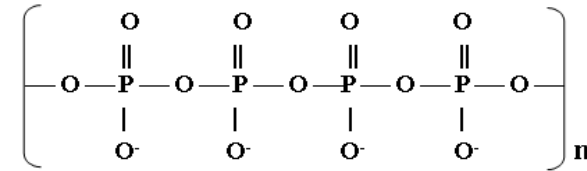


Cerâmicas, vidros e agregados

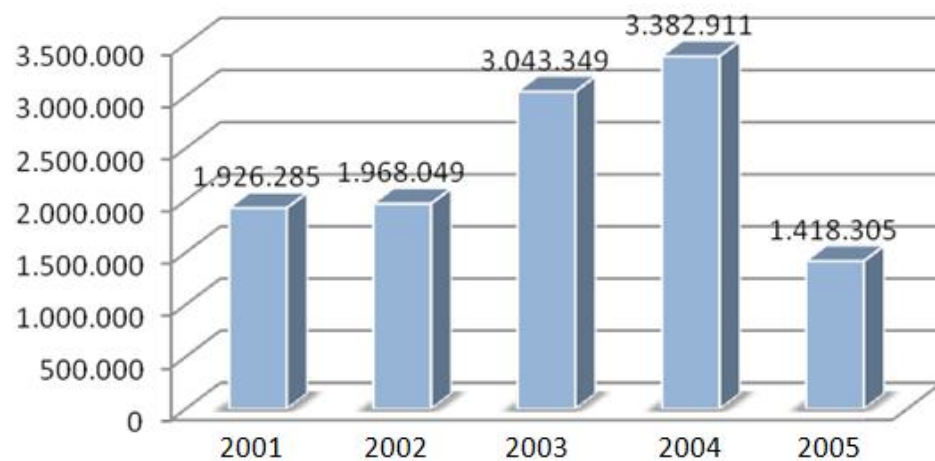
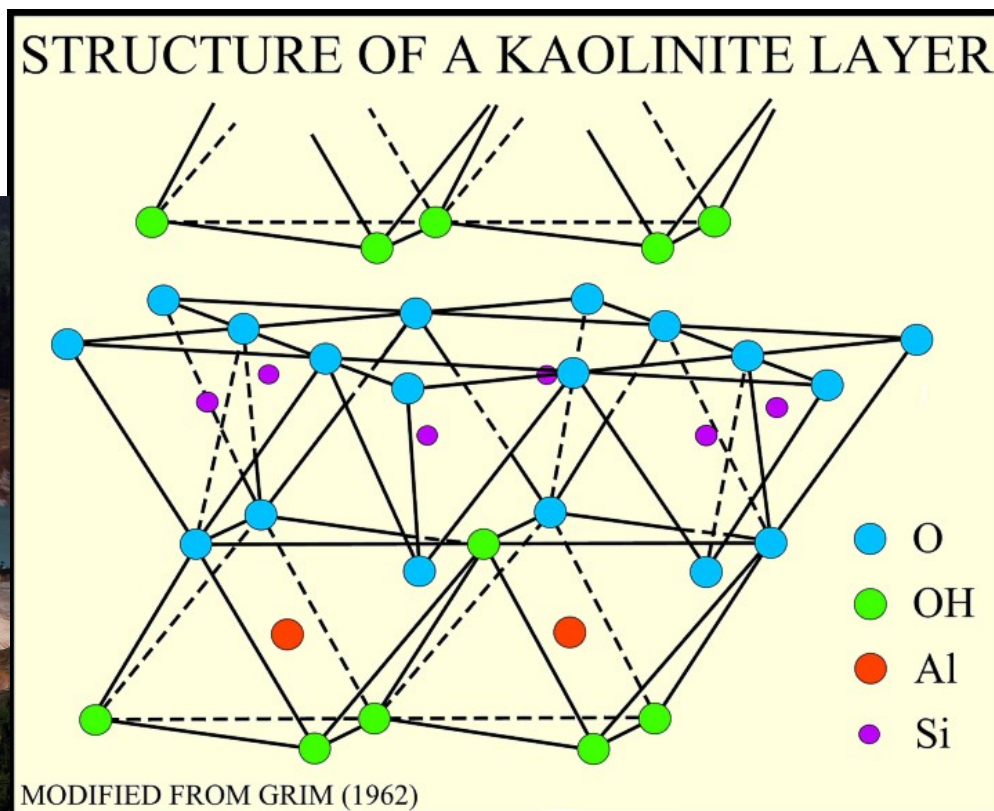
Materiais inorgânicos

- Formam cadeias poliméricas
 - algumas exceções: fosfatos, silicatos, tungstatos, molibdatos, oxo-hidróxidos de alumínio e ferro...
- ...mas as cadeias raramente formam materiais úteis.
- Principais materiais inorgânicos são vidros, cerâmicas e agregados.



<http://graysantiques.com/antiquesName.php?category=All&period=All&keyword=islamic>

Argila: caulim

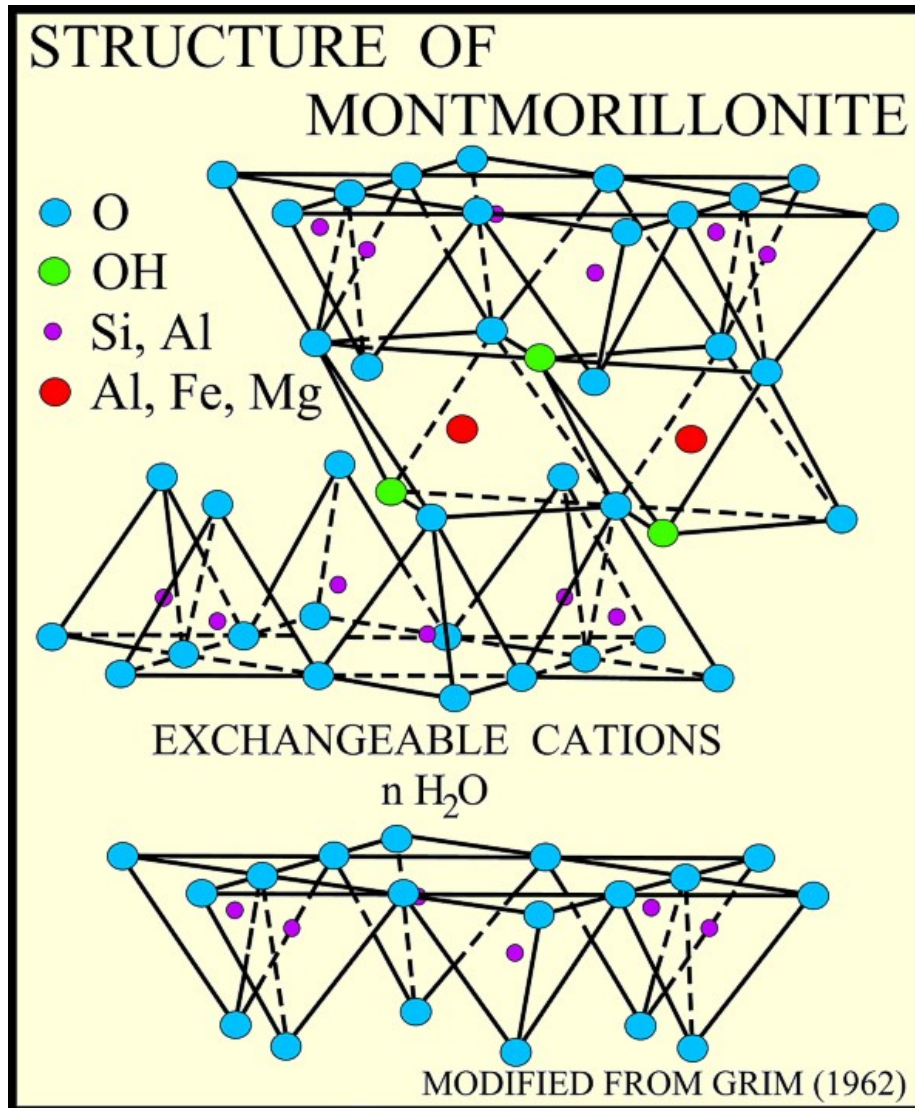


Produção de caulim no Pará

Fonte: DNPM



Argila: bentonita (montmorillonita)



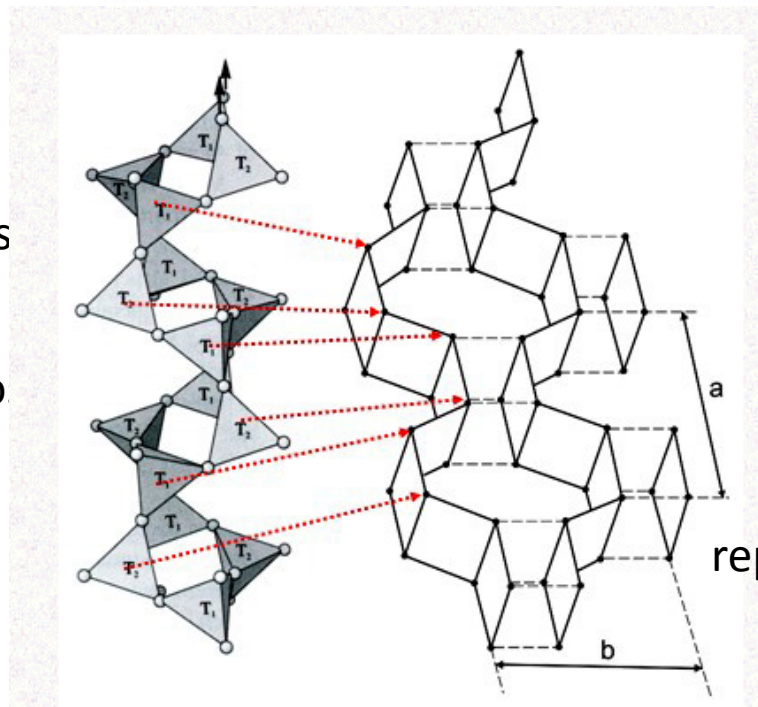
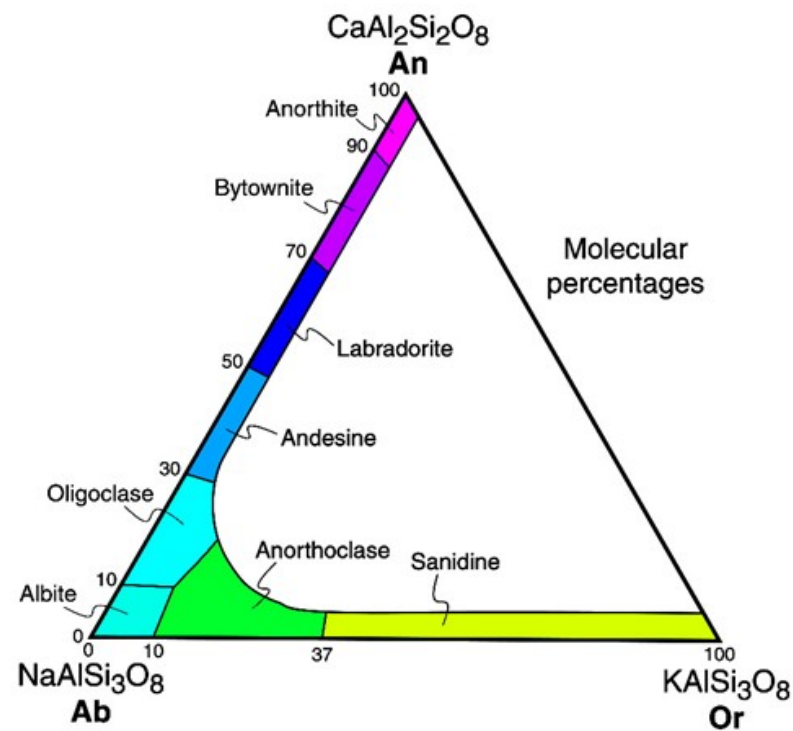
- Estruturas de argilas: o varvito de Itu e as construções em adobe.



A cidadela de Bam, no Irã: maior estrutura de adobe do mundo, anterior a 500 AC

Feldspato = rocha do campo

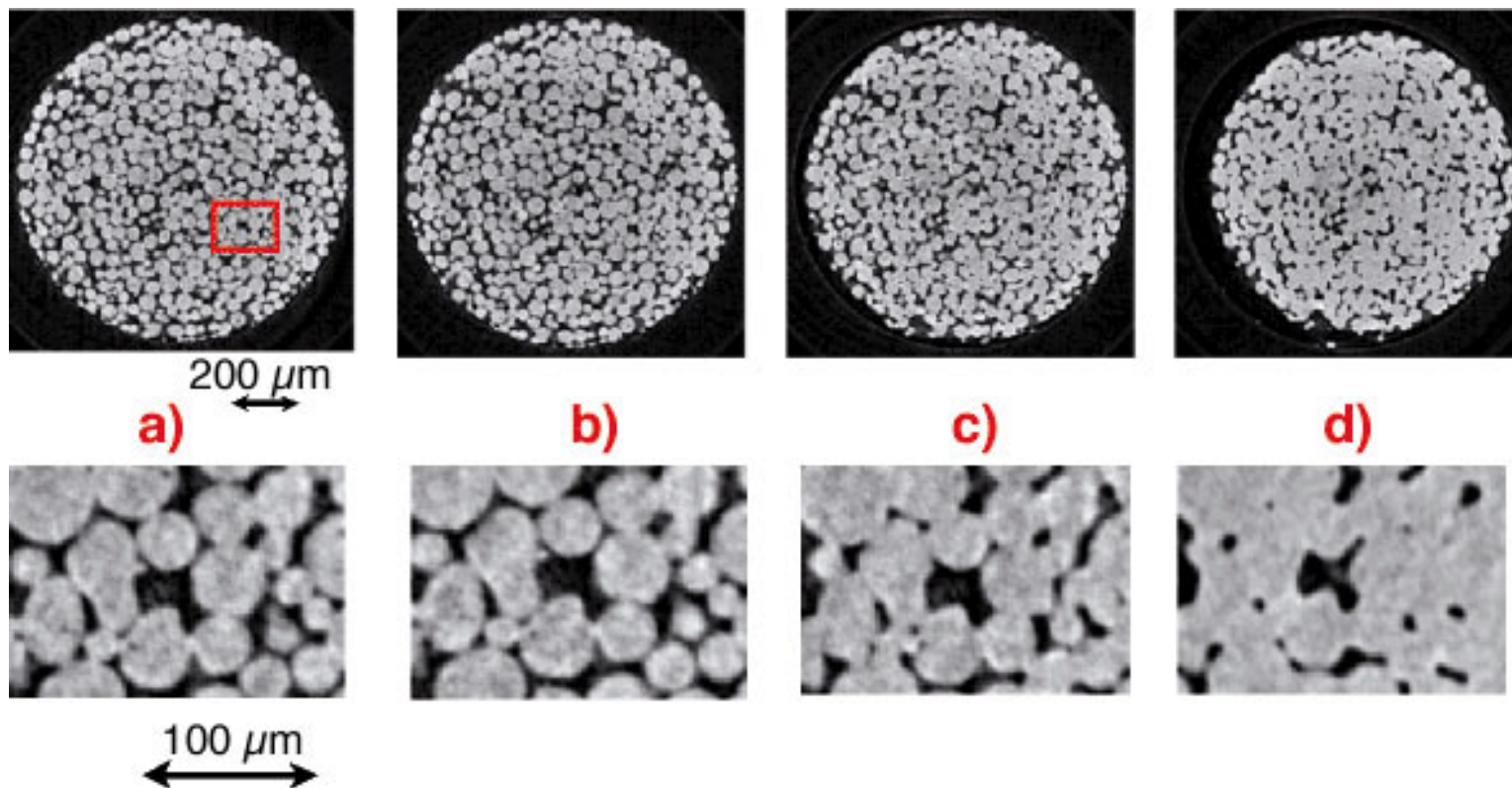
- Minerais de silicato formadores de rochas mais abundantes na crosta terrestre.
- Versão “recheada” de estruturas do grupo da sílica, rede infinita de tetraedros de $(\text{SiO}_4)^{4-}$ e $(\text{AlO}_4)^{5-}$.
- Íons alcalinos e alcalino-terrosos preenchem os vazios para manter balanço de cargas. K^+ ou Na^+ (ou raramente Rb^+) compensam a substituição de um silício por um alumínio. Ca^{2+} (ou raramente Sr^{2+} ou Ba^{2+}) compensam a substituição por dois Al^{3+} .
- Clivagem ocorre nos planos verticais entre cadeias (001) e ao longo dos plano de reflexão (010).
- Matéria prima de vidros e fundente de cerâmicas



pontos
representam os
centros dos
tetraedros

Sinterização

- Temperatura de Tammann
 - γ dos sólidos sempre tende a mudar a sua forma.
 - A mudança é rápida acima da temperatura de Tammann, lenta abaixo dela.
 - Acima da temperatura de Tammann (ca. $2/3$ de T_f) a difusão superficial é rápida e ocorre a sinterização.



Cerâmicas

- Formadas por sinterização de óxidos e silicatos
 - Estrutural: tijolos, tubulações, piso e telhas.
 - Refratária: isolantes, radiadores, cadinhos metalúrgicos e para vidro.
 - Cerâmica branca: louça de mesa, azulejos, recipientes e louca sanitária.
 - Técnica ou de engenharia ou avançada, especial ou fina: queimadores, proteção balística, bolas de combustível nuclear, implantes biomédicos, pás de turbinas a gás, cones de mísseis. (frequentemente, sem argilas)

Cerâmica branca

- Argila, quartzo e feldspato.
 - Louça dura “stoneware”, opaca e parcialmente vitrificada.
 - Porcelana, frequentemente feita de caulim.
 - Porcelanato, bastante vitrificado e pouco poroso.
 - “Bone china”, porcelana de ossos.
-
- Processamento usando barbotina: “slip casting”
<http://www.youtube.com/watch?v=W1YCRs6QtEY>



Cerâmica técnica

- Óxidos: alumina, berília, céria, zircônia
- Não-óxidos: carbetos, boretos, nitretos, silicetos
- Compósitos: reforçados com partículas, óxidos + não-óxidos.



[http://
www.vxb.com/
page/bearings/
PROD/Kit7680](http://www.vxb.com/page/bearings/PROD/Kit7680)

US\$109.00/
peça

Zircônia estabilizada com ítria

- A adição de Y_2O_3 a ZrO_2 substitui alguns íons Zr^{4+} da rede da zircônia por íons Y^{3+} .
 - Produz vacâncias de O, porque quatro íons O^{2-} são substituídos por apenas três O^{2-} .
 - As vacâncias permitem a condução elétrica através da mobilidade de íons O^{2-} , que aumenta com a temperatura.
 - Zircônia estabilizada com ítria é usada como membrana em células de combustível de alta temperatura.

Lâmpadas de Nernst

- O emissor é uma barra de zircônia, pré-aquecida.
- A zircônia não evapora, nem se oxida.
- Alta luminosidade.
- Apesar disso, foi substituída pelas lâmpadas de tungstênio e pelos *globars*, de SiC.

Parts of the Nernst Lamp

The elements of the Nernst Lamp are the glower, heater (made up of two or four *heater tubes*), ballast and cut-out. These are assembled in the lamp body and the holder.

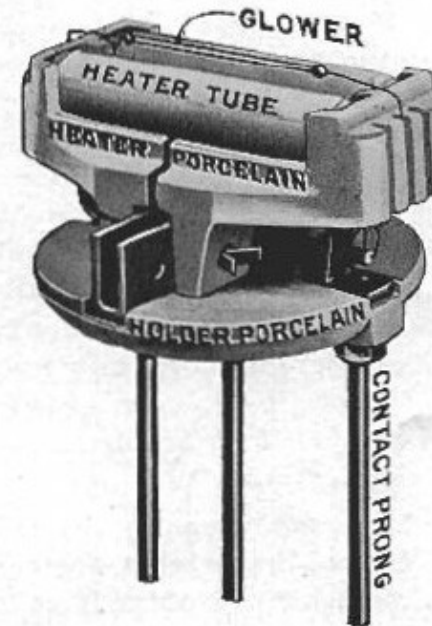


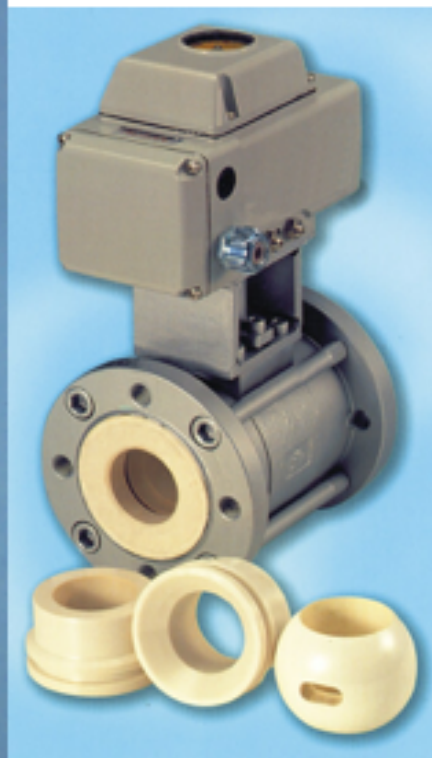
FIG. 3. NAMES OF PARTS OF THE NERNST LAMP HOLDER

Glower The glower, or light giving element, is a white porcelain-like rod about $\frac{1}{32}$ inch in diameter by 1 inch long. It is fastened to the holder mechanically and electrically by means of terminal wires and small aluminum plugs.



Zircônia estabilizada com ítria

- Excelentes propriedades mecânicas e térmicas.
 - Lâminas de corte não-metálicas
 - Revestimentos de pás de turbinas
- Partículas muito pequenas
 - transmissão de luz
 - menos vazios: maior coesão



Cimento

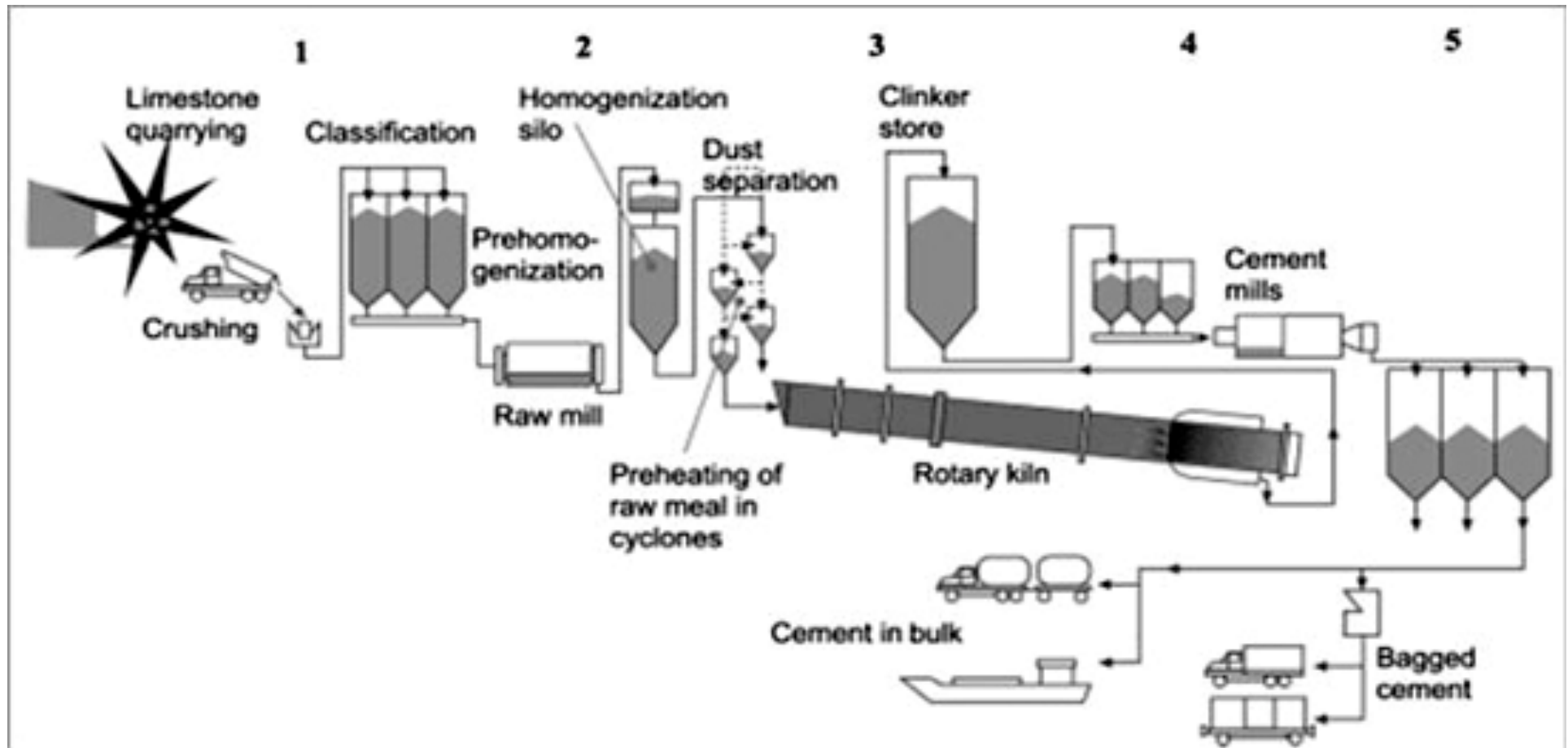
Fabricação

- Mistura e moagem da matéria-prima (calcários, margas, brita de rochas, resíduos da siderurgia).
- Produção do clínquer (em forno rotativo a 1400°C + arrefecimento rápido).
- Moagem do clínquer e mistura com gesso.

Composição

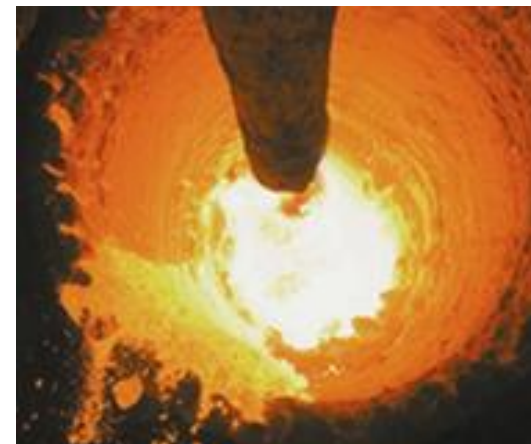
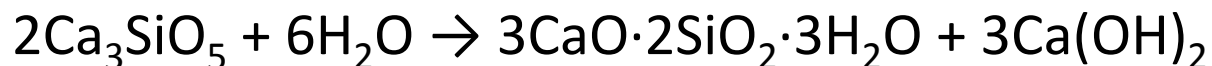
- Óxido de cálcio (CaO) - 60 a 70%
- Sílica (SiO_2) - 20 a 25%
- Alumina (Al_2O_3) - 2 a 9%
- Óxido de ferro III (Fe_2O_3) - 1 a 6%
- Óxido de magnésio (MgO) - 0 a 2%

Processo de fabricação



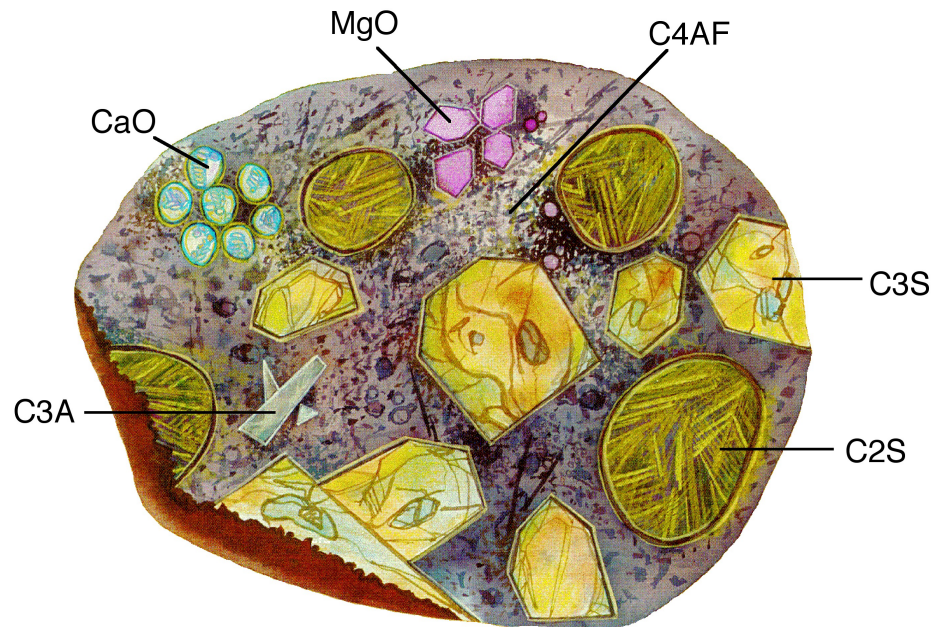
Transformações no forno

- $T < 100^{\circ}\text{C}$ - evaporação da água livre
- $100^{\circ}\text{C} < T < 450^{\circ}\text{C}$ - saída da água adsorvida
- $700^{\circ} < T < 900^{\circ}\text{C}$ - Formação de óxido de cálcio (cal) e óxido de magnésio
- $T \approx 1260^{\circ}\text{C}$ - fase líquida que resulta da combinação do óxido de cálcio com o óxido de alumínio e o óxido de ferro (III)
- $1260^{\circ}\text{C} < T < 1450^{\circ}\text{C}$ - formação de alita
alita é responsável pela etapa rápida de endurecimento :



Clínquer

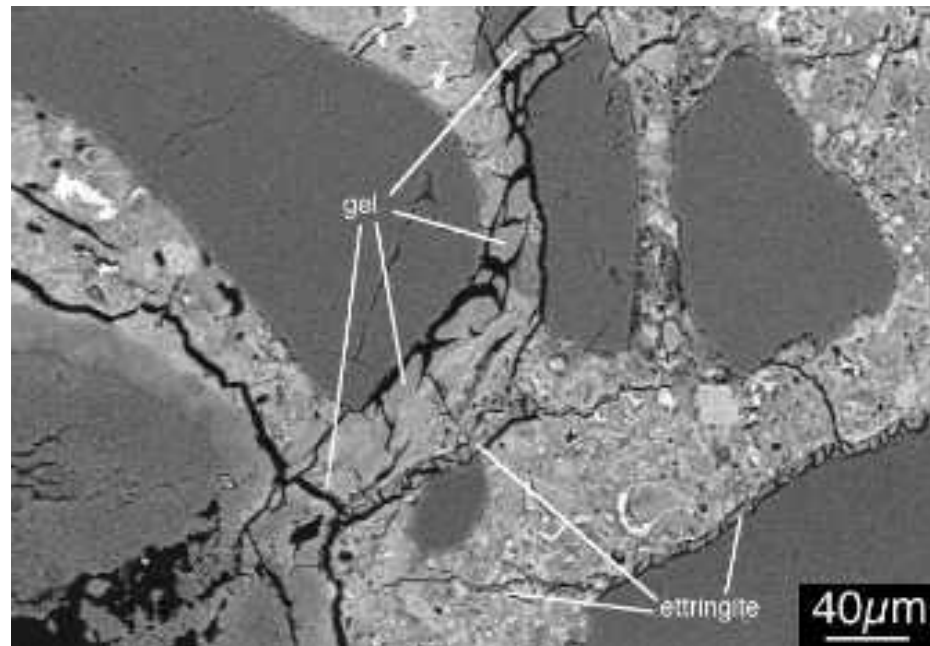
Cimento Portland tipo IV: 28% (C3S), 49% (C2S), 4% (C3A), 12% (C4AF), 1.8% MgO, 1.9% (SO3), 0.9% de perda ao fogo e 0.8% CaO livre.



<http://www.understanding-cement.com/clinker.html>

Hidratação

- Em presença de água, ocorrem muitas reações de hidratação e de carbonatação, que provocam a formação de um agregado de partículas sólidas, inter-travadas.



<http://www.whd.co.uk/Concrete/concretebysem.html>

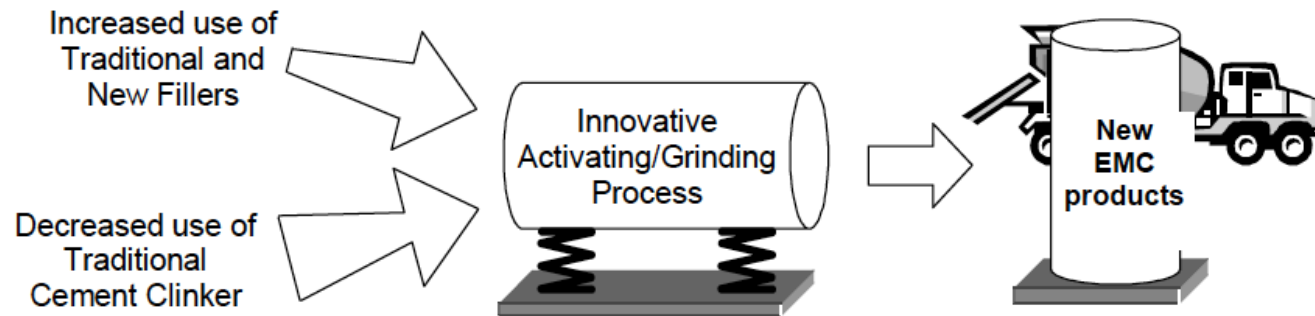
Inovações

- WEDNESDAY, JANUARY 31, 2007
- A new type of cement developed in Spain
 - Spanish scientists develop a new environmentally friendly cement. A team of Spanish scientists from the 'Consejo Superior de Investigaciones Científicas' (CSIC) have developed a new type of cement which could reduce carbon emissions from the cement industry by up to 50%. This new type of cement is produced using much lower temperatures than those normally used in cement production. Ángel Palomo, the scientist leading the research team for CSIC will be presenting his findings to the European Consortium for Research into new materials within the next few days. Palomo, explained that normally cement is produced at a temperature of 1450 degrees centigrade but that the new type of cement could be produced at between 60 to 80 degrees centigrade. He added that this difference could greatly reduce carbon dioxide emissions from the cement industry and reduce energy consumption in the production of cement by up to 50%.
 - Another important advantage of this new type of cement is that it uses ash from burnt coal which is an abundant industrial by-product in the whole world. Furthermore if not reused it is also a contaminant. The new cement has been submitted to various tests and results so far have shown that the it is equivalent to the cement currently being used and in fact it is better in some ways according to Palomo.
 - <http://news-spain.euroresidentes.com/2007/01/new-type-of-cement-developed-in-spain.html>

EMC TECHNOLOGY

PRESENTATION at INTERCEM Workshop, London, June 2003

Inovação



BY: ATLE LYGREN, CHAIRMAN AND CEO



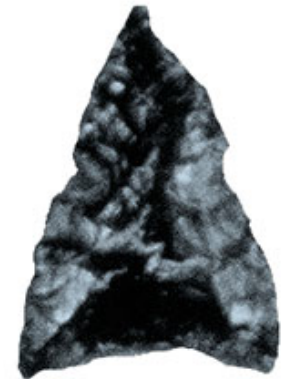
Fig. 2

Vidros inorgânicos

- Materiais sólidos, não-cristalinos
 - frágil, transparente
- Matérias-primas:
 - sílica, GeO_2 , B_2O_3 , fosfatos
 - Al_2O_3 , Fe_2O_3 , carbonatos de sódio e potássio, óxido de cério
- Características básicas: T_g e resistência à cristalização



moldavita, de impacto de meteorito



ponta de flecha
de obsidiana,
de solidificação
de rocha ígnea

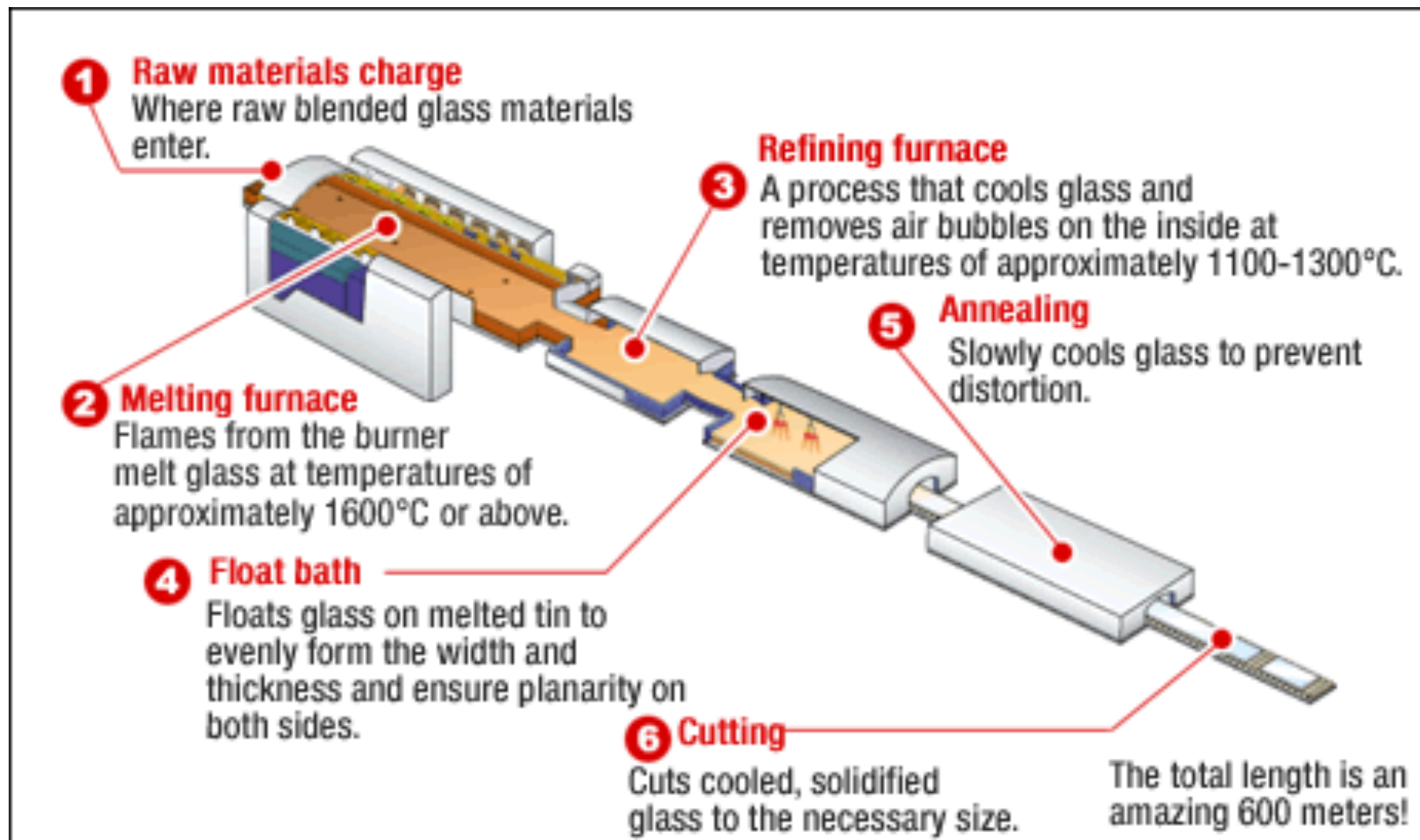


Mudando propriedades

- Vidro de soda e cal: 60-75% sílica, 12-18% soda e 5-12% cal.
 - 90% da produção
 - não resiste a temperaturas altas e choques térmicos, sofre corrosão.
- Vidro de chumbo (“cristal”), pelo menos 20% de PbO
 - superfície mole, fácil de decorar.
 - pouca resistência a choques térmicos.
- Borosilicato, contém pelo menos 5% de óxido de boro.
 - resistente a choques térmicos
 - químicamente resistente
- Substituição de Ca por Al aumenta T_g e a resistência mecânica
 - usado para fazer fibras de vidro de alto desempenho
 - substituição de Na por K reduz T_g



Fabricação de vidro plano (float glass)



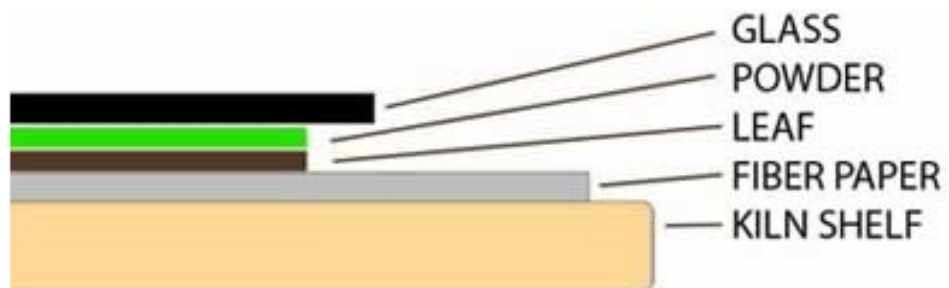
Moldagem de frascos por sopro





[http://fusedglass.org/
learn/
project_tutorials/
fossil_vitra](http://fusedglass.org/learn/project_tutorials/fossil_vitra)

The Fossil Vitra technique is made by layering glass powder directly on leaves (or other organic material) and placing the powder-coated leaves under a sheet of glass. When fired, the organic material burns away and the glass powder is fused to the base sheet of glass. The illustration below shows the layering before and after the glass is fired:



Exercícios

1. Qual é o volume da produção brasileira de cimento? Onde estão situadas as principais fábricas?
2. As indústrias de vidro e de cimento têm um grande interesse nas cinzas resultantes da queima de bagaço de cana de açúcar. Quais são as razões técnicas desse interesse?
3. Em quais partes do Brasil o uso de adobe em construção civil pode ser mais bem sucedido? (<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI152913-18295,00-TIJOLO+SEM+QUEIMA.html>)
4. Os grandes edifícios com paredes de vidro foram viabilizados por uma tecnologia relativamente recente e muito bem sucedida. Descreva essa tecnologia e os principais compostos químicos que ela utiliza. (<http://www.glassonweb.com/articles/article/154/>)
5. Face às restrições ao uso de chumbo, a indústria de vidros tem procurado alternativas. Cite três elementos que possam substituir o chumbo, nessa aplicação.
6. O que ocorre, quando o cimento “seca” e enrijece? Porque só se desenforma cimento bastante tempo depois de ele ser moldado?
7. Consultando bases de documentos de patentes, identifique uma possibilidade de inovação em vidros, cerâmicas ou cimentos. Qual é o produto, qual é a novidade? Quem é o inventor? e o titular da patente?