

# Palestra virtual desmistifica comportamento estrutural do concreto reforçado com fibras

FÁBIO LUÍS PEDROSO – EDITOR

O concreto reforçado com fibras (CRF) é um material compósito que une as características de resistência à compressão do concreto e de resistência à tração das fibras de aço ou das macrofibras poliméricas.

Dúvidas com relação ao comportamento estrutural do CRF existiam até há pouco tempo. Tanto é assim que o professor da University of British Columbia (UBC), Prof. Sidney Mindess, publicou, em 1994, um artigo denominado “Concreto Reforçado com Fibras — Mito e Realidade”.

Um desses mitos era que as fibras distribuídas aleatoriamente na matriz de concreto contribuiriam para aumentar sua resistência à compressão. Como esclarece o artigo do Prof. Mindess, com a quantidade usual de fibras nos concretos, não há nenhum incremento significativo na resistência à compressão. “No entanto, há melhoria no comportamento de tração do concreto após sua ruptura ou após sua fissuração, devido ao fato de as fibras funcionarem como pontes sobre as fissuras, transferindo as tensões internas na peça, o que confere ductilidade ao concreto”, frisou o professor da Universidade de Sidney e gerente da Jacobs, Prof. David Oliveira em sua palestra magna no Congresso Virtual do IBRACON (Fig. 1).

Essa propriedade conferida pelas fibras ao concreto é comprovada pelo ensaio europeu da EN 14651, referência para diversas normas técnicas, como o *fib* ModeCode 2010. Nele, uma viga, com entalhe em sua base, é biapoiada e

submetida a uma carga central. O ensaio mede a relação entre as cargas aplicadas e as aberturas de fissuras para 0,5, 1,5, 2,5 e 3,5 mm (CMOD). No ensaio, constatou-se o ganho de tração pós-fissuração propiciado pelas fibras no concreto.

“Esse comportamento estrutural do CRF o torna adequado para revestimentos de túneis de minas e em obras civis em solos moles ou a grandes profundidades, pois essas obras estão sujeitas a grandes deformações plásticas”, complementou Oliveira, adicionando que, devido ao ganho de resistência à compressão do concreto ao longo do tempo, há correlativamente uma perda de sua ductilidade ao longo desse tempo, porque, no concreto mais resistente, a resistência à tração deixa de ser conferida pelo comportamento de arrancamento das fibras, passando a ser conferida por sua ruptura. “Essa mudança de comportamento das fibras no concreto com idade avançada deve ser levada em conta nos projetos de obras, já que essas são construídas para durar por 100 anos ou mais”, recomendou.

Outro mito era que as fibras não podiam substituir a armadura convencional. No artigo de 1994, o Prof. Mindess afirmou que barras de armadura são colocadas em posições bem definidas na estrutura, para suportar

forças de tração, cisalhamento e ocasionalmente de compressão. Como as fibras são descontínuas e dispersas na matriz de concreto, elas não se prestariam a substituir as armaduras convencionais.

No entanto, hoje em dia, a prática mundial, respaldada pelo texto do *fib* ModeCode 2010 prescreve condições de comportamento do CRF sob as quais as fibras podem substituir total ou parcialmente o reforço convencional.

Em 1994, o artigo afirmou também que não havia um método consensuado para caracterizar os efeitos das fibras no comportamento estrutural do concreto. Mas, esse mito caiu por terra com os modelos de dimensionamento estrutural do CRF desenvolvidos pela RILEM em 2003 e endossados pela *fib* em 2010.

A existência de modelo de dimensionamento do CRF e de condições controladas para a substituição do reforço convencional dão segurança necessária para seu uso disseminado em túneis por meio de projeção.

O CRF suporta bem cargas de compressão e promove a boa redistribuição de



Prof. David Oliveira em momento de sua palestra no 62º CBC 2020

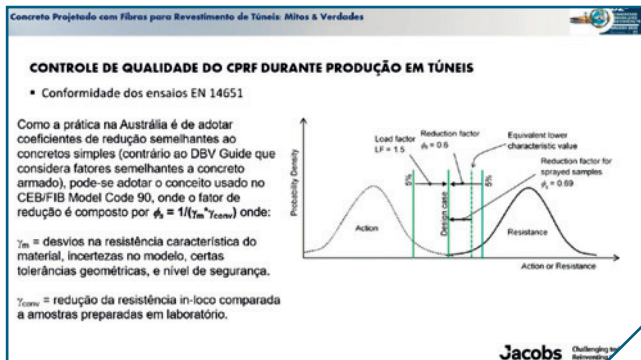


Figura 2 – Slide apresentado durante a palestra do Prof. David Oliveira

tensões no maciço do túnel, quando bem dimensionado. “O maciço escavado tende a se deformar até sua ruptura. Porém, ao ser plastificado pelo CRF, tem suas cargas absorvidas e redistribuídas pelo concreto, levando a um equilíbrio entre carregamento e resistência”, explicou Oliveira.

Em casos nos quais as fibras adicionadas ao concreto não são capazes de promover a resistência requerida para os esforços localizados de carregamentos, torna-se possível combinar o uso do CRF com a

O controle de qualidade do CRF é realizado durante a execução do túnel, com projeção de miniparedes de onde serão retirados os corpos de prova para ensaios em viga EN 14651 (Fig. 2). “Como as amostras são projetadas na frente de escavação, é muito comum coeficientes de variação da ordem de 20% a 30% nos resultados dos ensaios, devido à variabilidade natural do processo”, informou Oliveira, para complementar que “valores de até 0,87 do valor característico de projeto são aceitos e considerados em con-

armadura convencional em certas regiões altamente solicitadas. Isto agiliza o processo de construção, pois o tempo para montar a armadura será menor, já que seu uso será localizado.

formidade, sem necessidade de reanálises”.

David também mostrou estudos realizados na Austrália que buscam uma correlação entre os resultados dos ensaios da EN 14651 e os de tenacidade (que avalia o comportamento empírico do CRF e possui um menor coeficiente de variação de resultados), que devem permitir aperfeiçoar os controles do CRF.

Por fim, David Oliveira apresentou o exemplo de um dimensionamento de revestimentos de pequena espessura com CRF em maciços rochosos com bom comportamento estrutural, situação na qual os tirantes metálicos promovem a estabilidade global da escavação e o CRF promove a estabilidade local, evitando o colapso progressivo. Segundo o palestrante, um método simplificado de dimensionamento para este caso é considerar a estrutura como semelhante a uma laje cogumelo armada em duas direções.

Os congressistas puderam aprender um pouco mais sobre o uso do concreto projetado com fibras como revestimento de túneis no debate que se seguiu, coordenado pelo presidente do IBRACON, Prof. Paulo Helene.

### CONTROLE TECNOLÓGICO DO CRF

**PRÁTICA RECOMENDADA IBRACON/ABECE**  
**CONTROLE DA QUALIDADE DO CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS**

COMITÊ 303: Materiais não convencionais para Estruturas de Concreto, Fibras e Concreto Reforçado com Fibras

GT4: Caracterização de materiais não convencionais e fibras para reforço estrutural

Coordenador: Eng. Marco Antonio Carnio  
 Representante CTA: Sofia Maria Carrato Dinis

ABECE IBRACON

# PRÁTICA RECOMENDADA IBRACON/ABECE

## Controle da qualidade do concreto reforçado com fibras

Elaborada pelo CT 303 – Comitê Técnico IBRACON/ABECE sobre Uso de Materiais não Convencionais para Estruturas de Concreto, Fibras e Concreto Reforçado com Fibras, a Prática Recomendada “Controle da qualidade do concreto reforçado com fibras” indica métodos de ensaios para o controle da qualidade do CRF utilizado em estruturas de concreto reforçado com fibras e estruturas de concreto reforçado com fibras em conjunto com armaduras.

A Prática Recomendada aplica-se tanto a estruturas de placas apoiadas em meio elástico quanto a estruturas sem interação com o meio elástico.

**AQUISIÇÃO**  
[www.ibracon.org.br](http://www.ibracon.org.br) (Loja Virtual)

**DADOS TÉCNICOS**

ISBN: 978-85-98576-30-5  
**Edição:** 1ª edição  
**Formato:** eletrônico  
**Páginas:** 31  
**Acabamento:** digital  
**Ano da publicação:** 2017  
**Coordenador:** Eng. Marco Antonio Carnio

### Patrocínio

