



## **Materiais Cerâmicos** **Cássio Aurélio Suski**

### **Objetivo**

Este texto foi escrito para auxiliar você a:

- entender essa classe de materiais muito vasta e aplicada em diversas áreas da indústria.

### **Iniciando o estudo**

Neste material, você encontra conceitos sobre os materiais cerâmicos e seus principais tipos.

### **1 Materiais Cerâmicos**

Cerâmicos são materiais inorgânicos e não-metálicos que consistem em compostos que são formados entre elementos metálicos e não-metálicos, para os quais as ligações interatômicas são totalmente iônicas ou são predominantemente iônicas com alguma natureza covalente.

O termo cerâmica vem da palavra grega “keramikos”, que significa matéria prima queimada, indicando que as propriedades desejáveis desses materiais são normalmente atingidas através de um processo de tratamento térmico a alta temperatura conhecido como ignição. Foi durante o período Neolítico, fase do desenvolvimento técnico das sociedades humanas, que a cerâmica foi inventada.

## 1.1 Materiais Cerâmicos tradicionais

As principais matérias-primas são o Feldspato (particularmente os potássicos), a sílica e a argila. Além destes três principais componentes, as cerâmicas podem apresentar aditivos para o incremento de seu processamento ou de suas propriedades finais. Após submetida a uma secagem lenta à sombra para retirar a maior parte da água, a peça moldada é submetida a altas temperaturas que lhe atribuem rigidez e resistência mediante a fusão de certos componentes da massa, fixando os esmaltes das superfícies.

A cerâmica pode ser uma atividade artística, em que são produzidos artefatos com valor estético, ou industrial, através da qual são produzidos artefatos com valor utilitário. De acordo com o material e técnicas utilizadas, classifica-se a cerâmica em:

- **terracota** - argila cozida no forno, sem ser vidrada, embora, às vezes, pintada;
- **cerâmica vidrada** - o exemplo mais conhecido é o azulejo;
- **grês** - cerâmica vidrada, às vezes pintada, feita de pasta de quartzo, feldspato, argila e areia;
- **faiança** - louça fina obtida de pasta porosa cozida a altas temperaturas, envernizada ou revestida de esmalte sobre o qual pintam-se motivos decorativos.

## 1.2 Vidros e Vitro-cerâmicas

Os vidros são um grupo familiar de cerâmicas. Recipientes, lentes e fibras de vidro são as aplicações típicas desse grupo. Duas características principais desses materiais são a sua transparência óptica e a relativa facilidade pela qual eles podem ser fabricados.

O vidro origina-se da fusão de sílica –  $\text{SiO}_2$  – cristalina. Essa fusão forma um líquido viscoso cuja ligação não apresenta as características muito regulares dos sólidos cristalinos. Ao contrário de outros materiais cerâmicos, o vidro é

uma substância não cristalina.

Para sua fabricação, parte-se de uma mistura de sílica e outros óxidos, a qual é fundida e resfriada de modo a resultar em uma condição rígida.

De qualquer modo, a estrutura do vidro é tridimensional e os átomos ocupam posições definidas. Características dos cerâmicos e vidros:

- Formados por óxidos, nitretos, carbonetos e silicatos;
- Elevada dureza e rigidez;
- Muito frágeis em tracção;
- Muito resistentes em compressão;
- Resistentes ao desgaste;
- Suportam as mais elevadas temperaturas;
- Ductilidade/tenacidade zero.

## 2 Processamento de Vidros

A produção de produtos de vidro compreende quatro etapas: Fusão e Refino, Conformação, Tratamento térmico e Acabamento.

Além dos materiais básicos, emprega-se sucata de vidro ou material rejeitado. Os fornos de fusão são de natureza contínua e a temperatura de fusão situa-se em torno de 1500°C.

O vidro fundido é retirado continuamente do forno e levado à área de trabalho, onde é conformado a temperaturas em torno de 1000°C.

A Vitrocerâmica é um material cerâmico obtido por técnicas vidreiras e constituído de micro-cristais dispersos numa fase vítrea.

É obtido submetendo o vidro comum a temperaturas elevadas (de 500°C a 1000°C). Este tratamento térmico provoca a sua cristalização. Ao contrário de cerâmicas sinterizadas, não têm poros entre os cristais.

O termo vitrocerâmica refere-se essencialmente a uma combinação de vidro com lítio, silício, alumínio e óxidos que produz uma variedade de materiais com interessantes propriedades termomecânicas.

Materiais vitrocerâmicos possuem maior resistência (não sendo, porém,

totalmente inquebráveis) que os vidros comuns, uma baixa condutividade elétrica e quase nenhuma dilatação térmica. Ao mesmo tempo apresenta baixa condutividade térmica e resistência a choque térmico.

Possui algumas aplicações importantes na astronomia (espelhos de telescópios), medicina (ossos e dentes artificiais) e uso doméstico.

### 1.3 Abrasivos

São materiais utilizados para desgastar, polir ou cortar outros materiais mais moles. Portanto, a principal exigência para esse tipo de cerâmica é a alta dureza, alta resistência ao desgaste e alto grau de tenacidade. Os diamantes, tanto naturais como os sintéticos, são utilizados como abrasivos, porém, com elevado custo. Os abrasivos mais comuns incluem o carvão de silício, o óxido de alumínio (ou coríndon) e a areia de sílica e são utilizados de várias formas como colados em rodas de esmerilhamento.

### 1.4 Cimentos

O Cimento (derivada do latim *cæmentu*) é um material cerâmico que, em contato com a água, produz reação exotérmica de cristalização de produtos hidratados, ganhando assim resistência mecânica. É o principal material de construção usado como aglomerante. É uma das principais commodities mundiais, servindo até mesmo como indicador econômico.

O Cimento é composto de clínquer e de adições que distinguem os diversos tipos existentes, conferindo diferentes propriedades mecânicas e químicas a cada um. As adições também são ou não utilizadas em função de suas distribuições geográficas.

### 1.5 Clínquer

O clínquer é o principal item na composição de cimentos Portland, sendo

a fonte de Silicato tricálcico  $(\text{CaO})_3\text{SiO}_2$  e Silicato dicálcico  $(\text{CaO})_2\text{SiO}_2$ . Estes compostos trazem acentuada característica de ligante hidráulico e estão diretamente relacionados com a resistência mecânica do material após a hidratação.

A produção do clínquer é o núcleo do processo de fabricação de cimento, sendo a etapa mais complexa e crítica em termos de qualidade e custo. As matérias primas são abundantemente encontradas em jazidas de diversas partes do planeta, sendo de 80% a 95% de calcário, 5% a 20% de argila e pequenas quantidades de minério de ferro. Principais compostos químicos do clínquer:

Silicato tricálcico $(\text{CaO})_3\text{SiO}_2$	45-75% $\text{C}_3\text{S}$ (alíta)
Silicato dicálcico $(\text{CaO})_2\text{SiO}_2$	7-35% $\text{C}_2\text{S}$ (belíta)
Aluminato tricálcico $(\text{CaO})_3\text{Al}_2\text{O}_3$	0-13% $\text{C}_3\text{A}$ (celíta)
Ferro aluminato tetracálcico $(\text{CaO})_4\text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$	0-18% $\text{C}_{4\text{A}\text{F}}$ (felíta)

## 1.6 Gesso

O gesso (ou gipsita)  $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  é adicionado em quantidades geralmente inferiores a 3% da massa de clínquer e tem função de estender o tempo de pega do cimento (tempo para início do endurecimento). Sem esta adição, o tempo de pega do cimento seria de poucos minutos, inviabilizando o uso. Devido a isso, o gesso é uma adição obrigatória, presente desde os primeiros tipos de cimento Portland.

## 1.7 Escória siderúrgica

A escória, de aparência semelhante à areia grossa, é um subproduto de altos fornos, reatores que produzem o ferro gusa a partir de uma carga composta por minério de ferro, fonte de Fe, carvão vegetal ou coque, fonte de carbono. Entre diversas impurezas como outros metais, se concentram na escória silicatos, que apesar de rejeitados no processo de metalização, proporcionam-na características de ligante hidráulico.

Sendo um subproduto, este material tem menor custo em relação ao clínquer e é utilizado também por elevar a durabilidade do cimento, principalmente em ambientes com presença de sulfatos. Porém, a partir de certo grau de substituição de clínquer, a resistência mecânica passa a diminuir.

### 1.8 Argila Pozolânica

As pozolanas ativadas reagem espontaneamente com CaO em fase aquosa, por conterem elevado teor de sílica ativa  $\text{SiO}_2$ . Esta característica levou ao uso de pozolanas como ligante hidráulico complementar ao clínquer, com a característica de tornar os concretos mais impermeáveis, o que é útil na construção de barragens, por exemplo.

As pozolanas são originalmente argilas contendo cinzas vulcânicas, encontradas na região de Pozzuoli, Itália. Atualmente, materiais com origens diferentes, mas com composições semelhantes também são considerados pozolânicos, tais como as pozolanas ativadas artificialmente e alguns subprodutos industriais como cinzas volantes provenientes da queima de carvão mineral.

O processo de ativação de argilas é amplamente praticado pela própria indústria de cimentos e é geralmente realizado em fornos rotativos semelhantes àqueles utilizados na fabricação de clínquer ou mesmo em antigos fornos de clínquer adaptados, trabalhando a temperaturas mais baixas (até 900 °C) e menor tempo de residência.

Assim como a escória siderúrgica, as pozolanas frequentemente têm menor custo comparadas ao clínquer e só podem substituí-lo até um determinado grau.

### 1.9 Calcário

O calcário é composto basicamente de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), encontrado abundantemente na natureza. É empregado como elemento de

preenchimento, capaz de penetrar nos interstícios das demais partículas e agir como lubrificante, tornando o produto mais plástico e não prejudicando a atuação dos demais elementos. O calcário é também um material de diluição do cimento, utilizado para reduzir o teor de outros componentes de maior custo, desde que não ultrapassando os limites de composição ou reduzindo a resistência mecânica a níveis inferiores ao que estabelece a norma ou especificação. O calcário também alimenta o blaine do cimento, tornando o cimento mais volumoso.

### 1.10 Cerâmicas “Avançadas”

Embora as cerâmicas tradicionais correspondam à maior parte da produção desses materiais, o desenvolvimento de novas e avançadas cerâmicas teve início e continuará a estabelecer um nicho importante em nossas tecnologias de ponta.

Em particular, as propriedades elétricas, magnéticas e ópticas, bem como combinações de propriedades exclusivas dos materiais cerâmicos, têm sido exploradas em uma gama de novos produtos. Além disso, as cerâmicas avançadas são utilizadas em motores de combustão interna e de turbina, em chapas de blindagem, em componentes eletrônicos (condutores de circuito, materiais de núcleos e muitos outros componentes), como ferramentas de corte, e para conversão, armazenamento, geração de energia, ortopedia e ortodontia.

### **Concluindo o estudo**

Você teve contato, neste material, com diversos tipos de materiais cerâmicos. Espera-se que você tenha conseguido obter informações suficientes para entender melhor essa classe de materiais muito usado na indústria.

## Referências

BECKER, Daniela. **Tratamento Térmico**. Joinville: Udesc, 2009. Disponível em: <[http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/daniela/materiais/Aula\\_9\\_\\_tratamento\\_termico.pdf](http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/daniela/materiais/Aula_9__tratamento_termico.pdf)>. Acesso em: 16 fev. 2017.

CALLISTER, William D... **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma introdução**. 7. ed. Rio de Janeiro: Gen, 2007.

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica: Materiais de Construção Mecânica**. 2. ed. São Paulo: Mcgraw-hill, 1986. 1 v.

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica: Materiais de Construção Mecânica**. 2. ed. São Paulo: Mcgraw-hill, 1986. 3 v.

SCHIED, Adriano. **Curso Básico de Aços**. Curitiba: UFPR, 2010. Disponível em: <<http://servidor.demec.ufpr.br/disciplinas/TM049/A%C3%87OS.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2017.

OLIVEIRA, Valter Vander de. **Processo de Fundição**. Joinville: IFSC, 2010. Disponível em: [http://joinville.ifsc.edu.br/~valterv/Processos\\_de\\_Fabricacao/aula\\_2\\_Processo\\_de\\_Fundicao.pdf](http://joinville.ifsc.edu.br/~valterv/Processos_de_Fabricacao/aula_2_Processo_de_Fundicao.pdf). Acesso em: 10 fev. 2017.

ROCHA, Otávio Fernandes Lima da. **Conformação Mecânica**. Belém: Ifpa, 2012. Disponível em: [http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifpa/tecnico\\_metalurgica/conformacao\\_mecanica.pdf](http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifpa/tecnico_metalurgica/conformacao_mecanica.pdf). Acesso em: 14 fev. 2017.

OLIVEIRA, Valter Vander de. **Tecnologia de Fabricação: Deformação dos Materiais**. Joinville: IFSC, 2011. Disponível em: [http://joinville.ifsc.edu.br/~valterv/Tecnologia\\_de\\_Fabricacao/Aula%203\\_Estrutura%20cristalina.pdf](http://joinville.ifsc.edu.br/~valterv/Tecnologia_de_Fabricacao/Aula%203_Estrutura%20cristalina.pdf). Acesso em: 14 fev. 2017.

SCHIED, Adriano. Siderurgia: A Elaboração do Aço. 2012. Disponível em: [http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM049/Aula\\_1.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM049/Aula_1.pdf). Acesso em: 15 fev. 2017.

PASSOS, Luciano. **Ciência e Tecnologia dos Materiais**. Limeira: Faculdades Integradas Einstein de Limeira, 2007. Disponível em: <http://drbassessoria.com.br/3cetdm.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2017.

SILVA, Antonio Carlos da; AVANZI, Caio. **Habilitação Técnica em Mecânica: Tecnologia dos Materiais e Industrial**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011. (Vol. II).

SILVA, Décio Cardoso da. **Materiais para Construção Mecânica**. São Paulo: Centro Paulo Souza, 2010. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAA4SYAB/apostila-teoria-materiais-1#>. Acesso em: 2 mar. 2017.

VAN VLACK, Lawrence H. **Princípios de Ciência dos Materiais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.