



Prof. Marco Pádua

A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL *Inovando com a pedra artificial*

"... um barco, um jardineiro e um advogado"

A Revolução Industrial foi um processo de reformulação da sociedade ocorrida na Europa a partir do séc. XVIII, trazendo diversas inovações e atingindo vários de seus setores. Até então tudo era produzido artesanalmente. As ferramentas, os utensílios em geral, vestuários, calçados, enfim tudo o que era consumido individualmente. Os povoados ou grandes aglomerações produziam e consumiam internamente no seu domicílio. O comércio era muito restrito e as trocas de mercadorias ou informações eram apenas pontuais e limitadas. As cidades eram autossuficientes porém isoladas.

() O conceito de industrialização surge nesta época, ou seja, a produção de mercadorias passa a ser em maior volume, visando não só o consumo próprio como também o comércio. Os cidadãos que possuíam habilidades semelhantes se associavam com o objetivo de aumentar a produção. Todos os setores da sociedade foram beneficiados havendo um aumento significativo na qualidade de vida dos cidadãos. Nesta época surgem as grandes invenções e para proteção de seus autores são criados também, as patentes. Quem quisesse explorar comercialmente essas novas metodologias deveriam pagar uma espécie de aluguel chamado de "royalties".

() Dentre essas inovações surge um processo industrial prático, permitindo a produção do ferro em larga escala a partir do carvão mineral, iniciado por Abraham Darby, na Inglaterra em 1.709. O ferro já conhecido e utilizado de forma artesanal desde os primórdios da civilização, agora é produzido em grande quantidade e obedecendo uma padronização. () Este novo produto vai alimentar um processo inovador na construção de um bem comum de extrema utilidade: as pontes. Até então a madeira ou a pedra reinavam neste campo, porém o ferro traz ao processo, versatilidade e rapidez.

() Outro processo industrial, já no sec. XIX, desenvolvido na Escócia por Joseph Aspdin em 1.824 produz artificialmente a "pedra de Portland", permitindo através das máquinas, a conquista de novos limites para a produção intelectual. A capacidade criativa do Homem passa a imprimir ao seu ambiente de trabalho um maior desenvolvimento industrial e tecnológico. Este novo comportamento exige que o Homem consiga utilizar e beneficiar-se desse ambiente para o trabalho e seu enriquecimento. () Este novo material, agora conhecido como cimento, na época era chamado de "pedra artificial" devido ao processo de endurecimento com a adição de água. Até então só se conhecia a pedra natural e este novo produto deveria causar extrema curiosidade e admiração na época.

Para mostrar a utilidade dessas criações é necessário algo grandioso, gerando repercussão e que atinja uma faixa significativa da população. Surgem então, as Feiras Internacionais de Exposição.

Os materiais usados nas edificações se resumiam na pedra natural e nos tijolos, complementada pela madeira. Os sistemas construtivos ainda eram os mesmos iniciados pelos Romanos, ou seja, argamassados com cal pozolana. Os arcos e as cúpulas também dominavam com algum ganho, como o estilo gótico, caracterizando a Arquitetura Sacra. A partir daí desenvolvem-se as máquinas, permitindo ao Homem dar asas à imaginação.

A disponibilidade de barras de ferro, uma inovação até então desconhecida, gradativamente substitui as convencionais construções maciças de alvenaria pelas estruturas "leves e transparentes". Substituição esta, gerando muita polêmica inclusive com dramático protesto assinado pelos representantes da mais fina intelectualidade francesa. () Ocasão esta, da construção da Torre Eiffel, monumento expressivo da Exposição Internacional de 1.889. Mesmo apresentando algumas deficiências em relação à alvenaria como durabilidade, conservação, aspecto e textura, o ferro se impôs como consequência natural da Revolução Industrial. () Por outro lado, as vantagens eram tais que não havia como deter sua expansão: economia e padronização proporcionada pela pré-fabricação. Pela aplicação em grandes vãos e grande capacidade de carga, complementada por grande rapidez de execução. Seu uso ganha tal proporção que as antigas construções são gradualmente substituídas pelo novo material. A partir daí as estruturas passam a receber elementos de ferro, ampliando os espaços e dando-lhes um aspecto mais leve. () Vigas e pilares de ferro são interligados por rebites ou parafusos e os fechamentos ou divisórias são executados em chapa metálica. Outro benefício advindo com o novo processo está na maior altura da edificação. Se antes eram apenas assobradadas agora passam a ter três ou quatro pavimentos.

Considerando as características dos dois materiais, ou seja, a resistência do ferro e a versatilidade do cimento (do latim "coementum") seria natural sua união. Anteriormente notou-se o uso do ferro junto com um tipo de concreto rudimentar composto de pedregulho e cal pozolana criado pelos romanos, sob a forma de tirantes na "Loggia dei Lanzi" de Florença, na igreja de Santa Sofia em Constantinopla e sob a forma de barras circulantes e meridianas na cúpula de São Pedro, em Roma. () A denominação de concreto armado (inicialmente "cimento armado"), conhecida nos dias de hoje, associando-se ferro ao concreto, surge após um intervalo de mais de cem anos da invenção dos processos de obtenção dos dois materiais. () A data normalmente aceita é 1.849, com início de uso na França.

Iniciado com os romanos, a associação de barras metálicas à pedra ou argamassa com a finalidade de aumentar a resistência às solicitações de serviço, foram percebidas durante obras de Restauro em várias ocasiões. Foram detectadas barras de bronze dentro da argamassa de pozolana, em pontos aonde o vão a vencer era maior do que o normal na época, durante a recuperação das ruínas das termas de Caracalla em Roma. () A associação do ferro com a pedra natural é aplicada pela primeira vez na construção da igreja de Santa Genoveva, hoje Panteon de Paris (1.770). O arquiteto Jacques Germain Soufflot, seu criador, definiu sua intenção de reunir a leveza do gótico com a pureza da arquitetura grega. A argamassa a base de cal preenchia os espaços vazios dos furos executados artesanalmente nas pedras, fixando as barras metálicas.

Com o surgimento do cimento, a tal pedra artificial, impõe uma inversão ao processo. Antes, as barras metálicas eram adicionadas à pedra (natural) já preparada. Com a pedra artificial a armadura antecedia o processo.

Ao contrário do longo intervalo de surgimento dos dois materiais, sua união se deu em um curto espaço de tempo, cerca de 30 anos. () Conhecido como "cimento armado", esta fase é inaugurada em 1.855 com a instalação da primeira indústria deste novo material na Alemanha.

() **Joseph Louis Lambot**, engenheiro francês, ao que tudo indica, associou barras metálicas à argamassa de cimento por volta de 1.850, executando paredes em uma forjaria chamada Carcês, no sul da França. Executava obras utilizando o cimento armado com várias finalidades.

() O surpreendente é que a primeira apresentação tenha sido feita em forma de um barco! Lambot estava envolvido com o novo processo e o aplicava em diversas áreas. Possuía uma propriedade em Miraval onde certamente passava suas horas de lazer passeando de barco no lago ali existente. Provavelmente tinha problemas com infiltrações e apodrecimento da madeira usada nos barcos que possuía. Resolveu, pois, "construir" um barco de concreto, já que estava imerso em diversas experiências com o novo material. Utilizou barras finas entremeadas com barras mais grossas para dar forma ao barco e aplicou a argamassa de cimento. Lambot expõe sua criação, o barco, na Exposição Universal de Paris de 1.855 junto ao seu pedido de patente. Ao que parece, Lambot chama para si o processo construtivo de barcos com esse novo material. Pelo fato de não patentear o material, propriamente dito, ela dá margem para que outros o utilizem em outras finalidades, inclusive com novos pedidos de patente.

Fato inusitado este, construir barcos de concreto, foi registrado em fotos e depoimentos atestando sua veracidade. Lambot chega até a demonstrá-lo à Marinha Francesa na intenção de vender a patente. Com relação a funcionalidade da criação, ele não consegue êxito de imediato, somente após um segundo modelo.

As visitas às Feiras Internacionais sempre suscitam curiosidades e associação de ideias induzindo pessoas de criatividade acentuada. Lambot deve ter presumido que o barco chamaria a atenção para a versatilidade do novo material, gerando novas aplicações. Mas, esta experiência teve um resultado negativo pois, nem mesmo a Administração da Marinha em Toulon se interessou na utilização do material, não considerando-o adequado para uso em navios.

Havia, entretanto um visitante da Exposição até então desconhecido, porém bem-sucedido como comerciante de plantas ornamentais, como paisagista e horticultor. Começara como jardineiro do museu do Louvre, em Paris, sendo que concomitantemente, conduzia uma pequena empresa de jardinagem. Entretanto nada indica que ele tenha visto o trabalho de Lambot exposto. Todavia, este personagem iria se destacar se forma contundente no uso do cimento armado, direcionando-o especificamente para a construção civil. () Era **Joseph Monier**, construtor de "pavilhões de jardim" que desfrutando da liberdade de uso do cimento armado, passa a fabricar e vender caixas, vasos e pavilhões em forma de galhos de árvores, anteriormente feitos com madeira.

Se a técnica e o conhecimento não seriam bastante para concretizar os anseios de Lambot, o tino comercial e a praticidade de Monier o tornaram bem-sucedido.

O trabalho de jardinagem cresce a tal ponto que, em 1.860, Joseph Monier expande seus negócios com a contratação de mais trabalhadores e supervisores, pois a cidade de Paris ampliara seus limites. () O sucesso foi tão grande que ele testa o novo material em outras aplicações, resultando em equipamentos essenciais para a cidade como, reservatórios de água e até pontes. Nas enciclopédias aparecem verbetes nomeando: Monier, Joseph - horticultor francês (1.823 - 1.906), inventor do concreto armado.

() Em 1.875 o proprietário de um castelo em Chazelet, através de seu arquiteto Alfred Dauvergne, solicita a Joseph Monier a construção de uma ponte de cimento armado, necessária para a transposição de um fosso a sua volta, efetivando sua patente para construção por este novo processo, registrado dois anos antes. Medindo 13.80 m de comprimento e 4.25 m de largura, esta ponte é considerada a primeira no gênero e ainda resiste até os dias de hoje, particularmente por força dos restauradores e conservadores de monumentos históricos.

Até então de madeira, Monier aplica sua técnica também na construção de escadas, como a executada em 1.889 com 140 degraus no calabouço do castelo de Tours-Blandy-les.

Dentre os reservatórios por ele construídos, o da casa de repouso da fundação Brignole-Galliera em Clamart, é bastante expressivo para a época com 10 m de altura por 8 m de diâmetro.

Em virtude do sucesso obtido, muitos se interessam pelo novo processo e Monier concede licença para uso de suas patentes a diversos países como em 1.879 para a Áustria, em 1.880 para a Rússia além da Bélgica e Holanda. Em 1.881 é a vez da Alemanha interessar-se pela patente.

Entre os anos 1.887 e 1.891 são construídas cerca de 300 pontes na Alemanha e na Áustria por uma empresa gerenciada pelo engenheiro alemão Gustav Adolf Wayss. Este, mais tarde, ampliaria suas operações fundando a empresa Wayss&Freytag que iria se sobressair exponencialmente no ramo das grandes construções. Esta mesma empresa constrói em 1.890 uma ponte sobre o canal Wildegg, na Suíça, pelo sistema Monier, tornando-se um recorde mundial com seus 37 m de comprimento.

Contraditoriamente ao sucesso obtido, a empresa de Joseph Monier passa por dificuldades financeiras e é colocada em liquidação em 1.889, mais precisamente em 13 de abril, pois um ano antes esta já era considerada falida.

A despeito desses inconvenientes, Monier continua a registrar suas patentes, como acontece em 1.891 para a execução de reservatórios.

Em junho de 1902, surge um pedido através de cinco empresas européias ao Presidente da República, Emile Loubet, exigindo que as autoridades públicas intervenham em favor de Monier, no reconhecimento de sua atuação como precursor desta nova tecnologia. Em julho do mesmo ano, a mesma revista especializada que deu início a manifestação, publica uma carta de agradecimento de Joseph Monier. Nesta carta ele demonstra que, mesmo não tendo o retorno financeiro esperado, ele sentia-se satisfeito por ter dado início a um processo inestimável para as gerações futuras. Por outro lado, muitos fizeram fortuna usando as patentes de Monier, ele ao contrário viveria o resto da vida na pobreza pois, poucos honraram com o pagamento dos royalties das mesmas.

() **Taddeus Hyatt** um advogado americano, portanto sem nenhuma ligação com a engenharia, nascido em New Jersey, apenas voltado às causas científicas e dotado de senso de pesquisa, realiza vários ensaios com o novo material, publicando-os somente em 1.877. Por não ser engenheiro, pôde orientar seu raciocínio de maneira pura, sem contaminação com conhecimentos prévios. São de Hyatt os primeiros postulados realçando as características do concreto armado. Os conceitos de aderência e posição das barras, como entendemos hoje, devemos às suas conclusões. () Construiu na Farrington Road em Londres, uma residência e dentro, uma enorme fogueira, o qual após o incêndio, pode observar o comportamento dos materiais perante o fogo e tirar suas conclusões.

() O Brasil entra neste cenário em 1.904 obtendo a licença de uso da patente (1.892) pelo **Eng. Carlos Poma** para construir "Casas em Copacabana", no Rio de Janeiro.



MUSEU DE BRIGNOLES, FRANÇA.

"Joseph Lambot nasceu em Montfort, França em 22 de maio de 1.814, e morreu em Brignoles em 2 de agosto de 1.887. Descendente de uma antiga família provençal concluiu seus estudos em Paris onde viveu com seu tio o barão Lambot, aliado do Duque de Bourbon. De volta, se instala em 1.841 no domínio de família em Miraval onde se dedica à agricultura. É nessa época que, através de uma trama de ferros e cimento, começa a produzir artefatos para acondicionar plantas e reservatórios. Surge então, em pouco tempo, um barco que veio a flutuar em 1.848 no lago existente em sua propriedade. Pai do cimento armado, sua invenção foi patenteada em 30 de janeiro de 1.855."

Fonte: Wikipedia, the free encyclopedia

QUESTIONÁRIO: Marcar as respostas nos parênteses.

- 1) Como surgiu a produção do ferro em larga escala?
- 2) Quando o Brasil inicia o uso do concreto armado?
- 3) A associação do ferro com o cimento Portland se dá imediatamente à produção?
- 4) Quem realiza os primeiros ensaios com o novo material e qual ligação tinha com as edificações?
- 5) Qual monumento expressivo marca a Exposição Internacional de 1.889?
- 6) Onde ocorre pela primeira vez a associação de barras metálicas com a rocha natural?
- 7) Quem continua a experimentação do cimento armado e qual sua ocupação?
- 8) Onde e quando surge a primeira indústria de cimento?
- 9) Quais vantagens eram atribuídas ao ferro em relação a alvenaria maciça?
- 10) Quem e através do que associa barras metálicas ao cimento?
- 11) Quem produziu a Pedra de Portland?
- 12) Como Monier efetiva sua patente para construção de pontes?
- 13) De que forma se concretiza a primeira aplicação do cimento armado?
- 14) Qual experiência serviu de referência para determinar as características do concreto armado?
- 15) Qual a característica conceitual de industrialização?
- 16) Qual equipamento público foi beneficiado com a produção do ferro em larga escala?
- 17) Como era conhecido o cimento na época de sua produção industrial?
- 18) Como funcionava as estruturas após a padronização do ferro?
- 19) Além de produtos para jardinagem, quais aplicações Joseph Monier fez com o cimento armado?
- 20) Qual data é normalmente aceita para o início do uso do concreto armado?