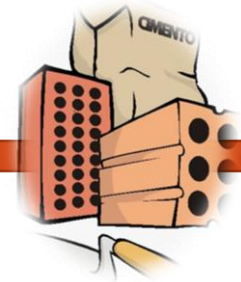
ESCÓRIA



APLICAÇÃO DA ESCÓRIA

- O maior mercado da Escória Granulada de Alto-Forno é a Construção Civil.
- No processo de fabricação de cimento, por exemplo, a Escória Granulada de Alto-Forno é utilizada para substituir parte do clínquer consumido, reduzindo, significativamente a emissão de CO₂ para a atmosfera durante o processo de produção e a exploração de reservas naturais de calcário e argila, matérias primas do clínquer.
- A aplicação de Escória Granulada de Alto-Forno pode trazer vantagens, também, para os concretos. Dentre estas vantagens, pode-se destacar maiores resistências finais e maior durabilidade, em função da aplicação a que se destina.

ESCÓRIA

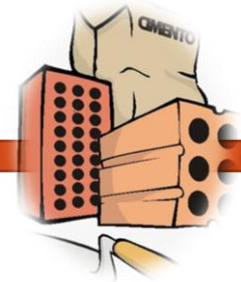


APLICAÇÃO DA ESCÓRIA

Pode-se destacar:

- . Menor risco de fissuração (baixo calor de hidratação da Escória Granulada de Alto-Forno);
- . Melhor trabalhabilidade e plasticidade;
- . Maiores resistências finais: os concretos feitos com cimentos de Alto-Forno (CP III) tendem a apresentar valores finais de resistência mais elevados, se comparado com concretos produzidos com alguns tipos de cimentos;
- . Menores porosidade e permeabilidade, favorecendo a durabilidade;
- . Contribuição para prevenção de reações álcalis-agregado (ASTM C989 - 97);
- . Aumento da resistência à corrosão por cloretos e a sulfatos (NBR 5737).

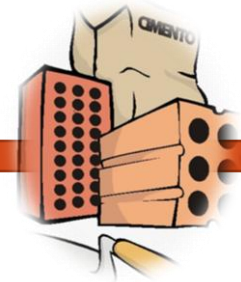
ESCÓRIA



APLICAÇÃO DA ESCÓRIA

- . Bases de estrada;
- . Asfalto;
- . Aterro / Terraplanagem;
- . Agregado para concreto;
- . Cimento (grande utilização da Escória de Alto-Forno granulada devido a sua hidraulicidade);
- . Obras de saneamento (canalização);
- . Fundações e lajes com concreto protendido e / ou nervurado;
- . Pisos industriais, rurais e sanitários;
- . Túneis e galerias;

ESCÓRIA



APLICAÇÃO DA ESCÓRIA

- . Estação de tratamento de água;
- . Indústria química;
- . Obras marítimas (portos);
- . Concreto compactado a rolo em pavimentos;
- . Barragens;
- . Pontes, etc...
- . Aplicações especiais (lã mineral, lastro ferroviário, material para cobertura, isolamento, vidro, filtros, condicionamento de solo e produtos de concreto).