Arqueologia & Indústria, (2-3), 1999/2000, 109-127

A UTILIZAÇÃO DE NOVOS MATERIAIS E ESTRUTURAS NO CONTEXTO DO PATRIMÓNIO URBANO OITOCENTISTA

Ana Maria Cardoso de Matos *

O desenvolvimento científico e técnico registado no século XIX possibilitou a utilização de novos materiais na construção de estruturas inovadoras. Umas e outros traduziam a capacidade de produção industrial do país e modificaram de forma significativa a imagem das cidades e a vida das populações. A utilização de materiais como o ferro fundido ou o cimento permitiram conceber de forma diversa construções e infra-estruturas urbanas e viárias e exigiram a intervenção crescente de engenheiros, a qual esteve na origem do debate sobre arquitectos e engenheiros e sobre o papel que cada um destes grupos profissionais devia ter na execução de obras públicas e privadas. Subjacente a este debate estava a ideia de que se a construção de edifícios pressupunha o domínio da estética, ela pressupunha também o domínio dos novos materiais e de novas técnicas construtivas, que com o avançar do século XIX assumiram uma maior importância nas escolas de formação dos engenheiros.[1] A "arquitectura do ferro" situou-se, como refere Karen Bowie, na encruzilhada de várias profissões em vias de constituição e definição: arquitecto e engenheiro, engenheiro de Estado (ou para o caso português, militar) e engenheiro civil (BOWIE, 1994: 203).

1. O desenvolvimento científico e tecnológico e a utilização de novos materiais e estruturas

Ao longo do século XIX foram vários os desenvolvimentos tecnológicos ligados com a metalurgia e a metalomecânica. Em 1830 Robert Stevens obteve vigas de ferro laminado, em 1837 surgiu o processo "Polonceau"

* Departamento de História-Universidade de Évora; Associação Portuguesa de Arquelogia Industrial.

[1] Sobre a importância crescente deste ensino na Escola de Pontes e Calçadas veja-se - PICON, 1992: 469-505.

para a construção de traves, em 1830 Nasmith inventou o martelo-pilão. O desenvolvimento da metalurgia, que permitiu a utilização sistemática do ferro fundido, material mais elástico e de maior resistência, dotou a indústria de novas capacidades produtivas.

Em Portugal a indústria metalúrgica e metalomecânica conheceu, sobretudo a partir de 1835-1855, um desenvolvimento assinalável (MATOS, 1998a: 83-100), em parte tributário dos engenheiros portugueses, que através da frequência de instituições de ensino estrangeiras,[2] como a "Escola de Pontes e Calçadas" de Paris ou das viagens de estudo que realizaram aos diferentes países europeus possibilitaram os avanços tecnológicos da produção de novos materiais e estruturas de forma industrial. Como exemplo refira-se a viagem que, em 1860, João Baptista Schiappa d'Azevedo realizou ao norte de Espanha com o intuito de estudar o tratamento directo do ferro.[3]

O domínio da "arte da metalurgia" permitiu mesmo ao engenheiro José Vitorino Damásio conceber um novo processo químico de fabricar *"ferro maleável ou tornar maleáveis os objectos de ferro coado"*, o qual esteve na origem da estabelecimento da Fundição do Bolhão (ALVES e VILELA, 1995: 47-49).

Na década de 1870 eram várias as fábricas metalomecânicas que fabricavam elementos de ferro destinados à construção civil, como era o caso de vigamentos, tectos, pavimentos ou grades, janelas e varandas. A fábrica "Tejo" encarregou-se da fabricação do pavimento e da cobertura das cocheiras da Casa Real e concorreu à adjudicação da cobertura em ferro da penitenciária de Lisboa. Parte da obra metálica do Jardim Botânico de Coimbra saiu das oficinas da "Fundição de Massarellos" e o Pavilhão das Exposições da Tapada da Ajuda, edificado em 1884, foi fabricado pela "Empresa Industrial Portuguesa", fábrica donde já haviam saído várias estruturas destinadas a estufas, mercados e pavilhões (FERREIRA, 1980: 20; SANTOS, A., 1996: 124-126).

Na década de 1880 a indústria metalúrgica e metalomecânica portuguesa continuava, contudo, a confrontar-se com a dificuldade em obter matérias-primas a preços competitivos, uma vez que grande parte do ferro trabalhado por estas empresas era importado e tributado com vários impostos. Por seu lado, a falta de mercado traduzia-se na impossibilidade de se especializarem num determinado tipo de produto e consequentemente na impossibilidade de os produzirem por valores concorrenciais com os das empresas estrangeiras que colocavam no mercado nacional material destinado às obras públicas e infra-estruturas viárias.[4] A falta de formação

[2] Muitos deles enviados por iniciativa do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria.
[3] A viagem de estudo que realizou na sequência de uma determinação de Serpa Pimentel deu origem à publicação *Estudos ácerca dos tratamentos directo e indirecto do ferro em Hespanha*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1872.
[4] Por esta razão no Inquérito Industrial de 1881 os industriais ligados a este ramo defenderam que nas grandes encomendas o Estado devia dar preferência às indústrias portuguesas.

dos operários dificultava a realização dos trabalhos que exigiam uma maior especialização.

Desde os finais do século XVIII que a fabricação do aço era conhecida, no entanto foi ao longo do século XIX que se assistiu ao desenvolvimento tecnológico da sua produção. Entre 1840 e 1850 foram realizados por laminagem os primeiros perfis de aço, em 1855 surgiu na Grã-Bretanha o processo Bessemer para a produção em massa de aço e dez anos depois o processo Martin, cuja aplicação na construção de pontes, como a Ponte de *Firth of Forth* na Escócia, data das duas últimas décadas do século passado. Graças ao desenvolvimento tecnológico que a produção de aço conhecera no início do século XX, este metal surgia como um substituto do ferro, facto que era referido pela revista *"A Construção Moderna" - o aço substitui o ferro e pelo melhor conhecimento das leis concernantes a ligas metálicas, revelado pela análise micrográfica, já se pensa na possibilidade de substituir a combinação do ferro e do carbono* (*A CONSTRUÇÃO MODERNA*, 1903: 21).

O surgimento do alumínio foi um exemplo de como a ciência dotou a indústria de novos recursos - *A ciência mostrou que da argila se podia tirar em quantidade inesgotável um metal que, pelas suas valiosas qualidades físicas e químicas, ocupa o meio termo entre os metais nobres e os metais vulgares; belo e inalterável como os primeiros, dúctil, maleável, tenaz e abundante como os segundos. A indústria trata hoje de o produzir barato para facilitar o seu emprego em utilidades das artes e da economia doméstica* (PIMENTEL, 1857: 99).

Em meados do século XIX o alumínio era elogiado como um novo metal [5] *"brilhante e branco como a prata, inalterável como ela, ou mais que ela, fusível a um fogo de forja, e mais que o cobre, leve como o vidro, sonoro como o cristal, dúctil, maleável e tenaz como os metais preciosos, finalmente um metal aplicável aos usos industriais, domésticos e artísticos"* (PIMENTEL, 1857: 87), que tinha a grande qualidade de não se alterar com os agentes atmosféricos. Esta qualidade permitia que o alumínio fosse utilizado na ornamentação exterior dos edifícios e construções artísticas em ornatos que produzissem o efeito da prata. A sua resistência à acção dos ácidos era um atributo que o tornava adequado para a fabricação de utensílios destinados ao uso doméstico.

No entanto, apesar de reconhecer e elogiar as vantagens do alumínio, o químico português J. M. de Oliveira Pimentel considerava que este metal nunca poderia *"desentronizar os metais nobres, e usurpar-lhes o lugar que eles ocupam na sociedade"*, e isto em grande parte porque as *"suas combinações naturais e artificiais são muitas, muito vulgares e de valor quase nulo. Que vale o barro, que vale a argila, em cuja composição ele entra pela quinta parte em peso?*

[5] Desde 1827 que Friedrich Wohler conseguira isolar o alumínio. Sobre os desenvolvimentos químicos ligados ao alumínio veja-se - BENSAUDE-VINCENT e STENGERS, 1993: 242-246.

(*ID.*, 89 e 91) O preço do alumínio não dependia da sua abundância ou escassez na natureza, mas dos custos da sua extracção e produção. Em meados do século XIX este metal, em pesos iguais, ainda era mais caro do que a prata e por isso procurou-se melhorar os processos da sua extracção e produção como forma de diminuir o seu preço. Com esse objectivo, em meados do século XIX, realizaram-se em França várias tentativas de produzir em escala industrial o alumínio. Um dos exemplos dessas tentativas é o conjunto de experiências levadas a cabo, em 1855, por Deville na fábrica de Javel, localizada em França, as quais foram patrocinadas pelo Imperador Napoleão III. No ano seguinte, uma sociedade que se tinha constituído em Rouen com o objectivo de produzir alumínio à escala industrial produziu grandes barras deste metal. No entanto, só cerca de trinta anos depois, quando a electricidade passou a ser produzida a um preço economicamente aceitável e o dínamo substituiu a pilha, o alumínio pôde ser produzido em maiores quantidades e só várias décadas depois a sua utilização foi integrada na construção civil.

Em 1817, no curso das experiências realizadas pelo francês Joseph Vicat, filho de um engenheiro e formado pela "Escola Politécnica", surge o cimento moderno, o cimento Vicat,[6] que utilizava como matéria-prima as margas, rochas de composição irregular em que predominavam a argila e o calcário que depois de fragmentadas eram calcinadas em fornos verticais. Em Portugal construíram-se, em 1866, fornos deste tipo em Alcântara, nos quais se utilizavam as margas de Setúbal e, em 1884, o mesmo tipo de fornos fora instalado na fábrica do Cabo Mondego, onde eram utilizadas as margas da Serra da Boa Viagem (GUERRA, 1995: 241; NEVES, 1908: 162). Na Exposição Universal de 1878 considerava-se que o cimento Vicat, que era fabricado em Grenoble, se distinguia pela sua homogeneidade perfeita e que *"depuis quelques années, le ciment Vicat s'est beaucoup répandu; on l'utilise pour daller des églises, des gares de chemins de fer, pour faire des trottoirs, des cuves à vin, des réservoirs, et surtout pour la construction des ponts et d'autres grands ouvrages d'art"* (LACROIX, 1878: 529). Dez anos depois anunciava-se na imprensa portuguesa a *Pozzolana dos Açores ou cimento hidráulico,* que era fornecido por Germano Serrão Arnaud, com casa comercial estabelecida no Cais do Sodré, como sendo um *"material aprovado por todos os engenheiros nacionais e estrangeiros, para obras hidráulicas, tais como aquedutos, canos, tanques, muralhas, poços, docas, cais, cais, etc"*. E para comprovar as qualidades deste cimento apontavam-se algumas das obras em que o mesmo tinha sido uti-

[6] Louis Vicat (1786-1861) baseando-se nas observações realizadas em Inglaterra por Wyalls, Parker e Smeaton, na Suécia por Bagge e m França por Chaptal, ultrapassou os trabalhos dos seus contemporâneos pela modificação das dosagens em que esses elementos entravam na composição do cimento, e em 1817 apresentou à Academia das Ciências o seu trabalho (CORONIO, dir., 1997: 88/90).

lizado: Arsenal da Marinha; obras da Cª das Águas e da Cª do Caminho de Ferro; Alfândega do Porto; barras da Figueira da Foz e de S. João da Foz; pontes em Abrantes e na Régua; aterro da Boavista em Lisboa; doca de Ponta Delgada em S. Miguel; encanamento do rio Alviela (*GAZETA*, 1888).

O desenvolvimento científico e tecnológico permitiu a fabricação do cimento artificial, no qual as margas naturais eram substituídas por uma composição feita de carbonato de cálcio (calcário), silicato de alumínio e ferro (argila) e outros componentes subsidiários em doses exactas. As experiências do inglês Joseph Aspdin deram origem ao cimento *Portland*, que em 1845 era já produzido em massa nos E. U.A. Na Exposição Universal de 1878, constava-se que "*la grande importance prise par le ciment Portland est un fait qui merite l'attention de tous les constructeurs. D'Angleterre, oú il a été inventé, et pendant longtemps gardé secret, l'usage de ce ciment s'est répandu sur le continent,grâce surtout aux chemins de fer et aux engeniers qui les ont construits*" (LACROIX, 1878: 528). Em 1893, anunciava-se num artigo sobre o cimento *Portland*, a construção pela firma "António Moreira Rato & Filhos" de uma fábrica em Alhandra, na qual foi montado, em 1894, o primeiro forno deste tipo de cimento (*A CONSTRUÇÃO*, 1893: 4-5). No entanto, o cimento *Portland* importado já era utilizado em Portugal, pelo menos desde a década de 1870 (RODRIGUES, 1998: 317).

O asfalto, conhecido desde os tempos antigos, foi recuperado no século XIX para novas utilizações. No entanto, o asfalto que se usava nas construções era diverso do utilizado na Antiguidade, o qual era retirado dos lagos e do Mar Morto, onde se acumulava nas bordas de água em estado pastoso endurecendo ao secar. No século XIX era utilizado um asfalto natural que se retirava de uma rocha impregnada dum betume viscoso, o malte, que exalava um cheiro a alcatrão, e um asfalto denominado de artificial que resultava da mistura de calcário com betume. Embora o asfalto artificial tivesse uma aparência semelhante ao natural a sua qualidade era inferior, pois desagregava-se com a exposição prolongada ao ar (SEGURADO, s/d: 235-236). Em 1848, os "Annaes da Sociedade Promotora da Indústria Nacional" referiam que as várias aplicações que se tinham feito em França tinham mostrado "*com toda a evidência a sua superioridade para a confecção de passeios das ruas, para o revestimento do chão das praças pública, dos passeios, e dos grandes reservatórios de água*" (*ANNAES DA SOCIEDADE PROMOTORA*, 1848: 45). Em Lisboa faziam-se, na altura, alguns ensaios para asfaltar as ruas. As qualidades deste material, que não se alterava pela acção da água e da humidade e que era facilmente moldável, justificavam as suas várias aplicações, até porque o fabrico de peças de asfalto exigia a utilização de uma menor quantidade de combustível do que as moldações do ferro. Estas razões tinham sido determinantes para a instalação em Portugal de duas fábricas, uma localizada em Lisboa e a outra no Porto, que em 1848 já produziam "*muitos objectos assaz notáveis,*

entre os quais se notam tubos para a água e telhas de uma forma e de uma dimensão muito vantajosas" (ID.: 48)

Aplicado no pavimento de ruas ou de estabelecimentos como os mercados e os matadouros, o asfalto assegurava uma mais fácil limpeza, garantindo as condições de salubridade, que se tinham tornado uma preocupação de médicos, higienistas e engenheiros.

Em meados do século XIX a utilização de peças de cantaria artificial para aplicação nas construções arquitectónicas tendia, pelo seu menor preço, a ser maior, razão porque algumas fábricas realizam este tipo de peças em grande escala, como era o caso da Fábrica "*Keramis*" localizada na Bélgica, que fabricara em grés cerâmico a balaustrada que coroava o teatro de Bruxelas. O crescente interesse pela produção de imitações de cantaria de mármore ou outras pedras duras realizadas em grés cerâmico ou gesso, foi o motivo das várias experiências que se realizaram com o intuito de melhorar e aumentar a resistência destes dois materiais. Assim, o Sr. Abate de Napóles desenvolveu um novo processo de hidratação das peças de gesso que aumentava a sua dureza e resistência, permitindo obter *"uma pedra artificial tão dura como o mármore e com os relevos e ornatos que os moldes lhe comunicam"* (*ANNAES DAS SCIENCIAS E LETTRAS*, 1857: 399), na qual se poderia introduzir veios de diversas cores imitando o mármore.

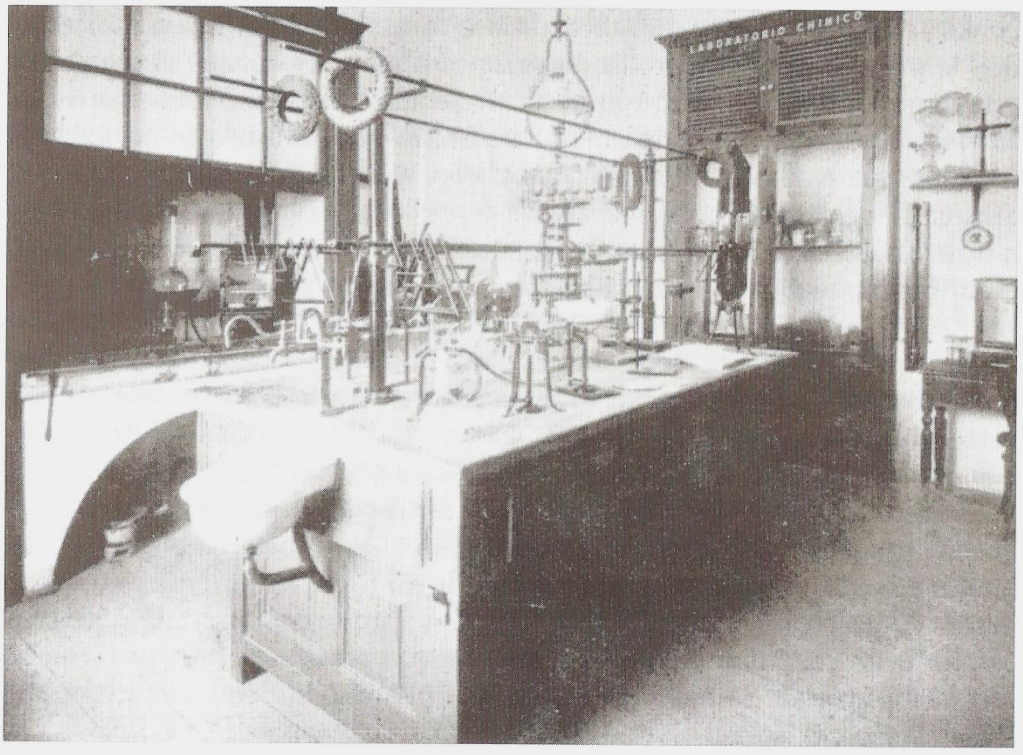

Fig. 1 – Laboratório Químico da Direcção de Estudos e Ensaios de Materiais. (NEVES, 1908)

Fig. 2 – Laboratório Químico da Direcção de Estudos e Ensaios de Materiais. (NEVES, 1908)

O conhecimento e aplicação de novos materiais esteve directamente ligado com os laboratórios de investigação química e mecânica onde se estudava e melhorava a composição desses materiais e se testava a sua resistência. Em Portugal, em 1887, criou-se por iniciativa de J. da P. Castanheira das Neves, engenheiro civil, uma secção de estudos de materiais, que por decreto de 24 de Novembro de 1898 foi transformada numa Direcção de estudos e ensaios de materiais oficiais e particulares, mediante um pagamento previamente estipulado. Ao longo dos anos que dirigiu a secção e depois a "Direcção dos Estudos e Ensaios de Materiais de Construção", Castanheira das Neves procurou dotar os seus laboratórios (físico, químico e mecânico) dos meios necessários para responder às solicitações de que a Direcção era alvo e prosseguir na investigação. Apesar de os laboratórios desta Direcção não poderem "*comparar-se às instituições similares de Madrid, Paris, Gros-Lichterfeldwest, etc., ainda assim, na sua modesta pequenez, obtiveram, na Exposição Universal de Paris em 1900, a medalha de ouro* (NEVES, 1908: 176). (FIGS.1-2)

2. Novos materiais e novas possibilidades de construção.

A utilização de novos materiais, como o ferro,[7] o cristal ou o cimento, criou novas técnicas construtivas e esteve associada a uma tipologia de construção específica, como as estações e as obras de arte associadas ao caminho-de-ferro, um novo tipo de fábricas, dos mercados e de outros equipamentos urbanos. Como em 1846 escrevia César Daly na *"Revue de l'Architecture et des Travaux Publiques" - Nous sommes arrivés à une époque qui demande encore plus de marchés publics, d'usines, d'entrepôts, de gares, des stations de chemin de fer etc., que d'arcs de triomphe et de temples élevés à la gloire. C'est dans ces constructions nouvelles qu'on a commencé à donner un grand développement à l'architecture en fonte dans les charpentes; la nécessité d'y satisfaire à des besoins nouveaux y a fréquentement conduit à l'adaptation de lignes, des formes et des proprotions qui ne se rencontrent pas dans l'alphabet architectonique* (cit. DAUMAS, 1980: 29). No seu início, a "arquitectura do ferro" esteve mais próxima dos engenheiros que dos arquitectos. Foram engenheiros quem primeiro compreendeu as alterações que os novos materiais provocavam na construção e tentaram definir a relação entre técnica construtiva e estética arquitectónica (SOBRINO, 1996: 136), dando origem a uma "arquitectura de engenheiros", em grande parte associada à arquitectura industrial, que teve como um dos seus principais momentos de expressão a construção da Torre Eiffel em 1889. No entanto, nalgumas escolas de formação dos engenheiros, como aconteceu com a "Escola de Pontes e Calçadas" de Paris, ao mesmo tempo que o ensino da construção (técnicas e materiais) ia assumindo uma importância crescente diminuía a importância do ensino da arquitectura. A apologia da funcionalidade dos edifícios, da sua adequação aos fins a que se destinavam remeteu a ornamentação arquitectural para um lugar secundário, chegando mesmo a ser considerada por muitos como supérflua. Bruyère[8] considerava que a beleza de um edifício residia na sua simetria, na sua execução e na sua adaptação ao uso para que era destinado (PICON, 1992: 529), ou seja na sua beleza funcional. Em 1910, J. A. Lux defendeu na sua obra sobre a arte do engenheiro que *"o que assegura acima de tudo a estas criações o direito a serem reconhecidas no plano estético é que elas são perfeitamente funcionais e úteis, são a expressão duma economia funcional extrema, duma disciplina intelectual rigorosa"* (cit.in *ARQUITECTURA DE ENGENHEIROS*, 1980)

---

[7] A utilização do ferro na arquitectura data de 1780, altura em que, em França, Souflot e Victor Louis construíram teatros à prova de fogo e em Inglaterra algumas fábricas recorreram a este material com objectivos semelhantes. Data, também do final do século XVIII a construção das primeiras pontes de ferro na Inglaterra - ponte de Coalbrookdale, projectada em 1777, e a ponte Sunderland (1793-1796).

[8] Entre 1822 e 1829 Bruyère publicou em Paris a obra *Etudes relatives à l'art des constructions.*

A intervenção dos engenheiros numa área normalmente associada aos arquitectos desencadeou o debate entre arquitectos e engenheiros, que marcou grande parte do século XIX e que opôs a defesa da precedência da forma sobre a matéria, defendida pelos arquitectos, ao discurso dos engenheiros, que afirmavam a precedência dos materiais e das técnicas. Este debate concluiu-se, como refere Francastel, com a inserção da técnica na vida das artes (FRANCASTEL, s/d).

Em Portugal a polémica entre arquitectos e engenheiros [9] prolongou-se até ao final do século XIX e só no início da centúria seguinte a criação do "Instituto Superior Técnico" e a *era do betão* impuseram, como refere António Santos, regras de "convivência" e permitiram que o espaço de intervenção de cada grupo profissional fosse mais claramente definido. [10]

A maioria dos arquitectos da primeira metade de Oitocentos recorriam ao ferro de maneira secundária e a utilização deste material era escondida pelo seu revestimento com pedra ou gesso. No entanto, alguns arquitectos defenderam a utilização do ferro como elemento arquitectónico e conceberam obras em que o carácter estético foi determinado pelo ferro. Foi o caso de Henri Labrouste, autor do projecto da "Biblioteca de Ste. Geneviève" de Paris, construída entre 1843 e 1850, ou o caso de J. B. Bunning que, entre 1846 e 1849, construiu a "Bolsa de Carvão" de Londres. Por seu lado, o arquitecto Emanuel Viollet-le-Duc defendeu, na sua obra *Entretiens*, publicada entre 1863 e 1872, o carácter funcional da arquitectura, a afirmação dos vários materiais - *a pedra apareça como pedra, ferro como ferro e madeira como madeira* - e a utilização do ferro para a utilização em armações de nervuras em abóbada e em estruturas visíveis mesmo no exterior dos edifícios. Viollet-le-Duc reconhecia que a arquitectura de Oitocentos era tributária do desenvolvimento económico, científico e tecnológico, considerando que a arquitectura pertencia *"quase tanto à ciência quanto à arte"* (PEVSNER, 1996: 16).

A apologia da utilização do ferro como elemento dominante nas construções esteve, no entanto, muito mais associada aos engenheiros do que aos arquitectos. A maioria dos exemplares da arquitectura do ferro como as gares, as fábricas ou os Palácios de Cristal, foram obra de engenheiros. O engenheiro-arquitecto Reynaud [11] defendia que na construção das gares de caminho-de-ferro não era a pedra que devia ser o elemento predominante, mas sim o ferro. Como em 1850 escreveu no seu *"Traité d'Architecture"* -

---

[9] Esta polémica esteve também associada à maior intervenção que os engenheiros passaram a ter na organização do espaço, na construção civil e na implementação de infraestruturas das cidades. Sobre o assunto, veja-se – BARATA-MOURA, 1996; MATOS, 1998b.

[10] Embora os resquícios da polémica se mantivessem nos anos 30 e 40 do século XX (SANTOS, A., 1996: 111-113).

[11] Engenheiro de formação, Léonce Reynaud ensinou durante cerca de trinta anos arquitectura na Escola Politécnica.

C'est le fer qui constitue les nouvelles voies et une place convenable doit lui être réservée dans les édifices qu'elles font élever. Elles semble appelés à glorifier en quelque sorte cette précieuse matière dont l'industrie vient de doter l'architecture (BOWIE, 1994: 205). O historiador de arquitectura François Loyer considera mesmo que mais do que a fábrica, a gare é o símbolo da arquitectura industrial, justificando a sua importância por duas razões essenciais: era um local de exibição das máquinas junto do grande público; foram as construções em que os novos materiais produzidos pela indústria foram aplicados (LOYER, 1983: 58). (FIGS.3-4)

A "arquitectura do ferro", muitas vezes carregada de imaginário e funcionando como uma forma de simbolizar o progresso industrial e anunciar um mundo melhor, despertou grande interesse entre os politécnicos franceses defensores do *Saint Simonismo* e muitas das obras de "arquitectura de ferro" foram da sua autoria. Refiram-se a *"gare du Nord"* parisiense, construída, em 1846, por Léonce Reynaud, o "Palácio da Indústria" da Exposição Universal de 1855, obra do engenheiro civil Alexis Barrault que trabalhava com Cendrier, ou os Palácios construídos para as exposições posteriores (BOWIE, 1994: 203-211).

As exposições nacionais, internacionais ou universais foram motivo para a construção de edifícios característicos da "arquitectura do ferro" - os

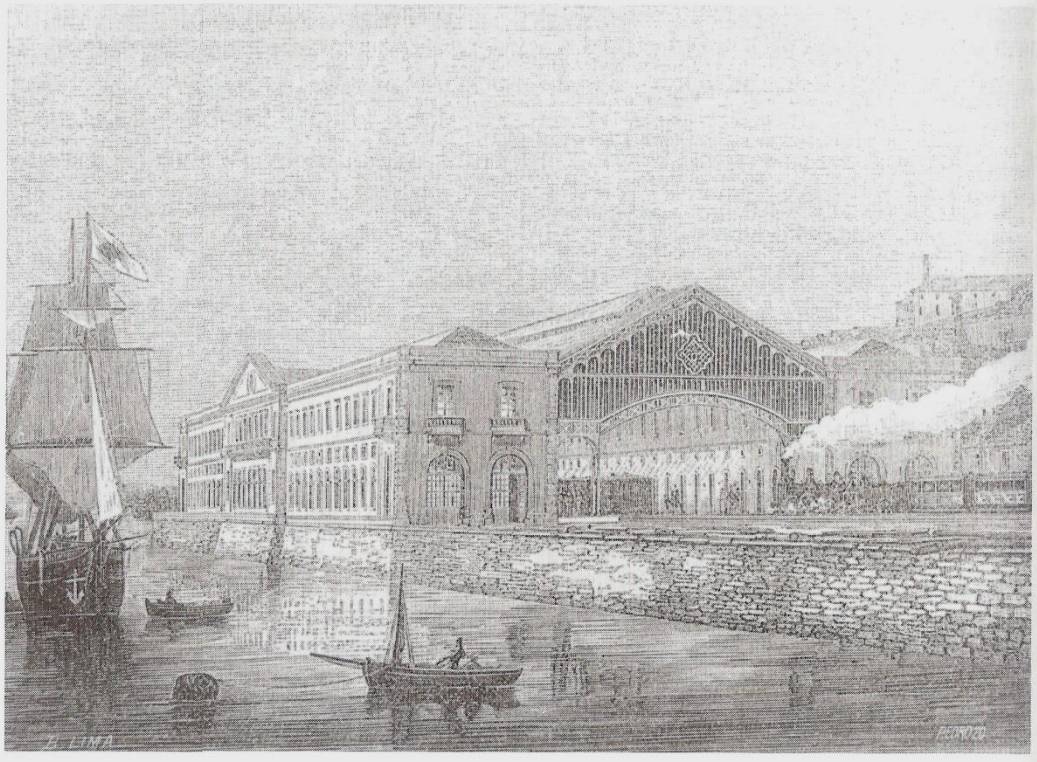

Fig. 3 – Estação Principal do Caminho de Ferro de Norte e Leste.
(Desenho de B. Lima – Gravura de Pedrozo)

Fig. 4 – Estação de S. Bento. Arquivo Fotográfico C.O.A.I.

"Palácios de Cristal", nos quais se verificava a associação de vidro e ferro. (FIG.5) Algumas destas construções tiveram um carácter efémero, como aconteceu com o Palácio da Exposição Universal de Paris de 1867, outras foram construídas com um carácter de pré-fabricação associado à ideia de puderem ser desmontadas e reedificadas noutro local, como aconteceu com o "Palácio de Cristal" da Exposição Universal de Londres de 1851, posteriormente transferido para Sydenham, localizado nos arredores de Londres. Concebidas como espaços de divulgação de novos avanços da ciência, da tecnologia e da indústria, as exposições universais e internacionais foram também um espaço de afirmação de novos materiais. A Torre Eiffel e a construção da "Halle des Machines" para a Exposição Internacional de Paris de 1889, da autoria do

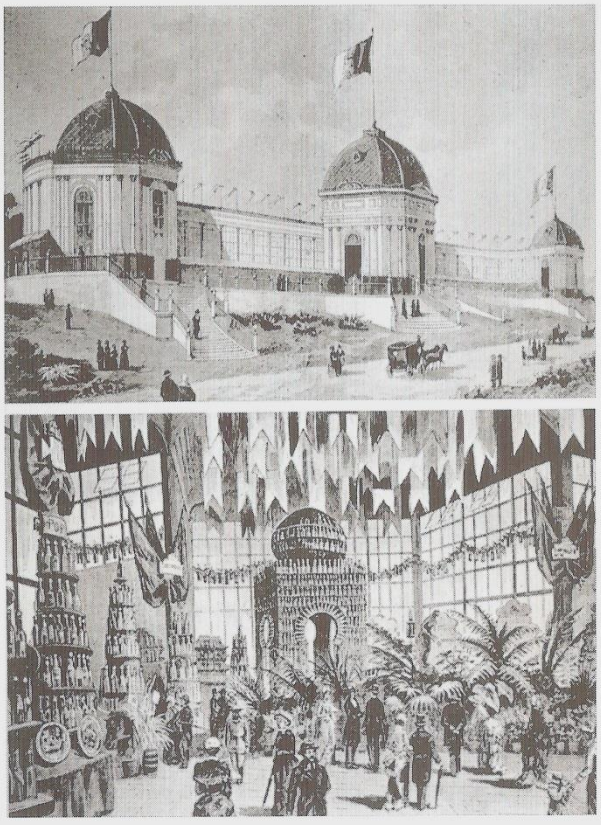

Fig. 5 – Pavilhão de Exposições da Ajuda, 1884

engenheiro francês V. Contamin que contou com a colaboração do arquitecto Dutert, foram um momento crucial para a afirmação do ferro e do aço na construção moderna, pela demonstração das suas múltiplas possibilidades construtivas. O triunfo da "arquitectura do ferro" na Exposição de Paris teve como consequência a maior afirmação dos engenheiros.

A utilização de novos materiais como o ferro ou o cimento na arquitectura não foi pacificamente aceite. Por isso, numa primeira fase a legitimação e reconhecimento dos novos materiais como elementos de arte arquitectónica fez-se pela sua articulação com formas arquitectónicas de épocas passadas.[12] Só numa segunda fase os novos materiais encontraram um estilo próprio. Assim, em muitas instalações fabris as entradas eram encaimadas por frontispícios, ameias ou outros elementos decorativos das fachadas, noutras surgiam estátuas ou outros elementos decorativos associados à actividade industrial, noutras ainda a utilização do ferro na fachada era associada a outros materiais de forma a obter-se um efeito decorativo (DAUMAS, 1980: 304-308), como foi o caso, por exemplo, das fachadas da "Fábrica de Chocolates Menier". Por seu lado, muitas das colunas de ferro que serviam de suporte aos edifícios, fabris ou não, assumiam a forma de colunas jónicas ou dóricas. (FIG.6) A construção em ferro do Palácio da Indústria de 1855, por exemplo, assumiu a volumetria de uma basílica e a "Gare de Saint-Pancras", de dimensões impressionantes, que foi construída em Londres em 1868/9 era inspirada no estilo gótico italiano. O estilo gótico esteve também associado a várias outras construções como foi o caso da Biblioteca de Paris (LOYER, 1983: 75-76).

Fig. 6 – Coluna de ferro. Estação de S. Bento. Arquivo Fotográfico C.O.A.I.

[12] Como refere Louis Bergeron - "Dans certaines pays tels que la Grande-Bretagne, la Belgique, l'Allemagne, où la culture de l'ingénieur s'est de bonne heure affirmée en face de celle de l'architecte, le recours à l'alliance des lieux du travaux industriel avec les typologies nationales traditionelles de l'architecture exprime comme volonté de glorification des valeurs industrielles, d'incorporation de celles-ci au patrimoine traditionnel. L'usine-château fort ou l'usine-cathédral devient alors un modèle pour la grande filature, la grande minoterie, la grande brasserie ou encore pour l'exploitation minière" (BERGERON, 1998: 33).

A associação da utilização do ferro com o estilo gótico foi, para além das razões culturais que lhe estiveram associadas, um questão técnica. Como refere Bruno Zevi – *"A estrutura gótica com armadura, isto é com pesos e resistências concentradas sobre membros separados, era extremamente parecida à adoptada pelos engenheiros nas suas construções em ferro e depois em cimento armado"* (ZEVI, 1970: 79). Pelas suas características e resistência o ferro permitiu diminuir e eliminar paredes que serviam de suporte e deu maior continuidade espacial entre o interior e exterior do edifício, a qual foi valorizada pela utilização do vidro.

Em Portugal uma das primeiras utilizações do ferro na construção data de 1846/48, altura em que foi construído, em Alcântara, um edifício de grandes dimensões com quatro pisos para instalar a fábrica de "Companhia de Fiação e Tecidos Lisbonense".[13] Neste edifício, construído a partir de um projecto do arquitecto João Pires da Fonte, o ferro foi utilizado como material de construção e suporte dos pisos.[14]

A "arquitectura do ferro" portuguesa foi marcada pela construção de viadutos, como o de Xabregas (1854), pontes como a de D. Luís em Santarém(1876), a Ponte de D. Maria Pia no Porto (1876) e a Ponte de D. Luís I do Porto (1888), mercados como o Mercado Ferreira Borges do Porto (1885) e o Mercado da Figueira em Lisboa (1885), estações como a Estação e Túnel do Rossio (1890) e a Estação de S. Bento no Porto (1901), o Palácio da Bolsa do Porto (1891), ou casas comerciais como os Armazéns do Grandella em Lisboa (1891).[15]

A construção mais emblemática foi, talvez, o "Palácio de Cristal" do Porto construído para a Exposição Internacional de 1865. Como em 1890 referiu o Conde Samodães – *"A construção desse edifício obedeceu a preceitos novos: a exclusão de todos os materiais húmidos, a ligeireza das armações, a maior claridade e a relativa incombustibilidade"* (CONDE SAMODÃES, 1890: 13). Apesar da modernidade da construção, procurou dar-se-lhe monumentalidade com a inclusão de dois torreões de traça medieval (SANTOS, J., 1988: 274-275). Aliás, na construção do Palácio de Cristal do Porto a preocupação estética predominou sobre a da funcionalidade, e talvez essa tenha sido uma das razões pelas quais este espaço continuou a ser, apesar das dificuldades financeiras com que se debateu a sociedade sua proprietária, um "ex-libris" da cidade e um espaço de lazer da população da cidade (ALVES, 1998: 171-172).

---

[13] No Campo Grande Aniceto Ventura Rodrigues construiu em 1840 uma fábrica em que o ferro era já utilizado na construção (SANTOS, A., 1996: 223-228).

[14] Sobre esta fábrica veja-se CUSTÓDIO, 1994: 376-378 e SANTOS, A., 1996: 207-257.

[15] Sobre a arquitectura do ferro no Porto veja-se, entre outros - SANTOS, J., 1988; CABAÇA e LOPES, 1996; CRUZ, 1997.

A "arquitectura do ferro" foi também uma forma de proclamar o poder da indústria e dos seus promotores. Como refere José-Augusto França - *"Que maior entendimento do desenvolvimento industrial do Porto pode haver do que aquele que se leia na construção metálica do Palácio de Cristal, com o seu <Progredir> inscrito na fachada?"* (FRANÇA, 1979: 15)

As políticas urbanísticas do século XIX estiveram associadas à criação de uma série de equipamentos e infraestruturas ligadas com a preocupação de higiene e bem estar das populações. Os mercados, matadouros, depósitos de água e canalizações utilizaram os novos materiais que o desenvolvimento científico, tecnológico e industrial pusera à disposição das sociedades.

Com o avançar do século XIX a construção dos equipamentos urbanos, mercados, matadouros ou gares, assumiram cada vez mais o seu carácter utilitário.[16] Nestes equipamentos colectivos o ferro surgiu como elemento construtivo de grande significado, (FIG.7) como aconteceu com o Mercado da Ribeira, com o Mercado da Praça da Figueira ou com o Matadouro da Cruz de Taboado edificados em Lisboa na segunda metade do século XIX (BARATA-MOURA, 1996: 190-197). No mercado (CARRETEIRO, 1997) e no matadouro, que nas últimas décadas do século passado foram construídos em Évora, o ferro foi utilizado como elemento de suporte e cobertura.[17]

A importância crescente do lazer e da usufruição dos espaços públicos motivam a construção de equipamentos urbanos como os coretos, os quiosques, as fontes, os bancos de jardim, os candeeiros de iluminação ou a estatuária de embelezamento dos espaços públicos. Construídos em ferro fundido, material que a partir de 1830 teve uma utilização mais sistemática na fabricação e ornamentação do mobiliário urbano, estes equipamentos passaram a marcar o espaço das cidades. Nos jardins, que assumiram uma importância crescente na cidade Oitocentista, foram surgindo *"pavilhões de encantamento"* - estufas frias ou quentes, teatros, circos, cafés-concerto, palácios de exposições[18] - construídos em ferro e vidro, materiais que lhes dava uma aparência de intemporalidade. As fontes e candeeiros distribuídos pelas ruas e jardins das cidades eram o complemento da implementação das infraestruturas urbanas. Urinóis públicos, chafarizes e bancos respondiam às necessidades de higiene e bem-estar que marcaram a sociedade de Oitocentos. Os quiosques de venda de jornais e publicidade corresponderam ao aumento crescente da leitura (LOYER, 1983: 154). A multiplicidade de mobiliário urbano existente na altura é visível nos catálogos das fábricas de

[16] Esta evolução *c'est la liquidation définitive de l'heritage de l'ingenieur-artiste* (PICON, 1992: 576).

[17] Para este matadouro existiram dois projectos um datado de 1899 da autoria de António Manuel Pereira e outro datado de 1904 (PEREIRA, 1999).

[18] Sobre este tipo de construções que no século XIX surgiram nos jardins de Madrid, veja-se ARIZA, 1988: 183- 218.

Fig. 7 – Mercado Vinte e Quatro de Julho inaugurado em 1 de Janeiro de 1882. (Desenho de António Ramalho – Gravura de Alberto)

fundição de ferro.[19] A publicação destes catálogos facilitou a transferência de uns países para os outros de mobiliário urbano ou elementos decorativos a integrar na arquitectura, até porque cada país tinha a sua própria especialização na fabricação destes produtos.

As lojas e os armazéns, que na sequência do desenvolvimento económico e comercial foram surgindo nos diferentes espaços urbanos, muitas vezes incorporavam no seu interior e nas suas fachadas elementos decorativos de ferro. Por vezes, a utilização do ferro assumia uma importância significativa chegando mesmo a revestir a quase totalidade da fachada (FIG.8).

As características construtivas do ferro fizeram com que este material estivesse associado à construção de pontes e viadutos, que para alguns engenheiros portugueses representavam o progresso e a forma de solucionar os problemas de trânsito, que no final do século XIX já afectavam as grandes cidades como era o caso de Lisboa. O engenheiro Miguel Correia Paes defendia a ligação das várias colinas da cidade através da construção de gran-

[19] Um do mais antigos catálogos que se conhece é o da Casa Calla de Paris datado de 1841. Um dos maiores repertórios destes catálogos foi publicado pela fundição Val d'Osne em 1890. Organizado em fascículos em função da sua especialidade este catálogo possuia 40.000 referências (CIVERA, 1984: 35-36).

Fig. 8 – Fachada da Ourivesaria Reis, no Porto, proveniente da Fundição de Massarelos. Arquivo da Companhia Aliança.

des viadutos metálicos, os quais se integravam numa "*ideia de cidade ficcionada, movida pela exigência da velocidade e por uma estética de transparência e sobreposição*" (SILVA, 1994: 64). Este engenheiro não foi, no entanto, o único a apresentar propostas de construção de viadutos metálicos e na década de 1880 entraram na Câmara Municipal de Lisboa vários projectos de construção deste tipo de estruturas metálicas (BARATA-MOURA, 1996: 170-172).

Na primeira fase da utilização do cimento armado este surgiu muitas vezes associado a um estilo codificado anteriormente,[20] encontrando depois na construção de unidades fabris e nos silos uma tipologia construtiva específica deste tipo de material, que teve a sua primeira expressão nos Estados Unidos da América. Ernest L. Ransome, nascido numa família de fundidores de ferro e engenheiros ingleses, foi um dos pioneiros da utilização do cimento no final do século XIX e a ele se devem muitas das primeiras fábricas de cimento construídas na América (BANHAM, 1989: 38). A construção de silos de cereal, que correspondeu à produção agrícola de grandes dimensões virada para um consumo interno crescente e para a exportação, chegaram a ser comparadas por Erich Mendelson às obras dos antigos egípcios e levaram Corbusier a afirmar que "*los ingenieros americanos abruman con sus cálculos a nuestra ya acabada Arquitectura*" (SOBRINO, 1996: 136). No final do século XIX o betão armado conheceu uma utilização crescente na ornamentação. Na Exposição Universal de 1900 "*já o betão armado reclama o direito de substituir*

[20] Exemplo de grande significado na arquitectura industrial espanhola da síntese entre este novo material e o estilo clássico é a Fábrica Uralita, antiga Roviralta e Companhia S.A., formada por vinte e dois edifícios, construidos entre 1907 e 1934, que imitavam templos gregos de ordem jónica (SOBRINO, 1996: 135).

as cantarias bem mais vistosas e ultimamente em Dusseldorf demonstra-se o partido artístico que dele se pode tirar" (*A CONSTRUÇÃO MODERNA*, 1903: 21).

Em Portugal as primeiras patentes referentes à construção em betão armado foram atribuídas a Cottancin (1892) e a François Hennebique (1896), mas cedo surgiram outros construtores interessados na exploração industrial deste novo material.[21] Entre as primeiras obras construídas com este novo material contam-se a Fábrica do Caramujo (1897), localizada em Almada e a ponte sobre a ribeira do Vale de Meões em Mirandela (1904) que tinha um vão de 19 metros.

3. A cidade como arquivo do passado

A forma como se desenvolveram as cidades de acordo com as políticas urbanísticas determinaram-lhes uma feição própria em que se inscrevem preocupações de ordem económica, social e higienista. O desenvolvimento industrial e tecnológico traduziu-se em construções específicas de cada época. Por isso cada cidade é através do seu património um arquivo do passado que pode ser entendido como um museu vivo em constante mutação. Neste sentido, Miriam Levin abordou a cidade de Paris como um museu técnico, baseando a sua análise na Exposição Universal de 1889 e na decoração das ruas da cidade com anúncios que glorificavam as novas técnicas (LEVIN, 1992: 79-85). Para Levin, na altura da Exposição de 1889 – *"L'idée d'utiliser la ville comme un musée technique arrivait à maturité à un moment où le gouvernement républicaine songait à organizer une exposition universelle des arts et de l'industrie au Champs-de-Mars et à décorer l'espace urbain d'affiches en couleur vantant la consommation des nouvelles techiques"* (LEVIN, 1992: 83). No fundo, aquilo que é proposto é que vários espaços da cidade sejam dinamizados numa lógica coerente que os integre e que ao mesmo tempo que remete para as evoluções técnicas do passado sensibilize a população para os progressos da ciência e da tecnologia.

A defesa e valorização do património urbano Oitocentista é tributária do alargamento do conceito de património que passou a incluir novos objectos como as fábricas ou as infraestruturas viárias e urbanas. Na sequência desta nova atitude, *"a obra do engenheiro durante anos desconhecida, transforma-se num momento histórico, reconhecido enfim como pertencendo ao património cultural da Nação"* (*ARQUITECTURA DE ENGENHEIROS*, 1980).

Valorizado no passado como um arquivo da história das sociedades de épocas anteriores, hoje *"le patrimoine architectural et urbain avec ses conduits conservatoires qui lui font cortège, peut être déchiffré como une allégorie de l'homme*

---

[21] Segundo António Santos a data de 1898 foi um ponto de charneira no desenvolvimento da nova técnica construtiva no nosso país e da concorrência entre os dois grandes construtores franceses - Hennebique e Cottancin (SANTOS, 1996: 180).

à l'aube du XXe siècle: incertain de la direction où l'orientent la science et la technique, à la recherche d'un chemin où elles puissent le délivrer de l'espace et du temps pour autrement et mieux le laisser s'y investir" (CHOAY, 1999: 198).

Bibliografia

A CONSTRUÇÃO MODERNA. Revista Illustrada, Lisboa, IV, 87 (20/2/1903).

A CONSTRUÇÃO. Orgão dos Mestres de Construção Civil, Lisboa, 1893.

ALVES, Jorge F.; VILELA, José L. - *José Vitorino Damásio e a Telegrafia Eléctrica em Portugal*. Lisboa: 1995.

ALVES, Jorge F. - As Exposições Industriais no Porto Oitocentista. In MOURÃO, J.A.; MATOS, Ana Maria C.; GUEDES, Maria E. (ed.) - *O Mundo Ibero-Americano nas Grandes Exposições*. Lisboa: Vega, 1998, p. 165-175.

ANNAES DA SOCIEDADE PROMOTORA DA INDUSTRIA NACIONAL, Lisboa, 1848.

ANNAES DAS SCIENCIAS E LETTRAS, Lisboa, 1857.

ARIZA, Carmen - *Los Jardines de Madrid en el Siglo XIX*. Madrid: Avapiés, 1988.

ARQUITECTURA DE ENGENHEIROS. SÉCULOS XIX E XX. (Paris, Centre de Création Industrielle- Centre George Pompidou, 1978-79), Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980. Vol. 1.

BANHAM, Reyner - *La Atlantida de Hormigón*. Madrid: Nerea, 1989.

BARATA-MOURA, Maria H. L. - *Os Engenheiros em Lisboa, Urbanismo e Arquitectura*. Lisboa: Universidade Nova. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 1996. Dissertação de Mestrado em História da Arte.

BENSAUDE-VINCENT, Bernardette; STENGERS, Isabelle - *Histoire de la Chimie*. Paris: La Decouvert, 1993.

BERGERON, Louis - La Place du Patrimoine Industriel dans la Culture Occidentale Aujourd'hui. In *Estudios de Historia de las Técnicas, la Arqueologia Industrial y las Ciencias. VI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas*. Segovia: Junta de Castilla y León, 1998. Vol. I, p. 31-36.

BOWIE, Karen - Les Polytechniciens et l'Architecture Metallique. In BELHOSTE, Bruno; MASSON, Francine; PICON, Antoine - *Le Paris des Polytechniciens. Des Ingénieurs dans la Ville. 1794-1994*. Paris, 1994. p. 203-209.

CABAÇA, Angela M.; LOPES, Isabel O. - *A Arquitectura do Ferro no Porto. Cadernos Pedagógicos-Didácticos*. Lisboa: APH, 1996.

CARRETEIRO, Rui M. - *O Mercado 1º de Maio da Cidade de Évora- Fundamentos e Significados de uma Estrutura Contemporânea*. Évora: Universidade de Évora, 1997. Trabalho realizado para a disciplina de Materiais e Estruturas Modernas e Contemporâneas do Curso de História-Património Cultural.

CHOAY, Françoise - *L'Allégorie du Patrimoine*. Paris: Seuil, 1999.

CIVERA, Immaculada A. - *El orden industrial en la ciudad. Valencia en la segunda mitad del siglo XIX*. Valencia: Deputació de Valéncia, 1984.

CONDE SAMODÃES - *O Palácio de Crystal Portuense, 1865-1890*. Porto: Tip. Central, 1890.

CORONIO, Guy (dir) - *250 ans de l'École des Ponts en cent portaits*. Paris: Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1997.

CRUZ, Paulo J. S. - *A Arte do Ferro*. Lisboa: Asa, 1997.

CUSTÓDIO, Jorge - Fábrica de Fiação e Tecidos de Algodão de Santo Amaro. In SANTANA, Francisco; SUCENA, Eduardo - *Dicionário da História de Lisboa*. Lisboa, 1994. p. 376-378.

D'AZEVEDO, João B. S. - *Estudos ácerca dos tratamentos directo e indirecto do ferro em Hespanha*. Lisboa: Imprensa Nacional, 1872.

DAUMAS, Maurice - *L'Archéologie Industrielle en France*. Paris: Robert Laffont, 1980.

FERREIRA, Carlos A. - *Tapada da Ajuda. O Palácio de Exposições*. Lisboa: Passado Presente, 1987.

FRANÇA, José- Augusto - Perspectiva Artística da História do Século XIX Português. In *O Século XIX em Portugal*. Lisboa: E. Presença/FCG, 1979. p. 9-27.

FRANCASTEL, Pierre - *Arte e Técnica nos Séculos XIX e XX*. Lisboa: Ed. Livros do Brasil, s/d.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO DE PORTUGAL E HESPANHA, Lisboa, 1888.

GUERRA, Franklin - *História da Engenharia em Portugal*. Porto, 1995.

LACROIX, E. - *L'Exposition de 1878. Annales et Archives de l'Industrie au XIXe siècle*. Paris: Librairie Scientifique, Industrielle et Agricole, 1878. Tomo I.

LEVIN, Miriam - La Ville: un Musée Technique. In SCHROEDER-GUDEHUS, Brigitte - *La Société Industrielle et ses Musées. Demande Sociale et Choix Politiques, 1890-1990*. Ed.Archives Contemporaines, 1992. p.79-85.

LOYER, François - *Le Siècle de l'Industrie*. Paris: Ed. Skira, 1983.

MATOS, Ana Maria C. - A Indústria Metalúrgica e Metalomecânica em Lisboa e no Porto na Segunda Metade do Século XIX. In *Arqueologia & Indústria*. Lisboa, 1 (1998) 83-100.

MATOS, Ana Maria C. - *O Papel dos "Homens de Ciência" e dos Engenheiros na Construção das Cidades Contemporâneas. O Caso de Lisboa. Paper* apresentado ao "XVIII Encontro da Associação Portuguesa de História Económica e Social". Lisboa, 1998.

NEVES, J. da P. Castanheira das - Breve noticia sobre alguns materiais de construção, não metálicos, nacionaes. In *Notas sobre Portugal. Exposição Nacional do Rio de Janeiro em 1908. Secção Portuguesa*. Lisboa: Imprensa Nacional, 1908. p. 161-180. Vol. I.

PEREIRA, João - *A Arquitectura do Ferro em Évora. 1890-1912*. Évora: Universidade de Évora, 1999. Trabalho realizado para o Seminário de Reabilitação e Valorização do Património Cultural do Curso de História-Património Cultural.

PEVSNER, Nikolaus - *Origens da Arquitetura Moderna e do Design*. S. Paulo: Martins Fontes, 1996.

PICON, Antoine - *L'Invention de l'Ingènieur Moderne. L'École des Ponts et Chaussées 1747-1851*. Paris: Presses de l'École National des Ponts et Chausées, 1992.

PIMENTEL, J. M. Oliveira - O Aluminio. In *Annaes das Sciencias e Lettras*. Lisboa, 1857.

RODRIGUES, Manuel F. - A Construção Civil em Aveiro, 1860-1930. Notas para a sua Compreensão Histórica. In ALVES, Jorge F.(coord.) - *A Indústria Portuense em Perspectiva Histórica*. Porto: CLC-FLUP, 1998. p. 303-342.

SANTOS, António M. A. - *Para o Estudo da Arquitectura Industrial na Região de Lisboa (1846-1918)*, Lisboa: Universidade Nova. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. 1996. Dissertação de Mestrado em História da Arte.

SANTOS, José C. - *O Palácio de Cristal e a Arquitectura do Ferro no Porto em Meados do Século XIX*. Porto: Fundação Eng. António de Almeida, 1988.

SEGURADO, João E. S. - *Materiais de Construção*. Lisboa, s/d (3ª ed.).

SILVA, Raquel H. - Urbanismo: Caminhos e Planos. In *Lisboa em Movimento. 1850-1920*. Lisboa: Ed. Lisboa94/ Livros Horizonte, 1994. p. 41-79.

SOBRINO, Julian - *Arquitectura Industrial en España, 1830-1990*. Madrid: Ed. Cátedra S.A., 1996.

ZEVI, Bruno - *História da Arquitectura Moderna*. Lisboa: Arcádia, 1970