

## PERGUNTAS TÉCNICAS

**A DISCUSSÃO DESSE TÓPICO GIRA EM TORNO DA DURABILIDADE E CAA. A NORMA NOS DIZ QUE, PARA A CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL NA QUAL SE ENQUADRA O RESERVATÓRIO, PRECISAMOS DE UM CONCRETO C40 PARA GARANTIR A DURABILIDADE. MINHA PERGUNTA É SE ESSA GARANTIA DE DURABILIDADE NÃO É MAIS RELACIONADA AO FATOR A/C DO QUE A RESISTÊNCIA EM SI DO CONCRETO À COMPRESSÃO? PERGUNTO ISSO, POIS SEMPRE ACHEI QUE A DURABILIDADE ESTAVA RELACIONADA AO GRAU DE POROSIDADE DO CONCRETO. CONCRETOS MUITO POROSOS TEM MENOR DURABILIDADE. NO MEU ENTENDIMENTO A POROSIDADE TEM MAIS CORRELAÇÃO COM O FATOR A/C DO QUE FCK. ESTÁ CORRETA ESTA AFIRMAÇÃO? NÃO PODERIA, POR EXEMPLO, USAR UMA RESISTÊNCIA BAIXA À COMPRESSÃO E UM FATOR A/C TAMBÉM BAIXO QUE GARANTAM UMA BAIXA POROSIDADE E CONSEQUENTEMENTE UMA GRANDE DURABILIDADE?**

**Eng. Mauer Egas**  
CURITIBA, PARANÁ

Tanto a ABNT NBR 6118 quanto a NBR 12655 e a NBR 15575, não são normas de Durabilidade. Tocam o tema no fundamental, mas são essencialmente normas de Projeto Estrutural, Dosagem e Controle de Concretos Estruturais e de Desempenho de Edifícios Habitacionais. Então precisam falar uma linguagem acessível, prática, simplificada e, portanto, em princípio, conservadora, ou seja, deveriam exigir por excesso. Quem desejar otimizar, teria de fazer um estudo, uma pesquisa, ensaios, normalmente prescritos numa norma de Durabilidade. Infelizmente, no Brasil ainda não temos uma norma de Durabilidade do Concreto, pois esta requer ensaios do

tipo: potencial de corrosão, corrente de corrosão, perfil de cloretos, profundidade de carbonatação, difusividade de íons cloreto, difusividade e permeabilidade de CO<sub>2</sub> e de O<sub>2</sub>, determinação físico-química do grau de hidratação que permita determinar a relação confiável de Cl-/OH-, ensaio de resistividade superficial e massiva, teor de sulfatos, sensibilidade à DEF etc.

O IBRACON tem 3 Comitês Técnicos trabalhando arduamente nesses temas que são o suporte tecnológico de uma norma de Durabilidade, que só teremos lá no futuro. Até agora somente o CT de reação AAR (*alkali-aggregate reaction*) conseguiu finalizar e fazer uma norma NBR exemplar, a ABNT NBR 15577.

Quando conseguirmos ter disponíveis os vários métodos padronizados de ensaio (acelerados, de controle para obras em andamento e de análise de estrutura acabada), então a durabilidade vai ser especificada de uma maneira direta, por exemplo: No caso de reservatório de água potável tratada, o concreto deverá apresentar aos 63 dias de idade os seguintes parâmetros característicos (5% inferior): profundidade de carbonatação máxima de acordo com o método XXX < 3mm; profundidade de penetração de cloreto na concentração de 0,4% de acordo com o método YYY < 5mm; e assim por diante.

Até chegarmos lá, teremos de fazer como sempre fizemos há mais de 110 anos desde as primeiras normas europeias e americanas de concreto (1906 a 1910), ou seja, de forma indireta.

Prescrever ou especificar de forma indireta é, ao invés de exigir carbonatação máxima de 5 mm, exigimos cobrimento mínimo ou nominal de 40 mm. Ao invés de exigir resistividade mínima de 5 ohms, especificamos  $f_{ck} > 40$  MPa. Ao invés de exigir penetração de cloreto máxima de 7 mm de acordo com método ZZZ, especificamos consumo mínimo de 300 kg de cimento ou relação a/c máxima de 0,45. Compreende? Fazemos tudo

de forma indireta porque ainda não temos métodos de ensaio normalizados e consagrados. Sobre sua última pergunta, muito pertinente também, de que a relação a/c é mais importante que  $f_{ck}$ , eu concordo em gênero, número e grau. Todas as pesquisas sérias e bem realizadas demonstram que as propriedades de durabilidade dependem mais da relação a/c e do tipo de cimento e de adições, que propriamente do  $f_{ck}$ . Então você tem razão, conceitualmente falando, mas pragmaticamente como você controla relação a/c de um concreto entregue na obra?

Esse é o problema. Não adianta prescrever ou especificar relação a/c, pois não existe laboratório no Brasil nem método de ensaio para medir e controlar essa relação a/c. Nem no Brasil nem no exterior. Então especificar relação a/c é o correto do ponto de vista da tecnologia do concreto, digamos, cientificamente, mas na prática é uma utopia! Finalmente, como o  $f_{ck}$  é explicado em 95% pela relação a/c, já dizia Duff Abrams em 1918, a gente, de novo, faz as coisas indiretamente, ou seja, sabemos que  $f_{ck} = 40$  MPa só é conseguido com relação a/c baixa, então a gente especifica  $f_{ck}$  porque este tem método de ensaio para medir e controlar.

**PAULO HELENE**  
DIRETOR PRESIDENTE

**É POSSÍVEL RELAXAR NA QUALIDADE DO CONCRETO QUANDO JÁ SABEMOS QUE ESTE SERÁ IMPERMEABILIZADO COM ARGAMASSA DE AREIA, CIMENTO E VEDACIT?**

**Eng. Diego Durán Durán**  
BOA VISTA, RORAIMA

Com todo respeito, observo que as prescrições da ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 12655, no que diz respeito às estruturas de concreto simples, armado e protendido, devem ser obedecidas sempre, sejam ou não revestidas as estruturas. Esse conceito é muito importante

e vale para fachadas, coberturas, reservatórios d'água, galerias de esgoto, garagens, pontes, viadutos, marquises etc., sejam revestidas ou não. É óbvio que o bom senso nos diz que uma estrutura revestida estará, em princípio, mais protegida do meio ambiente e falsamente nos dá a impressão de que poderíamos relaxar. Nunca!

Pois a maioria dos revestimentos têm uma vida útil de 4 anos a 15 anos, no máximo.

Mas a estrutura deve ter VUP de 50 anos a 75 anos, às vezes 100 anos. Então não dá para contar com os revestimentos.

Que eu saiba nenhuma norma importante de concreto no mundo permite relaxar.

Todas permitem "acrescentar", mas relaxar não.

É óbvio que um sistema multibarreira é mais eficiente que um sistema único. Mas... o seguro morreu de velho... e é assim que nós queremos que as estruturas de concreto durem.

**PAULO HELENE**  
DIRETOR PRESIDENTE

**EM LAJES SUJEITAS À  
SUBPRESSÃO, SE A CONTENÇÃO  
DO SUBSOLO FOR EXECUTADA  
EM ESTACAS ESCAVADAS,  
JUSTAPOSTAS, COMO FAZER A  
LIGAÇÃO DA LAJE DE SUBPRESSÃO  
COM ESSE TIPO DE CONTENÇÃO?**

**Eng. Marcos Carnaúba**  
Maceió, Alagoas

O concreto é um material de muito baixa permeabilidade e pode ser considerado, a partir de 20 MPa, como um material "impermeável" à água e líquidos não agressivos, sempre que as espessuras de laje e paredes superem 10 cm. O conceito pragmático de material impermeável (de baixa permeabilidade) é relacionado ao conforto psicológico, ou seja, se os usuários não veem o vapor de água sair pela superfície "seca" ou se a superfície "seca" não se mostra molhada, então o leigo crê e define como material "impermeável". Assim são a maioria

dos reservatórios de água expostos ao meio ambiente. A água está constantemente permeando pelos poros do concreto e evaporando na superfície que se mostra "aparente ou visualmente" seca.

Se essa superfície for pintada com cal ou hidrofugante, ela manterá os poros abertos, passando o vapor de água e tudo vai bem. Se pintar essa superfície exposta com tintas formadoras de filmes epóxi, poliuretano, látex acrílico, então vai dar problema, vai formar bolhas de água detrás da película e o usuário vai dizer que o concreto não é impermeável. É a eterna diferença entre material de baixa permeabilidade ou impermeável e estrutura estanque. O difícil é conseguir estrutura estanque porque as juntas de concretagem, as bicheiras, as segregações, as fissuras, retraem, deformam, mesmo que use um material bom e "impermeável". Por isso, no nosso trabalho sempre damos muita atenção ao procedimento executivo e ao acompanhamento das obras. Não há nada como os bons olhos e afiados dentes de um Pitbull ou Rottweiler (k,k,k,k). Escolher e dosar o concreto é mais fácil porque é a "gente" que faz, mas executar bem é uma luta, quase corporal com colegas gerentes e construtores pouco esclarecidos e omissos, e com empreiteiros que não querem saber de nada mais que produção. Claro que dimensionar as peças fletidas (lajes e vigas) para wk, ou abertura característica de fissura igual ou menor que 0,1 mm, é fundamental! A falta de rigidez de certos reservatórios de água e de lajes de subpressão, projetados por colegas pouco experientes que se assustam com as elevadas, mas necessárias, taxas de armadura de uma parede ou laje com wk = 0,1 mm é o pior dos cenários. O construtor não entende porque deve aumentar o consumo de aço de 60 kg/m<sup>3</sup> para 180 kg/m<sup>3</sup>. Depois passa a vida inteira remendando. Finalmente, vale observar que por m<sup>2</sup> ou m<sup>3</sup>, o mais barato, sempre, é

o concreto armado ou protendido mesmo com o dobro do consumo de aço e de cimento. Impermeabilizar um reservatório de água ou ETE ou ETA custa o preço de fazer uma obra inteira novinha, ou seja, não impermeabilizar significa sobrar grana para fazer um reservatório novo de graça.

**PAULO HELENE**  
DIRETOR PRESIDENTE

**JÁ EXISTE ALGUMA  
NORMA BRASILEIRA PARA  
DIMENSIONAMENTO E APLICAÇÃO  
DE SISTEMAS DE REFORÇO DE  
POLÍMEROS REFORÇADOS COM  
FIBRAS (FRPs) EM ELEMENTOS  
ESTRUTURAIS DE CONCRETO  
ARMADO?**

**Marcelo Pereira**  
Solitex Engenharia

O Comitê Técnico CT303 IBRACON/ ABECE, que trata de Materiais não Convencionais para Reforço do Concreto e Estruturas, tem trabalhado nesses últimos dois anos com a contribuição de vários especialistas no assunto e está finalizando uma Prática Recomendada sobre o assunto e deverá publicá-la no primeiro semestre de 2023. Nela serão tratados aspectos sobre os vários sistemas de reforços do ponto de vista de projeto e controle da qualidade.

O objetivo é disponibilizar ao meio técnico um primeiro documento organizado sobre Reforço de Elementos Estruturais com Sistemas de Polímeros Reforçados com Fibras aplicados externamente para se ter uma base comum, visando a uma futura Normalização sobre o assunto. Nossa expectativa é que tenhamos um amadurecimento dessa discussão por meio de um workshop no ano de 2023 e na sequência a instalação da Comissão de Estudos da ABNT para formalização de Norma Brasileira sobre o assunto.

**MARCO CÁRNIO**  
COORDENADOR DO CT 303  
IBRACON/ABECE