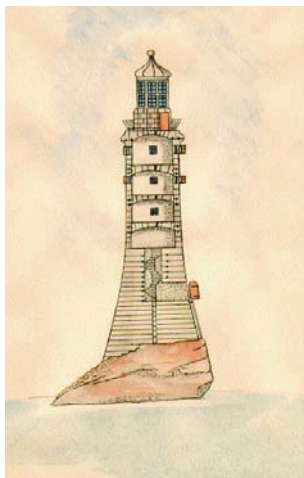


Cal Hidráulica: um pouco da sua História

À necessidade de construir em zonas marítimas e fluviais levou o Homem a procurar aglomerantes hidráulicos (capazes de ganhar presa debaixo de água). No século XVIII, a Inglaterra era uma potência mundial dominante, dependendo o seu desenvolvimento económico da navegação marítima e, em consequência, da disponibilidade de instalações portuárias adequadas. A investigação da hidraulicidade das argamassas vinha sendo desenvolvida com êxito pelo engenheiro inglês John Smeaton (1724-1792), a quem foi confiada a edificação do farol de Eddystone (a 4ª versão das cinco que existiram), em Plymouth Hoe (Cornualha).¹



4º Farol de Eddystone, de John Smeaton (1759)

O engenheiro francês Louis-Joseph Vicat (1786-1861) estudou a hidraulicidade, interpretando o mecanismo que leva ao endurecimento das cais com *pozzolanas* e dos cimentos, seguindo o raciocínio de Smeaton. Vicat, com apenas 26 anos, foi encarregado da construção da ponte Souillac, sobre o rio Dordonha, em França, tarefa que lhe permitiu aperfeiçoar o estudo sobre as cais². Em 1818, a Academia das Ciências de Paris aprova o projecto de Vicat, autorizando-o a empregar o novo produto na ponte de Souillac, a primeira obra a utilizar betão.

Nasce assim, em 1826, a mais antiga fábrica de Cal Hidráulica artificial, em Moulineaux, onde se cozia uma mistura proporcionada de calcário e argila. Todavia, esta fabricação era notoriamente mais dispendiosa do que a realizada a partir de calcários margosos, pelo que o seu êxito comercial foi limitado.

O fabrico de Cal Hidráulica iria ser melhorado através da utilização de fornos mais sofisticados em que se podiam atingir temperaturas de cerca de 1000 °C: calcinando a temperaturas mais elevadas, melhoravam-se os níveis de hidraulicidade.

De facto, as principais construções europeias do princípio do século XIX utilizaram argamassas preparadas com Cal Hidráulica. A sua posição dominante iria ser perdida em breve, quando Joseph Aspdin (1779?-1895) descobriu e patenteou (em 1824) o processo industrial de obtenção de um produto que denominou *Cimento Portland*, por ser semelhante a uma pedra usada em construção, existente na localidade inglesa com aquele nome.

Até 1857, o Cimento Portland foi exclusivamente produzido em Inglaterra. Só nesse ano passou a ser produzido em França. Em Portugal, face ao *Ultimato* lançado pela Inglaterra, despertou-se para a necessidade de produzir Cimento Portland, tendo arrancado em 1894 a fábrica de cimento de Alhandra.

Em 1891, em Maceira-Liz, iniciou a laboração uma fábrica de cimentos naturais (cais hidráulicas), na mesma altura em o Eng. Castanheira das Neves, Director de Estudos e Ensaios de Materiais de Construção, do Ministério das Obras Públicas, publicava os primeiros estudos sistemáticos e com carácter científico dos aglomerantes hidráulicos de fabrico nacional. A fábrica de Cal Hidráulica era propriedade da empresa *Cimentos da Maceira, Lda*, fundada por João T.



Carlos M. Duarte *



José A. Alvarez **

Guedes, que publicou em 1895 um curioso texto dedicado ao estudo da fabricação de cimentos.

Em 1918, a Direcção-Geral dos Serviços Industriais concedeu-lhe o alvará para exploração e fabrico de Cal Hidráulica, que ficaria conhecida no mercado da Construção Civil como *Cal Martingança*.

Em 1921, a empresa foi comprada por Serafim Alvarez y Rivera (1863-1935), que procedeu a modificações, melhorando, por exemplo, a bateria de fornos verticais, inspirada no sistema de cozedura de cimentos de presa lenta, do alemão Dietch.

A Cal Hidráulica Martingança foi utilizada com êxito em trabalhos de hidráulica, nas décadas de 30 a 50, em obras de grande relevo, nomeadamente nos canais e no alteamento de hidroeléctricas do Côa, Varosa, Unhais da Serra, Alto Alentejo, Rossim e Serra da Estrela. Foi usada ainda no Instituto Superior Técnico, no Estádio Nacional (fundações, betões e alvenarias) e no Porto de Lisboa.

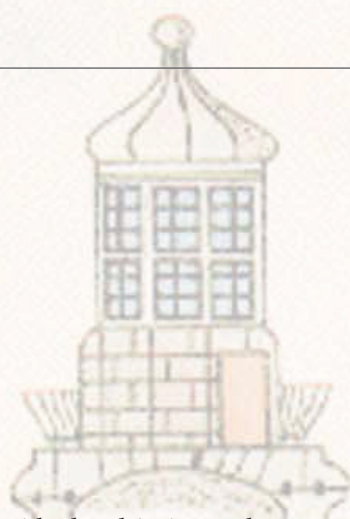
Tipos de Cais

Segundo uma classificação de 1927, as cais dividiam-se em:

- *Pouco hidráulica (NHL 2)*, com menos de 12% de impurezas (sílica e alumina), de cor branca ou acinzentada, com tempo de cura em água inferior a 20 dias, utilizada apenas no interior



Chaminés de Fornos de Cal Hidráulica, Secil Martingança



- *Moderadamente hidráulica (NHL 3,5)*, contendo de 12 a 18% de impurezas (sílica e alumina), de cor acinzentada, com tempo de cura em água entre 15 a 20 dias
- *Eminentemente hidráulica (NHL 5)*, contendo de 18 a 25% de impurezas (sílica e alumina), de cor cinzenta escura ou acastanhada, com tempo de cura em água entre 2 a 4 dias
- *Cimentos Naturais (NHL 5)*, contendo de 30 a 40 % de impurezas (sílica e alumina), de cor cinzenta escura acastanhada, com tempo de cura em água inferior a 12 horas. As suas argamassas apresentam elevada plasticidade e elasticidade e uma resistência à compressão não inferior a 5 MPa, aos 28 dias.

As duas primeiras foram preferencialmente usadas no Reino Unido, enquanto as outras foram usadas na Europa Central e em Portugal. Segundo esta classificação, a Cal Hidráulica Martingança é um cimento natural. Relativamente à normalização, aguarda-se para breve a aprovação de um projecto de norma europeia³, aplicável à Cal de Construção utilizada nas argamassas e na fabricação de outros produtos de construção.

Valerá a pena referir as diferenças essenciais entre os vários produtos sob a designação genérica de cal:

- *Cal Viva*, comercializada em pedra, destinada a reagir com água (produzindo cal apagada)
- *Cal Não Hidráulica*, comercializada em pó, designada por cal hidratada ou cal gorda
- *Cal Hidráulica*, comercializada em pó.

Em traços gerais, a cal hidratada é produzida a partir de um calcário que contém pelo menos 95% de carbonato de cálcio. Este material, depois de moído, é cozido a cerca de 900°C, transformando-se o carbonato de cálcio em óxido de cálcio (cal viva) e dióxido de carbono, que se liberta.

O óxido de cálcio, instável, reage com a água transformando-se em cal hidratada, numa reacção exotérmica e expansiva. Esta cal hidratada misturada com agregados produz uma argamassa de construção, mas sem propriedades hidráulicas. De facto, o seu endurecimento é feito por reacção química com o dióxido de carbono da atmosfera. Na falta deste, quando imersa em água, a argamassa não endurece.

A Cal Hidráulica obtém-se de calcários impuros, isto é, contendo percentagens de sílica e alumina. Aquecendo estes a temperaturas da ordem dos 900 °C, formam-se silicatos bicálcicos e aluminatos de cálcio. Utilizada como constituinte da argamassa, logo que amassada com água, dá-se a hidratação da Cal Hidráulica, com a sílica e a alumina a reagirem com o hidróxido de cal, dando origem à presa e ao endurecimento da argamassa.

Nos anos 60, existiam em Portugal seis fabricantes de Cal Hidráulica, destacando-se a Cal Martingança, da *Empresa de Cimentos da Maceira, Lda*, e a Cabo Mondego, da *Companhia de Carvões e Cimentos do Cabo Mondego*.

Vantagens

Com o rodar dos anos, a cal é preferencialmente empregue nas argamassas de revestimento e de elevação de alvenarias, enquanto o cimento e o betão se tornam produtos nucleares no mundo da construção. Por volta de 1993, na Europa Central e no Reino Unido, renasce o interesse pela Cal Hidráulica, situação decorrente do crescente mercado de reabilitação de edifícios. No Reino Unido, contabilizam-se 250000 edifícios históricos danificados pela aplicação incorrecta de cimento Portland, depois de 1945. Os edifícios anteriores a 1900 não tinham a mesma solidez nas suas fundações que os edifícios de hoje. Sucede que as argamassas e os rebocos feitos



Estádio Nacional, onde foi utilizada a Cal Hidráulica de Martingança

com cimento são muitas vezes mais fortes do que a própria alvenaria, transferindo para esta tensões e fenómenos de fractura e fendilhação. Frequentemente, as argamassas de cimento fissuram, permitindo a entrada de água. Como são pouco porosas, a água infiltrada vai ficar retida na alvenaria, provocando danos no decurso do tempo, nomeadamente em alvenarias de tijolo absorvente ou de pedra macia.

Por outro lado, as argamassas feitas com Cal Hidráulica são untuosas sem serem demasiadamente colantes, o que permite ao pedreiro um trabalho preciso e limpo. Têm uma presa relativamente lenta, o que as torna mais favoráveis em relação às argamassas exclusivamente cimentícias, e oferecem uma retracção reduzida, muito importante nas obras de reabilitação (são exemplos o Museu do Louvre e as Catedrais de Reims e Amiens, em França).

Não oferece dúvidas de que, futuramente, a utilização da Cal Hidráulica se tornará frequente, por vezes misturada com uma pequena percentagem de cimento, em obras de renovação e reabilitação, para a preparação de rebocos interiores e exteriores.

Mas a sua utilização é mais vasta: como aditivo para betões, a Cal Hidráulica permite obter misturas que é fácil trabalhar e boas superfícies de descofragem, numa relação preço-qualidade muito favorável.

Finalmente, a Cal Hidráulica é uma excelente solução para estabilizar os solos a custos reduzidos, aumentando o *CBR* (*California Bearing Ratio*). Devido ao seu teor em cal livre, a Cal Hidráulica reduz a humidade do solo e aglutina partículas, contribuindo para um aglomerado mais compacto. A Cal Hidráulica é também usada em construção de estradas, como substituto do *filler*, conferindo maior consistência ao betuminoso, impedindo a penetração das águas e melhorando a resistência à fissuração. Sendo um produto do passado, a Cal Hidráulica vai ser um material de construção do futuro!

¹ Esta obra colocava problemas complexos, com fundações assentes em rochas imersas a baixa profundidade. As pedras necessárias à sua construção, com várias toneladas, foram preparadas em terra e depois transportadas por barcos para o local da construção; aqui eram descarregadas e colocadas com grande precisão, por vezes em condições de mar turbulento. John Smeaton veio a ser considerado o *Pai da Engenharia Civil*, pelos notáveis trabalhos que realizou e pelos equipamentos auxiliares de construção que concebeu. Em 1870, quando se decidiu construir o 5º farol de Eddystone, por exigência do povo de Plymouth Hoe, o farol de Smeaton foi desmantelado, pedra por pedra, e reconstruído em terra firme, onde ainda hoje permanece, em toda a sua glória, testemunho de uma das mais importantes obras de engenharia de todos os tempos.
² *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires*
³ prEN 459-1 que substitui a ENV 459-1:1994

**Engenheiro Químico-Industrial, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Assessor da Gerência e Gestor da Qualidade da Secil Martingança, Lda.*

***Engenheiro Químico-Industrial, pelo Instituto Superior Técnico, Sócio e Gerente da Secil Martingança, Lda.*

Secil Martingança, Lda³, empresa com sede em Leiria, fabricante de Cal Hidráulica, Argamassas Secas e Tintas.

As nossas obras são o nosso maior património

Sede C.V.L.

Mosteiro de Alcobaca

Ponte Romana Mirobriga

Submal de Monte Agrapo

D.G.E.M.N.

Palácio Nacional

CONSTRUTORA VILA FRANCA
 fundada em 1961

Sede: Rua Prof. Reynaldo dos Santos, 4 - 2600-227 VILA FRANCA DE XIRA - tel/ fax 263 760 160
 Novas Instalações: Est.º Nacional, km 137,52 - 2695 St.ª Iria de Azoia - tel: 21 953 32 30 - Fax: 21 953 32 39