



Anais do 54º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2012  
Outubro / 2012



@ 2012 - IBRACON - ISSN 2175-8182

## A IMPORTÂNCIA DA ACREDITAÇÃO LABORATORIAL E DA CERTIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA NO CONTROLE DE ACEITAÇÃO DO CONCRETO

*Lab accreditation and manpower significance in concrete control*

Caue Cesar Carromeu (1); Karina Cavalcante de Oliveira (1); Paulo Helene (2);  
Egydio Hervé Neto (3); Pedro Bilesky (1); Jéssika Pacheco (4)

(1) Eng. Civil, PhD Engenharia;

(2) Professor Titular EPUSP, Diretor da PhD Engenharia;

(3) Eng. Civil, Diretor da Ventuscore;

(4) Estagiária de Eng. Civil, PhD Engenharia

Rua: Visconde de Ouro Preto, 201. Consolação. São Paulo/SP. CEP 01303-060

### Resumo

A indústria da construção civil, em atendimento à norma ABNT NBR 12655:2006, contrata Laboratórios para realizar os Ensaios de Controle de Aceitação do concreto destinado às estruturas. Assim, o INMETRO Acredita os Laboratórios de Ensaios atestando que os mesmos possuem os equipamentos e procedimentos operacionais adequados, nesse caso, ao controle do concreto estrutural. Porém, através de consulta ao site do INMETRO no tema RBLE, constata-se que existem apenas 20 Laboratórios ligados ao concreto Acreditados no Brasil, sendo menos que as unidades federativas do país (27). Também, a qualificação da mão de obra laboratorial deveria complementar a Acreditação e estar em conformidade com a ABNT NBR 15146:2011. Essa qualificação visa garantir que os laboratoristas dominem os procedimentos de ensaios normalizados, sendo o IBRACON o órgão certificador dessa mão de obra qualificada. Porém, na realidade o que se observa nas obras são Laboratórios sem Acreditação e com mão de obra não certificada, prática que acaba por reduzir a confiabilidade dos resultados de ensaio e consequentemente do controle, podendo gerar impasses e desgastes desnecessários. Por outro lado, nos canteiros de obra, caso os Construtores não sejam rigorosos nas etapas de construção da estrutura, a resistência real do concreto aplicado pode se distanciar dos resultados obtidos através de corpos de prova ensaiados em condições normalizadas, bem como dos obtidos no estudo de dosagem do traço, sem que se tenham meios de avaliar essa distorção. Assim, este artigo busca discutir o Controle de Aceitação do concreto em obras no Brasil, analisando a estrutura disponível de Laboratórios Acreditados e mão de obra certificada, bem como listando alguns dos erros mais comuns possíveis de ocorrer no controle do concreto e na execução de estruturas. Diante de um quadro complexo e pouco positivo, apresentam-se sugestões para aumentar a confiabilidade do processo de produção das estruturas de concreto.

*Palavra-Chave: Laboratório; controle da resistência; acreditação; qualificação; concreto.*

### Abstract

The industry of the civil construction, in compliance with standard ABNT NBR 12655:2006, contract laboratories to perform the control tests for acceptance of concrete structures. Thus, one recommendation is find laboratories that are accredited by INMETRO, because this care ensures the reliability of results. However, in consultation with the RBLE - INMETRO, it was found that there are few laboratories affiliated with the Network, 23 in the State of São Paulo, with only 5% of these have on their Scope of Accreditation to perform tests of control in construction. Not less important, the qualification of manpower laboratory complements the Accreditation and must observe the standard ABNT NBR 15146:2011. This qualification aims to ensure that the manpower dominate the procedures of normalized assays, and the IBRACON is the certifying body this manpower. However, the availability of manpower laboratory certified is still small. So, what is observed in some construction are laboratories no Accreditation and manpower no certified, that reduce the reliability of the control, and can generate unnecessary discomforts and impasses. However, if care is not taken in the steps of fabricate building structure, the mechanical strength of the concrete applied



Anais do 54º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2012  
Outubro / 2012



© 2012 - IBRACON - ISSN 2175-8182

is more distancing from the results obtained through bodies of proof tested under standard conditions, as well as those obtained in the concrete mixtures. Thus, this paper analyzes the situation of the control mechanical strength and technological control of concrete in construction in the State of Sao Paulo. Finally, list some of the most common errors in control of concrete and execution its structures, and how can affect the process. Facing a complex framework and little positive, there are suggestions to increase the reliability of the production process of concrete structures.

*Keywords: Laboratory; resistance control; accreditation; qualification; concrete.*



## 1 Introdução

No Brasil, a criação de instrumentos de controle industrial objetivando a qualidade data de meados do século XX, devido ao crescimento industrial da época. Em 1940 foi fundada a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e em 1961 foi criado o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM).

Ao final da década de 1960, “a necessidade de acompanhar o mundo na sua corrida tecnológica, no aperfeiçoamento, na exatidão e, principalmente, no atendimento às exigências do consumidor, trouxe novos desafios para a indústria. Em 1973, foi criado o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, o INMETRO”<sup>1</sup>.

Com a criação em 11 de setembro de 1990 do Código de Defesa do Consumidor (CDC) pela Lei nº 8078, as diretrizes do INMETRO e as normas da ABNT passam a ter caráter de Lei, conforme descrito na Seção IV Artigo 39 do CDC:

*Seção IV – Das práticas abusivas*

*Art. 39 – É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços:*

*[...]*

*VIII – colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO.*

Atualmente, a qualidade dos processos industriais, e nesses se enquadra a indústria da construção civil, é regida pelo Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), que assim se define<sup>2</sup>:

*O SINMETRO foi instituído pela lei 5966 de 11 de Dezembro de 1973 com uma infraestrutura de serviços tecnológicos capaz de avaliar e certificar a qualidade de produtos, processos e serviços por meio de organismos de certificação, rede de laboratórios de ensaio e de calibração, organismos de treinamento, organismos de ensaios de proficiência e organismos de inspeção, todos acreditados pelo INMETRO.*

*Apoiam esse sistema os organismos de normalização, os laboratórios de metrologia científica e industrial e de metrologia legal dos estados. Essa estrutura está formada para atender às necessidades da indústria, do comércio, do governo e do consumidor.*

*O SINMETRO está envolvido em muitas atividades do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), programa voltado para a melhoria dos produtos, processos e serviços na indústria, comércio e administração federal.*

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/historico.asp>>. Acesso em: 14 de maio de 2012.

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/sinmetro.asp>>. Acesso em: 14 de maio de 2012.

Através do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), voltado às construções habitacionais, a construção civil se adere a esses compromissos de qualidade.

O PBQP no setor da construção civil está mais evoluído no sentido da Construção Habitacional devido ao seu apelo social e também por envolver as atividades institucionais de crédito habitacional, a exemplo da Caixa Econômica Federal e programas como o Minha Casa, Minha Vida. Conseqüentemente, estas atividades sócio-institucionais proporcionam a força e a motivação para que recursos fluam para o Programa e ele se aperfeiçoe.

No Portal Qualidade Brasil o PBPQ-H assim define a sua função e atuação<sup>3</sup>:

*A sua meta é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.*

*A busca por esses objetivos envolve um conjunto de ações, entre as quais se destacam: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Dessa forma, espera-se o aumento da competitividade no setor, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, a redução de custos e a otimização do uso dos recursos públicos.*

O que se deve entender por este esforço é que o mesmo objetiva ao progresso e crescimento, logo a construção em geral deve se inserir dentro destes compromissos de qualidade, não apenas compulsoriamente.

A partir desta compreensão, fica mais clara a importância da implantação de Sistemas de Qualidade nas Empresas Construtoras e a prática do controle de qualidade através dos instrumentos formais do mercado, em conformidade com o PBQP e conseqüentemente do INMETRO e SINMETRO e assim atendendo ao CDC. Logo, deve-se usar essa estrutura corretamente, ou seja, “*por meio de organismos de certificação, rede de laboratórios de ensaio e de calibração, organismos de treinamento, organismos de ensaios de proficiência e organismos de inspeção, todos acreditados pelo INMETRO*”, como já citado.

Sendo o concreto o material de construção mais importante do país e utilizado na maioria das obras, este artigo visa alertar e fornecer esclarecimentos e diretrizes para a implantação de sistemas e procedimentos de controle nas obras, para prove-las da necessária Garantia da Qualidade.

## **2 Qualidade do concreto**

### **2.1 Definição de responsabilidades**

<sup>3</sup> Disponível em: <[http://www.qualidadebrasil.com.br/artigo/611/o\\_que\\_e\\_pbqp-h\\_](http://www.qualidadebrasil.com.br/artigo/611/o_que_e_pbqp-h_)>. Acesso em: 14 de maio de 2012.



O controle do concreto serve para confirmar e documentar sua qualidade durante a aplicação e aceitação. Assim, o concreto deve apresentar condições ideais quando fresco e, quando endurecido, vir a alcançar os resultados especificados. Portanto, antes de se fazer qualquer consideração sobre controle é preciso consultar as Normas Brasileiras de concreto, quanto ao que se considera Qualidade do Concreto.

A norma que define a qualidade do concreto no Brasil é a ABNT NBR 6118:2003 “*Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*”, que aborda este assunto no Capítulo 5 – *Requisitos gerais da qualidade da estrutura e avaliação da conformidade do projeto*, conforme seus seguintes itens:

- 5.1 *Requisitos de qualidade da estrutura*
- 5.2 *Requisitos de qualidade do projeto*
- 5.3 *Avaliação da conformidade do projeto*

A norma define como *Requisitos de qualidade da estrutura*: a *capacidade resistente*, que consiste na segurança à ruptura; o *desempenho em serviço*, que consiste na capacidade de resistir ao uso sem apresentar danos significativos; e a *durabilidade*, que consiste na capacidade da estrutura resistir às influências do ambiente em que se situa, sob o enfoque do envelhecimento.

Sobre os *Requisitos de qualidade do projeto*, a norma estabelece a obediência aos requisitos de qualidade estruturais, acima descritos. Ainda, remete o Projetista Estrutural aos itens onde estão as regras específicas a respeitar quanto a estes itens, citando sua localização. E estabelece claramente a importância da *documentação da solução adotada*, apresentada sob a forma de *desenhos, especificações e critérios de projeto*, regulamentando sua apresentação e exigindo que o projeto seja *executivo*, ou seja, apresente todas as *informações necessárias para a execução da estrutura*.

Ainda, estabelece como regra a necessidade de *Avaliação da conformidade do projeto* por um profissional habilitado, antes da execução e se possível durante sua elaboração. Também remete ao item 25 – *Interfaces do projeto com a construção, utilização e manutenção*, específico para *aceitação e procedimentos corretivos* para a entrega da estrutura pronta aos usuários.

Até aqui, as informações da NBR 6118 apenas indicam o que se entende por qualidade e amarram o resultado ao comportamento esperado. No entanto, não estão definidos quais serão os parâmetros de medição desta qualidade, para fins de Certificação de Conformidade. Esta informação, para o concreto, está no item 25.2 – *Recebimento do concreto e do aço* e, quanto ao concreto, resume-se à citação da norma ABNT NBR 12655:2006 “*Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento*”, que assim define a resistência do concreto:

3.1.25 *resistência característica à compressão do concreto ( $f_{ck}$ ): Valor de resistência à compressão acima do qual se espera ter 95% de todos os resultados possíveis de ensaios da amostragem feita de conforme 6.2.2.*

3.1.26 *resistência média à compressão do concreto ( $f_{cmj}$ ):* Corresponde ao valor da resistência média à compressão do concreto, a  $j$  dias. Quando não for indicada a idade, refere-se a  $j = 28$  dias.

A Engenharia do Concreto representa a distribuição de frequência dos resultados de resistência à compressão do concreto a partir da Curva de Gauss, ou Curva Normal (Fig. 1).

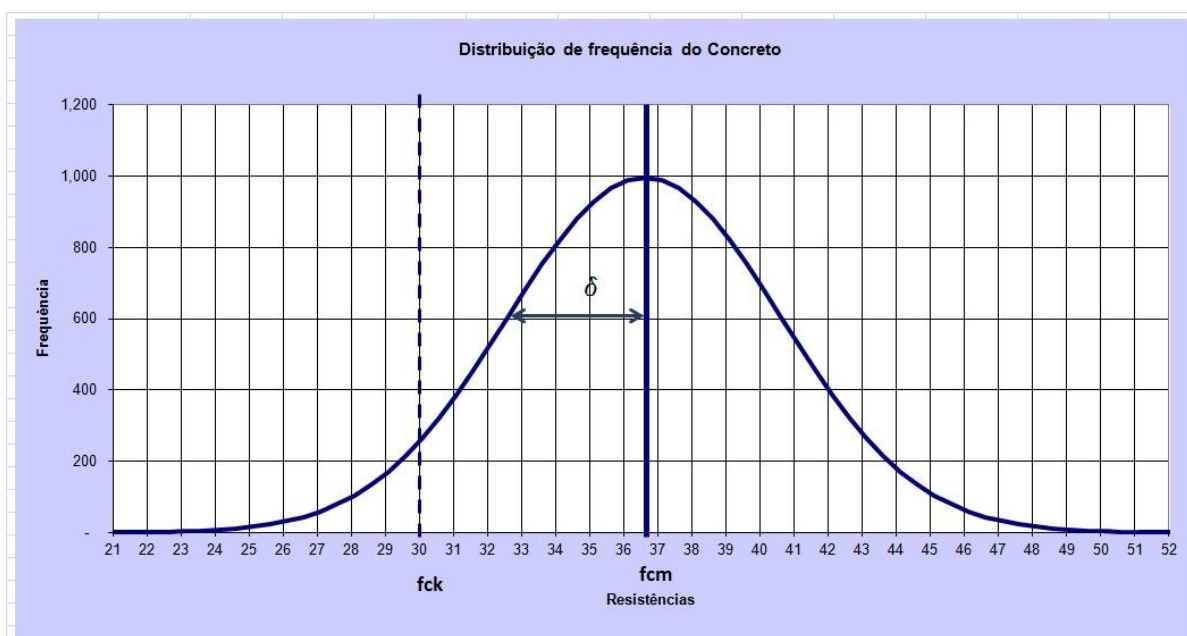


Fig. 1 – Distribuição de frequência dos resultados de resistência à compressão de um mesmo lote de concreto, representado por uma Curva de Gauss.

O Desvio Padrão ( $\sigma$ ) é o parâmetro que determina a maior ou menor dispersão dos valores em torno da média. Quando se trata de uma amostra, como no caso de um *lote* de concreto, o desvio padrão é denominado  $s_d$  e aplicam-se as seguintes definições da NBR 12655:

3.1.36 *lote de concreto:* Volume definido de concreto elaborado e aplicado sob condições uniformes (mesma classe, mesma família, mesmos procedimentos e mesmo equipamento).

De acordo com a norma NBR 12655, quando o concreto for elaborado com os mesmos materiais, mediante equipamentos similares e sob condições equivalentes, o valor numérico do desvio-padrão,  $s_d$ , deve ser fixado com no mínimo 20 resultados consecutivos obtidos no intervalo de 30 dias, em período imediatamente anterior. Em nenhum caso o valor de  $s_d$  adotado pode ser menor que 2 MPa.

## 2.2 Parâmetros para avaliação da qualidade do concreto

Para avaliar a qualidade de qualquer produto ou serviço é preciso primeiramente saber quais os parâmetros que definem, por seus valores, que o produto ou serviço objeto do controle está em conformidade. Em alguns produtos, como café, um dos requisitos é o

cheiro, tabelado e referenciado para este fim. Outros, como peças mecânicas de pequeno porte, são as dimensões e assim por diante.

O procedimento usual é a coleta de amostras durante os processos executivos e, por critérios de atributo tipo “passa ou não passa” (caso da consistência do concreto) ou critérios estatísticos de controle de variáveis contínuas (caso da resistência à compressão do concreto), julgar a qualidade da produção.

Para o concreto estrutural, esses parâmetros são descritos na norma técnica ABNT NBR 12655:2006 “*Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento*”.

Logo em seu item 1 – *Objetivo*, a NBR 12655 estabelece os requisitos especificados em seu texto, sendo eles:

- a) *Propriedades do concreto fresco e endurecido e suas verificações;*
- b) *Composição, preparo e controle do concreto;*
- c) *Recebimento do concreto.*

Apesar do leque de opções para parâmetros de controle que se abre para o controlador a partir das informações da norma, interessa direta e objetivamente abordar as questões contidas na letra (a) que trata diretamente do material concreto já preparado de acordo com (b), e sendo encaminhado ao canteiro de obras quando será recebido de acordo com os critérios de (c).

Mesmo considerando o concreto fresco que acaba de ser misturado e está em vias de ser encaminhado à frente de concretagem, um leque de opções de parâmetros de controle podem definir sua qualidade e ser avaliados: teor de ar incorporado, teor de argamassa, diâmetro máximo dos agregados, relação *água/cimento*, composição do traço, massa específica etc. Assim, como parâmetros obrigatórios, controla-se a consistência do concreto fresco e, para o concreto endurecido, a resistência à compressão, conforme se verá adiante.

Na atual ABNT NBR 12655, não fica claro quais outros parâmetros, além da consistência e resistência à compressão, devem ser adotados para determinação da qualidade do concreto endurecido. Ou seja, sendo a resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ) estabelecida no projeto para o concreto em foco, na idade de 28 dias, esta passa a ser o primeiro parâmetro da qualidade do concreto.

Inclusive, esta é a primeira obrigação do projetista estrutural apresentada no item 4.2 – *Profissional responsável pelo projeto estrutural* da NBR 12655, que assim se expressa:

*Cabem a este profissional as seguintes responsabilidades, a serem explicitadas nos contratos e em todos os desenhos[...]:*

- a) *Registro da resistência característica à compressão do concreto,  $f_{ck}$ , obrigatória em todos os desenhos e memórias que descrevem o projeto tecnicamente;*
- b) *especificação de  $f_{cj}$  para as etapas construtivas, como retirada de cimbramento, aplicação de protensão e manuseio de pré-moldados;*
- c) [...]

- d) *especificação dos requisitos correspondentes às propriedades especiais do concreto, durante a fase construtiva e vida útil da estrutura, tais como: módulo de deformação mínimo na idade de desforma, movimentação de elementos pré-moldados, aplicação de protensão [...]*

Assim, como se observa, caberá ao projetista especificar outros parâmetros de controle do concreto para desempenho estrutural, tais como *módulo de deformação* ou de *elasticidade* e resistências à compressão com idades inferiores à 28 dias, quando houver mudanças significativas de carregamento da estrutura. Especificados esses valores pelo projetista, conseqüentemente estabelece-se a necessidade do controle desses parâmetros.

Definidos os parâmetros estruturais a serem controlados,  $f_{ck}$ ,  $f_{cj}$ ,  $E_{ci28}$ ,  $E_{cij}$  (além da consistência no estado fresco), caberá à Construtora através de seu Engenheiro da Obra estabelecer um Programa de Controle para conhecer esses valores a partir de amostragens e compará-los com as exigências de Projeto a fim de comprovar o atendimento. Esse dever está previsto no item 4.3 – *Profissional responsável pela execução da obra*, da NBR 12655:

*Ao profissional responsável pela execução da obra de concreto cabem as seguintes responsabilidades:*

- a) *escolha da modalidade de preparo do concreto;*
- b) *escolha do tipo de concreto a ser empregado e sua consistência, dimensão máxima do agregado e demais propriedades [...];*
- c) *atendimento a todos os requisitos do projeto [...];*
- d) *aceitação do concreto [...];*
- e) *cuidados requeridos pelo processo construtivo e pela retirada do escoramento [...];*
- f) *verificação do atendimento a todos os requisitos desta Norma.*

O item (d) remete à obrigação, por parte da Construtora, de respeitar os seguintes itens da NBR 12655 sobre a Aceitação do concreto:

*3.2.1 aceitação do concreto: Exame sistemático do concreto, de acordo com esta Norma, de modo a verificar se atende às especificações;*

*3.2.2 aceitação do concreto fresco: verificação da conformidade das propriedades especificadas para o estado fresco, efetuada durante a descarga da betoneira;*

*3.2.3 aceitação definitiva do concreto: Verificação do atendimento a todos os requisitos especificados para o concreto.*

Caberá aos responsáveis pelo preparo do concreto (usina de concretagem) e pelo recebimento do concreto fresco (Construtora) estabelecerem procedimentos de garantia da qualidade. Desse modo, todos os parâmetros do concreto fresco devem, no momento da descarga da betoneira, estar em conformidade com o estabelecido em Projeto e devidamente discriminado em detalhes na Especificação correspondente (3.2.1). Antes da operação de descarga na obra, deve-se apenas realizar a verificação da consistência, em todas as betonadas, que é o parâmetro obrigatório de aceitação do concreto fresco pela



obra (3.2.2), segundo o método de ensaio descrito na ABNT NBR NM 67:1998: “*Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone*”.

Finalmente, em 3.2.3 resume-se a decisão final e a documentação do controle, para fins de recebimento da estrutura, bem entendido que isto se faz lote a lote de acordo com procedimentos e conceitos estatísticos que cabe descrever a seguir.

## 2.3 Programa de controle do concreto em obras

Sabe-se que o concreto é um material que chega fresco, portanto em fase plástica na obra, sem qualquer resistência estrutural, apenas certa *viscosidade* que caracteriza a sua consistência. No entanto, acomodado nas fôrmas, com o adequado adensamento, começa a adquirir resistência e, a partir de alguns dias, já é possível determinar seu módulo de deformação.

Sabe-se também que o processo construtivo divide a obra em partes (concretagens), na medida em que fôrmas e armaduras vão ficando prontas e que estas concretagens, atuando sobre escoramentos – e estes por sua vez sobre trechos anteriormente executados –, vão constituindo o gradual carregamento das fundações e da estrutura. Esses esforços precisam ser suportados, inicialmente com a ajuda dos escoramentos e fôrmas, e posteriormente – seguidamente antes de 28 dias – já diretamente com a capacidade estrutural ( $f_{ckj}$  e  $E_{cij}$ ) do concreto endurecido.

Portanto, a execução da obra depende essencialmente do conhecimento da capacidade estrutural do concreto no tempo. O mesmo deve adquirir conformidade e permitir a retirada e avanço das fôrmas, concretagem a concretagem, lote a lote, sendo aprovados provisoriamente para fins de liberação de escoramentos em idades anteriores a 28 dias. E depois dessa idade, quando já precisam, obrigatoriamente, atingir a resistência e o módulo definitivos em projeto.

Esta liberação certamente requer mecanismos oficiais de documentação e recebimento por parte do Proprietário da Obra, sendo então necessários os instrumentos do SINMETRO aplicados à obra: Laboratórios Acreditados, capazes de, cumprindo um Programa de Controle estabelecido pelas Normas e projeto estrutural para as características da obra, amostrar, ensaiar e certificar a qualidade de cada lote concretado, durante as idades críticas e na idade final, tudo isto acontecendo simultaneamente com a obra.

## 3. Estrutura recomendada

Fica fácil entender que há procedimentos especializados e necessidades consequentes, como equipamentos calibrados, mão de obra qualificada, procedimentos escritos entre outros, para que se gerem informações fidedignas sobre o processo produtivo e sua qualidade, conforme será explanado a seguir.

### 3.1 Acreditação

Para que se tenha segurança na competência técnica de um laboratório na realização de ensaios e testes de funcionamento e desempenho em produtos, é preciso que este atenda a uma série de requisitos técnicos e administrativos.

No Brasil, o INMETRO, através da Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre), avalia os laboratórios de ensaio interessados e realiza o credenciamento na Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE). Dentre os objetivos visados pelo INMETRO, estão:

- ✓ *Aperfeiçoar os padrões de ensaio e gerenciamento dos laboratórios que prestam serviços no Brasil;*
- ✓ *Identificar e reconhecer oficialmente laboratórios no Brasil;*
- ✓ *Promover a aceitação dos dados de ensaio de laboratórios acreditados, tanto nacional quanto internacionalmente;*
- ✓ *Facilitar o comércio interno e externo;*
- ✓ *Utilizar de modo racional a capacitação laboratorial do país;*
- ✓ *Aperfeiçoar a imagem dos laboratórios realmente capacitados.*

Para essa avaliação e credenciamento é levado em conta o preconizado pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 “Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração”, que descreve os requisitos a serem atendidos para que um laboratório de ensaios demonstre sua competência gerencial e técnica.

Assim, o credenciamento estabelece um mecanismo para evidenciar que os laboratórios utilizam um sistema da qualidade e possuem competência técnica para realizar serviços de ensaios. Também, assegura aos laboratórios a capacidade em obter resultados de acordo com métodos de ensaio e técnicas reconhecidos nacional e internacionalmente.

Conforme descrito no portal eletrônico da instituição<sup>4</sup>:

*A Cgcre concede acreditação para laboratórios que realizam serviços de calibração e/ou ensaios em instalações permanentes, móveis, e/ou de clientes. Para instalações móveis, a concessão independe do nº de instalações.*

*No caso de uma organização possuir mais de uma instalação permanente, em diferentes endereços, cada uma dessas instalações é acreditada individualmente.*

*[...]*

*A acreditação de laboratórios de ensaio é concedida por ensaio para um determinado produto, segundo uma norma, regulamento, resolução ou procedimento desenvolvido pelo laboratório em que é estabelecida a metodologia utilizada.*

Ou seja, para acreditação de um laboratório, primeiramente é definido pelo mesmo quais instalações (permanentes, móveis ou de clientes) e quais serviços (qual norma – método de ensaio – aplicado à avaliação de conformidade de um determinado produto) serão acreditados. Por fim, essa acreditação, se concedida ao laboratório, abrange as instalações e serviços (métodos de ensaio) avaliados, podendo, por exemplo, abranger apenas a instalação permanente do laboratório e um único determinado ensaio.

<sup>4</sup> Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/acre\\_lab.asp](http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/acre_lab.asp)>. Acesso em: 14 de maio de 2012.



Essa abrangência da Acreditação (de instalações e métodos de ensaios) é descrita no documento Escopo de Acreditação, sendo de consulta pública através do portal do INMETRO.

No caso específico dos ensaios de Controle de Aceitação do concreto, o Escopo de Acreditação do laboratório que pleitear atender à uma determinada obra deve abranger, no mínimo, as seguintes normas e instalações:

- ✓ Instalações permanentes:
  - ABNT NBR 5739:2007 “*Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos*”;
  - ABNT NBR 8522:2008 “*Concreto - Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão*”;
- ✓ Instalações de cliente:
  - ABNT NBR NM 33:1998 “*Concreto - Amostragem de concreto fresco*”;
  - ABNT NBR NM 67:1998 “*Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone*”;
  - ABNT NBR 5738:2003 Emenda 1:2008 “*Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova*”.

Ou seja, em outras palavras, o laboratório deverá ser acreditado para romper e verificar o módulo de elasticidade do concreto em sua unidade e ser acreditado para amostrar, realizar o “*slump-test*” e moldar os corpos de prova na obra.

Havendo mais parâmetros ou particularidades de avaliação do concreto, esse escopo consequentemente deve abranger esses outros ensaios.

### 3.2 Qualificação e Certificação de mão de obra laboratorial

É básico e sensato – e isto é condição para a Acreditação – que esses laboratórios Acreditados possuam mão de obra perfeitamente qualificada para aplicação dos métodos de ensaios normalizados e de calibração, quando solicitados.

Não é uma atividade multidisciplinar de modo que dezenas de funcionários com diversas especializações são necessários para um laboratório considerar-se razoavelmente completo e atender às necessidades de mercado, o que já demonstra de imediato o esforço necessário.

Além disso, o treinamento e a qualificação têm que ser feitos por organismo terceirizado, de forma permanente, que tem custos e prazo de vencimento, em função da necessidade de constante aperfeiçoamento.

Até bem pouco tempo, a Petrobrás, necessitando dessas especializações de mão de obra para as suas próprias obras, fazia esta qualificação com exclusividade no SEQUI, em São José dos Campos, para todo o Brasil.

Recentemente o IBRACON criou o Núcleo de Qualificação e Certificação de Pessoal (NQCP), em sua sede em São Paulo/SP e recebeu do INMETRO a licença para atuar



Anais do 54º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2012  
Outubro / 2012



@ 2012 - IBRACON - ISSN 2175-8182

como Organismo de Certificação de Pessoal (OCP), com um Programa de Certificação de mão de obra laboratorial.

O processo é todo voltado para o candidato particularmente, devendo entrar em contato com a Entidade, seguir as instruções, receber conteúdos para estudo, marcar a data dos exames e realizá-los, finalmente recebendo a Certificação pelo período estabelecido.

Os exames envolvem provas teóricas, testando o conhecimento do candidato em relação às normas, tecnologia do concreto, conhecimentos gerais e também saúde e segurança do trabalho. Além de provas práticas, onde é avaliado o domínio dos procedimentos normalizados durante a execução dos ensaios pelos candidatos. Os exames são realizados em laboratórios Acreditados já credenciados pelo IBRACON.

As categorias de profissionais a serem certificados são: Auxiliar, Inspetor (nível I e II), Laboratorista (nível I e II) e Tecnologista (nível I e II).

Assim, ao profissional certificado, garante-se o domínio da técnica na execução dos ensaios de concreto para os quais foi qualificado e obteve a certificação.

### 3.3 Riscos inerentes ao uso de laboratório não acreditado e mão de obra não certificada

Há muito tempo sabe-se, e todos os envolvidos deveriam praticar esta verdade, que não é possível acreditar e dar prosseguimento a um processo cujo avanço, ou não é monitorado, ou este monitoramento é feito com falhas de procedimento, por pessoas que desconhecem a forma correta de agir e usando equipamentos sem precisão. Isto caracteriza o atraso e é a prática dos piores produtores, com péssimos resultados e atraso crônico e vicioso. No entanto, esta situação por vezes ocorre no Brasil durante a produção de algumas estruturas de concreto.

Conforme exposto ao longo do texto, para a avaliação do concreto estrutural destinados às estruturas, realizam-se ensaios de caracterização físico-mecânicas, sendo a resistência mecânica à compressão uma das propriedades mais importantes para avaliar o concreto endurecido para fins de recebimento do material, de acordo com o que preconiza a norma ABNT NBR 12655:2006 "*Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento*". O ensaio para sua determinação deve, portanto, expressar essa confiabilidade.

O controle da Resistência à Compressão do Concreto situa-se dentro da necessidade de comprovação daquilo que está sendo executado frente ao que foi adotado no projeto da estrutura. Tem-se que a obra deve ser construída com um concreto de resistência à compressão igual ou superior àquele valor adotado no projeto. É portanto, um dos mais importantes acompanhamentos a serem feitos durante a execução da obra.



Em Tecnologia do Concreto, o concreto dentro de um balão de um caminhão betoneira é considerado *homogêneo*<sup>5</sup> e com uma única resistência mecânica à compressão, adotada como o maior valor dos corpos de prova moldados e ensaiados, denominado *exemplar*.

Essa resistência é considerada a *máxima resistência potencial daquele concreto na boca da bica da betoneira*. Portanto, qualquer acontecimento posterior, na execução dos ensaios ou da estrutura, como: deficiência de adensamento (ninhos de concretagem), excesso de adensamento (segregação), vencimento do concreto, falta de cura, aumento do fator *a/c* (adição de água), procedimentos de ensaio incorretos entre outros, somente vão reduzir essa resistência potencial, porém jamais aumentar<sup>6</sup>.

Assim, fica fácil entender a influência negativa dos procedimentos de ensaios inadequados no controle do concreto realizado pelo *Laboratório*. Sem contar os erros grosseiros e infelizmente comuns, como a troca de informações, erros de digitação, atrasos na apresentação de resultados, são constantes as seguintes situações que reduzem a confiabilidade na avaliação da qualidade do concreto:

- Fôrmas e equipamentos inadequados para a moldagem, por exemplo fora das especificações das Normas;
- Amostragem errada, p. ex. antes do concreto estar bem misturado e homogêneo, ou antes de correções (acréscimo da água retida) que possam modificar o concreto aplicado;
- Erro de moldagem de corpos de prova, p. ex. no número de camadas, no número de golpes etc.;
- Movimentação inadequada na guarda de corpos de prova com concreto fresco na obra;
- Atraso (abandono) de corpos de prova nas obras;
- Maus tratos aos corpos de prova na obra e no transporte;
- Cura deficiente no laboratório;
- Erros no capeamento e correção de topos de corpos de prova no laboratório;
- Erro no ensaio de ruptura, p. ex. posicionamento do corpo de prova, velocidade de carga, equipamentos sem calibração entre outros;

Algumas dessas situações podem ser observadas nas Fig. 2 a 3.

<sup>5</sup> Defini-se o concreto de uma mesma amassada, um mesmo volume de mesmos materiais, misturados juntos e dentro de um único caminhão betoneira, em condições normais de conservação, como um material homogêneo e possuindo apenas uma resistência mecânica à compressão. Evidentemente, se amostrassem todo o concreto contido em uma amassada para ensaio de resistência mecânica à compressão, o universo de resultados obtidos resultaria em uma Curva de Gauss com um pequeno Desvio Padrão, que traduziria a variabilidade do concreto mais a variabilidade das operações de ensaio.

<sup>6</sup> As operações de ensaio erradas irão sempre reduzir a resistência obtida no ensaio, mas jamais aumentar a resistência, a não ser má fé ou erros humanos grosseiros.



Fig. 2 – Corpos de prova com falhas de moldagem (esquerda) e abandonados na obra (direita).



Fig. 3 – Transporte inadequado dos corpos de prova, sem uso de caixas de areia.

Essas situações de procedimentos de ensaios inadequados e não normalizados certamente reduzem o valor da *Resistência à compressão estimada*, podendo resultar em rejeições de lotes que, se fossem realizados os ensaios corretamente, poderiam ser aceitos e assim evitaria-se prejuízo e atraso na obra.

Por outro lado, deve-se entender que o concreto é um material entregue nas obras pelos seus produtores, no estado fresco, e que o seu desempenho físico e mecânico final depende não só da forma com que ele foi preparado mas também da forma como este concreto é aplicado. O transporte deste material dentro das obras, o lançamento, o seu adensamento nas formas e ainda o tipo de cura a que este concreto é submetido após o tempo de início de pega tem influência marcante no desenvolvimento destas propriedades.

Assim, o *Construtor* deve tomar certos cuidados e seguir procedimentos corretos na execução da estrutura, atendendo ao Projeto Estrutural e à norma ABNT NBR 14931:2004 “*Execução de estruturas de concreto – Procedimento*”. Do contrário, a *Resistência à compressão efetiva na estrutura* poderá ter seus valores reduzidos e



distanciados dos valores obtidos nos ensaios de aceitação do concreto. A norma ABNT NBR 12655:2006 se posiciona no item 5.1.2.1 – *Generalidades*:

*NOTA As propriedades exigidas para o concreto, em uma estrutura, são geralmente alcançadas se certos procedimentos de execução do concreto fresco no local de uso forem seguidos. Assim, além dos requisitos definidos nesta Norma, outros requisitos com relação à mistura, transporte, lançamento, adensamento, cura e tratamentos especiais podem ser necessários antes da especificação do concreto. Muitos desses requisitos são freqüentemente independentes. Se todos esses requisitos forem satisfeitos, algumas diferenças na qualidade do concreto entre o que realmente existe na estrutura e os resultados obtidos pelos métodos de ensaio normalizados são adequadamente cobertas pelos coeficientes de segurança.*

A correspondência entre a *Resistência à compressão estimada*, obtida através das operações de ensaio e controle e a *Resistência à compressão efetiva na estrutura* devem ser asseguradas através do *controle tecnológico*<sup>7</sup> dos serviços envolvidos e é independente dos ensaios (Helene *et al.*, 1993).

Estas situações podem transformar um conjunto de resultados de ensaio de um lote em um conjunto de números aleatórios que em nada expressam a qualidade da estrutura de concreto, conduzindo a resultados equivocados, tanto para aprovação como para rejeição de lotes inteiros de concreto, com grande prejuízo e riscos para as obras.

Infelizmente, faz parte do controle estatístico do material concreto uma incerteza quanto a sua avaliação. Conforme observado por Helene (1980): “[...] *sempre haverá o risco de aceitar um concreto não conforme ou de rejeitar um concreto conforme* [...]”

Nota-se, portanto, a grande importância de controlar adequadamente todas as etapas envolvidas com a qualidade do concreto e conseqüentemente de suas estruturas. Especificamente para o controle de aceitação do concreto, reitera-se a importância da adoção de procedimentos de ensaios normalizados a fim de assegurar a confiabilidade necessária ao processo, garantido através de laboratórios de ensaios idôneos e filiados à RBLE (Acreditados) e que utilizem mão de obra qualificada e certificada pelo IBRACON.

#### **4 Situação atual**

Pelo exposto, fica latente a necessidade de se zelar pelo controle de aceitação do concreto em obra, a partir da contratação consciente de laboratório de ensaios Acreditados pelo INMETRO e com mão de obra laboratorial certificada pelo IBRACON.

No entanto, após buscas nas páginas eletrônicas do INMETRO e IBRACON e análise de dados obtidos, deparou-se com uma verdade inconveniente, conforme se verá.

---

<sup>7</sup> O controle tecnológico, por muitas vezes confundido como o controle da resistência do concreto, envolve o controle dos serviços envolvidos na execução da estrutura, como controle dos materiais, conferência das fôrmas e armações, verificação dos serviços envolvidos na concretagem, tais como lançamento, adensamento, cura entre outros.

#### 4.1 Laboratórios Acreditados

Através da página eletrônica do INMETRO é possível consultar os laboratórios credenciados à RBLE. A página também permite refinar essa consulta através da definição de critérios de busca a fim de restringir os resultados (a quantidade de laboratórios acreditados buscados).

Os dados analisados nesse artigo foram consultados na data de 06/07/2012 através da ferramenta de busca à RBLE disponibilizada pelo INMETRO. Optou-se por não restringir a busca, a fim de que nenhum laboratório fosse excluído da busca por filtros. Assim, foram definidos os seguintes critérios de busca:

- ✓ Modalidade da Acreditação: CRL (ABNT NBR ISO IEC 17025 – Laboratório Independente);
- ✓ Número da Acreditação: não preenchido;
- ✓ Nome do Laboratório: não preenchido;
- ✓ Estado: não preenchido;
- ✓ País: Brasil;
- ✓ Classe de ensaio: não preenchido;
- ✓ Áreas de atividade: não preenchido.

A busca revelou que existem 441 laboratórios de ensaio Acreditados distribuídos no Brasil e com atuação nas mais diversas áreas. Também foram obtidos a partir da página do INMETRO os Escopos de Acreditação desses 441 laboratórios para consulta.

Após análise detalhada dos Escopos de Acreditação (nos quais são listados os métodos de ensaio – normas – para os quais o laboratório é Acreditado), observou-se que apenas 20 dos 441 laboratórios possuíam algum ensaio acreditado (pelo menos 1) associado ao controle de aceitação do concreto. Os demais laboratórios, 221, realizavam ensaios ligados às outras áreas, alguns correlatos à Construção Civil, tais como Solo etc., outros díspares, como Análises Clínicas etc., mas nenhum relacionado a concreto.

Nota-se de imediato que a quantidade de laboratórios Acreditados que atuam no Controle de Aceitação do concreto, atualmente de 20 laboratórios, é inferior a quantidade de unidades federativas que compõem o Brasil, 27, o que por si só demonstra a defasagem de laboratórios em território nacional.

Porém, quando se analisa a distribuição de laboratórios Acreditados pelos Estados brasileiros, verifica-se uma desuniforme distribuição dos mesmos: no Estado de São Paulo concentram-se 15 desses 20 laboratórios acreditados. Já em outros 21 Estados brasileiros, AC, AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, MA, MT, MS, PB, PA, PI, RN, RS, RO, RR, SC, SE e TO, não há **nenhum** laboratório Acreditado, conforme pode ser observado no Gráfico 1:



### Laboratórios por Estado brasileiro



Desses 20 laboratórios, 14 possuem atribuição para amostrar (NBR NM 33), verificar a consistência (NBR NM 67) e moldar (NBR 5738) em obra (Instalações do Cliente) e romper em laboratório (Instalações Permanentes).

Os 6 laboratórios demais possuem Acreditação para romperem os corpos-de-prova em Instalações Permanentes, porém não para amostrar, ensaio de consistência e moldagem dos corpos de prova em obra. Novamente, observa-se aqui uma situação que pode gerar equívocos. Uma vez que o laboratório possui Acreditação, deve-se verificar se essa abrange os serviços contratados, pois esses 6 laboratórios que são acreditados para romper corpos-de-prova, não o são para moldar na obra.

A situação se agrava quando se necessita da instalação de um laboratório completo dentro da obra (para amostragem, consistência, moldagem **e ruptura dos corpos de prova na obra**), seja pelo volume de concreto controlado ou pela necessidade de se controlar concretos com pouca idade (caso de empresas de pré-moldados ou pré-fabricados e obras verticais com diversos andares tipo).

Evidentemente, para suprir essa estrutura no canteiro de obras, o laboratório deve ser Acreditado para esses ensaios em Instalações de Cliente, incluindo a norma ABNT NBR 5739:2007 "Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos". Porém, impressionantemente, no Brasil há apenas 2 laboratórios com escopo que englobe essa condição. E, contraditoriamente, não é nenhum dos laboratórios de grande prestígio o detentor desse Escopo de Acreditação abrangente.

Se levado em consideração quantos milhares de obras de porte existentes no Brasil em plena construção neste momento e nos próximos meses, imaginando que estas obras deveriam ser obrigatoriamente atendidas por laboratórios Acreditados, pode-se fazer uma ideia da imensa defasagem que existe entre a necessidade e a realidade até que se alcance uma atuação abrangente que gere valores confiáveis para o concreto no nível necessário. Em sentido contrário, pode-se perceber os riscos e o imenso trabalho necessário para colocar as coisas no seu devido lugar.



## 4.2 Mão de Obra certificada

Da mesma forma que a consulta aos laboratórios Acreditados na página do INMETRO, também foi realizado uma consulta aos Profissionais Certificados através da página eletrônica do IBRACON.

O site do IBRACON registra 162 Profissionais Certificados nos níveis e funções estabelecidos pela Entidade, todos na especialidade Controle Tecnológico do Concreto, foco do programa.

Devido ao desconhecimento da quantidade absoluta de laboratórios de concreto no Brasil, é difícil analisar a disponibilidade de profissionais certificados por laboratório. Mas, analisando empiricamente a quantidade de obras com estruturas de concreto armado distribuídas pelo país, deduz-se a necessidade desses profissionais no mercado.

## 4.3 A realidade nas obras

Há alguns anos, quando as concreteiras passaram a executar todo o concreto das obras, houve o afastamento do Engenheiro Construtor em relação ao Preparo, Execução e Controle do Concreto. As próprias Construtoras, através de suas Administrações, estimularam que a compra do concreto passasse a se feita por compradores leigos ou comprometidos apenas com o preço baixo, entendendo que o custo do concreto é uma parte importante do custo total da obra e que precisa ser “negociado”, em busca de redução, o que vem sendo feito sem qualquer critério.

No mesmo tom, a contratação de Laboratórios de controle é feita por critérios mínimos, seguidamente só para romper corpos-de-prova moldados por serventes de obra funcionários da própria Construtora. Esses concretos moldados sem critério ou até mesmo quando utilizados resultados da própria Concreteira, caracterizam irregularidades pois o controle tem que ser realizado de forma independente, por Organismo de Terceira Parte (OTP), uma vez que se busca certificar o serviço de concretagem.

Assim, há uma razoável quantidade de laboratórios dedicados a fazer ensaios de concreto e seus componentes com funcionários precariamente qualificados, com precárias instalações e, muitas vezes, com equipamentos em desacordo com os critérios de aferição.

É louvável o esforço dessas empresas, diante da imensidão de trabalho disponível, tanto mais que o Brasil vive um momento de grande proliferação de obras. Mas nas condições em que se desenvolvem estes trabalhos é comum a geração de resultados inconsistentes, que conduzem a desgastes desnecessários entre as partes envolvidas e obras sem controle ou com controle precário, sujeitas a interpretações, com base em falsas premissas.

## 5 Conclusões e sugestões para melhoria

As conclusões sobre o quadro atual no estado de São Paulo são as seguintes:

- Número de Laboratórios Acreditados insuficiente para a demanda necessária;
- Mão de obra em formação ainda insuficiente para a demanda necessária;

- Falta de percepção dessa necessidade pelos Contratantes;
- Circulo vicioso de perde-perde entre Construtoras e Concreteiras que tende a se manter se não houver alguma intervenção externa;
- Prejuízo à confiabilidade das estruturas de concreto.

Diante do que se percebe é preciso de alguma forma intervir no processo para demonstrar a importância de controlar adequadamente a qualidade e reverter o quadro de não-conformidade que tende a crescer.

Neste sentido, seguem algumas sugestões a fazer:

- Reunião dos Agentes da Cadeia Produtiva para apresentação de informações sobre o quadro, esclarecendo as boas práticas necessárias e as estruturas já existentes para isto;
- Incentivar o envolvimento dos laboratórios não Acreditados no processo de Acreditação;
- Incrementar o apoio aos profissionais para a sua certificação no IBRACON aportando recursos para sustentação do processo;
- Treinar os Engenheiros de Obra e as Construtoras sobre os corretos procedimentos de contratação dos serviços de concretagem e laboratórios de controle, para que haja uma fiscalização efetiva;

## 5 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118:2007** Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR 12655:2006** Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_\_. **NBR 14931:2004** Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO/IEC 17025:2005 Versão Corrigida 2:2006** Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 15146-1:2011** Controle tecnológico de concreto – Qualificação de pessoal Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2011.

HELENE, Paulo. **Controle de Qualidade do Concreto** (Dissertação de Mestrado). São Paulo, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1980. 129p.

HELENE, Paulo. **Contribuição à Análise da Resistência do Concreto em Estruturas Existentes para Fins de Avaliação da Segurança** [Artigo na internet]. São Paulo, texto provisório datado de 10.09.2011 [acesso em 13/02/2012]. Disponível em <[www.concretophd.com.br](http://www.concretophd.com.br)>.

HELENE, P., TERZIAN, P.. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. Editora PINI, São Paulo, 1993.