

CONCRETO

& Construções



IBRACON
Instituto Brasileiro do Concreto

Ano XL

67

JUL-SET 2012

ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

PAVIMENTOS DE CONCRETO

DURABILIDADE, SEGURANÇA, ECONOMIA E SUSTENTABILIDADE EM RUAS, CORREDORES DE ÔNIBUS E RODOVIAS



PERSONALIDADE ENTREVISTADA

RENATO GIUSTI:
COMPROMISSO COM O
DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

CONCRETO ARMADO DE
ALTA RESISTÊNCIA EM
ALTAS TEMPERATURAS

ACONTECE NAS REGIONAIS

54º CONGRESSO BRASILEIRO
DO CONCRETO

Avaliação experimental do concreto armado de alta resistência submetido a elevadas temperaturas

CARLOS BRITZ – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PAULO HELENE – PROFESSOR TITULAR DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PHD ENGENHARIA

PEDRO BILESKY – LABORATÓRIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

ANTONIO BERTO – LABORATÓRIO DE SEGURANÇA AO FOGO

CETAC DO INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

1. INTRODUÇÃO

Recentemente, o Brasil se destacou no cenário internacional quando apresentou recorde em concreto de alta resistência, colorido, HSCC, empregado em vários tramos de pilares do edifício *e-Tower*, na cidade de São Paulo, região sudeste do país.¹ Na época da construção do edifício *e-Tower*, em 2002, três réplicas dos pilares reais foram construídas a título de protótipos no pátio do laboratório da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo EPUSP (Fig. 1), para futuros ensaios de desempenho mecânico, de durabilidade e de simulação de incêndio.

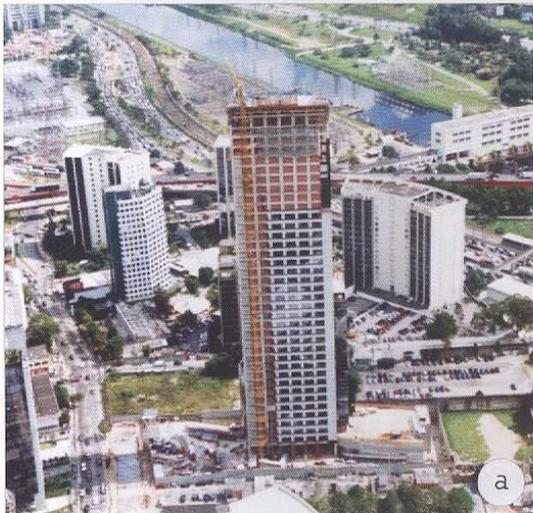
Apesar do grande avanço mundial na área de pesquisa e tecnologia do concreto de alta resistência em situação de incêndio, ainda persiste a ideia, inclusive no Brasil, de que este tipo de material pode apresentar comportamento desfavorável quando submetido a elevadas temperaturas.²

Britz³ destaca que diversos pesquisadores em extensos programas experimentais já contestaram esse fato, apontando que a geometria, o tamanho da seção transversal e a taxa e configuração das armaduras são fatores fundamentais para uma correta avaliação do desempenho frente a fogo, principalmente quanto ao fenômeno de “*spalling*” (ou deslocamento) tipo explosivo do concreto de alta resistência. Khoury⁴, a *fib* Bulletin nº 38⁵ e Kodur⁶ observaram, ainda, que fatores, como a idade da amostra e o tipo de agregado graúdo utilizado no concreto, têm relevância significativa no comportamento do material em situação de incêndio e devem ser adequadamente considerados na análise dos danos efetivos do concreto.

2. RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Ressalta-se como interessante nessa pesquisa a

Figura 1 – (a) Edifício e-Tower, 162m de altura; e (b) réplica protótipo do pilar de concreto colorido de alta resistência, HSCC moldado na parte externa do laboratório da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil



idade avançada do concreto envelhecido naturalmente ao ambiente agressivo local (8 anos), bem como a natureza litológica do agregado graúdo, que foi basalto. A maioria das pesquisas utiliza agregados de natureza calcária ou granítica. Além disso, esta pesquisa apresenta também a importante contribuição da pigmentação inorgânica do concreto, com uso de óxido de ferro (Fe_2O_3), como recurso útil na avaliação do concreto pós-incêndio através da mudança de cor do concreto colorido (pigmentado).

3. PROGRAMA EXPERIMENTAL

3.1 CONDIÇÕES DO PILAR PROTÓTIPO

PRECEDENTEMENTE AO ENSAIO DE SIMULAÇÃO DE INCÊNDIO

Os três pilares protótipos foram concebidos sob as mesmas condições dos pilares da estrutura existente do edifício *e-Tower*, com uso de fôrma de madeira, sem quaisquer procedimentos especiais de cura e com o mesmo

Figura 2 – Indicação do corte na base do protótipo, extração do testemunho e detalhe da amostra remanescente após o corte

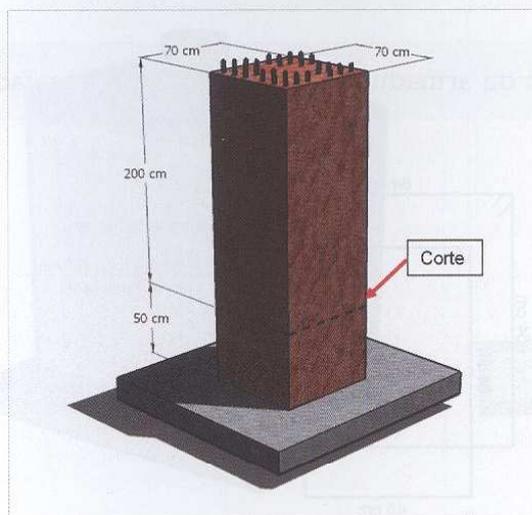


Tabela 1 – Dosagem do concreto colorido de alta resistência (HSCC)

Materiais	Quantidades por m ³
Cimento (CP V - ARI + escória)	460kg cimento + 163kg escória
Sílica ativa ou metacaulim	93kg (15%)
Agregado miúdo (quartzo)	550kg
Agregado Graúdo (basalto)	1027kg
Pigmento inorgânico (óxido de ferro)	25kg (4 %)
Aditivo superplastificante (policarboxilato)	6,2kg (1 %)
Aditivo estabilizador de hidratação	3,2kg (0,5 %)
Água	135kg
Relação água-materiais cimentícios	0,19 (kg/kg)

concreto e operações de lançamento e de adensamento, inclusive destaca-se que o concreto lançado nos protótipos foi procedente de caminhões betoneira da mesma usina de concreto responsável pelo fornecimento na obra, que, na época, foram estrategicamente desviados da obra durante as atividades normais de concretagem.

Durante oito anos, as réplicas dos pilares do edifício *e-Tower* permaneceram expostas às condições de exposição natural ao ambiente agressivo de São Paulo (atmosfera industrial e urbana; coordenadas: 23°32'S / 46°37'W e clima subtropical, tipo *Cfa*, segundo a classificação universal consagrada de *Köppen-Geiger*), sem quaisquer cuidados adicionais, tratamentos corretivos ou proteções superficiais.

3.2 MATERIAIS

No início de 2010, precedente ao programa experimental, foram extraídos testemunhos cilíndricos na região da

base de um dos pilares protótipos, em uma parte previamente planejada para se tornar remanescente (Fig. 2). Estes testemunhos foram rompidos e forneceram uma resistência característica à compressão de $f_{c,8anos}$ de 140MPa, superior à resistência à compressão obtida durante os moldados em 2002, de $f_{c,28dias} = 125MPa$.¹ A dosagem original deste concreto colorido de alta resistência aplicado no edifício *e-Tower* e replicada no pilar protótipo pode ser observada na Tabela 1.

3.3 SEÇÃO TRANSVERSAL

A seção transversal quadrada do pilar protótipo foi de 700mm x 700mm, sem variação ao longo de 2000mm de altura. A amostra possuía cobertura com espessura média de 25mm, armadura longitudinal de $\phi = 16mm$ e armadura transversal (estribos), a cada 100mm, de $\phi = 8mm$, ambas em aço tipo CA 50 (tensão de escoamento 500MPa), conforme configuração apresentada na Fig. 3.

Figura 3 – Detalhe da configuração da armadura do pilar protótipo ensaiado

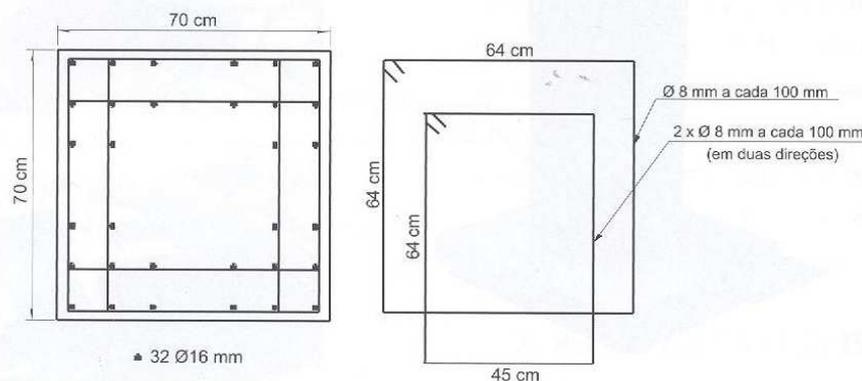
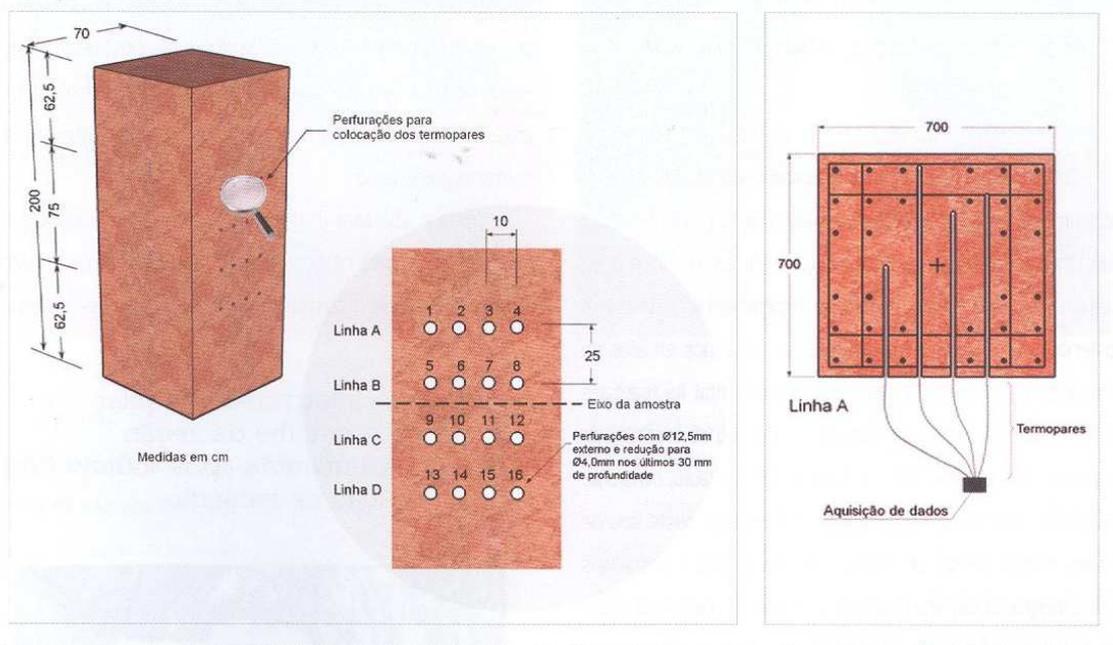


Figura 4 – Termopares: localização e profundidades no pilar protótipo

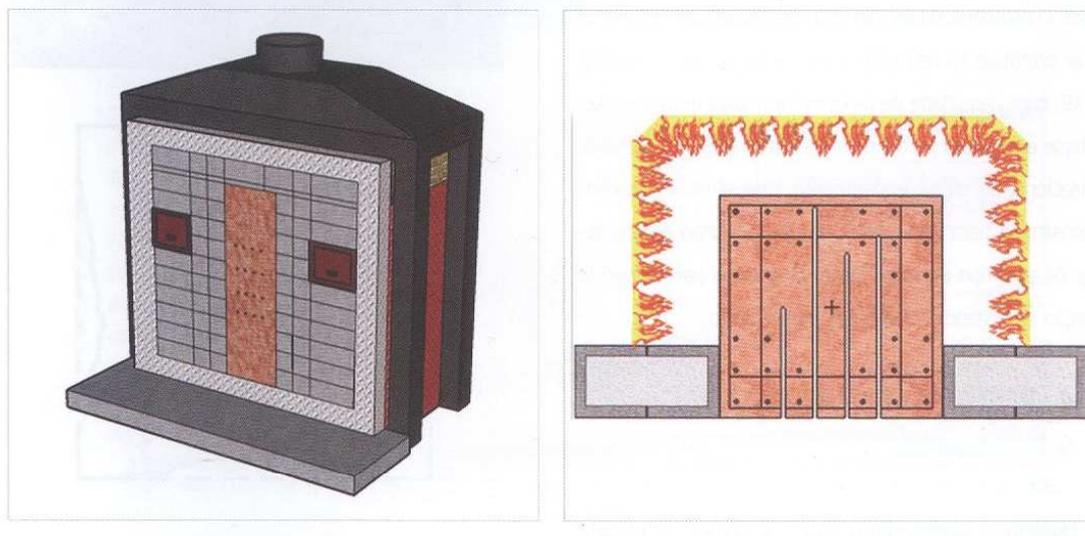


3.4 TERMOPARES DO PILAR PROTÓTIPO E DO FORNO

Os termopares do interior do pilar foram instalados na região próxima ao eixo central de uma das faces da amostra, em quatro linhas independentes e com profundidades aleatórias, sendo que cada linha sempre possuía quatro profundidades diferentes. Ao todo foram instalados dezesseis termopares tipo K com bainha de inox 316, com $\varnothing = 3\text{mm}$, conforme Fig. 4.

A temperatura do forno – simulação da curva de aquecimento padrão ISO 834 –, foi monitorada e medida através de seis termopares tipo K, mantidos a uma distância de 150mm das faces da amostra, distribuídos em pontos estratégicos, sendo dois para cada face exposta ao fogo; posicionados a 1/3 e a 2/3 da altura total do elemento. Os termopares utilizados para esta finalidade eram de *cromel-alumel*, isolados com miçangas cerâmicas e protegidos com bainha metálica (revestido

Figura 5 – Esquema do pilar protótipo no forno e detalhe da seção transversal mostrando a profundidade dos termopares e as faces expostas ao fogo



com manta de fibra cerâmica tipo XE, com densidade de $64\text{kg}/\text{m}^3$, tendo os fios condutores com \varnothing de $1,2\text{mm}$.

3.5 PROCEDIMENTO DE ENSAIO DE SIMULAÇÃO DE INCÊNDIO

O pilar protótipo com massa aproximada de $2,5\text{t}$ foi cortado em uma região próxima da base (Fig. 2), o que propiciou uma amostra remanescente (de referência) do próprio elemento submetido ao programa experimental térmico, e, posteriormente, içado e transportado ao local dos ensaios de simulação de incêndio. O programa experimental foi realizado no forno do Laboratório de Segurança ao Fogo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, centro de excelência e tecnologia do Brasil e de referência neste tipo de ensaio, o qual possui um forno com dimensões compatíveis com o programa térmico planejado. O forno utilizado no programa experimental possui um sistema com cinco queimadores a gás natural, dispostos nas duas paredes laterais e posicionados de modo que não haja encontro frontal entre eles.

No programa térmico, foi estabelecido que o tempo de exposição ao fogo do pilar protótipo seria de 180min (3h), com ensaio de simulação de incêndio caracterizado pela curva padrão de aquecimento ISO 834, o que condiz também com as prescrições da revisão de 2011 da Instrução Técnica nº08 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (IT 08/2011).

O pilar protótipo foi ensaiado sem carregamento e com exposição de três faces ao fogo, em virtude das dimensões originais da câmara do forno, o que propiciou que uma das faces (onde os termopares estavam instalados) permanecesse de livre acesso durante o ensaio de simulação de incêndio. O esquema do ensaio pode ser observado na Fig. 5. O pilar protótipo foi revestido com manta de fibra cerâmica tipo XE, com densidade de $64\text{kg}/\text{m}^3$ em suas extremidades (na base e no topo) para simulação da propagação de calor unidirecional durante o experimento. Uma alvenaria auxiliar foi construída para fechamento frontal do forno e duas janelas de aço, tipo alçapão, foram instaladas para eventual inspeção emergencial durante o experimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INTEGRIDADE

Durante o experimento foram apurados, principal-

mente, os fenômenos de ocorrência de *spalling*. Aos 3 minutos de ensaio, houve o início de uma série de pequenos estalos (tipo *popping*, segundo classificação da *fib* Bulletin nº 38⁵), que indicavam deslocamentos superficiais nas três faces expostas ao fogo, sendo que este fenômeno perdurou até, aproximadamente, os 40 minutos de ensaio.

Após a abertura do forno (3 dias após o ensaio, para haver resfriamento natural “ao ar”) e remoção da amostra, constatou-se que o deslocamento foi superficial e unifor-

Figura 6 – Integridade do pilar protótipo e detalhe da seção transversal mantida após 180min (3h) de simulação de incêndio

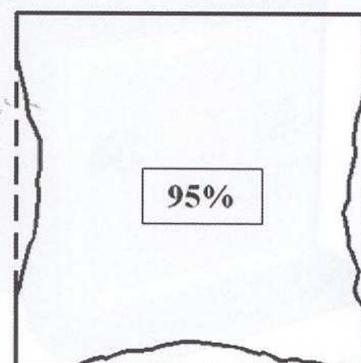
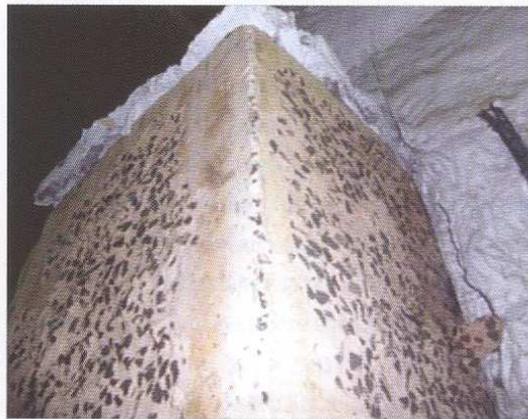


Figura 7 – Detalhe da profundidade do deslocamento, da pouca armadura exposta e das arestas “intactas” do pilar protótipo posterior ao evento de simulação de incêndio



me nas três faces expostas, caracterizado por pequenas delaminações e sem resíduos evidentes de pedaços de concreto na câmara do forno. As condições do pilar protótipo, pós-simulação de incêndio, podem ser observadas na Fig. 6.

4.2 AVALIAÇÃO DO SPALLING

Com o intuito de quantificar a ocorrência de *spalling*, foram aferidas as profundidades em 450 pontos do pilar protótipo distribuídos nas três faces (150 pontos por face), em uma malha virtual de 200mm x 50mm. Com o auxílio de um nível de aço especial, trena de aço e um paquímetro digital, constatou-se, através de inspeção visual, que, após o programa experimental, a amostra manteve* aproximadamente 95% de sua seção transversal total e que a profundidade de deslocamento variou entre 0 e 48mm, num

único ponto, com média geral de 9,3mm (referente aos 450 pontos mensurados).

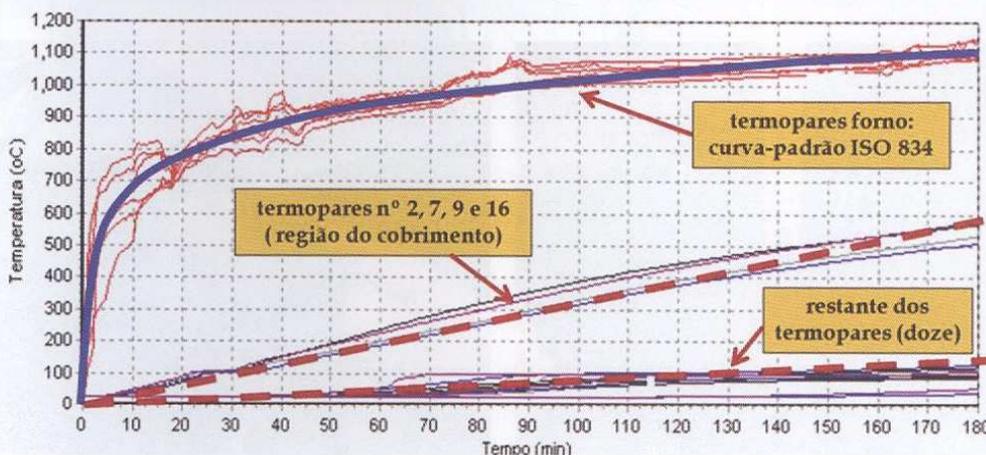
Observa-se também que as arestas do elemento estrutural permaneceram geometricamente intactas (porém, friáveis), após os 180 minutos de experimento, conforme Fig. 7. Uma explicação³ para a pouca quantidade de *spalling* é de fato atribuída a diversos fatores combinados, sendo parte deles vinculados à geometria, ao tamanho da seção transversal e à configuração das armaduras e outra parte relacionada com o tipo de agregado graúdo (basalto) e a idade avançada da amostra, sendo esta última bem condizente com as condições reais da maior parte das estruturas existentes passíveis de um sinistro de incêndio.

4.3 EXPOSIÇÃO DA ARMADURA

Outro levantamento realizado foi a quantificação das

* ISSO SIGNIFICA QUE O PILAR PROTÓTIPO PERDEU APROXIMADAMENTE 5% DE SUA SEÇÃO TRANSVERSAL SOMENTE PELO EFEITO DE SPALLING (PERDA FÍSICA DE MASSA) E QUE NÃO NECESSARIAMENTE OS OUTROS 95% (EM SUA TOTALIDADE) DE SEÇÃO TRANSVERSAL PERMANECERAM ÍNTEGROS E RESISTENTES, CONFORME SERÁ DISCUTIDO EM OUTRO ARTIGO.

Figura 8 – Temperaturas no interior do forno (acompanharam a curva padrão ISO 834, destacada em azul) e nos dezesseis termopares instalados no interior do pilar protótipo (durante os 180 minutos)

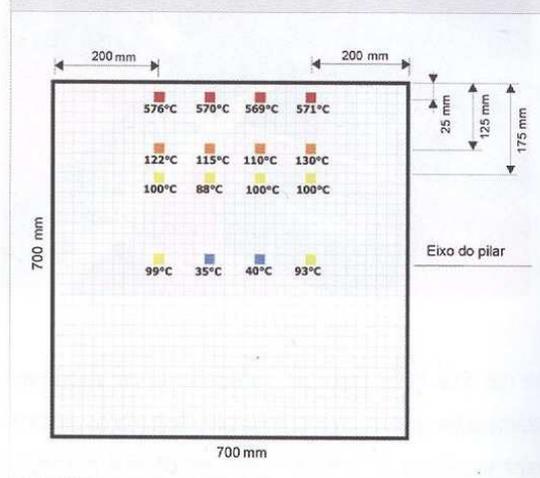


áreas de exposição real da armadura do perímetro da amostra (longitudinal e transversal) posterior à exposição ao fogo, que somadas equivaleram a um montante inferior a 5% de seu total situado nessa região. Este levantamento foi realizado com o auxílio de uma trena de aço e um paquímetro digital, através de inspeção visual. Observa-se que, apesar do tempo extenso do experimento de 180min (3h) e do *spalling* superficial generalizado, pouquíssima armadura foi efetivamente exposta (Fig. 7).

4.4 DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA NA SEÇÃO TRANSVERSAL

Durante os 180min (3h) do ensaio de simulação de incêndio, seis termopares monitoraram a evolução da curva-padrão ISO 834 no interior do forno e outros dezesseis termopares a propagação do calor no interior do pilar protótipo. Conforme observado na Fig. 8, a propagação de calor foi uniforme no interior do elemento de acordo com a profundidade dos termopares. É possível observar, também, na Fig. 9, o instante de 180 minutos, onde os termopares situados na região da espessura de cobertura (25mm da face) não alcançaram o patamar de 600°C, apesar dos quase 1100°C no interior da câmara do forno. Nesse caso, a baixa propagação de calor e, conseqüentemente, o alto gradiente térmico, pode ser atribuída ao tipo de agregado graúdo utilizado (basalto), o qual possui propriedades térmicas favoráveis quando em exposição ao calor (*fib Bulletin n° 38*³).

Figura 9 – Registro das temperaturas no interior do pilar protótipo (seção transversal) no instante de 180min (3h)



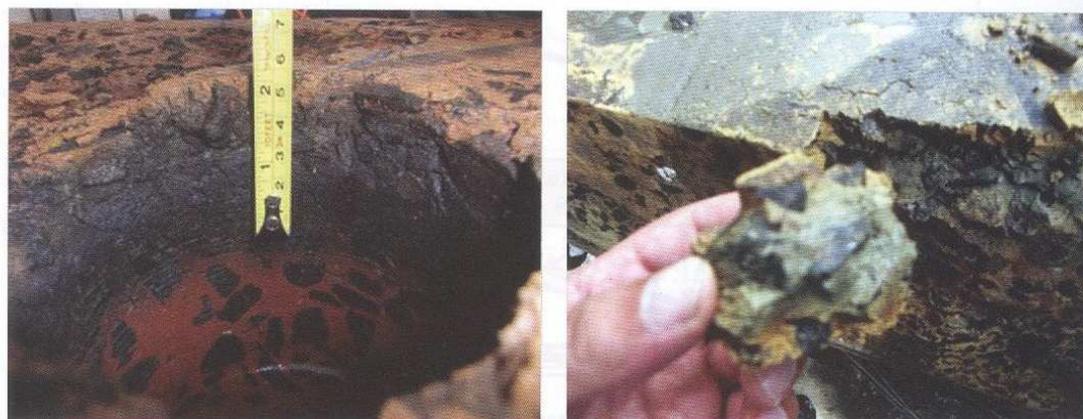
4.5 INDICADOR COLORIMÉTRICO (PIGMENTAÇÃO INORGÂNICA COM USO DE ÓXIDO DE FERRO)

Devido ao uso de pigmentação inorgânica à base de óxido de ferro, incorporada na dosagem do concreto colorido de alta resistência (4% em relação à massa de cimento), foi possível avaliar qualitativamente a região do dano causado no pilar protótipo pela exposição ao calor durante o tempo de 180min (3h).

No caso em questão, devido principalmente à geometria e ao tamanho da seção transversal do pilar, bem como, às condições do experimento (atmosfera levemente redutora e tempo

* EM ELEVADAS TEMPERATURAS, A PARTIR DE 570°C, OCORRE UMA CONHECIDA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DE REDUÇÃO DO ÓXIDO DE FERRO Fe_2O_3 (HEMATITA, COR PREDOMINANTE VERMELHA) EM Fe_3O_4 (MAGNETITA, COR PREDOMINANTE NEGRA), SENDO ASSIM, INDEPENDENTEMENTE DA PRESENÇA DOS TERMOPARES DE MONITORAMENTO, A INDICAÇÃO COLORIMÉTRICA JÁ PERMITIRIA INFERIR QUE A PARTE MAIS ESCURA - NO INTERIOR DO PILAR PROTÓTIPO - EXPERIMENTOU TEMPERATURAS DA ORDEM DE 570°C OU SUPERIORES.

Figura 10 – Índice colorimétrico promovido no interior do pilar devido à transformação química de redução, ocorrida com o calor, do óxido de ferro (Fe_2O_3): escura no interior do centro das faces e alaranjada na superfície das faces e profundidade das arestas



prolongado de exposição ao fogo), constatou-se que, no máximo, 55mm de profundidade da amostra apresentou coloração mais escura (ou negra), no centro das faces, e que também essa alteração de cor não foi tão evidente na superfície do pilar e na profundidade das arestas, onde a coloração apresentou-se menos escura e somente um pouco “desbotada” (tipo alaranjada). As mudanças de coloração no centro das faces e na região das arestas podem ser observadas na Fig. 10.

Os sumários de cores real e hipotético da seção transversal, posterior ao ensaio de simulação de incêndio, o qual foi potencialmente promovido em virtude da presença e reduções químicas em função do calor do pigmento inorgânico de óxido de ferro sintético (Fe_2O_3), podem ser observados na Fig. 11. Observa-se na Fig. 11(b) um desenho hipotético e esquemático que admite, por inferência, simetria no desgaste do pilar nas quatro faces, desprezando as partes vinculadas com a alvenaria (vide Fig. 5).

4.6 OUTROS RESULTADOS IMPORTANTES

Na pesquisa também foram avaliadas: as propriedades mecânicas residuais (do concreto e do aço), a caracterização mineralógica por difração de raios X e análises termodiferencial e termogravimétrica (ATD-TG) de amostras de concreto extraídas nas regiões das diferentes profundidades dos termopares, para correlação com os patamares de temperatura alcançados e mudanças de coloração (indicadores colorimétricos) no interior/exterior do elemento.

Resultados que serão apresentados futuramente num ar-

tigo complementar a este demonstraram que a região mais escura (negra) possui resistência mecânica desprezível (concreto friável) e que a parte que preservou a cor avermelhada original (imediatamente após a coloração escura, 55mm da face (vide Fig.10) possui resistência mecânica residual equivalente à do núcleo da amostra, ou seja, a resistência mecânica original de projeto. As difrações de raios X demonstraram ainda a presença de compostos sintéticos de mineralogia diferenciada, formados por sinterização, similares ao mineral *Wollastonita* e *Akermanita* na região mais exposta ao fogo (na cor de predominância alaranjada: superfície e profundidade das arestas), o que pode corroborar temperaturas da ordem de 1000°C.

5. CONCLUSÕES

1. As dimensões do pilar, a seção transversal e a configuração e taxa das armaduras da amostra parecem ter influenciado de maneira decisiva e positiva o desempenho térmico e o comportamento do concreto de alta resistência quando exposto ao fogo;
2. Observa-se que no programa experimental desenvolvido, no interior do forno, a título de exemplo, foram colocados corpos de prova do mesmo concreto, cilíndricos (100mm x 200mm), sem armadura e com a mesma idade de oito anos, os quais se desintegraram generalizadamente (vide Fig. 12) após os 180min (3h) de ensaio. Portanto, recomenda-se que corpos de prova não armados e de pequenas dimensões não sejam utilizados para avaliação da ocorrência do fenômeno de *spalling*, pois, apesar de úteis para definir

Figura 11 – Sumário de cores: (a) situação real e (b) situação hipotética

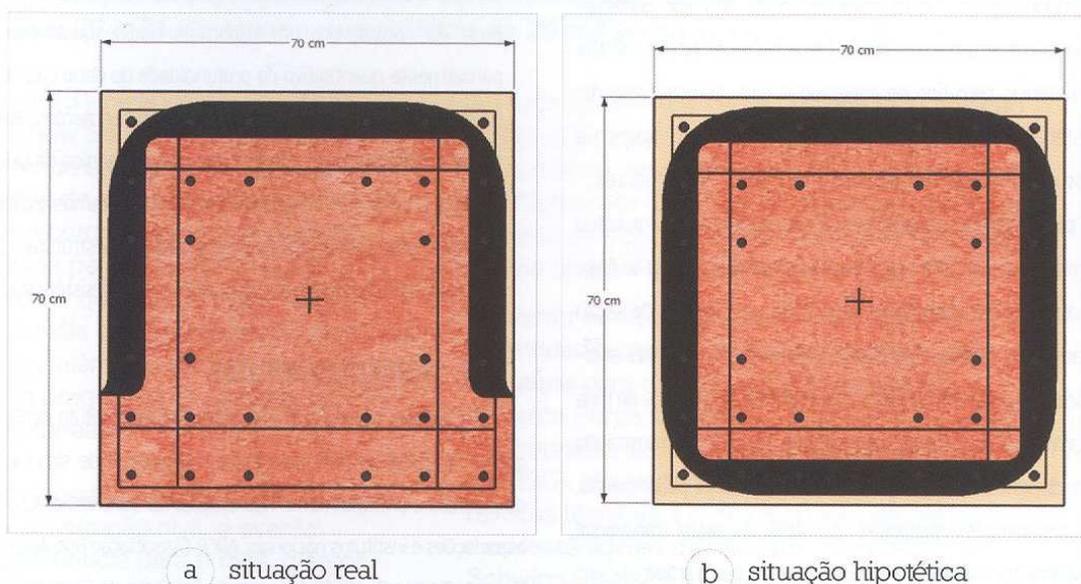
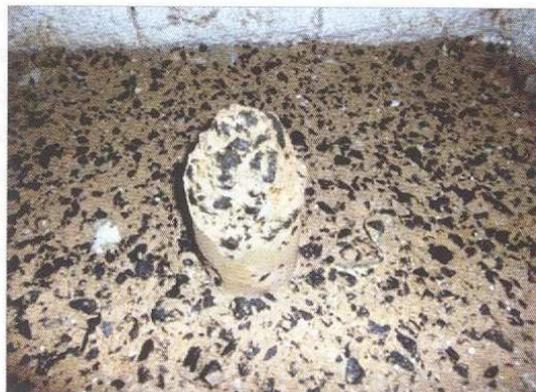


Figura 12 – Corpos de prova cilíndricos não armados com 100mm x 200mm desintegrados após o ensaio de simulação de incêndio, ensaiados em conjunto com o pilar protótipo



- as propriedades térmicas do concreto em diferentes temperaturas, não servem para avaliar *spalling* de elementos estruturais, podendo subestimar a qualidade do concreto de alta resistência frente a cenários de incêndio;
3. O tipo de agregado graúdo também deve ter contribuído para o bom desempenho térmico do concreto de alta resistência. Agregados graúdos com maior estabilidade térmica, tipo basalto, podem conduzir a resultados mais satisfatórios, desde que outros aspectos como a geometria, tamanho da seção transversal, idade da amostra e configuração e taxa das armaduras sejam também adequadamente considerados. Quando do uso em projeto de concreto de alta resistência, deve haver, se possível, uma escala preferencial do uso de agregados, procurando-se evitar aqueles que possuem comportamento menos favorável frente ao calor. Observa-se também que se deve distinguir bem o concreto de alta resistência pelo tipo de agregado e não somente pela resistência mecânica característica à compressão, quando o assunto principal é o concreto em elevadas temperaturas;
 4. O pilar protótipo de concreto de alta resistência apresentou um bom desempenho quando expostos 180min (3h) ao fogo, mantendo sua integridade, com 95% de sua área de seção transversal original preservada (somente 5% reduzida efetivamente por efeito de *spalling*) e expondo apenas 5% de toda a armadura perimetral (longitudinal e transversal), mostrando ser dispensável, nesse caso, o uso de fibras de polipropileno. As propriedades mecânicas dos 95% da seção transversal fisicamente mantida serão discutidas em outro artigo;
 5. Neste programa experimental térmico, a idade do elemento

- estrutural objeto de estudo mostrou-se favorável. O concreto é um material mutável, com reações químicas temporais de hidratação do cimento *Portland* e, do ponto de vista das ações térmicas do fogo, não possui maturidade suficiente para um programa experimental de grande porte em seus primeiros meses de vida. A diferença do comportamento de uma amostra com 2 meses de idade e outra com 1ano pode ser muito significativa.³ Portanto, recomenda-se que os ensaios experimentais de simulação de incêndio em elementos estruturais sejam realizados em amostras com, no mínimo, 1 ano de idade, com maturidade, teor de umidade e grau de hidratação mais compatíveis e coerentes com o concreto de edificações existentes e em pleno uso;
6. O uso de pigmentação inorgânica em amostras de concreto de alta resistência, principal originalidade desta pesquisa, pode ser considerado um importante índice qualitativo e parcialmente quantitativo da profundidade do dano causado na amostra pela exposição ao fogo em experimentos. Portanto, propõe-se que o uso de pigmento inorgânico de óxido de ferro (Fe_2O_3) seja de uso corrente em programas experimentais laboratoriais, envolvendo elementos estruturais de concreto armado em geral (normal e de alta resistência).

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem especialmente ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) pelo apoio nos ensaios de simulação de incêndio e principalmente nos ensaios do concreto e aço; às associações e institutos nacionais: ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), ABECE (Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural), ABESC (Associação Brasileira das Empre-

...sas de Serviços de Concretagem) e IBTS (Instituto Brasileiro de Telas Soldadas), pelo apoio profissional e financeiro; às empresas BASF, ENGEMIX, TECNUM, GRACE, VIAPOL, FRANÇA & ASSOCIADOS, RM SOLUÇÕES, EKIPE-C e PhD ENGENHARIA, pelo fornecimento de materiais, equipamentos especiais, mão de obra e supor-

te financeiro para o desenvolvimento e a realização de todo o programa experimental; e, finalmente, agradecem ao ilustre Dr. Venkatesh Kodur que em passagem pelo Brasil em março de 2010, acompanhou a pesquisa e trocou valiosas informações com estes pesquisadores.

Referências Bibliográficas

- [01] HELENE, P.R.L.; HARTMANN, C.T. HPCC in Brazilian office tower. Concrete International, v.25, n.12, p. 64-68, Dec. 2003
- [02] ALI, F. Is high strength concrete more susceptible to explosive spalling than normal strength concrete in fire? Fire and Materials, n.26, p. 127-130, 2002
- [03] BRITTEZ, C. A. Avaliação de pilares de concreto armado colorido de alta resistência, submetidos a elevadas temperaturas. São Paulo: USP, 2011. 252 f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- [04] KHOURY, G. A. Effect of fire on concrete and concrete structures. Progress in Structural Engineering and Materials, New York, v. 2, n. 4, p. 429-447, 2000
- [05] FÉDÉRATION INTERNATIONALE DU BÉTON (fib). Fire design of concrete structures – materials, structures and modeling – State-of-art report. Lausanne, fib 2007. 97p. (Bulletin d'information; 38).
- [06] KODUR, V.K.R. Guidelines for fire resistance design of high-strength concrete columns. Ottawa, Ontário, Canadá: IRC/NRC, 2005. (Report NRCC-47729) ●

CONCRETE SHOW 2012

SOUTH AMERICA • BRAZIL • SÃO PAULO

Realização
UBM
Sienna

sucesso absoluto ao término do 6º Concrete Show South America

Principal evento do segmento na América Latina, feira reuniu entre os dias 29 e 31 de agosto, um público de 29 mil profissionais, em São Paulo

errada no dia 31 de agosto a 6ª edição Concrete Show South America, principal evento da América Latina em soluções para a cadeia produtiva do concreto e da construção. Com um recorde absoluto de público, realizada e promovida pela UBM Sienna, em São Paulo, reuniu, durante três dias, 29 mil profissionais e mais de 550 empresas nacionais e internacionais, além de promover o Concrete Congress, uma programação paralela com 150 atividades simultâneas.

tempos de inovação e novos processos industriais na construção civil, o evento trouxe uma boa notícia para o País: o setor vai de projetar um crescimento sustentado, investindo em tecnologia, ecoeficiência e inovação para aperfeiçoar os processos e atender com qualidade a grande demanda prevista para os próximos anos.

Ao todo foram mais de 60.000 m² de exposição indoor e outdoor que serviram de vitrine para maquinários, equipamentos, aditivos, produtos e soluções em sistemas construtivos à base de cimento de mais de 20 segmentos distintos da cadeia produtiva da construção civil.

O evento contou com o apoio de mais de 42 entidades nacionais e internacionais, com destaque para a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Concretagem (ABESC). Houve também o apoio de mais 32 revistas técnicas e o oferecimento de grandes empresas líderes de mercado como Putzmeister, Schwing Stetter e Liebherr.

A 7ª edição do Concrete Show South America acontecerá entre os dias 28 e 30 de agosto de 2013 no Centro de Exposições Imigrantes. O site do evento é www.concreteshow.com.br.

