

## Primórdios e avanços iniciais do controle **tecnológico** do concreto no Brasil

LUÍS ALBERTO BORIN - DIR. TÉC. — Falcão Bauer  
ROBERTO JOSÉ FALCÃO BAUER - PROF. — UNITAU

**A** implantação do concreto armado no Brasil como material de construção ocorreu no final do século XIX, trazido inicialmente por grandes construtoras alemãs que detinham a patente do uso do “cimento armado”, como era conhecido naquela ocasião.

As construtoras estrangeiras encarregavam-se da importação de técnicos (engenheiros e mestres de obras) e de métodos de construção e materiais (cimento importado). Além disso, o projeto e o cálculo das estruturas eram feitos na Europa.

Com a implantação de escolas superiores de engenharia e cursos técnicos voltados à formação de engenheiros civis, poucos anos depois, praticamente não havia necessidade de se importar mão de obra

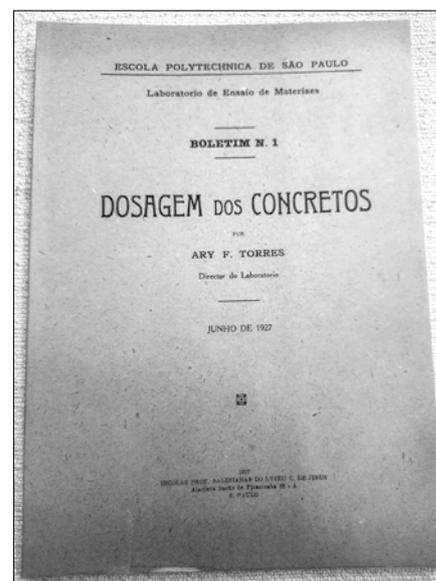
especializada da Europa para o cálculo e a execução das estruturas.

### 1. PRIMÓRDIOS DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

Apesar da aplicação do “cimento armado” no Brasil, não existia, nos anos 1920, norma ou regulamento brasileiro para o cálculo e aplicação desse material. Para o seu emprego, os técnicos e engenheiros brasileiros recorriam às normas alemãs e francesas datadas do início do século XX.

Emílio Baumgart utilizava a norma alemã DIN 1045 como fonte de conhecimento e de regras para o projeto e execução das edificações que projetava.

A primeira iniciativa de elaboração de um documento normativo nacional ocorreu, em 1927, com a publicação do Boletim



Capa do Boletim nº 1 do IPT



Sala de ensaios mecânicos do IPT

nº 1 “Dosagem de concretos” por Ary Torres, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), surgido do antigo Gabinete de Resistência dos Materiais, de 1899, da escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Em 1931, Rômulo de Lemos Romano publicou o Boletim nº 5 “Especificações para Cimentos”, e, em 1933, junto com Ary Torres, o Boletim nº 11 “Um método para ensaio mecânico de cimento”.

Na Bahia, na década dos 40, Hernani Sávio Sobral, implantou uma nova rotina no campo de dosagem e controle de qualidade do concreto em Salvador. Teve como colaboradores Hilderico Oliveira e Afranio Garboggini.

Outro especialista inspirado por Ary Torres foi Eladio Petrucci, que desenvolveu o método de dosagem do ITERS (Instituto de Tecnologia do Rio Grande do Sul).

Posteriormente, Petrucci consolidou toda a tecnologia do concreto brasileiro em seu livro “Tecnologia do Concreto de Cimento Portland”.

Outra instituição de igual valor é o INT – Instituto Nacional de Tecnologia, fundado em 1922, entidade que seria o embrião da Tecnologia Civil no Rio de Janeiro.

Nesta época o INT se constituía em oito seções, sendo uma delas a Divisão de Indústria de Construção.

O engenheiro Fernando Luiz Lobo Carneiro foi outro grande colaborador no desenvolvimento da tecnologia e da normalização do concreto. Na Divisão de Indústria de Construção do Instituto Nacional de Tecnologia, fundado em 1922, iniciou, no Rio de Janeiro, os ensaios de cimentos, agregados e concreto.

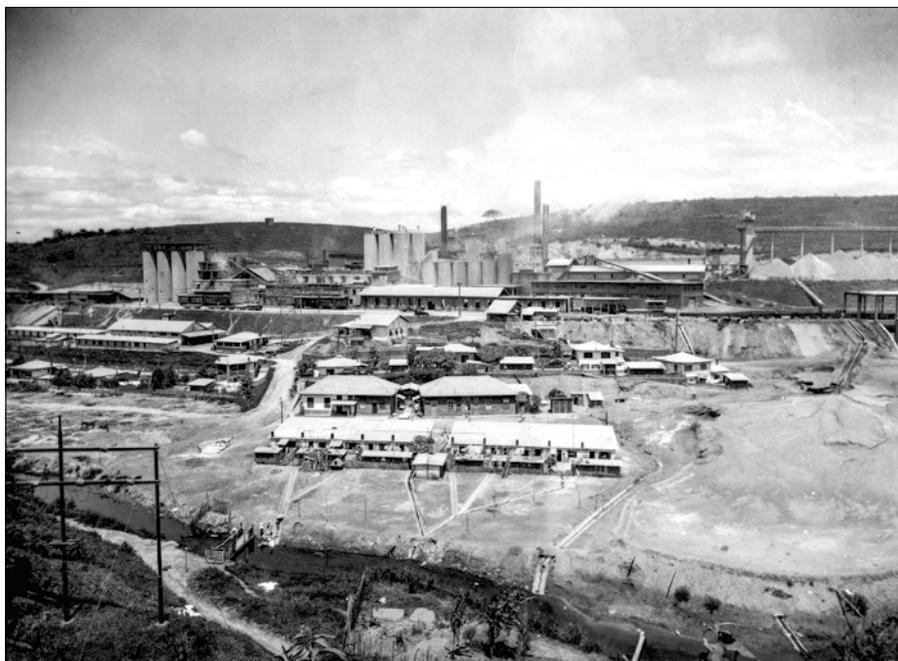
Em 1924, foi implantada pela Companhia Brasileira de Cimento Portland uma fábrica em Perus, estado de São Paulo, marco da implantação da indústria brasileira de cimento. Até então, o consumo de cimento no país dependia exclusivamente do produto importado. A produção nacional foi gradativamente elevada com a implantação de novas fábricas e a participação de produtos importados oscilou durante as décadas seguintes, até praticamente desaparecer nos dias de hoje.

Para promover o desenvolvimento técnico da emergente indústria nacional de cimento, foi criada, em 1936, pelos representantes de cinco fábricas de cimentos atuantes na época, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

Na Sessão Solene Inaugural da 3ª Reunião de Laboratórios Nacionais de Ensaios, presidida pelo Professor Ernesto Lopes da Fonseca Costa, foi fundada, em 1940, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a aprovação do seu primeiro estatuto.

A ideia da criação da ABNT surgiu da necessidade de se elaborar normas técnicas brasileiras para a tecnologia do concreto, para substituir as normas que eram utilizadas pelos diversos laboratórios de ensaios do país.

O que se sabe é que, nessa data, as normas NB-1 – Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado e MB-1 – Cimento Portland – Determinação da Resistência à Compressão já existiam, embora ainda não tivessem sido aprovadas e, muito menos, adotadas pelo setor de construção civil.



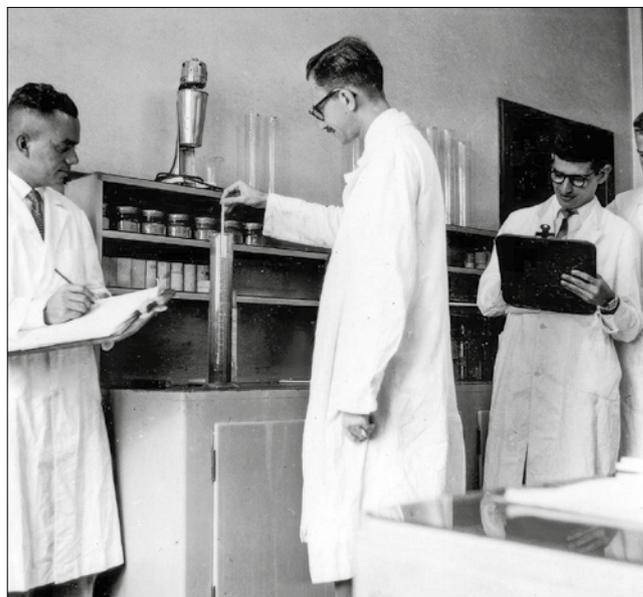
Primeira fábrica de cimento comercial, em Perus, em São Paulo

Os poucos registros históricos existentes indicam que a NB-1 foi elaborada por uma comissão de estudos do concreto armado e sua aprovação se deu na 3ª Reunião de Laboratórios de Ensaio e que a MB-1 já existia desde 1938, embora não haja nenhuma certeza quanto à sua adoção antes da criação da ABNT.

A partir deste momento, o Brasil era dotado de uma norma considerada uma das mais avançadas do mundo. Este fato veio a se confirmar quando, em 1944, em excursão pela América Latina, o engenheiro Arthur Boase – engenheiro americano colaborador do *American Concrete Institute* (ACI) – confirmou “as vantagens das normas brasileiras frente às americanas – ACI-318/41” (CARNEIRO, 1996 *apud*: ANGELO, 2004), constatadas através de um cálculo comparativo de uma estrutura utilizando-se as duas normas. Boase pediu aos membros do ACI a urgente reestrutura-

ção das normas americanas. Em seus estudos ele constatou que, além das arrojadas regras de cálculo ditadas pela NB-1/40, “uma das coisas mais interessantes (...) é o que ela deixa em aberto, não cercando excessivamente a capacidade criativa do engenheiro” (VASCONCELOS, 1992).

A primeira usina de concreto no Brasil foi do grupo australiano *Ready Mixed Concrete*, denominada *Redimix*, implantada, em 1953, na Vila Anastácio em São Paulo. Ela forneceu concreto para a rodovia



Aulas práticas no Laboratório da ABCP na década de 1950



Kombi usada pelo Laboratório Falcão Bauer para o controle tecnológico em campo na década de 1970

Anhanguera no trecho entre São Paulo e Jundiá.

Em 1957, veio a Concretex, de origem cubana, em 1964, a Redimix Brasileira, em 1968, a Engemix, atualmente do grupo Votorantim Cimentos, em 1974, a Concrebrás iniciou suas atividades na cidade de São Paulo pelo Grupo Ferruzzi, de origem italiana.

Inicialmente, o concreto era preparado no canteiro de obra pelo construtor, que era responsável pelo controle de produção e recepção. Mas, com a implantação das primeiras usinas de concreto, o controle de produção do concreto passou a ser feito pelo produtor, visando oferecer a qualidade combinada com o menor custo, e o controle de recepção do concreto, pelo construtor, visando comprovar a qualidade combinada com o menor risco de erro possível.

## 2. AVANÇOS NO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

Até a década de 1970, o controle tecnológico do concreto era basicamente o controle da resistência e da estabilidade das estruturas.

Quando da construção da estação República do Metro de São Paulo, o diretor técnico da construtora Camargo Correa, engenheiro Epaminondas Melo do Amaral, resolveu que o concreto a ser usado em sua estrutura deveria ser impermeável.

Na época o único estudo levando em

consideração a impermeabilidade do concreto estrutural tinha sido realizado pela SABESP, com a participação do engenheiro Sérgio Simondi, responsável pelo laboratório da companhia, e de consultores tecnólogos europeus, que definiram o método de ensaio de permeabilidade sob pressão (norma alemã) e especificaram o valor máximo de penetração de água no corpo de prova cúbico, na definição das dosagens de concreto.

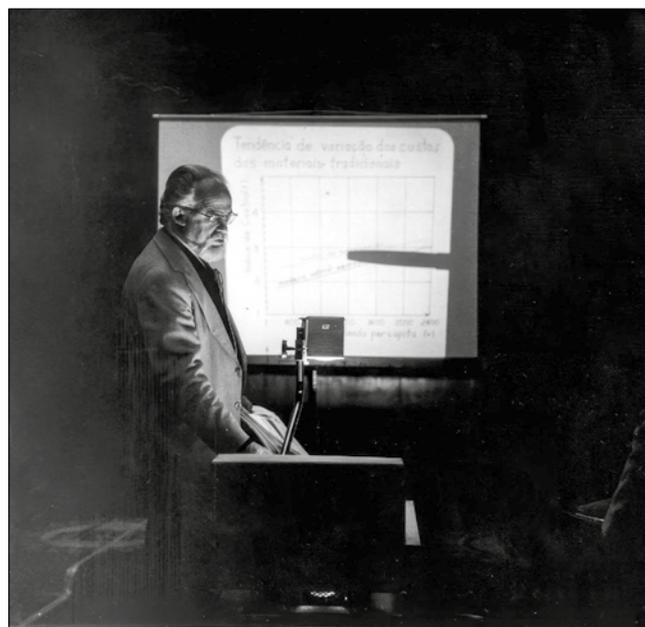
Neste contexto, nasceu o Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), reunindo especialistas para discutir a permeabilidade e a durabilidade do concreto. Esses primeiros encontros contaram com a participação dos maiores engenheiros da época, entre eles: Francisco de Assis Basílio, Eládio Petrucci, Gilberto Molinari, Lobo Carneiro e Luiz Alfredo

Falcão Bauer, reconhecidos pelo IBRACON que, inclusive, confere importantes prêmios em suas memórias.

Ao ser criado, em 23 de junho de 1972, o IBRACON foi erigido por profissionais visionários, que enxergaram a força de transformação que o concreto tinha em diferentes campos da vida humana e a necessidade de expandir o escopo do seu controle tecnológico.

Os ensaios realizados pela SABESP e pelo Metro de São Paulo, e outros apresentados nos colóquios do IBRACON, forneceram subsídios para a elaboração da norma técnica para determinação da penetração de água sob pressão (ABNT NBR 10787).

Em 1977, quando da construção do trecho elevado do metrô de São Paulo ligando a estação Parque Dom Pedro e a estação da Sé, em fase de conclusão, foram observadas deformações no conjunto de cinco vigas pré-moldadas entre apoios na pista ascendente da Rodovia dos Imigrantes, concluída em junho de 1976, que liga o litoral sul com a capital. Seu projeto especificava apenas a resistência à compressão do concreto, no controle para desformação e movimentação das peças.



## II SEMINÁRIO INTERNACIONAL ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL

Luiz Alfredo Falcão Bauer em palestra no Seminário sobre Habitações Populares

Como consequência houve a necessidade de readequação do topo dos pilares e troca de aparelhos de apoio, fato ocorrido em 1977.

Ciente do fato, o departamento de projeto do Metro de São Paulo, gerenciado pelo engenheiro Sérgio Eduardo Fávero Salvadori, em conjunto com o escritório técnico responsável pelo projeto estrutural, fizeram uma criteriosa análise e especificaram novos parâmetros para a dosagem do concreto das vigas pré-moldadas no trecho elevado, levando em consideração a resistência à compressão e módulo de elasticidade do concreto.

Com a nova especificação, foram realizados em laboratório inúmeras dosagens de concreto, para atender ao valor de módulo de elasticidade, mas que não apresentavam trabalhabilidade adequada, mínima necessária para viabilizar a concretagem das vigas.

O cálculo teórico do módulo de elasticidade, conforme MBI, previa o valor de 21.000 para constante da fórmula o valor de 21.000 ( $E = 21.000 \times \text{raiz quadrada do } f_{ck}$ ).

No entanto, o livro "Fabrico e Propriedades do Betão", do autor A. de Souza Coutinho, do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, de Lisboa, editado em 1974, já citava que, para concretos convencionais, a constante podia variar de 12.000 a 20.000.

No caso do metrô foi consenso adotar a dosagem de concreto que permitisse as operações de lançamento e adensamento e obtivesse o maior valor de módulo de elasticidade. Este valor foi de 17.000 para as vigas pré-moldadas, com base em ensaio com 100 séries de corpos de prova.

Posteriormente, se descobriu que o valor de 21.000 da MB 1 foi obtido com base em ensaios de módulo de elasticidade exclusivamente realizados em obras de concreto massa (barragens) no Brasil até 1977. Concretos com elevado consumo de agregados e baixo teor de cimento geram módulo de elasticidade elevado com relação aos obtidos em concretos convencionais.



Ensaio de Módulo de Elasticidade

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação do concreto armado no Brasil, no final do século XIX, marcou o início de um processo de evolução na construção civil nacional. Inicialmente, o uso desse material dependia de técnicos e normas estrangeiras, especialmente alemãs e francesas, que orientavam o cálculo e a execução das obras. No entanto, com o surgimento de escolas de engenharia e cursos técnicos, a capacitação local começou a ganhar força, e a dependência da expertise internacional diminuiu.

Durante as décadas de 1920 e 1930, diversas iniciativas foram realizadas para o desenvolvimento de normas e práticas de controle tecnológico, com destaque para os Boletins do IPT e a contribuição de especialistas como Ary Torres e Eladio Petrucci. Nos anos 1940, a criação da ABNT e a formulação das normas brasileiras, como a NB-1, colocaram o Brasil na vanguarda da engenharia mundial, sendo reconhecida por sua inovação e flexibilidade.

A partir da década de 1950, a criação das primeiras usinas de concreto e o aprimoramento da dosagem e controle de qualidade permitiram ao Brasil consolidar uma indústria de concreto autossustentável. Na década de 1970, o foco se expandiu para a impermeabilidade e durabilidade do concreto, com a formação do IBRACON,

que se tornou um centro de referência para a tecnologia do concreto no país.

Esses marcos históricos refletem o progresso contínuo no controle tecnológico do concreto no Brasil, promovendo avanços significativos na qualidade e segurança das estruturas de concreto. O país se consolidou como líder na tecnologia do concreto, com um sistema normativo e práticas de engenharia reconhecidas.

O controle tecnológico do concreto passou por uma evolução significativa ao longo do tempo. Inicialmente, as práticas se concentravam na resistência, estabilidade e dosagem do material, sendo que as normas estrangeiras, como as alemãs e francesas, eram predominantemente utilizadas. O desenvolvimento local se limitava a alguns esforços para elaborar normas nacionais e realizar pesquisas sobre a tecnologia do concreto. Nesse período, os processos eram bastante manuais e dependiam de pouca inovação tecnológica. Com o avanço da indústria de cimento e a criação de normas como a NB-1, o controle do concreto começou a se profissionalizar. As usinas de concreto surgiram, fornecendo um produto mais confiável e consistente. Em contraste, o cenário atual é marcado por um controle altamente automatizado, onde tecnologias avançadas são aplicadas. Sistemas computadorizados agora são responsáveis por garantir a precisão nas dosagens e o monitoramento da qualidade em tempo real, além de promover uma maior eficiência nos processos.

Além disso, a análise de características como durabilidade e permeabilidade agora é mais complexa, apoiada por ferramentas de modelagem e análise de dados. A sustentabilidade também se tornou um fator fundamental no controle do concreto, com a incorporação de materiais reciclados e aditivos eficientes. O foco na redução de impactos ambientais é uma das principais direções do setor, resultando em um controle mais integrado, inteligente e voltado para práticas ambientais responsáveis. ☺

## ▶ REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANGELO, Ana Margarida Vieira. Análise das patologias das estruturas em concreto armado do Estádio Magalhães Pinto – Mineirão. 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte.
- [2] Vasconcelos, Augusto Carlos de. O Concreto no Brasil: Recordes, Realizações e História, vol. 1, 1ª ed. Rio de Janeiro: [Editora], 1985.