

# Participação em concurso técnico organizado pelo Ibracon

Nivaldo Venâncio da Silva Júnior<sup>1,2</sup>, Carlos Eduardo Santana de Melo<sup>1</sup>, Daniel Martins de Ornelas<sup>1</sup>, Jorge Silva Medeiros Júnior<sup>1</sup>, Salomon Mony Levy<sup>1</sup>, Alex Alves Bandeira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uninove, Departamento de Ciências Exatas. <sup>2</sup>Pibic/CNPq, São Paulo – SP [Brasil]  
nivaldo\_junior@hotmail.com

Concursos podem proporcionar vivência prática em problemas de caráter técnico, como a idealização de uma forma adequada para a construção de um pórtico em concreto armado, considerando-se os aspectos estruturais e a formulação dos materiais constituintes, tais como cimento, agregados, fibras, aditivos e aço. Este trabalho deve basear-se tanto em informações adquiridas durante o curso de graduação quanto em técnicas modernas e apropriadas para a aplicação no projeto.

Em 2006, o concurso técnico Aparato de Proteção ao Ovo (APO), organizado pelo Instituto Brasileiro do Concreto (Ibracon), desafiou os estudantes de engenharia a projetar e construir um pórtico em concreto armado de alto desempenho (CAD). Todos os aparatos para teste sofreram impactos de cargas progressivas a 1,5, 2,0 e 2,5 metros (m) e mais três quedas de 2,5 m, ou até que ocorresse a ruptura do ovo, posicionado sob o pórtico. O aparato que suportou a maior carga foi considerado o vencedor do concurso. Para o concreto com  $f_{cj28} = 200$  megapascal (MPa), utilizado na moldagem do pórtico, foram analisadas as influências de pós reativos, de aditivos hiperplastificantes e da curva granulométrica dos agregados.

Os pórticos foram confeccionados com os seguintes materiais:

Aglomerante: Cimento CP V - ARI;

Agregado miúdo: areia de Jundú D máx = 0,6 milímetros (mm) e MF = 1,53;

Agregado graúdo: diabásico de Campinas, D máx 4,8 mm e MF = 5,0;

Pó reativo: sílica ativa;

Aditivo: hiperplastificante base de polycarboxilatos;

Aço de alto teor de carbono utilizado na confecção de molas de diâmetro: 1,62 mm e resistência à tração de 2300 MPa;

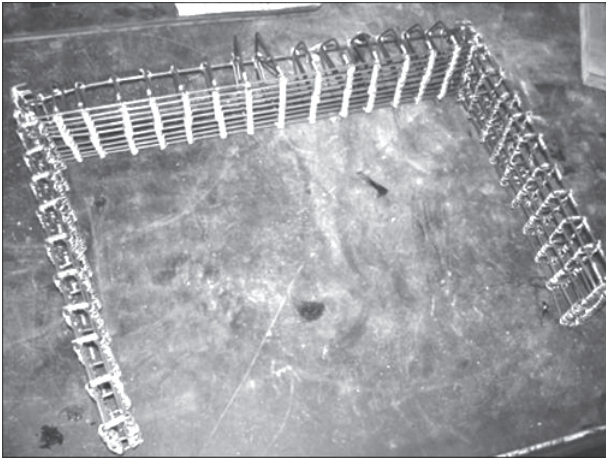
Fibras de aço: de 30 x 60 mm e 60 x 80 mm;

Forma em chapa de madeira compensada: de 15 mm.

A estrutura de aço foi amarrada (como costura de roupa) com arame recozido galvanizado, de diâmetro de 0,15 mm, iniciando-se pela viga e terminando pelos pilares (Fotografia 1).

Os componentes constituintes do concreto dos pórticos foram misturados da seguinte forma: colocou-se, primeiro, o agregado miúdo, ligando a argamassadeira em velocidade baixa; em seguida, foram adicionados, um a um, cimento, sílica ativa, parte do agregado graúdo, água com aditivo hiperplastificante à temperatura de 0 °C. Depois de a mistura adquirir consistência de 220 mm, adicionou-se o restante do agregado graúdo. Todo o processo de mistura e moldagem durou 15 minutos.

Vinte e quatro horas após a moldagem, os pórticos foram levados à cura térmica (autoclave a uma pressão de 500 quilopascal [kPa] e tempe-



**Fotografia 1: Estrutura de aço do pórtico**

Fonte: Os autores.

ratura média de 150 °C), por um período de duas horas, após a obtenção da pressão especificada. Decorrido o intervalo determinado, o equipamento foi desligado e resfriado lentamente até atingir a temperatura ambiente – aproximadamente 14 horas (Fotografia 2).



**Fotografia 2: Pórtico pronto para o concurso**

Fonte: Os autores.

Elaborou-se uma análise dos resultados. Para chegar ao traço utilizado na concretagem do pórtico, foram moldados 20 diferentes traços, variando-se os cimentos, marcas sílica ativa e granulometria dos agregados, de acordo com a quantidade de água, aditivo, hiperplastificante 1%

e 3% e de sílica ativa em teores de 10% a 40% sobre a massa do cimento. Na Tabela 1, são apresentados alguns dos traços utilizados, objetivando a resistência de 200 MPa.

**Tabela 1: Traços ensaiados para (200 MPa)**

Materiais	Traços em massa materiais secos (kg)	
Cimento Portland	1,000	1,000
Sílica ativa	0,200	0,250
Agregado miúdo	1,716	0,941
Agregado graúdo	0,577	0,403
Relação a/c	0,192	0,170
Aditivo hiperplastificante	1,8%	0,0118%

Fonte: Os autores.

Os pórticos resistiram ao impacto de uma carga dinâmica de 150 newtons (N) e apresentaram uma ruptura frágil no terceiro impacto de 2,5 m de altura (Fotografia 3).



**Fotografia 3: Pórticos que não resistiram ao impacto**

Fonte: Os autores.

Para os concretos com  $f_{cj28}$  superiores a 200 MPa, três aspectos são importantes: a qualidade da pasta de cimento, a dos agregados e a da interface agregado-pasta do concreto. Constatou-se que, em CAD, as propriedades dos agregados têm maior influência no resultado fi-

nal do que nos concretos normais (RAMALHO, 2005).

O concreto utilizado resistiu às cargas de impacto, não havendo ruptura das áreas de maior influência na resistência à compressão (pilares).

O aço revelou-se o ponto mais fraco do pórtico por causa da ruptura frágil (falta de resistência à fadiga do aço). Para o próximo concurso, tem-se a intenção de pesquisar a utilização de um

aço com maior resistência à tração, levando-se em consideração o aspecto fadiga.

## Referências

RAMALHO I. de A. *Concreto. Ensino, pesquisas e realizações*. 1. ed. São Paulo: Ibracon, 2005.

### Para referenciar este texto

SILVA JÚNIOR, N. V. da. et al. Participação em concurso técnico organizado pelo Ibracon. *Exacta*, São Paulo, v. 4, n. especial, p. 87-89, 25 nov. 2006.

