

CONCRETO

& Construções



IBRACON

Instituto Brasileiro de Concreto

Ano XXXVI | Nº 52
Out. • Nov. • Dez. | 2008
ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

PERSONALIDADE
ENTREVISTADA



Norberto Odebrecht:
vida forjada na
construção civil

MANTEVEDOR

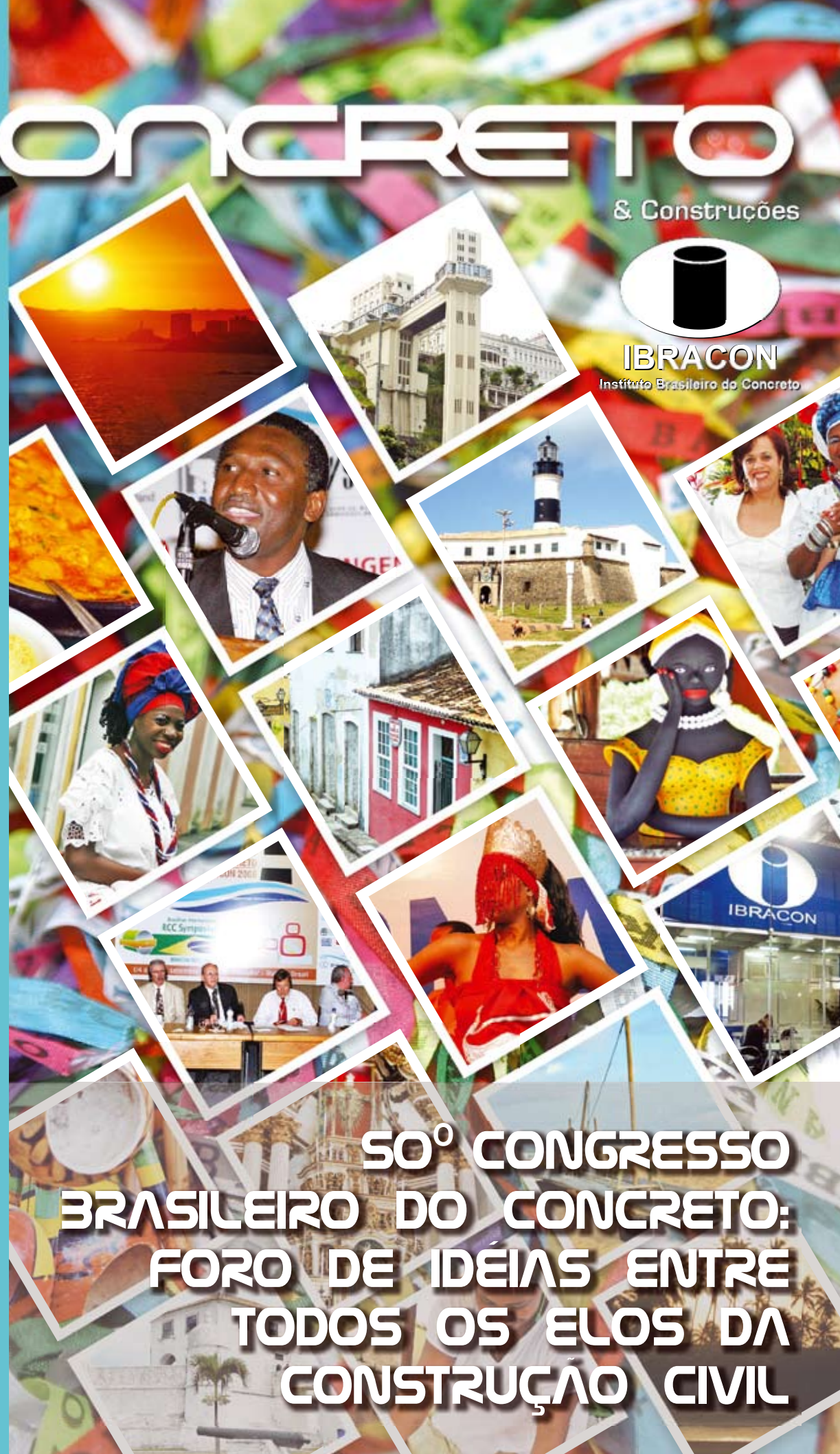


Co-processamento
em fábrica
de cimentos

ACONTECE
NAS REGIONAIS



IBRACON é agora
Organismo Certificador
de Pessoal



50º CONGRESSO
BRASILEIRO DO CONCRETO:
FORO DE IDEIAS ENTRE
TODOS OS ELOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL

EMPRESAS E ENTIDADES LÍDERES DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL ASSOCIADAS AO IBRACON

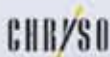
ADITIVOS



MC-Bauchemie
Innovator in building chemicals



MELBAR



www.yiapol.com.br

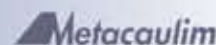
EQUIPAMENTOS



Equipamentos e Sistemas de Ensaio



ADIÇÕES



Concretos de Alta Desempenho

JUNTAS



ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



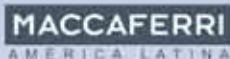
Escola Politécnica - USP



Instituto de Pesquisas Tecnológicas



ARMADURA

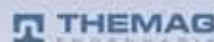
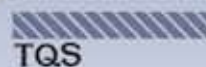


GERDAU
AÇO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL



ArcelorMittal

ESCRITÓRIOS DE PROJETOS



Thomson Construction and Building Solutions



JUNTE-SE A ELAS

Associe-se ao IBRACON em defesa e valorização da Arquitetura e Engenharia do Brasil !

PRÉ-FABRICADOS



CONTROLE TECNOLÓGICO



FÓRMAS



CONSTRUTORAS



CIMENTO



AGREGADOS



ODEBRECHT

GOVERNO



CONCRETO



Instituto Brasileiro do Concreto
Fundado em 1972
Declarado de Utilidade Pública Estadual
Lei 2538 de 11/11/1990
Declarado de Utilidade Pública Federal
Decreto 86871 de 25/01/1982

Diretor Presidente
Rubens Machado Bittencourt

Diretor 1º Vice-Presidente
Paulo Helene

Diretor 2º Vice-Presidente
Mário William Esper

Diretor 1º Secretário
Nelson Covas

Diretor 2º Secretário
Sonia Regina Freitas

Diretor 1º Tesoureiro
Claudio Sbrighi Neto

Diretor 2º Tesoureiro
Luiz Prado Vieira Júnior

Diretor Técnico
Carlos de Oliveira Campos

Diretor de Eventos
Túlio Nogueira Bittencourt

Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento
Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Diretor de Publicações e Divulgação Técnica
José Luiz Antunes de Oliveira e Sousa

Diretor de Marketing
Alexandre Baumgart

Diretor de Relações Institucionais
Wagner Roberto Lopes

Diretor de Cursos
Juan Fernando Matias Martin

Diretor de Certificação de Mão-de-obra
Júlio Timerman

REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÕES
Revista Oficial do IBRACON

Revista de caráter científico, tecnológico e informativo para o setor produtivo da construção civil, para o ensino e para a pesquisa em concreto

ISSN 1809-7197
Tiragem desta edição 5.000 exemplares
Publicação Trimestral
Distribuída gratuitamente aos associados

PUBLICIDADE E PROMOÇÃO
Arlene Regnier de Lima Ferreira
arlene@ibracon.org.br

JORNALISTA RESPONSÁVEL
Fábio Luis Pedrosa – MTB 41728
fabio@ibracon.org.br

DESKTOP PUBLISHER
Gill Pereira (Ellementto-Arte)
gill@ellementto-arte.com

ASSINATURA E ATENDIMENTO
office@ibracon.org.br

Gráfica: Ipsis Gráfica e Editora

Preço: R\$ 12,00

As idéias emitidas pelos entrevistados ou em artigos assinados são de responsabilidade de seus autores e não expressam, necessariamente, a opinião do Instituto.

Copyright 2008 IBRACON. Todos os direitos de reprodução reservados. Esta revista e suas partes não podem ser reproduzidas nem copiadas, em nenhuma forma de impressão mecânica, eletrônica, ou qualquer outra, sem o consentimento por escrito dos autores e editores.

PRESIDENTE DO COMITÊ EDITORIAL
Tulio Bittencourt, PEF-EPUSP, Brasil

COMITÊ EDITORIAL
Ana E. P. G. A. Jacintho, UNICAMP, Brasil
Joaquim Figueiras, FEUP, Portugal
José Luiz A. de Oliveira e Sousa, UNICAMP, Brasil
Luiz Carlos Pinto da Silva Filho, UFRGS, Brasil
Paulo Helene, PCC-EPUSP, Brasil
Paulo Monteiro, UC BERKELEY, USA
Pedro Castro, CINVESTAV, México
Raul Husni, UBA, Argentina
Rubens Bittencourt, IBRACON, Brasil
Ruy Ohtake, ARQUITETURA, Brasil

IBRACON
Rua Julieta Espírito Santo Pinheiro, 68
Jardim Olímpia – CEP 05542-120
São Paulo – SP



SUMÁRIO

50º Congresso Brasileiro do Concreto



Cobertura completa do jubileu de ouro do maior evento técnico nacional da construção civil

E MAIS...

- 5 Editorial
- 6 Converse com IBRACON
- 9 Personalidade Entrevistada. Norberto Odebrecht
- 24 Acontece nas Regionais
- 27 Premiados 2008
- 32 Traços de concreto para obras de pequeno porte
- 47 Co-processamento na indústria cimenteira
- 53 Projeto vencedor do Concurso Ousadia
- 59 Concretos de Alta Resistência
- 64 Simpósio Internacional CCR 2008
- 73 Medidas de baixo custo para redução poluição na construção
- 75 Painel sobre Inspeções Prediais
- 81 Panorama do setor ferroviário no país
- 83 Workshop Brasileiro sobre Pavimentos de Concreto (PAV 2008)
- 89 Painel sobre Movimentações Higrotérmicas
- 93 Uso de reômetros na construção civil
- 101 Recordes da Engenharia em Concreto



Créditos Capa:
Arte-Mosaico a partir de fotos de André Lima

Conquistas e próximas realizações

Foi com grande satisfação e dedicação que organizamos e realizamos o **50º Congresso Brasileiro do Concreto**, em conjunto com a **IV FEIBRACON**, no último mês de Setembro, em Salvador na Bahia. Esse evento significa uma conquista memorável para uma instituição como o nosso IBRACON, afinal não são muitas as instituições no Brasil que conseguiram chegar a um número tão expressivo de eventos como este. Porém, mais do que números é preciso ter consciência da importância que o nosso evento atingiu nos últimos anos, já que temos conseguido unir interesses da indústria do concreto, em seus diversos segmentos, àqueles das áreas de inovação tecnológica e de formação de novos recursos humanos presentes em instituições de ensino e pesquisa.

Não é necessário dizer que batemos todos os recordes neste último evento: número de resumos submetidos, número de artigos publicados e apresentados, número de participantes, número de palestrantes, número de visitantes à nossa feira e número de expositores. Lançamos um livro importantíssimo para o nosso meio técnico, organizamos dois simpósios internacionais com o apoio da CAPES e do CNPq, realizamos inúmeros cursos de atualização técnica durante o evento. Tudo isto nos deixa bastante contentes e orgulhosos do progresso que temos feito nos últimos anos, mas o IBRACON não pode parar por aí, precisamos fazer sempre mais pela cadeia produtiva do concreto e não podemos nos contentar com números. Temos noção exata da importância do IBRACON como uma instituição isenta e imparcial na discussão de temas de interesse do nosso meio e, neste sentido, podemos fazer e faremos muito

mais no futuro. As próximas ações do IBRACON nas áreas de certificação de mão-de-obra e no desenvolvimento e fortalecimento de comitês técnicos contínuos e permanentes deixarão claro nosso compromisso com os nossos associados e o meio técnico nacional.

Aproveitamos para deixar aqui o nosso agradecimento sincero e fraterno aos nossos companheiros da Bahia que, capitaneados pelo Engo. Minos Trócoli de Azevedo, nos propiciaram momentos inesquecíveis naquela terra abençoada. Desejamos o mesmo sucesso aos nossos colegas de Curitiba que agora assumem a incumbência de realizar o nosso próximo evento no ano de 2009.

Uma maior participação dos nossos associados e o fortalecimento de nossas regionais são elementos vitais para o futuro do IBRACON. Temos desenvolvido, e tentaremos fazer mais ainda no futuro próximo, ações no sentido de deixar claras as vantagens da participação dos nossos associados nas atividades do IBRACON. Mas é sempre bom lembrar a importância dos nossos associados na realização dos compromissos do nosso instituto com a nossa área de atividades e nossa sociedade.

Sabemos que temos momentos desafiadores pela frente, mas certamente nossa área é um dos setores estratégicos para superação das dificuldades atuais e futuras. As necessidades do nosso país e do nosso planeta passam pelo estabelecimento de uma infra-estrutura moderna e sustentável, e temos noção da nossa contribuição e responsabilidade para solução desses desafios.

O IBRACON conta com sua participação e entusiasmo neste sentido!

TÚLIO N. BITTENCOURT
Diretor de Eventos do IBRACON ♦



Converse com o IBRACON



Foto de Milly durante o 40º Congresso do IBRACON no Rio de Janeiro em agosto de 1998

Homenagem póstuma à engenheira Maria Noronha

Milly, como era conhecida para os íntimos, despediu-se de nós ao entrar nos 80 anos. Deixou saudades e grande admiração e respeito por todos os que tiveram a sorte de conviver com ela. Seus conhecimentos de engenharia começaram ainda na infância, quando visitava as obras junto com o pai, Francisco Azevedo. Este já era engenheiro famoso, da firma empreiteira de grandes obras públicas Azevedo Travassos. Ele era muito

conhecido e estimado entre os engenheiros de São Paulo da década de 40, tendo participado da construção da Via Anchieta e da ferrovia Mairinque-Santos. Nas visitas às obras do pai, Milly dizia que aprendeu com os serventes e operários o manejo das máquinas de terraplenagem e a técnica de compactação dos solos nos aterros.

Ela gostava tanto dessas visitas que optou, desde cedo, pela engenharia. Seu pai não teve qualquer influência sobre esta escolha. Depois de cursar o Colégio Santa Marcelina durante 12 anos, teve que tomar a decisão de sua vida.

Milly entrou no vestibular tanto da Politécnica como do Mackenzie no final da segunda guerra mundial, por volta de 1945, tendo optado pelo Mackenzie, onde adquiriu o grau de engenheira civil em 1951. Nesse mesmo ano, decidiu completar seus estudos com pós-graduação nos Estados Unidos, onde permaneceu durante dois anos na Universidade de Berkeley (Califórnia), até completar seu mestrado.

Ao retornar ao Brasil, começou imediatamente a atuar como profissional, trabalhando inicialmente

com seu pai na firma Azevedo Travassos até 1962. Com o falecimento de seu pai, Milly assumiu a firma que mais tarde vendeu para o engenheiro Bernardino Pimentel Mendes (que viria a ser presidente do Instituto de Engenharia na gestão de 1975-78) e mudou o nome da firma para Construtora Itapoã. Nessa ocasião, Milly recebeu uma oferta irrecusável da firma Ribeiro & Franco, para trabalhar em obras no Rio de Janeiro, onde permaneceu até 1964. Já com grande experiência em obras, tendo como parceiro na Ribeiro & Franco o engenheiro Luiz Alfredo Falcão Bauer, quando fizeram amizade e decidiram fundar uma firma em São Paulo, especializada no controle tecnológico do concreto. Sua associação com Bauer deu muitos frutos, iniciando uma nova fase de controle de obras, muito mais perfeita e abrangente do que, anos antes, no Rio de Janeiro, Caldas Branco dera o primeiro passo. Milly e Bauer lançaram o Laboratório Móvel, visitando as obras com uma caminhonete toda equipada para fazer os ensaios dos materiais na própria obra e estabelecendo a dosagem experimental mais apropriada com os materiais existentes, e mais econômica. A associação com Bauer deu certo, enquanto eram apenas os dois a tomarem as decisões mais importantes. A firma cresceu muito, e isso foi um progresso espetacular, abrangendo outras atividades com outros materiais de construção, transformando-se num pequeno IPT. Milly resolveu se afastar em 1981 e fundou sua própria firma em São Paulo: Azevedo Noronha Engenheiros Associados

Pergunta-se agora: Quem foi Noronha?

Quando Milly fazia seu curso de mestrado em Berkeley, conheceu o engenheiro Leslie Clifford Noronha, indiano de Madras, e se apaixonou por ele, com quem se casou. Noronha, no Brasil, trabalhou algum tempo na COSIPA, mas faleceu muito cedo, numa viagem à França em 1963, tendo deixado Milly viúva com 5 filhos.

Milly foi uma heroína, viúva aos 33 anos e trabalhando incessantemente, não somente para criar todos eles e ainda os 3 que resolveu adotar. Dos 5 filhos que teve com Noronha (Manoel, Frances, Daniel, Adriana e Bernardo), o último faleceu aos 8 anos. Milly, para compensar a perda resolveu adotar mais 3, que criou como se fossem seus próprios filhos: Claudia, João Carlos (Joca) e Ariadna.

O interesse de Milly pelo concreto começou em seu

trabalho na firma do engenheiro Custódio Ribeiro Ferreira Leite, cuja firma Ribeiro & Franco, uma das maiores do Brasil na época, progredia rapidamente com construção de prédios (pode ser citada a obra em pré-moldados no canteiro, de 6 dos 12 prédios do CRUSP na Cidade Universitária de São Paulo). Nessa firma, Milly exerceu atividades no controle da resistência do concreto, oportunidade que deu origem à toda sua dedicação dali por diante. Na mesma firma, trabalhou na construção da assembléia Legislativa do Estado de São Paulo e nas obras dos apartamentos das superquadras em Brasília. Milly descreveu em sua entrevista à revista *Techné*, publicada no nº 103, out/2005, sob o título *CARREIRA*, diversas passagens de sua atividade profissional. A própria Milly declarou que “era difícil aprender algo naquele período, já que os poucos engenheiros possuíam reduzida vivência prática no setor”. Milly ainda declarou que, na década de 60, outros laboratórios particulares começaram a fazer pesquisas sobre os materiais utilizados nas obras. Foi, justamente, nessa época que ela se tornou sócia de Bauer, que conhecera na Ribeiro & Franco. Milly confessou em sua entrevista que “... ele, Bauer, me ensinou muito do que aprendeu no IPT, e me considero uma aluna dedicada. Mas, realmente, quem introduziu o controle tecnológico, sob o ponto de vista metódico, em São Paulo, foi o Falcão Bauer”.

Milly foi também sócia do engenheiro Vladimir Paulon entre 1983 e 1990, com quem executou vários trabalhos importantes. Dentre eles, devem ser citados os de consultoria na construção da Usina Hidrelétrica de Segredo, da COPEL, a troca de aparelhos de apoio em vários viadutos do sistema Anchieta-Imigrantes, consultoria para as obras de Metrô de São Paulo, e recuperação de diversas construções que apresentavam patologias. Além de profissional praticante, Milly ainda exerceu o magistério. Primeiramente foi convidada pelo Prof. José Carlos Figueiredo Ferraz, a quem muito admirava, a ser sua assistente na 1ª disciplina de “Concreto Protendido” criada no Brasil, em 1956, na Escola de Engenharia Mackenzie. O Prof. Ferraz exerceu a atividade de Professor Titular dessa disciplina durante o ano de 1956. Depois afastou-se, ficando só como Professor Catedrático de Concreto Armado por concurso, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Enquanto professor de Concreto Protendido, convidou Milly para ser sua assistente. Isso Milly nunca mencionou a ninguém, mas eu, Vasconcelos, tendo assumido a disciplina de 1957 em diante, soube do fato ainda não declarado. Julgo muito estranho que Milly não tivesse feito referência a isso em qualquer das entrevistas que deu.

Milly relatou que foi professora no curso de engenharia civil da Universidade Paulista – UNESP – onde permaneceu até 1986.

Na entrevista supracitada, Milly declarou ser, naquela data, sócia de Eugênio Pacelli e Ragueb Banduk na firma “Pacelli, Ragueb e Associados”. Pacelli afirmou que a parceria com Milly para gerenciar o contrato com uma obra se solidificou com a criação da “Azevedo Noronha Engenheiros Associados” (de 1998 a 2000), até a entrada de Ragueb na sociedade.

Dentre outras atividades de Milly, deve-se mencionar que:

- ◆ 1 – Foi sócia fundadora do IBRACON a partir de 1972;
- ◆ 2 – Membro vitalício do Conselho Consultivo do SINDUSCON;
- ◆ 3 – Consultora particular em tecnologia de estruturas de concreto armado e protendido.

Milly despediu-se da vida em Ribeirão Preto, no dia 01 de julho de 2008, com glória e admiração de todos seus contemporâneos de todo o Brasil como uma das mais atuantes mulheres da engenharia civil, mais modestas e mais competentes de nossa era. É com lágrimas nos olhos que damos adeus a quem tão bem representou nossa classe. ADEUS MILLY E ATÉ LÁ...

Eng. Augusto Carlos de Vasconcelos

Membro do Conselho Diretor IBRACON

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a oportunidade que me foi concedida por esta casa para homenagear a amiga e colega Maria Noronha. Como engenheira, todos vocês já a conhecem.

Como pioneira, vocês também conhecem. O que poucos sabem e que eu gostaria de focar com mais ênfase é a mulher Maria Noronha. Nascida em São Paulo aos 21 de agosto de 1927. Maria Aparecida Veiga Azevedo que, desde pequena, já tinha em seu coração o amor pela profissão, pois aos 9 anos de idade, mais ou menos, já descia a serra do mar em São Paulo em lombo de burro com seu pai para a construção da estrada de ferro Mairinque Santos. Mas isso tudo, no fundo, é irrelevante diante do coração humanista que desenvolveu e ensinou. Mulher sem preconceitos, procurou a vida inteira, mais do que trabalho, ajudar o próximo qualquer que fosse a dificuldade.

Apenas, como exemplo, posso citar os grandes esforços de Maria em não apenas auxiliar como salvar vidas em momentos nos quais a sociedade fazia questão de excluir.

Como, por exemplo, a incansável e a hercúlea defesa na luta e preservação dos direitos humanos. Maria buscou os menos favorecidos, inclusive os aprisionados, para salvá-los num mundo onde eram desacreditados.

Como ela mesma dizia: seus filhos não eram apenas aqueles que teve. Cada aluno, e não foram poucos, foi adotado.

Tinha no magistério um apreço muito grande que herdou de sua mãe, razão pela qual sua grande preocupação em formar seus pupilos não apenas profissionalmente, mas também prepará-los para vida. Porque o importante, segundo ela mesma dizia, é que seus alunos deveriam estar prontos para enfrentar o mundo.

Como colega, não poderia deixar de dizer que tudo que Maria fez em prol dos desconhecidos e dos necessitados, dos filhos e dos alunos, fez também por seus companheiros de profissão. Eu mesmo tive a satisfação de poder experimentar essa vivência.

Quanto à capacidade profissional, como já bem afirmei de início, não vou repetir, pois é conhecida e incontestável.

Dia primeiro de julho último, quis Deus levá-la do nosso convívio, mas seu legado profissional e humano ficará conosco para sempre.

Por fim, não posso terminar essas poucas palavras sem repetir aquilo que disse Sérgio Porto, então presidente do Sinduscon: “Perde o Brasil e o mundo um dos maiores patrimônios da engenharia.”

A maior obra de Maria Noronha foi a sua própria vida. Muito Obrigado

Prof. Vladimir Antonio Paulon

Membro do Conselho Diretor IBRACON

Discurso proferido no 50º Congresso Brasileiro do Concreto

Dúvida técnica

Caro Senhor,

Gostaria de uma informação técnica sobre cimento. Qual o cimento que atende as especificação OPC 42,5, e onde vou encontrar tal cimento?

Desde já somos grato.

Atenciosamente,

Paulo Roberto

Diretor da Embravel

A designação internacional para o cimento comum, tipo I da ABNT, é o ORDINARY PORTLAND CEMENT, pode ainda ser N ou R, 32,5 ou 42,5. A Norma Americana ASTM C 150 não adota a expressão ordinary, que, segundo o Professor Paulo Monteiro, é uma expressão britânica; o americano usa mais type. Na ASTM, o OPC 42,5 se enquadra no Cement Type I, que é o cimento normal ou comum, sem atributos especiais. Na classificação americana, não há ênfase por resistência específica, e sim características como tempo de pega, incorporação de ar, resistência a sulfatos e outros.

Como não há no Brasil um produto específico de 42,5MPa, recomenda-se o uso do CP V ARI, sem atribuições especiais, para substituir com segurança, o OPC 42,5. Poucas fábricas de cimento aqui no Brasil produzem o CP II F 40, fornecido na forma à granel. O engenheiro João Paulo da TECNOSIL sugere a subs-

tituição por este, que algumas fábricas fornecem, até com resistências superiores às especificadas.

Carlos Campos

Diretor Técnico IBRACON

Homenagem do American Concrete Institute

Congratulamos o professor José Zamarion Ferreira Diniz, ex-presidente do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), pela condecoração recebida do American Concrete Institute (ACI), durante o 5º Workshop Internacional sobre Concreto Estrutural nas Américas, ocorrido em 31 de outubro último, em St. Louis, Estados Unidos.

O título recebido foi um reconhecimento dos esforços empreendidos pelo Prof. Zamarion em aperfeiçoar o projeto e a construção de estruturas de concreto na América Latina. Dentre suas realizações, Zamarion coordenou os trabalhos do comitê técnico que empreendeu a atualização da norma para projetos de estruturas de concreto (NBR 6118/2003); estudou o comportamento de elementos estruturais de concreto pré-moldado e protendido em seus estados limite último e de serviço; e é autor do livro "Manual para projetos de concreto reforçado e protendido, além de outros muitos artigos nesta área. Em 1988, Zamarion recebeu o Prêmio Emílio Baumgart, concedido pelo IBRACON, por suas contribuições do desenvolvimento do concreto estrutural.

O Prêmio "Honoring the Academics in Latin America" foi recebido do presidente do ACI, Luis Garcia, pelo diretor do IBRACON, Julio Timerman, que compareceu ao 5º Workshop Internacional representando o Prof. Zamarion. ♦

Revista CONCRETO & Construções



A revista **CONCRETO & Construções** é o veículo impresso oficial do **IBRACON**. De caráter científico, tecnológico e informativo, tem o objetivo de divulgar artigos, entrevistas, reportagens e matérias de interesse do setor produtivo da construção civil e do ensino e pesquisa em concreto.

Periodicidade: Trimestral
Número de páginas: 64 (mínimo)
Formato: 21 x 28 cm
Papel: couché 115 grs

Capa plastificada: couché 180 grs
Acabamento: Lombada quadrada colada
Tiragem: 5000 exemplares
Distribuição: circulação dirigida auditada pelo IVC



Para anunciar, entre em contato com Arlene:
Tel. 11- 3735-0202
e-mail: arlene@ibracon.org.br

Lista de Preços

Formato	Dimensões	R\$
2º Capa + Página 3	42,0 x 28,0 cm	9.050,00
Página Dupla	42,0 x 28,0 cm	8.020,00
4º Capa	21,0 x 28,0 cm	6.130,00
2º, 3º Capa ou Página 3	21,0 x 28,0 cm	5.900,00
1º Página	21,0 x 28,0 cm	5.500,00
2/3 de Página Vertical	14,0 x 28,0 cm	4.125,00
½ Página Horizontal	21,0 x 14,0 cm	3.000,00
½ Página Vertical	10,5 x 28,0 cm	3.000,00
1/3 Página Horizontal	21,0 x 9,0 cm	3.000,00
1/3 Página Vertical	7,0 x 28,0 cm	2.580,00
1/4 Página Vertical	10,5 x 14,0 cm	1.850,00
Módulo 6 x 8 vertical	6,0 x 8,0 cm	Sob consulta

Norberto Odebrecht

Formou-se em 1943, concluindo o Curso de Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Bahia.

Norberto Odebrecht começou a trabalhar aos 14 anos, nos canteiros das obras de seu pai, Emílio Odebrecht, pioneiro no uso do concreto armado no Nordeste.



Com o advento da II Guerra Mundial, seu pai foi levado a encerrar as ações da *Emílio Odebrecht & Cia.*, cabendo, à época, ao então jovem Norberto Odebrecht, aos 20 anos assumir o principal ativo que lhe foi legado por Emílio Odebrecht: os mestres de obras! E, em contrapartida, todo o passivo financeiro que imaginava levar algumas décadas para pagar foi liquidado em seis anos.

Com o propósito de honrar as dívidas que assumiu como suas, criou em 1944, em Salvador, a firma individual *Norberto Odebrecht*, hoje *Construtora Norberto Odebrecht S.A.* que integra a *Organização Odebrecht*, um conjunto diversificado de empresas que atuam internacionalmente, nas áreas de Engenharia e Construção, Química e Petroquímica, e Açúcar e Alcool.

A trajetória da *Organização Odebrecht*, nos seus 63 anos de existência, está profundamente identificada com a vida de seu fundador, com as concepções filosóficas que defende: de valorização do ser humano, educado para, no e pelo trabalho, para valores e para a vida.

A consciência de que a promoção do ser humano deve ir mais além do que a propiciada pela função sócio-econômica da empresa levou-o a criar, em 1965, a *Fundação Odebrecht*, da qual é Presidente do Conselho de Curadores.

No âmbito dos negócios, os resultados obtidos têm permitido à *Odebrecht* crescer, consolidar-se e diversificar-se. Hoje, a companhia presta serviços de Engenharia e Construção em 23 países da América do Sul, América Central, América do Norte, Europa, África e Oriente Médio.

No setor Químico e Petroquímico, exporta resinas termoplásticas para 60 países de 5 continentes. Atua também no setor de Petróleo e Gás e produz açúcar e etanol de cana de açúcar.

Atualmente, além de Presidente do Conselho de Curadores da Fundação Odebrecht, Norberto Odebrecht é Presidente de Honra da Organização Odebrecht.

IBRACON – *Seu bisavô Emil Odebrecht emigrou para o sul do Brasil vindo da Alemanha para trabalhar no campo. Já, seu pai, Emílio Odebrecht, lançou-se, em 1920, a uma carreira de construtor no Nordeste brasileiro. Conte-nos sobre essa transição do campo para a cidade e do sul para o norte do país. A que ramos da construção, a empresa de seu pai se dedicava?*

Norberto Odebrecht – Meu bisavô, o alemão Emil Odebrecht, chegou ao Brasil em 1856, aos 21 anos, fixando-se em Blumenau, então pequena colônia agrícola em Santa Catarina. Nasceu na Pomerânia, no reino da Prússia, região entre a Alemanha e a Polônia, naturalizou-se brasileiro em 1859. Retornando à Prússia, diplomou-se em engenheiro civil pela Universidade de Greifswald, pós-graduando-se em astronomia. Voltou, em 1861, a Santa Catarina para trabalhar com o Dr. Hermam Bruno Otto Blumenau. Realizou diversos serviços de topografia e agrimensura junto com Hans Breithaup. De formação luterana, disciplinado e disciplinador, buscava servir com simplicidade e humildade, com base em sólidos princípios éticos. Casado com Berta Brichels, tiveram quinze filhos, enfrentando todas as adversidades dos primeiros tempos e contribuindo para o crescimento e desenvolvimento da colônia. Participou como voluntário da Guerra do Paraguai (1865). Abriu estradas, fazendo a conexão com o Rio Grande do Sul e o Paraná através da Zona da Mata, “estrada das tropas”. Nomeado pelo Barão de Capanea, aposentou-se como engenheiro-chefe do Distrito de Santa Catarina na Repartição dos Telégrafos, falecendo em 1912.

Meu avô, nascido em 1864, era seu filho primogênito e chamava-se Edmund. Casou-se, em 1892, com Cäcilie Altenburg e tiveram onze filhos. Trabalhou na Repartição dos Correios e Telégrafos no Rio de Janeiro como técnico em máquinas e ingressou na Marinha Mercante Brasileira como técnico de máquina no Vapor Planeta, vindo a falecer no Ceará, em 1908. Por sua vez, o segundo filho de Edmund, Emílio Odebrecht, meu pai, foi estudar engenharia civil na Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Casou-se com Hertha Hinsch em 1918 e tiveram três filhos: Gerda, Norberto e Érika. Um encontro de meu pai com um primo, o

Emílio Baumgart, possibilitou a entrada dele na Companhia Construtora em Cimento Armado. A empresa foi fundada em 1912 pelo alemão Lambert Riedlinger, o introdutor do concreto armado no Brasil. Meu pai, ao lado de Baumgart, participou assim do início da “era do concreto armado” na indústria da construção e da arquitetura em geral. Ele se capacitou na nova técnica construtiva desde 1914.

Portanto, a engenharia era uma tradição de família e a transição da engenharia com astronomia para a construção civil se deu de maneira natural, com as conjunturas e a evolução do tempo. O Rio de Janeiro de Pereira Passos e de Paulo de Fronten, no início do século XX, era um imenso canteiro de obras e intervenções urbanas. Nunca se construíra tanto, em estilos ecléticos variados, seguido pelo modernismo de Lucio Costa que possibilitou, com outros modernistas brasileiros, projetos audaciosos e criativos na técnica do concreto armado, como pontes e viadutos.

Meu pai foi superintendente da obra do edifício do “Jornal A Noite”, no Rio de Janeiro que, juntamente com o edifício Martinelli, em São Paulo, foram os primeiros arranha-céus do país. Os hotéis Central, Glória e Copacabana Palace, no Rio de Janeiro, foram obras históricas da Companhia Construtora em Cimento Armado.

O surto da economia do açúcar, em Pernambuco, atraiu Riedlinger, que enviou, em 1918, meu pai para o Recife. Ele ficou incumbido de construções relacionadas com o comércio do açúcar, rede ferroviária, estradas de rodagem, pontes e edificações de concreto armado, iniciando assim sua carreira de empresário construtor. Por sua vez, Emílio Baumgart destacou-se como engenheiro calculista, enquanto Emílio Odebrecht como engenheiro construtor.

Dessa forma, a transição do campo para a cidade e da primeira para a terceira geração se deu de forma conseqüente e natural, ou seja, do engenheiro civil astrônomo para aferição de nascentes de rios e picos de montanhas ao engenheiro civil construtor, passando pelo técnico de máquinas a vapor.

IBRACON – *Na empresa de seu pai, a gestão era baseada na formação de capital humano. Qual era o modelo aplicado?*



Emílio Baumgart destacou-se como engenheiro calculista, enquanto Emílio Odebrecht como engenheiro construtor



Norberto Odebrecht – Radicado em Recife e dominando a técnica do concreto armado, meu pai partiu para novos desafios. Associou-se ao engenheiro Isaac Magalhães de Albuquerque Gondim, então gerente da filial da Companhia Construtora de Lambert Reidlinger, em Recife, para a execução de construção de quaisquer gêneros, empreitadas, administração, principalmente na especialidade de cimento armado. Criaram, então, a Isaac Gondim & Odebrecht, primeira empresa de construção do Nordeste com conhecimento e aplicação da nova técnica. Expandiram-se, depois, para Alagoas. O cimento armado foi ganhando reconhecimento público e ampliando suas aplicações. A prática foi a sua grande escola.

Entre 1924 e 1925, houve queda na exportação do açúcar e a economia pernambucana ficou ameaçada, inclusive com o aumento da produção nas usinas de São Paulo e Rio de Janeiro. Foi quando Gondim e Odebrecht desfizeram a sociedade. Atraído pelo surto de cacau na Bahia, meu pai constituiu a empresa Emílio Odebrecht & Cia. e transferiu-se para Salvador em 1925, com um bom currículo e uma valiosa equipe de operários qualificados em construção em concreto armado, com filiais em Blumenau, João Pessoa e Maceió. Eu tinha então seis anos de idade.

Para realizar as obras, contou com seus operários qualificados e, assim, pode se expandir e construir com credibilidade, intensificando sua atuação na capital e no interior. Seu modelo de gestão era centralizador, conforme se praticava à época, baseado nos princípios da Organização Científica do Trabalho, de Taylor e Fayol. Com o início da 2ª Guerra Mundial, o material de construção importado tornou-se raro e os preços dispararam (ferro, cimento, louças, ferragens), embora os contratos assumidos impossibilitassem a revisão de custos.

Assim, Emílio Odebrecht entregou os negócios ao Banco da Bahia, que era o financiador das obras contratadas pelo Governo da Bahia, e retirou-se dos negócios, retornando a Santa Catarina em 1941. Em meados da década de 50, voltou a Salvador para trabalhar na Construtora Norberto Odebrecht, onde tanto contribuiu com suas experiências vividas e ensinamentos acumulados, até 1962, quando faleceu. Foi um verdadeiro Educador.

IBRACON – O modelo de gestão foi aprofundado quando da transição da Emílio Odebrecht & Cia para a Construtora Norberto Odebrecht e culminou na Tecnologia Empresarial Odebrecht. Explique, por favor, em que consiste essa Tecnologia? Quais foram as razões de sua implementação?

Norberto Odebrecht – Nasci em 1920 e, no início da década de 40, ainda estudante, dei andamento às obras contratadas por meu pai, Emílio Odebrecht, concluindo-as no início de 1943, ano em que me formei em engenheiro civil pela Escola Politécnica da Universidade da Bahia, hoje, Federal. Em 1944, fundei a Empresa Construtora Norberto Odebrecht que deu origem à Organização Odebrecht. Havendo um passivo negativo, negociei com o Banco da Bahia, então credor, confiando no capital humano herdado: os antigos mestres e os operários experientes e qualificados,

todos formados por meu pai ao longo de sua vida profissional.

Com uma sólida e especial educação familiar e profissional, com princípios e valores transmitidos pelos meus pais e meu preceptor, o Pastor Otto Arnold, compreendi que a riqueza moral é a base da riqueza material e a “riqueza sem ética não é riqueza sadia, é riqueza efêmera”. Aprendi no campo, experimentando todos os ofícios técnicos

da construção civil e assimilando valores, lições práticas de obra, administração e gerência. Aprendi sobre a importância

de não desperdiçar o tempo, do domínio das tecnologias utilizadas, do planejamento prévio e que o resultado obtido deve obedecer a princípios éticos. A importância dos mestres treinados pelo meu pai, a disciplina no trabalho, o domínio da profissão e a confiabilidade também foram fundamentais.

Desde os tempos de faculdade, não aceitei os princípios de Taylor e Fayol, fundamentados numa administração centralizadora, à época adotados incondicionalmente. Da teoria à prática, criei em março de 1944 um novo modelo de gestão baseado na descentralização, na delegação planejada, na parceria e na partilha de resultados, estabelecendo o tripé formado entre o dono do capital, o empresário com sua equipe e o cliente, para chegar aos resultados, reduzindo prazos e custos. Em 1949, já havia

Desde os tempos de faculdade, não aceitei os princípios de Taylor e Fayol, fundamentados numa administração centralizadora, à época adotados incondicionalmente

pago todas as dívidas contraídas por meu pai e comecei a atuar plenamente como empresário, praticando o jogo do ganha-ganha.

Aprendi, também, sobre a importância de identificar, integrar e desenvolver jovens empresários com talento e disposição. Os jovens aprendiam com os mestres para tornarem-se futuros líderes, tornando assim produtivas suas forças e realizando o potencial do ser humano, com responsabilidade, criatividade e motivação. Revolucionamos os métodos construtivos da época. Em 1945, associei-me com dois jovens colegas: Francisco Valladares e Otto Schaeppi, para constituirmos uma nova empresa, a Norberto Odebrecht Construtora Ltda.

A Tecnologia Empresarial Odebrecht – TEO é a compilação das nossas concepções filosóficas, baseada na disciplina, que gera e consolida o respeito, a confiança com responsabilidade e amparada na educação pelo trabalho. Na TEO, o futuro determina o presente que se ampara no ciclo permanente da educação pelo trabalho com propósitos empresariais e princípios morais, no espírito de servir e na comunicação nos seus três âmbitos: político, empresarial e operacional. O empresário é aquele que domina e exerce, na prática, a tecnologia do fazer, com eficácia na decisão e eficiência na execução.

A razão de sua implementação foi a perspectiva da sobrevivência, do crescimento e da perpetuidade da empresa, hoje Organização Odebrecht, estruturada numa concepção horizontal, onde decisões e resultados fluem e refluem, visando servir melhor aos clientes e à comunidade, liderando a produção de riquezas, integrando os resultados de seus trabalhos gerados e promovendo o desenvolvimento de seus liderados, com enfoque no tempo, na contribuição, nas forças e nas oportunidades, com concentração nas prioridades e decisões, visando aos resultados pactuados.

IBRACON – Conte-nos sobre os desafios de uma construtora nacional nos anos 40 e 50, que disputava mercado com as companhias estrangeiras. Qual foi o diferencial da Construtora Norberto Odebrecht que garantiu sua sobrevivência no mercado e seu crescimento?

Norberto Odebrecht – Nosso diferencial foi a implementação das idéias da descentralização, da delegação planejada, da parceria e da partilha de resultados, exercendo um bom relacionamento entre o dono do capital, o cliente, o empresário e sua equipe.

Cada mestre tornou-se responsável por uma obra, com toda a liberdade para formar sua equipe e chegar aos resultados previamente estabelecidos. Conquistamos clientes e construímos com novas idéias e novos equipamentos, redução de prazos e custos, satisfazendo-os melhor.

No governo de Otávio Mangabeira (1947-1951) a Bahia foi marcada por um surto de desenvolvimento, do qual a Construtora Norberto Odebrecht teve participação. Trabalhamos muito e com muita criatividade.

Por outro lado, identificamos, integramos e desenvolvemos jovens com talentos e disposição para o empresariamento, que está na base da Filosofia da Organização Odebrecht - realizar o ser humano, tornando produtivas suas forças. Revolucionamos, também, os métodos construtivos da época.

O Edifício Belo Horizonte, construído para a Imobiliária Corrêa Ribeiro, é o marco principal desse período. Foi levantado em sete meses, quando o prazo normal para a época

era de três anos.

Logo, vieram as obras que fortaleceram a credibilidade da Construtora, que, no

fim da década de 40, já era uma das mais importantes da Bahia. Havia um planejamento global capaz de acelerar a execução de projetos e uma sadia disputa entre equipes para ver qual era a mais produtiva. A delegação planejada e a descentralização das decisões era o que permitia à empresa tocar um número muito maior de obras que a concorrência. A produtividade era estimulada por meio de recompensa financeira, na partilha dos resultados alcançados em cada obra. Isto era a experimentação do que foi sistematizado na Tecnologia Empresarial Odebrecht, na década de 70.

IBRACON – A Construtora inovou a tecnologia construtiva ao montar a obra praticamente de uma só vez, ao invés de construir primei-



A delegação planejada e a descentralização das decisões era o que permitia à empresa tocar um número muito maior de obras que a concorrência



ro a estrutura toda para então passar para a alvenaria. Explique como foi desenvolvido esse processo construtivo. Quais as pesquisas realizadas? De onde veio a certeza de que o método funcionaria?

Norberto Odebrecht – Nós revolucionamos os modos construtivos da época, atentos aos novos materiais, às novas tecnologias e à prática de um novo modelo empresarial de gerenciamento. Até então, levantava-se toda a estrutura de concreto e só se começava a fazer as paredes quando a última laje estava pronta, passando-se então para o reboco, esquadrias, instalações hidráulicas e elétricas, esgoto e, finalmente, para o revestimento, pintura e acabamento geral.

Contrariando essas regras, a Construtora começou a fazer o trabalho praticamente de uma só vez. Quando a primeira laje estava pronta e o pessoal do concreto partia para a segunda, as paredes daquele mesmo pavimento iam sendo erguidas. Depois era só descer fechando as portas. Contratamos, logo de início, os elevadores e as esquadrias, confiantes na disciplina e na precisão dos níveis e prumos da obra realizada com respeito às plantas e suas medidas.

A coragem e a ousadia de implementar a disciplina, o respeito, a pedagogia da presença, a boa administração do tempo, a decisão e ação, a confiança, o firme propósito de fazer acontecer, a cultura do trabalho, a educação pelo trabalho, a correção dos erros, o enxugamento de estruturas, a comunicação, o conhecimento, a informação, o diálogo, a negociação, o acordo, o acompanhamento e avaliação, a cooperação, a sinergia, o entendimento da mudança permanente, o aprendizado com as crises, a pesquisa sistemática, a liderança em seus diversos níveis, a formação, coordenação e integração das equipes, as virtudes, a busca de o que é o certo, a inovação e a renovação, os propósitos empresariais e os princípios éticos e morais, o exemplo, as atitudes, as habilidades e competências, a capacidade, a concentração, o clima organizacional, a satisfação do cliente, a produtividade, a tecnologia do fazer, em outras palavras, a Tecnologia Empresarial Odebrecht – TEO, com seus Princípios Fundamentais, Conceitos Essenciais

e Critérios Gerais e Operacionais, transformando trabalho em planejamento, músculos em cérebro e suor em conhecimento.

IBRACON – O edifício Belo Horizonte da Imobiliária Correa Ribeiro foi levantado em sete meses quando o prazo normal era de três anos. Como tal recorde foi possível?

Norberto Odebrecht – O edifício Belo Horizonte, construído para a Imobiliária Correa Ribeiro, foi um marco importante na trajetória da Construtora Norberto Odebrecht. Levantado em sete meses, contrariou o prazo normal para a construção de um prédio desse tipo que, na época, era de três anos. Firmamos no contrato uma cláusula que não admitia motivo, de qualquer ordem, para que o prédio não fosse concluído em sete meses, exigência do banco Comércio e Indústria de Minas Gerais que ali iria se instalar.


Aceitamos o desafio e colocamos em prática nossas idéias e criatividade. Com coragem, ousadia, disciplina e o firme propósito de fazer acontecer, inovamos e revolucionamos com planejamento, produtividade, racionalidade e desejo de criar algo inteiramente novo. O envolvimento e a competência de cada um, a tecnologia de ponta, o planejamento e a execução coordenados,

a experiência dos mestres de obra e a liderança empresarial, promoveram a superação dos obstáculos, alcançando o objetivo superior e comum.


A construção consecutiva das etapas, sem perda de tempo e com trabalho duro e racional, além de motivação para firmar a marca de uma nova empresa no ramo da construção civil, embora com a experiência acumulada dos antigos mestres de obra, foram decisivos para a obtenção do resultado almejado.

A tecnologia do concreto armado aliada à racionalidade da aplicação de novos materiais e uma nova mentalidade empresarial resultaram na redução de prazos e custos, com qualidade e satisfação plena do cliente.

Acreditamos e investimos nas habilidades, competência e produtividade do ser humano, com boa administração do tempo e dos recursos disponíveis, com criatividade e o firme propósito de fazer acontecer e bem feito.



A tecnologia do concreto armado aliada à racionalidade da aplicação de novos materiais e uma nova mentalidade empresarial resultaram na redução de prazos e custos, com qualidade e satisfação plena do cliente



IBRACON – A conquista da Petrobras pela Norberto Odebrecht, nos anos 50, foi decisiva para o crescimento da companhia e a diversificação dos negócios. Como a construtora ganhou a Petrobras como cliente? Que tipo de relação se estabeleceu entre as duas empresas para que a parceria prosseguisse até os dias de hoje, inclusive no campo da construção offshore?

Norberto Odebrecht – O sólido e ininterrupto relacionamento empresarial entre a Odebrecht e a Petrobras iniciou-se na década de 40, com o Conselho Nacional do Petróleo (CNP), que, com a criação da Petrobras em 1953, passou a exercer função fiscalizadora sobre o setor. Nós erguemos as instalações de apoio para as equipes da Petrobras, no município de Candeias, em dos primeiros trabalhos com a recém-criada empresa. Neste período inicial da parceria, realizamos dezenas de obras no mar, contando com bate-estacas instalados em saveiros, flutuantes e improvisados, e, sobretudo, com homens corajosos. A relação com a Petrobras foi também essencial para a Construtora Norberto Odebrecht S.A. - CNO conquistar os mercados do Sul e Sudeste do país. Um dos nossos primeiros contratos na região foi o da construção do edifício-sede da Petrobras, em 1969, no Rio de Janeiro. Essa obra foi essencial para firmar a imagem da Odebrecht como uma construtora de porte nacional. Dez anos depois, a Odebrecht Perfurações Ltda (OPL) venceu a primeira concorrência da Petrobras para perfuração na plataforma continental. Adquirimos, em Cingapura, a plataforma Norbe I, que passou a operar na Costa de Sergipe. Tornamos-nos pioneiros neste tipo de serviço, entre as empresas privadas brasileiras.

Desde então, a relação entre as duas empresas apenas cresceu, nas mais diversas áreas, como construção, e química e petroquímica. A construção e montagem de refinarias e plataformas, estradas, prédios, portos e a perfuração de mais de 140 poços no mar estão entre os trabalhos que a Odebrecht entregou para um dos seus clientes mais fiéis. O nosso espírito de servir ao cliente, acima de tudo, certamente colaborou para que a relação perdurasse até os dias de

hoje. Afinal, o cliente satisfeito é o fundamento da existência da Organização Odebrecht.

IBRACON – A Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), inaugurada em 1959, foi importante também para a companhia por ser responsável pela expansão de suas atividades para todo Nordeste e por demandar que a empresa se voltasse para grandes obras de infra-estrutura. De que forma a Odebrecht enfrentou os desafios de adquirir expertise para obras de grande porte e competência gerencial para administrar obras de logística complexa?

Norberto Odebrecht – A SUDENE foi essencial para a expansão dos nossos negócios no Nordeste. Três anos depois da criação do órgão, nós abrimos nossa filial em Recife, de onde passamos a coordenar um grande número de obras no Norte e Nordeste. Os contratos da Odebrecht se multiplicavam e nós introduzimos muitos recursos e equipamentos inovadores, o que nos credenciava para os desafios que a criação da Sudene fez surgir. O primeiro guindaste utilizado no Nordeste foi numa obra nossa, substituindo os elevadores metálicos.



O primeiro guindaste utilizado no Nordeste foi numa obra nossa, substituindo os elevadores metálicos



objetiva e profissional, adaptando as indústrias que construía ao contexto nordestino, com maior eficiência e menor custo. Na mesma época, muitas construtoras viravam os olhos para Brasília, mas nós focamos no Nordeste.

IBRACON – Outra inovação introduzida pela empresa na região nordestina foi o uso intensivo do concreto protendido, iniciada em 1968 com a construção da Ponte do Funil. Que motivos levaram a empresa a adotar o concreto protendido como solução construtiva? De que forma a tecnologia foi adaptada em obras nacionais?

Norberto Odebrecht – Naquela época, já se conhecia o concreto protendido no Brasil, mas em menor escala. A utilização desta técnica na obra da Ponte do Funil foi uma das pioneiras no Nordeste e representou um avanço para o cliente, uma maneira mais cria-

tiva e econômica de se realizar um projeto daquele porte.

Normalmente, aquela ponte seria feita com escoramento para concreto, construindo uma ponte de madeira e, sobre ela, uma outra de concreto, que era a definitiva. Mesmo com as dificuldades provocadas pela correnteza, optamos por esta variante mais econômica, que resultou numa ponte de 660 metros de comprimento. Foi mais uma prova do empenho e espírito de servir dos nossos homens.

IBRACON – A partir dos anos 70, a Norberto Odebrecht participou de importantes obras nas regiões Sul e Sudeste do país, como a construção da primeira usina brasileira, em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro; o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro; a ponte Colombo Salles, ligando Florianópolis ao continente. Volto à questão: a quais fatores o senhor atribui à vitória da construtora frente a outras situadas nessas regiões?

Norberto Odebrecht – A experiência adquirida pela Construtora Norberto Odebrecht nos anos 60 nos fortaleceu em campos que foram fundamentais para o nosso crescimento como empresa nacional. Primeiro, passamos a dominar obras de grande porte, após duas experiências bem-sucedidas no Nordeste: a Barragem de Pedras, no Rio de Contas, e a ponte rododiferroviária Propriá-Colégio, sobre o Rio São Francisco. Neste contrato de Propriá-Colégio, provamos que sabíamos lidar com tecnologias específicas. Importamos tecnologia da França, o que resultou em uma ponte com fundações que chegavam a até 73 metros de profundidade em determinados lugares.

Depois, ganhamos competência gerencial para administrar obras de logística complexa, com grandes contingentes de seres humanos e grandes volumes de materiais. Além disso, a nossa Filosofia Empresarial estava cada vez mais forte e disseminada. Praticando a descentralização, a delegação planejada e sempre tendo em mente a confiança nas pessoas e a valorização do ser humano, conseguíamos nos diferenciar das outras empresas.

IBRACON – Por que a empresa resolveu diversificar seus negócios a partir do final

da década de 70, lançando-se ao ramo de perfuração de poços de Petróleo em terra e no mar, à produção química e petroquímica, aos negócios de eletrônica, automação, mineração, metalurgia e celulose? Quais eram as sinergias?

Norberto Odebrecht – Nossa intuição era de que o crescimento brasileiro nos anos 70 não se repetiria nos anos 80, então tivemos que buscar alternativas. A diversificação dos negócios foi uma delas, nos conduzindo primeiramente aos negócios de perfuração de petróleo (exclusivamente no mar) e da química e petroquímica. Entramos nestes dois campos para atender a uma demanda da Petrobras, que visava a diminuição da participação estrangeira nestes setores. Participamos desde o início do nascimento do Pólo

Petroquímico de Camaçari, construindo obras em consórcio com a Ishikawajima e a Marubeni. Em setembro de 1979, criamos

a Companhia Petroquímica Camaçari (CPC), onde tínhamos 33% de participação acionária. Durante os anos seguintes, passamos a investir mais neste negócio, que era relativamente novo no Brasil e trazia um grande número de possibilidades, afinal o país ainda dependia dos produtos importados. Também no final dos anos 70 e começo dos anos 80, o momento era de grande investimento no setor do petróleo e a Ode-

brecht, que já era parceira da Petrobras há anos, decidiu se capacitar ainda mais na tecnologia de extração de petróleo em

plataformas continentais.

A diversificação atendia a uma decisão nossa de investir em projetos relevantes para o mercado nacional e internacional, contribuindo assim para o crescimento e modernização da nossa economia. Estimulávamos também o avanço tecnológico, desenvolvendo novos e melhores produtos e dando oportunidade para o crescimento profissional de nossos colaboradores.

IBRACON – A Odebrecht foi a primeira empresa brasileira a realizar uma obra pública nos Estados Unidos, com a conquista da concorrência para ampliação do Metromover, metrô que serve à área central de Miami, na Flórida. Quais atributos tecnológicos, empresariais e comerciais garantiram essa conquista frente às companhias norte-americanas e internacionais?

A diversificação dos negócios nos conduziu primeiramente aos negócios de perfuração de petróleo (exclusivamente no mar) e da química e petroquímica

Norberto Odebrecht – Nossa atuação internacional iniciou-se em 1979, no Peru e no Chile. Em 1982, chegamos ao continente africano, em Angola, onde hoje temos a nossa presença internacional mais forte. Já em 1985, as obras fora do Brasil representavam cerca de 30% dos contratos em carteira da Odebrecht. Quando chegamos aos Estados Unidos, em 1990, nós já tínhamos uma sólida atuação internacional e éramos bastante respeitados. Dois anos antes, a compra da portuguesa Bento Pedrosa Construções (BPC) e os contratos conquistados neste país europeu também evidenciaram a nossa competência para vencer grandes desafios no exterior.

A ampliação do Metromover foi a primeira concorrência que participamos nos Estados Unidos. Era um contrato estratégico de US\$ 25 milhões.

O preço e a tecnologia metroviária e ferroviária da Construtora Norberto Odebrecht, que a esta altura já tinha realizado as obras dos metrô de Recife, Porto Alegre e Rio de Janeiro, além da ferrovia de Carajás, foram fatores decisivos para esta conquista.

O fato de termos entrando na concorrência com um parceiro local, a Church and Tower Inc., também colaborou muito para a nossa vitória. O contrato do Metromover abriu as portas do mercado norte-americano. Dezoito meses depois da nossa entrada no país, já tínhamos conquistado outros dois contratos: a construção do viaduto Golden Glades e as obras de infra-estrutura do Depósito de Resíduos Sólidos Não-Recicláveis, no Condado de Dade.

IBRACON – Qual foi o segredo do sucesso para que a Odebrecht ampliasse e consolidasse sua posição de organização global?

Norberto Odebrecht – A colaboração de empresários-parceiros qualificados foi essencial para a consolidação da nossa posição internacional. O intenso intercâmbio de pessoas, tecnologias e práticas entre as empresas nos diversos países fez com que o conceito de organização internacional começasse a migrar para o de organização global. Constantemente, os desafios pessoais se renovavam, o que faz com que os empresários-parceiros sintam-se sempre motivados. São conceitos como a descentralização e a delegação planejada que permitem que cada um se sinta dono do seu negócio, como um empresário integrado numa equipe

que apóia e da qual recebe apoio. É um reflexo do conceito de grande empresa com espírito de pequena empresa.

Quando nos dispomos à internacionalização, certamente precisamos estar atentos ao respeito pela cultura, pelas crenças, valores e aspirações das nações onde vamos operar, visando estreitar a integração e a interação com as sociedades locais.

IBRACON – Hoje, a Organização Odebrecht atua em quais ramos da economia, quantas são as empresas que integram o grupo, o número de funcionários e qual seu faturamento anual?

Norberto Odebrecht – A Odebrecht atua hoje em três ramos: Engenharia e Construção; Química e Petroquímica; e Açúcar e Álcool. A Construtora Norberto Odebrecht é a líder na área de Construção e Serviços. Outros três investimentos estão dentro do escopo de Engenharia e Construção, capitaneados pela Odebrecht

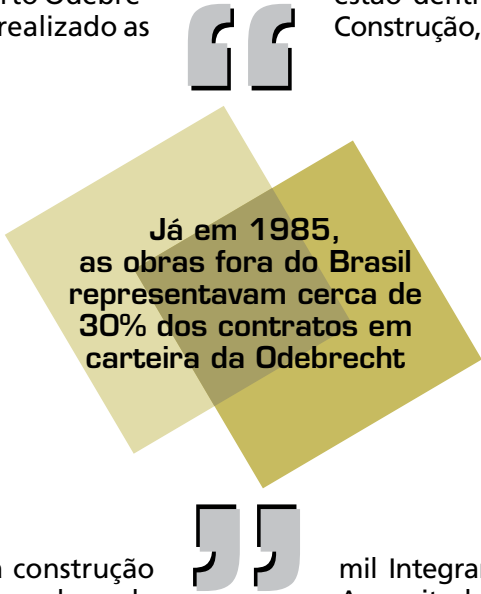
Empreendimentos Imobiliários, Odebrecht Engenharia Ambiental e Odebrecht Óleo e Gás. Na área de Química e Petroquímica, a empresa líder é a Braskem e na de Açúcar e Álcool é a ETH Bioenergia. A Organização conta ainda com duas instituições auxiliares, a Odebrecht Administradora e Corretora de Seguros (OCS) e a Odeprev Odebrecht Previdência, além de uma instituição que cuida da Ação Social, a Fundação Odebrecht. Hoje somos 80

mil Integrantes, além de 30 mil terceiros. A receita bruta de 2007 chegou a 31.406 bilhões de reais.

IBRACON – Quais serão os setores que mais contribuirão para o desenvolvimento do mercado construtivo? O segmento de casas populares é um deles?

Norberto Odebrecht – Devido à grande necessidade de se renovar e implantar novas infra-estruturas no país, seja no setor de transportes, energia, habitação, mobilidade urbana, implantação de novas indústrias, e outras, o crescimento do setor de construção civil como um todo deverá estar sempre alguns pontos percentuais acima do PIB para garantir a sustentabilidade do crescimento do Brasil, pelos próximos 10 a 15 anos.

Seguramente os setores de energia, transportes e mobilidade urbana juntamente com a construção de casas populares serão os motores desse desenvolvimento, desde que sejam equacionadas as



Já em 1985,
as obras fora do Brasil
representavam cerca de
30% dos contratos em
carteira da Odebrecht

diversas licenças em tempo hábil, financiamentos e demais questões relacionadas às aprovações junto aos órgãos de controle e fiscalização.

IBRACON – Qual é a participação da construção civil no faturamento do Grupo Odebrecht? De que forma, a boa perspectiva no setor construtivo tem se refletido nos planos de investimentos do grupo no país?

Norberto Odebrecht – O faturamento do setor construção gira em torno de 1/3 do total do grupo Odebrecht, sendo que o Brasil responde por 30% desse faturamento. Sem dúvida que o ambiente no Brasil está favorável aos investimentos no setor e a Odebrecht vem analisando e investindo nos setores de saneamento, energia e buscando alternativas viáveis em concessão de rodovias e outros que sejam geradores de obras com impacto importante para a sociedade.

IBRACON – Qual é a aposta da Odebrecht para o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)? A empresa já tem sentido algum avanço no setor de construção por conta do Programa? Ou a perspectiva é de que a maior fatia do montante de investimentos previstos venha a partir deste ano?

Norberto Odebrecht – A Odebrecht está envolvida em vários projetos importantes do PAC, principalmente nos setores de energia e transporte. Os avanços do Programa poderiam ser mais sentidos na economia do país se as aprovações das licenças e liberações dos editais fossem mais céleres e menos burocratizadas.

IBRACON – Recentemente, o consórcio Madeira Energia, do qual a Odebrecht participa, ganhou a licitação para a construção da usina hidrelétrica de Santo Antonio, no rio Madeira, em Rondônia. Em quanto tempo a obra estará pronta? O que poderá atrasar o cronograma? Como a companhia vê a questão ambiental de se construir grandes usinas na Amazônia?

Norberto Odebrecht – A previsão para o início das obras da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, no rio Madeira, é para o dia 1º de setembro* e o início de operação está previsto para maio de 2012. Não estamos contando com um atraso no cronograma e sim com um adiantamento da entrega da obra, antecipando o prazo previsto no contrato em sete meses.

Ao elaborar o projeto, a Odebrecht colocou a questão ambiental no centro das atenções. Não à toa, o Estudo de Impacto Ambiental se tornou um modelo de responsabilidade empresarial sócio-ambiental, sendo considerado o mais completo já realizado para um empreendimento com essas características no Brasil. A capacidade instalada da usina será de 3.150 MW e 44 turbinas do tipo Bulbo serão utilizadas. Essa tecnologia praticamente não exige a construção de reservatórios e evita que as águas invadam o território boliviano e as terras indígenas.

IBRACON – O setor imobiliário tem reclamado falta de mão-de-obra com o boom na construção civil. De que forma a Odebrecht sente esse gargalo no mercado de trabalho? E como a companhia se prepara para enfrentá-lo?

Norberto Odebrecht – De fato, o longo período de baixo investimento por que o Brasil passou nas últimas duas décadas limitou a formação de profissionais qualificados. A Odebrecht tem Programas internos de formação de Jovens Parceiros e está buscando no mercado complementar os seus quadros, identificando profissionais que comunguem com os Valores da Organização.

Acredito, porém, que é necessário investir mais na formação de técnicos, para suprir esta grande demanda por pessoas

IBRACON – A industrialização da construção civil é saída para a carência de mão-de-obra? E para o barateamento de custos das obras?

Norberto Odebrecht – A evolução tecnológica tem provocado em todos os setores da economia uma maior industrialização de processos e naturalmente substituem progressivamente parcelas específicas de mão-de-obra, promovendo, em muitos casos, economias substanciais. Acredito, porém, que é necessário investir mais na formação de técnicos, para suprir esta grande demanda por pessoas. Ainda existem poucas Escolas Técnicas no Brasil.

IBRACON – Quais as tecnologias do futuro no setor de construção civil no mercado brasileiro e internacional?

Norberto Odebrecht – São grandes as evoluções tecnológicas que são apresentadas nas feiras de equipamentos ao redor do mundo. As produtividades vêm sendo aumentadas com impacto direto no custo dos serviços e a Odebrecht tem a preocupação em se manter na vanguarda para melhor servir aos seus clientes.

*ENTREVISTA REALIZADA EM AGOSTO



50^o Congresso Brasileiro do Concreto: diálogo entre todos os elos da construção civil

Fábio Luís Pedroso

O Congresso Brasileiro do Concreto chegou ao seu jubileu de ouro. De um colóquio de alguns pesquisadores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), para discutir questões técnicas das obras de concreto, o evento é hoje o maior congresso técnico nacional da construção civil.

“Evoluímos muito no decorrer dessas 50 edições ao longo de 36 anos de existência do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON). Hoje, o evento tem escala internacional, está na agenda das entidades mais importantes da cadeia produtiva do concreto e conta com a presença de ilustres palestrantes nacionais e internacionais”, avaliou o professor da Universidade Mackenzie, Simão Prizskulnik, um dos fundadores do IBRACON, presente no 50^o Congresso Brasileiro do Concreto (50^o CBC 2008).

Em 1971, quando ocorreu o primeiro colóquio, a discussão foi em torno do tema da impermeabilidade das obras de concreto. O IPT tinha um convênio firmado com a Fundação Estadual de Saneamento Básico (FESB), antiga Sabesp, para realizar o controle tecnológico das obras de Estações de Tratamento de Água e Esgoto em todo estado.

Naquele contexto, mais importante do que qualificar o concreto por sua resistência à compressão, era especificá-lo por sua impermeabilidade e por sua durabilidade. Essa necessidade pautou os dois primeiros colóquios e a própria fundação do IBRACON. “O IBRACON foi a terceira entidade a nascer para cuidar especificamente de questões técnicas e científicas sobre o concreto. Antes dele, vieram as entidades congêneres dos Estados Unidos e do México”, lembrou o professor da Escola Politécnica da USP, Paulo Helene, também presente ao 50^o CBC 2008.

De lá para cá, o evento cresceu e ganhou representatividade nacional e internacional, por conta da qualidade e do alto nível das discussões. “O Congresso atingiu hoje o porte de



Mesa da Solenidade de Abertura do 50^o CBC 2008 composta por autoridades do Estado da Bahia e de entidades classistas



Congressistas ouvem o Hino Nacional na Solenidade de Abertura

grande congresso internacional de engenharia civil. Este crescimento significa o reconhecimento da comunidade técnica, que escolheu o Congresso para ser o foro de discussão da tecnologia do concreto e de seus sistemas construtivos”, ponderou o engenheiro Selmo Kuperman, também um dos fundadores.

No primeiro colóquio, estiveram presentes expoentes da tecnologia do concreto, como Francisco de Assis Basílio, Eládio Petrucci, Gilberto Molinari, Luiz Alfredo Falcão Bauer, para citar apenas alguns; vislumbrando a importância e oportunidade de um evento técnico como aquele, para o desenvolvimento da engenharia nacional e da tecnologia do concreto, em particular, num momento histórico de boom econômico e do setor da construção civil, a Primeira Reunião Técnica do IBRACON (I Reibrac, como foi chamada à época) contou com o apoio da empresa Otto Baumgart, que ofereceu



Engenheiro Rubens Bittencourt, presidente do IBRACON, dando as boas vindas aos congressistas

aos seus participantes um coquetel. A Segunda Reunião Técnica recebeu também o apoio da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

49 reuniões depois, o 50º Congresso Brasileiro do Concreto propôs a bandeira do “Concreto para Infra-estrutura e para a Preservação do Meio Ambiente”. Dois temas da agenda nacional e mundial. As mudanças climáticas e seus efeitos catastróficos ao redor do mundo têm pautado as empresas dos diversos setores da

economia, principalmente, as da construção civil, a empreenderem projetos e desenvolverem pesquisas para a redução das emissões de gases do efeito estufa, para o aproveitamento de resíduos de construção civil, para a construção de obras mais duráveis, entre outras medidas. Nada mais natural, portanto, que inserir este tema na bandeira do evento.

A recente retomada do crescimento econômico do Brasil, seguindo a tendência desenvolvimentista experimentada por outros países em desenvolvimento, como China, Índia e África do Sul, demanda a qualificação e atualização profissional de engenheiros, técnicos e profissionais em geral do setor construtivo. No momento em que o país prepara-se para grandes projetos de usinas hidrelétricas, de rodovias, de portos, de usinas nucleares, o conhecimento técnico e científico precisa fluir da geração precursora do ‘milagre econômico brasileiro’



Congressistas visitam estandes de expositores na Feibracon

para a geração de jovens engenheiros, hoje presentes em canteiros de obras por todo país; assim como, da academia e institutos de pesquisa para o mercado, e vice-versa. E os meios mais eficientes para tal fluxo sempre foram as reuniões técnicas, os colóquios, os workshops e os congressos. “O IBRACON disponibiliza atualmente 3000 publicações a preços módicos, fruto de suas cinquenta edições do Congresso Brasileiro do Concreto e de outros eventos organizados, oportunidades para disseminar o conhecimento acumulado nas empresas, nas universidades, nos institutos de pesquisas, nos escritórios de engenharia, ao meio técnico em geral”, informou Prizskulnik.

O 50º Congresso Brasileiro do Concreto foi realizado em Salvador, de 4 a 9 de setembro de 2008. A escolha da cidade para sediar suas bodas de ouro foi em razão de questões culturais e logísticas. “Salvador é atração turística e histórica, um motivo a mais para vir ao Congresso, e divide o país ao meio, facilitando a vinda de profissionais de norte e sul do Brasil”, esclareceu o engenheiro Minos Tró-

coli, presidente da Comissão Regional Organizadora. Os números comprovam o que disse. Participaram do evento 1619 congressistas e 4197 visitantes da Feira Brasileira de Produtos e Serviços da Construção (IV Feibracon), feira paralela ao 50º CBC 2008, recordes em termos de público participante das edições do evento. Os congressistas e visitantes vieram de todos os estados brasileiros e dos cinco continentes. Paulistas e baianos venceram alternadamente quanto à participação mais expressiva

no evento: os paulistas saíram na frente no quesito credenciamento no Congresso – 249 contra 241; já, no quesito credenciamento na Feibracon, os baianos tiveram larga vantagem – 1013 contra 855.

O evento bateu recorde também na quantidade de trabalhos inscritos: 387 trabalhos técnicos ou científicos foram aprovados pela Comissão Científica para apresentação em sessões plenárias ou pôsteres. Esses trabalhos foram distribuídos nos seguintes temas: materiais e propriedades (180); análise estrutural (99); materiais e produtos específicos (36); projeto de



Engenheiro Eugênio Cauduro ministrando curso sobre concreto protendido



Congressistas receberam material promocional dos expositores na Feibracon

estruturas (31); métodos construtivos (18); gestão e normalização (13); e sistemas construtivos específicos (10). Entre eles, 203 trabalhos foram oralmente apresentados e discutidos em 42 sessões plenárias. “É possível concluir, baseado nos números, que houve uma grande oportunidade do meio técnico-científico para se expor sobre o desenvolvimento de produtos e de materiais, sobre as técnicas de projeto, sobre as pesquisas científicas, sobre o gerenciamento, a normalização e os sistemas construtivos, comprovando que os objetivos da comissão científica foram alcançados”, concluiu Ana Elisabete Paganelli, uma das coordenadoras da Comissão Científica, ao lado dos professores José Luiz Antunes e Luiz Carlos Filho.

Além das palestras técnicas-científicas, o 50º CBC 2008 empreendeu 11 conferências com palestrantes nacionais e internacionais, dois Painéis de Assuntos Controversos (Inspeção Predial/Movimentações Higrotérmicas no Concreto), três cursos de atualização profissional (Práticas de Projeto e Execução de Edifícios Protendidos/Patologias das Construções/Pré-Moldados de Concreto), um Workshop Brasileiro sobre Pavimentos de Concreto (PAV 2008), um Simpósio Internacional sobre Concreto Compactado com Rolo (CCR 2008), três concursos estudantis (15º APO; 5º Concrebol; e o 4º Ousadia), a IV Feibracon, entrega de prêmios, um lançamento de livro técnico, além de palestras técnico-comerciais, reuniões institucionais, coquetéis e jantar de confraternização, e uma visita técnica à empresa T&A Construção Pré-Fabricada Ltda.

“O Congresso é o lugar onde se re-

únem por quase uma semana os profissionais de todos os elos da cadeia construtiva: professores, pesquisadores, projetistas, construtores, tecnólogos, consultores, técnicos e estudantes. Representa a oportunidade profissional de poder dialogar com todos esses elos, trocando idéias e gerando novas soluções para obras em andamento”, ponderou Kuperman. “Eu mesmo tive a chance de participar de muitas reuniões paralelas à programação oficial do evento”, completou.

Os congressistas puderam conviver por alguns dias com os maiores expoentes da tecnologia do concreto no país e no mundo. Estiveram presentes no evento como palestrantes em conferências plenárias:

- ◆ Bruno Contarini, projetista do Museu de Niterói e da Ponte Rio-Niterói;
- ◆ Charles Nmai, pesquisador da Basf nos Estados Unidos;
- ◆ Daniel Cusson, pesquisador do National Research Council of Canada (NRC);
- ◆ Kumar Mehta, professor emérito da Berkeley University of Califórnia, nos Estados Unidos;
- ◆ Luís Roberto Chagas, engenheiro da Odebrecht
- ◆ Paulo Monteiro, da Berkeley University of Califórnia;
- ◆ Per Fidjestol, pesquisador da Elkem Materials da Noruega;
- ◆ Surendra Shah, professor da Northwestern University e diretor do Center for Advanced Cement-based Materials, dos Estados Unidos;
- ◆ Wanderlan Paes Filho, renomado projetista de Salvador.

Para o Simpósio Internacional Concreto Compactado com Rolo (CCR 2008), apresentaram trabalhos os palestrantes internacionais:

- ◆ Brian Forbes, projetista de barragens da Austrália;
- ◆ Joaquín Díez-Cascón Sagrado, professor da Universidade de Cantabria, da Espanha;
- ◆ Johann Geringer, engenheiro do Departamento de Recursos Hídricos da África do Sul;



Feibracon: oportunidade para a troca de idéias com profissionais do setor

- ◆ Shigeyoshi Nagasaki, pesquisador do Instituto de Tecnologia de Tóquio, do Japão;
- ◆ Timothy Dolen, engenheiro do Bureau of Reclamation dos Estados Unidos.

Participaram do II Workshop Brasileiro sobre Pavimentos de Concreto, dois pesquisadores dos Estados Unidos: Julie Vandebossche e Mark Snyder, da University of Pittsburgh.

“A importância científica do IBRACON explica-se por conseguir reunir os maiores especialistas em concreto do mundo. Suas apresentações de trabalhos técnicos, de conferências nacionais e internacionais, de seminários de temas atuais, enfim da realização de eventos técnico-científicos simultâneos, atestam a fama do evento de maior fórum nacional de debates sobre a tecnologia do concreto e suas aplicações, congregando todos os setores da construção civil para momentos de aprendizado, convivência e troca de experiências”, ressaltou o presidente do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura de Mato Grosso (Crea-MT), engenheiro Tarciso Bassan, representando no 50º CBC 2008 o presidente do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea), engenheiro Marcos Túlio.

O Secretário de Planejamento do Estado da Bahia, Ronald Lobato, representando na Solenidade de Abertura do 50º CBC 2008 o governador Jaques Wagner, apresentou investimentos federais e estaduais empenhados e realizados no estado, apontou sua importância como pólo logístico de desenvolvimento, para concluir que “o momento é de reativação do

investimento público e privado; e quando se fala em desenvolvimento, o insumo básico a ser considerado é evidentemente o concreto”. Estiveram presentes também o presidente do Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Estado da Bahia (Sinduscon-BA), engenheiro Vicente Mattos; o 1º vice-presidente do Crea-BA, engenheiro Edgarde Gonsalves Cerqueira; e o Secretário de Infra-estrutura da Bahia, Antonio Carlos Batista Neves.

Como nas edições anteriores, o evento teve

o aporte financeiro de empresas líderes do setor construtivo, comprometidas com a valorização da engenharia nacional e com o desenvolvimento da cadeia produtiva do concreto. Foram 18 patrocinadores e 45 empresas expositoras. Os patrocinadores, divididos em categoria diamante, ouro e prata, da quinquagésima edição foram:



Professor Simão Prizskulnik, fundador do IBRACON, numa de suas intervenções no 50º CBC 2008



Expositor faz demonstração de equipamento na Feibracon

- ◆ Furnas Centrais Elétricas;
- ◆ Holcim Brasil
- ◆ Basf Construction Brasil;
- ◆ Centrais Elétricas do Norte do Brasil – Eletronorte;
- ◆ Construtora Andrade Gutierrez;
- ◆ Construtora Norberto Odebrecht;
- ◆ Gerdau Aços Longos;
- ◆ Otto Baumgart/Vedacit;
- ◆ Secretaria de Indústria e Comércio do Estado da Bahia;
- ◆ Syscore;
- ◆ Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP;
- ◆ Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem – Abesc;
- ◆ Chryso;
- ◆ Construtora OAS;
- ◆ Elkem Material South America;
- ◆ Emic Equipamentos e Sistemas de Ensaio;
- ◆ Engemix/Votorantim;
- ◆ MC-Bauchemie;
- ◆ Sika;
- ◆ T&A Construção Pré-Fabricada;
- ◆ Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – Capes.

Numa área de 28,4 mil m², no Cen-

tro de Convenções de Salvador, as empresas puderam apresentar as mais recentes novidades em termos de produtos e serviços voltados para o mercado da construção, estreitar laços com clientes e fornecedores e conquistar seu público potencial. Mas, sua participação não se restringiu em expor na IV Feibracon. As empresas foram responsáveis por trazer palestrantes internacionais, por apresentarem palestras técnico-comerciais, por presidirem a mesa de sessões plenárias, por patrocinarem livro técnico, cursos de atualização profissional, visita técnica, coquetéis e o jantar de confraternização.

“Quem participa do congresso do IBRACON são os formadores de opinião, profissionais que escrevem artigos, que são entrevistados, que servem de fontes de consulta. Eles são multiplicadores”, destacou Paulo Helene, para explicar a importância estratégica de participação dos patrocinadores e expositores.

Nas palavras do diretor da TQS Informática, uma das empresas expositoras, Nelson Covas: “quem não foi perdeu uma excelente oportunidade de crescer profissionalmente”. ◆



Diretores Julio Timerman, Minos Trocoli e Carlos Campos (esq./dir.) no Jantar de Confraternização

Inscrições abertas para o Programa IBRACON de Qualificação de Mão-de-Obra

O Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON) é a primeira entidade acreditada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualificação Industrial – INMETRO para certificar mão-de-obra da construção civil. Tecnicamente, o Instituto tornou-se um Organismo Certificador de Pessoas (OPC). Nesta primeira etapa, iniciada em outubro último, o IBRACON qualificou-se para certificar os profissionais responsáveis pelo controle tecnológico do concreto.

A conquista objetiva assegurar que os profissionais que trabalham em laboratórios de controle de qualidade dominem os procedimentos e especificações postulados pela NBR 15146, a norma de controle de qualidade do concreto. “É mais uma conquista do IBRACON em sua missão de aperfeiçoar a cadeia produtiva do concreto, agora com seu Programa de Qualificação de Mão-de-Obra”, justificou o engenheiro Julio Timerman, diretor de Certificação de Mão de Obra do Instituto.

Ser um OPC exigiu um longo percurso e o cumprimento de diversas obrigações e adequações de atividades aos procedimentos normatizados pela NBR 17024, a norma que regulamenta as atividades dos OPCs. “Nosso número OPC no INMETRO é 10. A identificação é simbólica para o Programa de Qualificação: o IBRACON é dez!”, destacou Timerman.

O órgão executivo do Programa de Qualificação é o Núcleo de Qualificação e Certificação de Pessoal (NQCP). Dentre suas atribuições está fornecer informações aos profissionais interessados em obter sua certificação. “O NQCP é responsável por fornecer a ficha de inscrição e o manual do candidato; conferir a documentação exi-

gida; agendar as provas técnica e prática com os examinadores e laboratórios credenciados no núcleo; e encaminhar toda documentação, pareceres, exames e seus resultados ao Conselho de Certificação, o órgão máximo, que valida ou não os procedimentos, autorizando ou não a emissão do certificado profissional”, explica Karina Rago, gerente de qualidade do NQCP.

O Conselho de Certificação é formado por nove profissionais de diferentes segmentos da cadeia da construção civil, tais como: empresas; entidades classistas; órgãos públicos; e instituições de ensino. É uma equipe multidisciplinar de profissionais reconhecidos e experientes, sabedores das necessidades do mercado por mão de obra mais qualificada. Além de validar os procedimentos do NQCP, o Conselho discute e homologa as diretrizes para certificação de pessoal.

Laboratoristas e seus auxiliares interessados em obter a certificação de sua atividade profissional devem procurar o NQCP no telefone 11-3735-0202. Após preencherem a ficha de inscrição e entregarem a documentação requerida, os candidatos recebem um número identificador que permitirá que acompanhem todo o processo de qualificação pelo site do IBRACON.

Aprovados nos exames teórico e prático, eles recebem o certificado lastreado com as logomarcas do IBRACON e do INMETRO, duas entidades comprometidas em assegurar a boa prática da engenharia civil no país.

As inscrições no Programa de Qualificação estão abertas e a previsão é de que a primeira turma seja formada em fevereiro de 2009. Mais informações, acesse www.ibracon.org.br.



Promoção de Natal: coleção de livros técnicos IBRACON a R\$ 200,00

O Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON está com uma promoção imperdível! Estão à venda a preço promocional o conjunto de livros “Concreto: microestrutura, propriedades e materiais”, “Materiais de Construção Civil – vols. 1 e 2” e “Concreto: ensino, pesquisa e realizações – vols. 1 e 2”.

Referências obrigatórias para engenheiros civis, profissionais do mercado construtivo e estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura, os livros técnicos editados pelo IBRACON estão sendo recomendados como bibliografia básica por alguns cursos de engenharia de universidades brasileiras. “Concreto: microestrutura, propriedades e materiais” é de autoria dos renomados pesquisadores da Universidade de Berkeley, nos Estados Unidos, Kumar Mehta e Paulo Monteiro. Já, “Materiais de Construção Civil” e “Concreto: ensino, pesquisa e realizações”, coordenado pelo professor da Universidade Federal de Santa Maria, Geraldo Isaia, foi escrito por uma equipe de profissionais experientes, especialistas em suas áreas de atuação.



Não perca a chance de ter em sua casa esta verdadeira biblioteca sobre a tecnologia do concreto e seus sistemas construtivos! O pacote sai por R\$ 200,00 mais o valor do frete.

Acesse hoje mesmo a Loja Virtual do IBRACON no site www.ibracon.org.br. Se preferir, fale com Marilene – Tel. 11-3735-0202 – e-mail: marilene@ibracon.org.br

Palestra sobre a evolução dos cimentos e concretos no IME

A Regional IBRACON no Rio de Janeiro realiza dia 4 de dezembro de 2008 a palestra “A evolução dos cimentos e concretos – a partir de 1900 até as tendências futuras”, no auditório do Instituto Militar de Engenharia (IME).

Programação

14h00 – Tema I: Histórico a partir de 1900

- ◆ Tipos de cimentos e sua composição química
- ◆ Propriedades e características
- ◆ Resistência e fissuração

Palestrante: Eduardo Christo Silveira Thomaz – Prof. Emérito Instituto Militar de Engenharia (IME)

15h00 – Tema II: Tendências Futuras dos Concretos

- ◆ Concreto Pós-reativo
- ◆ Emprego de Compósitos Cimentícios com Fibras de Carbono

Palestrante: Robson Luiz Gaiofatto – Prof. D.Sc. Universidade Católica de Petrópolis (UCP)

16h00 – Coffee Break

16h30 – Debates

Prof. D.Sc. Ivan Ramalho de Almeida (UFF), Eng^o Wanderley Guimarães Corrêa e Eng^o Guilherme Coelho de Andrade – ABCP

As inscrições são gratuitas e as vagas limitadas. Informações: (21) 2546-7022 / (21) 2546-7024 / (21) 2546-7029

Congresso Internacional de Patologia e Reabilitação de Estruturas – CINPAR

No período de 11 a 13 de junho de 2009, será realizada a 5ª. Edição do CINPAR – CONGRESSO INTERNACIONAL DE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS. O Congresso é uma realização conjunta da Regional IBRACON do Ceará, do Instituto de Estudo dos Materiais de Construção - IEMAC (CE) e INSTITUTO IDD (PR). Conta ainda com o apoio da Universidade Estadual do Vale do Acaraú, da DAHER Tecnologia em Engenharia Ltda. e do Instituto de Engenharia do Paraná (IEP).

O congresso, que teve sua última edição em Aveio – Portugal (2008), contou com participantes das Américas e da União Européia. Sua próxima edição, em Curitiba, Paraná, pretende contar com a presença dos seguintes palestrantes internacionais: Manuel Fernández Canovas e Eduardo Ballan (Espanha); Petr Stepanek (República Tcheca); Humberto Varum e Thomaz Ripper (Portugal); Michael Raupach (Alemanha); e Paulo Monteiro (EUA). Além, é claro, da participação dos maiores especialistas nacionais na área.



A Associação Latinoamericana de Controle de Qualidade, Patologia e Recuperação da Construção (ALCONPAT) está programando uma mesa redonda sobre corrosão, durante o evento. Paralelamente, acontecerá também a 1ª Feiper – Feira de Produtos e Equipamentos para Diagnóstico e Recuperação de Estruturas.

O Comitê Científico está sob coordenação dos professores Paulo Helene (USP) e Ênio Pazini Figueiredo (UFG). Maiores informações no site: www.cinpar2009.com.br

IX Seminário Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil

O IX Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil objetiva apresentar estudos, produtos, serviços, procedimentos e métodos de gestão desenvolvidos pelo setor construtivo para minimizar seu impacto sobre o meio ambiente.

O evento promove a troca de informações entre os agentes da cadeia construtiva e incentiva o setor a incorporar e desenvolver soluções inovadoras no tocante à preservação do meio ambiente.

O Seminário será realizado, nos dias 16 e 17 de junho de 2009, no Instituto de Engenharia, em São Paulo.

Temas

- ◆ Eco-eficiência e Green Buildings
 - ◆ A contribuição do concreto para o Desenvolvimento Sustentável
 - ◆ Resíduos sólidos e Meio Ambiente: Indústria, Mineração e Construção Civil
 - ◆ Gestão ambiental e Políticas públicas na construção civil
 - ◆ Estudo de caso em Gerenciamento de RCD
 - ◆ Tecnologia dos materiais e a sustentabilidade
 - ◆ Aquecimento global e Mecanismo Desenvolvimento Limpo na Engenharia Civil
- Mais informações: www.ibracon.org.br



Premiados IBRACON em 2008

Fábio Luís Pedroso



Na noite do dia 5 de setembro, o Instituto Brasileiro do Concreto homenageou os profissionais escolhidos por seus pares como destaques do ano em 2008.

A solenidade teve lugar durante a realização do 50º Congresso Brasileiro do Concreto, em Salvador.

Na ocasião, foram homenageados também os pesquisadores cujas teses de doutorado foram escolhidas por uma comissão de notáveis filiados ao IBRACON como as que mais contribuíram para o avanço do concreto no Brasil em seu aspecto estrutural e de material. Confira a seguir quem foram os premiados!

PRÊMIO EMÍLIO BAUMGART

DESTAQUE EM ENGENHARIA ESTRUTURAL – CATÃO FRANCISCO RIBEIRO

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1975)

Pós-graduado em Pontes pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1979)

Responsável Técnico pela elaboração de mais de 1500 projetos estruturais de obras de arte especiais

Diretor da empresa Enescil Engenharia de Projetos, fundada em 1970



Eng. Catão Ribeiro recebe prêmio do Prof. Vasconcelos (esq.)

PRÊMIO ARY FREDERICO TORRES

DESTAQUE EM TECNOLOGIA DO CONTROLE – NEWTON GOULART GRAÇA



Eng. Selmo Kuperman cumprimenta Eng. Newton Graça (dir.) pela premiação

Engenheiro civil pela Universidade Veiga de Almeida - Rio de Janeiro (1980)

Mestre em Ciências de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Goiás

Vinte e sete anos de experiência em estudos do concreto e de materiais de construção para barragens, totalizando 3,55 milhões m³ de concreto sob sua responsabilidade

Atualmente, é responsável técnico e coordenador de controle tecnológico das obras: Usinas de Foz do Chapecó, Serra do Facão, Simplicio, São Salvador e Batalha (Furnas)

PRÊMIO GILBERTO MOLINARI

DESTAQUE EM RECONHECIMENTO AOS SERVIÇOS PRESTADOS AO IBRACON – PAULO HELENE



Prof. Paulo Helene posa com seu prêmio, entregue pelo Prof. Cláudio Sbrighi (esq.)

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da USP

Especialista em Patologias Construtivas pelo Instituto Eduardo Torroja/Espanha

Doutorado em Engenharia pela USP; pós doutorado na Universidade da Califórnia em Berkeley

Professor Titular da USP

Autor de mais de 200 artigos técnico-científicos publicados em congressos nacionais e internacionais e revistas especializadas

Autor de 8 livros publicados no exterior, 3 livros publicados no Brasil e tradutor de outros 3 livros

Presidente do IBRACON por duas gestões (2003-2005 e 2005-2007)

PRÊMIO LIBERATO BERNARDO

DESTAQUE EM TECNOLOGIA EM LABORATÓRIO DE CONCRETO – JOSÉ ANTÔNIO S. R. QUEIROZ

Formado em Tecnologia de Edificações (1987)

Atua no setor tecnológico desde 1982, com produção de obras, controle de qualidade de materiais para concreto e estudos técnicos sobre o concreto

Líder do Laboratório de Controle Tecnológico de Concreto da Engemix, onde trabalha há 18 anos



Detalhe dos prêmios entregues pelo IBRACON. O técnico José Antônio Queiroz não pode comparecer à premiação.

PRÊMIO ARGOS MENNA BARRETO

DESTAQUE EM ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES – MÁRIO LÚCIO PINHEIRO



Eng. Luiz Sérgio Costa faz entrega para Eng. Hélio Bispo (dir.) representando o engenheiro premiado Mário Pinheiro

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia do Triângulo Mineiro (1973)

Atuou em Furnas Centrais Elétricas, Construtora Mendes Junior, Cia. Brasileira de Projetos e Obras

Atualmente, é diretor de contrato da Construtora Norberto Odebrecht e responsável pelas obras civis da UHE Santo Antônio, no rio Madeira

Nestes 35 anos de trabalho, participou da construção de algumas das principais hidrelétricas do Brasil: UHE Itumbiara, no rio Paranaíba; UHE Itaparica e UHE Xingó, no rio São Francisco; UHE Igarapava, no rio Grande; UHE Cana Brava, no rio Tocantins; e UHE's Capim Branco I e Capim Branco II, no rio Araguari.

PRÊMIO FRANCISCO DE ASSIS BASÍLIO

DESTAQUE EM ENGENHARIA NA REGIÃO DO EVENTO – ANTÔNIO CARLOS REIS LARANJEIRAS

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia

Professor emérito e titular da Universidade Federal da Bahia

Diretor Técnico da empresa ACR LARANJEIRAS & Cia

Autor de mais de trinta publicações técnicas, traduções e redações de Normas

Ex-Presidente do Clube de Engenharia da Bahia

Ex-Membro da Comissão de Estudos da Norma Brasileira ABNT, NB-1 / NBR 6118



Eng. Minos Trocoli faz entrega do prêmio ao Prof. Laranjeiras (esq.)

PRÊMIO EPAMINONDAS DO AMARAL FILHO

DESTAQUE EM ENGENHARIA NO CAMPO DO PROJETO E CONSTRUÇÃO DE CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO – WELLINGTON LONGUINI REPETTE



Eng. Rubens Bittencourt entrega prêmio ao Prof. Wellington Repette (esq.)

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Londrina

Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Doutor em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Pós-doutorado pelo National Research Council do Canada

Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina

Autor de diversos artigos em periódicos nacionais e internacionais, além de capítulos de livros e patentes internacionais

PRÊMIO LUIZ ALFREDO FALCÃO BAUER

DESTAQUE EM ENGENHARIA NO CAMPO DAS PESQUISAS DO CONCRETO E MATERIAIS CONSTITUINTES – EDUARDO DE MORAES RÊGO FAIRBAIN

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1973)

Mestre pela COPPE/UFRJ (1978)

Doutor em Engenharia pela Universidade de Paris VI (1984)

Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Áreas de pesquisa: modelagem numérica do concreto; dosagem científica do concreto; materiais cimentícios sustentáveis; concretos compactados ao rolo; concretos refratários; concretos para cimentação de poços de petróleo; concretos fibrosos; reação álcali-agregado; deformações lentas no concreto

Autor de um livro, 38 artigos em revistas nacionais e internacionais, 150 artigos em conferências nacionais e internacionais



Eng. Eduardo Fairbain posa com prêmio entregue pelo Eng. Roberto Bauer (esq.)

PRÊMIO FERNANDO LUIZ LOBO BARBOSA CARNEIRO

DESTAQUE EM PESQUISA DE CONCRETO ESTRUTURAL – JOÃO BENTO DE HANAI



Prof. João Bento Hanai ao receber o prêmio do Prof. Paulo Helene (esq.)

Engenheiro Civil (1972), Mestre em Engenharia de Estruturas (1977), Doutor em Engenharia de Estruturas (1982), Professor Livre-Docente (1987) e Professor Titular (1992) pela Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos

Coordenador de diversos projetos de pesquisa, apoiados pela FAPESP, CNPq, FINEP e outras agências de financiamento

Áreas de pesquisa: desenvolvimento e aplicação de concretos especiais (alta resistência, auto-adensável, concreto com fibras, argamassa armada e outros compósitos à base de cimento portland); concreto pré-moldado; reforço de estruturas; controle de vibrações, alvenaria estrutural; cisalhamento e punção

Autor de 228 trabalhos publicados na forma de livros (6), artigos em periódicos (42), capítulos de livros (30) e trabalhos em congressos (150)

PRÊMIO ORCAR NIEMEYER SPARES FILHO

DESTAQUE EM ARQUITETURA PROFISSIONAL – PAULO MENDES DA ROCHA

Arquiteto pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Mackenzie (1954)

Professor de projetos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, de 1959 a 1998

Autor de projetos, como Museu Brasileiro de Escultura, Centro Cultural FIESP, Pinacoteca de São Paulo (adaptação), Poupatempo Itaquera, Terminal de ônibus do Parque D. Pedro II

Ganhou o Prêmio Pritzker (2006)



Neta do Arq. Paulo Mendes da Rocha, representando-o na entrega do prêmio pelo Prof. José Luiz Antunes

PRÊMIOS DE TESES

ÁREA DE MATERIAIS

PREMIADO: **GUILHERME CHAGAS CORDEIRO**



Guilherme Chagas Cordeiro recebe prêmio das mãos do Eng. Paulo Monteiro (esq.)

Título: *Utilização de Cinzas Ultrafinas do Bagaço de Cana-de-Açúcar e da Casca de Arroz como Aditivos Minerais em Concreto*

Data da Defesa: 28 de Abril de 2006

Orientadores: Romildo Toledo Filho e Eduardo Fairbairn

ÁREA DE ESTRUTURAS

PREMIADO: **LEANDRO MOUTA TRAUTWEIN**



Túlio Bittencourt (dir.) recebe prêmio concedido ao Eng. Leandro Trautwein

Título: *Punção em Lajes Cogumelo de Concreto Armado: Análise Experimental e Numérica*

Data da Defesa: 12 de Abril de 2006

Orientadores: João Carlos Della Bella, Túlio Nogueira Bittencourt e Ronaldo Barros Gomes

SAIBA COMO CONCORRER E PARTICIPAR, ACESSANDO: WWW.IBRACON.ORG.BR ◆

IX SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL



O IX Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na **Construção Civil** objetiva apresentar estudos, produtos, serviços, procedimentos e métodos de gestão desenvolvidos pelo setor construtivo para minimizar seu impacto sobre o meio ambiente. O evento promove a troca de informações entre os agentes da cadeia construtiva e incentiva o setor a incorporar e desenvolver soluções inovadoras no tocante à preservação do meio ambiente.

O Seminário será realizado, nos dias **16 e 17 de junho de 2009**, no Instituto de Engenharia, em São Paulo.

TEMAS

- Eco-eficiência e Green Buildings
- A contribuição do concreto para o Desenvolvimento Sustentável
- Resíduos sólidos e Meio Ambiente: Indústria, Mineração e Construção Civil
- Gestão ambiental e Políticas públicas na construção civil
- Estudo de caso em Gerenciamento de RCD
- Tecnologia dos materiais e a sustentabilidade
- Aquecimento global e Mecanismo Desenvolvimento Limpo na engenharia civil

Acompanhe as notícias em www.ibracon.org.br

Traços de concreto para obras de pequeno porte

Marcos R. Barboza
Paulo Sérgio Bastos
UNESP – Bauru

Resumo

Este trabalho surgiu de duas necessidades básicas: caracterizar os concretos produzidos por pedreiros em obras de pequeno porte e definir traços de concreto com os materiais utilizados na cidade de Bauru/SP. Com o conhecimento das principais características dos concretos produzidos nessas obras, como abatimento, teor de argamassa e resistência, desenvolveu-se um estudo de dosagem experimental objetivando construir Diagramas de Dosagem de concretos com três tipos de cimento (CP II-E-32, CP V-ARI e CP II-F-32) e brita 1. Os Diagramas de Dosagem possibilitaram definir 24 traços de concreto, com abatimentos em torno de 17 cm e resistências à compressão entre 15 MPa e 50 MPa. Os traços desenvolvidos atendem às prescrições das normas NBR 6118/03 e NBR 14931/04, e podem auxiliar engenheiros e construtores na obtenção de concretos de melhor qualidade, em especial aqueles feitos em canteiros de obras de pequeno porte.

1. Introdução

Os traços de concreto constantes em tabelas antigas, ainda hoje muito utilizados

na confecção de concretos para obras de pequeno porte, não atendem aos requisitos de qualidade hoje exigidos. As tabelas elaboradas por Branco [1], por exemplo, bem como suas derivadas, têm traços de concreto com britas 1 e 2 combinadas, quando hoje, via de regra, apenas a brita 1 é utilizada. Outras tabelas de traços, como de Tartuce [2], Silva [3] e Ripper [4], necessitam ser adaptadas para atender as novas prescrições contidas na NBR 6118/03 [5] quanto às relações a/c máximas, em função da Classe de Agressividade Ambiental.

Devido ao sistema construtivo utilizado nas edificações de pequeno porte, os concretos de centrais dosadoras (concreto usinado) são aplicados apenas nas estacas escavadas, lajes e vigas, com consumo mínimo de 2 ou 3 m³ de concreto. No caso dos pilares (pilaretes), que são preenchidos com concreto tão logo as paredes de alvenaria vão sendo elevadas, o volume de concreto necessário é pequeno, e por isso é confeccionado na própria obra.

Na cidade de Bauru/SP, por exemplo, os concretos feitos nessas construções são oriundos da tradição construtiva, não têm base técnica e tampouco preocupação em atender às prescrições de normas, como a NBR 14931/04 [6].

Tabela 1 – Resistência de dosagem à compressão ($f_{c28,méd}$ – MPa) e abatimento (cm) de concretos produzidos em obras de pequeno porte na cidade de Bauru – SP

Obra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$f_{c28,méd}$	6,62	9,87	9,76	11,77	5,61	10,77	17,49	10,33	11,97	13,33	7,38	22,07	8,44
Abatimento	11	20	20	15	-	19	21	11	20	20	14	16	20

Tabela 2 – Características físicas dos agregados

ENSAIO	NORMA	AREIA	BRITA 1
Massa unitária em estado solto seco (g/cm ³)	NM 45/06	1,45	1,59
Massa unitária em estado compactado seco (g/cm ³)	NM 45/06	1,61	1,64
Massa específica (g/cm ³)	NBR 9776 NM 53/03	2,63	2,95
Módulo de finura	NM 248/03	1,90	8,00
Dimensão máxima característica (mm)	NM 248/03	1,2	19
Coefficiente de inchamento médio	NBR 6467/87	1,34	-
Umidade crítica (%)	NBR 6467/87	4,40	-
Teor de argila e materiais friáveis (%)	NBR 7218/87	16,47	-
Teor de matéria orgânica	NBR 7218/87	Suspeita	-

Procurando contribuir nesta questão, esta pesquisa foi desenvolvida tendo dois objetivos principais: caracterizar e definir as propriedades básicas dos concretos feitos por pedreiros no canteiro de obra de construções de pequeno porte, e realizar um estudo de dosagem experimental com o propósito de definir Diagramas de Dosagem e traços de concreto, compostos com brita 1 como agregado graúdo e os cimentos CP II-E-32, CP V-ARI e CP II-F-32, para resistências de dosagem à compressão compreendidas entre 15 e 50 MPa.

2. Caracterização dos concretos de obras de pequeno porte

Treze obras em fase de execução foram visitadas na cidade, em dia de confecção de concreto, onde foi medido o abatimento dos concretos no tronco de cone (NBR NM 67/98) e moldados dois corpos-de-prova cilíndricos 15x30 cm (NBR 5738/03), para determinação da resistência à compressão. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Observou-se que os concretos são produzidos com base na tradição construtiva local, ficando o traço a cargo dos pedreiros, sem qualquer preocupação quanto ao atendimento das prescrições de normas.

Os traços usados são muito semelhantes, sendo geralmente constituídos por um saco de cimento (50 kg), dois carrinhos de areia “grossa” e dois carrinhos de brita 1 (ou 2,5 carrinhos de cada agregado). A variação na quantidade dos materiais é muito grande, pois cada operário res-

ponsável pela confecção do concreto preenche o carrinho sem controle da quantidade.

O teor de argamassa é alto, superior a 55 %, o que diminui a possibilidade de nichos de concretagem. O abatimento médio é de 17,3 cm, e mostra que, em geral, os pedreiros preferem trabalhar com concretos de alta fluidez, para possibilitar sua penetração em fôrmas estreitas e envolver as barras da armadura, sendo obtida com adição de grande quantidade de água. Como consequência, os concretos apresentam baixa resistência e alta porosidade.

Em função das baixas resistências de dosagem, a resistência característica f_{ck} dos concretos é nula ou muito baixa, e nenhum concreto atende ao f_{ck} mínimo de 20 MPa da NBR 6118/03 [5], o que denota a desqualificação dos concretos produzidos.

3. Estudo de Dosagem Experimental

O estudo de dosagem experimental foi feito seguindo o método de dosagem IPT/EPUSP, apresentado por Helene e Terzian [7], com a obtenção de Diagramas de Dosagem.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS, MISTURA, MOLDAGEM E ENSAIO DOS CORPOS-DE-PROVA

O agregado miúdo utilizado foi uma areia quartzosa extraída do rio Tietê, comercialmente conhecida como “grossa”, e como agregado graúdo foi utilizada a brita 1 de basalto, com características apresentadas na Tabela 2.

Figura 1 – Concreto com teor de argamassa de 57%



Para obter uma consistência semelhante àquelas observadas nos concretos de obras de pequeno porte, e visando obedecer as relações a/c máximas indicadas na NBR 6118/03 [5], foi usado o aditivo plastificante Vedacit Fazgrauth, na proporção de 1,5 % sobre a quantidade de cimento, o que possibilitou obter concretos com abatimentos em torno de 17 cm. A massa específica do aditivo é de 1,19 kg/dm³.

Para determinação do teor ideal de argamassa dos concretos foi aplicado o procedimento apresentado em Helene e Terzian [7], tendo sido escolhido o teor de 57 % (Figura 1).

Os agregados eram secos ao sol, ficando a areia com aparência seca. O aditivo era misturado à totalidade da água da mistura, feita numa betoneira de eixo inclinado, com capacidade de 350 litros. Primeiro era misturada a brita 1 com a totalidade da água com o aditivo,

por 30 s, em seguida por mais 30 s com o cimento. A areia era adicionada aos poucos, sendo o concreto misturado por cinco minutos.

Os corpos-de-prova cilíndricos de 15 x 30 cm foram adensados em mesa vibratória, em duas camadas. Após 24 horas eram desmoldados e submersos em água. Para regularização das superfícies de topo dos corpos-de-prova nos ensaios de compressão foram usadas placas de neoprene inseridas em dispositivos de aço.

3.2 DIAGRAMAS DE DOSAGEM E TRAÇOS DOS CONCRETOS

Foram misturados os traços Rico (1:3,5), Médio (1:5,0) e Pobre (1:6,5), para cada um dos três tipos de cimento, e construídos os Diagramas de Dosagem. A partir deles foram definidos 24 traços de concreto, sendo oito traços para cada

Tabela 3 – Traços de concretos com cimento CP II-E-32

Resistência de Dosagem Esperada (MPa) na Idade (dias)			TRAÇO EM MASSA								TRAÇO EM VOLUME					TRAÇO PARA UM SACO DE CIMENTO (50 kg)								
			Para 1 kg de cimento			Para 1 metro cúbico					Para 1 kg de cimento			Para 1 metro cúbico										
3	7	28	Areia (kg)	Pedra (kg)	a/c	Aditivo (%) ⁽¹⁾	Cimento (kg)	Areia (kg)	Pedra (kg)	Água (kg)	Aditivo (kg)	Areia (l)	Pedra (l)	a/c	Aditivo (%) ⁽¹⁾	Cimento (kg)	Areia (l)	Pedra (l)	Água (l)	Aditivo (l)	Areia (lata ⁽²⁾)	Pedra (lata ⁽²⁾)	Água (lata ⁽²⁾)	Aditivo (ml)
4	7	15	3,85	3,66	0,85	1,5	239	919	874	203	3,6	2,65	2,30	0,85	1,5	239	634	550	203	3,0	7,4	6,4	2,4	630
6	10	20	3,39	3,31	0,73		269	912	891	196	4,0	2,34	2,08	0,73		269	629	560	196	3,4	6,5	5,8	2,0	
8	14	25	3,10	3,10	0,65		292	906	904	190	4,4	2,14	1,95	0,65		292	625	569	190	3,7	5,9	5,4	1,8	
10	16	30	2,85	2,90	0,58		317	903	920	184	4,8	1,96	1,83	0,58		317	623	579	184	4,0	5,5	5,1	1,6	
13	20	35	2,59	2,71	0,54		344	891	932	186	5,2	1,79	1,70	0,54		344	614	586	186	4,4	5,0	4,7	1,5	
16	23	40	2,42	2,58	0,51		365	883	942	186	5,5	1,67	1,62	0,51		365	609	592	186	4,6	4,6	4,5	1,4	
20	28	45	2,25	2,45	0,48		387	870	949	186	5,8	1,55	1,54	0,48		387	600	597	186	4,9	4,3	4,3	1,3	
23	34	50	2,08	2,32	0,45		412	856	957	185	6,2	1,43	1,46	0,45		412	590	602	185	5,2	4,0	4,1	1,2	

⁽¹⁾ sobre a massa decimento; ⁽²⁾ lata de 18 litros; materiais secos.

Tabela 4 – Traços de concretos com cimento CP V-ARI

Resistência de Dosagem Esperada (MPa) na Idade (dias)				TRAÇO EM MASSA										TRAÇO EM VOLUME					TRAÇO PARA UM SACO DE CIMENTO (50 kg)						
				Para 1 kg de cimento			Para 1 metro cúbico							Para 1 kg de cimento			Para 1 metro cúbico								
1	3	7	28	Areia (kg)	Pedra (kg)	a/c	Aditivo (%) ⁽¹⁾	Cimento (kg)	Areia (kg)	Pedra (kg)	Água (kg)	Aditivo (kg)	Areia (l)	Pedra (l)	a/c	Aditivo (%) ⁽¹⁾	Cimento (kg)	Areia (l)	Pedra (l)	Água (l)	Aditivo (l)	Areia (lata ⁽²⁾)	Pedra (lata ⁽²⁾)	Água (lata ⁽²⁾)	Aditivo (ml)
3	9	11	15	4,13	3,87	0,90		225	929	871	203	3,4	2,85	2,43	0,90		225	641	548	203	2,9	6,3	5,4	2,0	
5	12	16	20	3,45	3,35	0,75		265	914	888	199	4,0	2,38	2,11	0,75		265	630	558	199	3,4	5,3	4,7	1,7	
10	18	22	25	2,90	2,95	0,65		306	887	903	199	4,6	2,00	1,86	0,65		306	612	568	199	3,9	4,4	4,1	1,4	
13	23	26	30	2,59	2,71	0,59	1,5	337	873	913	199	5,1	1,79	1,70	0,59	1,5	337	602	574	199	4,3	4,0	3,8	1,3	630
14	26	30	35	2,31	2,49	0,54		371	857	924	200	5,6	1,59	1,57	0,54		371	591	581	200	4,7	3,5	3,5	1,2	
16	28	34	40	2,02	2,28	0,51		408	824	930	208	6,1	1,39	1,43	0,51		408	568	585	208	5,1	3,1	3,2	1,1	
18	30	36	45	1,79	2,11	0,48		444	795	937	213	6,7	1,23	1,33	0,48		444	548	589	213	5,6	2,7	3,0	1,1	
20	32	40	50	1,57	1,94	0,44		487	765	945	214	7,3	1,08	1,22	0,44		487	528	594	214	6,1	2,4	2,7	1,0	

⁽¹⁾ sobre a massa decimento; ⁽²⁾ lata de 18 litros; materiais secos.

cimento, com resistências à compressão de 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 MPa. Cada traço foi misturado em betoneira, tendo sido medido o abatimento, a massa específica e moldados quatorze corpos-de-prova para ensaios à compressão simples, sendo dois corpos-de-prova para as idades de 3, 7, 63 e 91 dias, e três corpos-de-prova para os 28 dias, e três para ensaio de compressão diametral aos 28 dias. No caso dos concretos com cimento ARI foi medida também a resistência à compressão simples na idade de 1 dia.

Os resultados dos ensaios à compressão simples possibilitaram traçar novos Diagramas de Dosagem, com as curvas ajustadas sobre oito pontos, portanto, mais precisos que os Diagramas de Dosagem iniciais, determinados apenas

com os traços Rico, Médio e Pobre. Com base nesses Diagramas de Dosagem mais precisos foram determinados os traços finais dos concretos, mostrados nas Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5, conforme os três tipos de cimento.

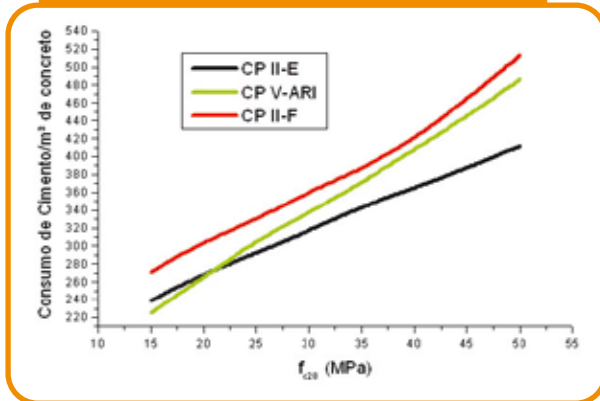
Na Figura 2 verifica-se que o menor consumo de cimento por metro cúbico de concreto ocorre com uso do cimento CP II-E, e o maior consumo ocorre com o cimento CP II-F. O cimento CP V-ARI tem consumo intermediário entre eles. O menor consumo com o cimento CP II-E ocorreu porque este cimento interagiu melhor com o aditivo plastificante utilizado, o que proporcionou relações água/cimento menores em comparação aos concretos com os outros dois cimentos.

Tabela 5 – Traços de concretos com cimento CP II-F-32

Resistência de Dosagem Esperada (MPa) na Idade (dias)			TRAÇO EM MASSA										TRAÇO EM VOLUME					TRAÇO PARA UM SACO DE CIMENTO (50 kg)						
			Para 1 kg de cimento			Para 1 metro cúbico							Para 1 kg de cimento			Para 1 metro cúbico								
3	7	28	Areia (kg)	Pedra (kg)	a/c	Aditivo (%) ⁽¹⁾	Cimento (kg)	Areia (kg)	Pedra (kg)	Água (kg)	Aditivo (kg)	Areia (l)	Pedra (l)	a/c	Aditivo (%) ⁽¹⁾	Cimento (kg)	Areia (l)	Pedra (l)	Água (l)	Aditivo (l)	Areia (lata ⁽²⁾)	Pedra (lata ⁽²⁾)	Água (lata ⁽²⁾)	Aditivo (ml)
8	10	15	3,28	3,22	0,72		271	889	873	195	4,1	2,26	2,03	0,72		271	613	549	195	3,4	6,3	5,6	2,0	
13	16	20	2,88	2,92	0,63		305	878	891	192	4,6	1,99	1,84	0,63		305	606	560	192	3,9	5,5	5,1	1,8	
18	21	25	2,65	2,75	0,57		329	871	905	188	4,9	1,83	1,73	0,57		329	601	569	188	4,1	5,1	4,8	1,6	
21	25	30	2,36	2,54	0,53	1,5	361	853	916	191	5,4	1,63	1,60	0,53	1,5	361	588	576	191	4,5	4,5	4,4	1,5	630
24	28	35	2,19	2,41	0,49		386	846	929	189	5,8	1,51	1,51	0,49		386	583	584	189	4,9	4,2	4,2	1,4	
26	32	40	1,96	2,24	0,46		419	823	937	193	6,3	1,35	1,41	0,46		419	568	589	193	5,3	3,8	3,9	1,3	
31	36	45	1,69	2,03	0,43		464	784	942	200	7,0	1,17	1,28	0,43		464	541	592	200	5,9	3,2	3,5	1,2	
34	40	50	1,45	1,85	0,40		513	744	949	205	7,7	1,00	1,16	0,40		513	513	597	205	6,5	2,8	3,2	1,1	

⁽¹⁾ sobre a massa decimento; ⁽²⁾ lata de 18 litros; materiais secos.

Figura 2 – Consumo de cimento/m³ de concreto em função da resistência do concreto



Em relação ao ganho de resistência em função do tempo, na Tabela 6 são apresentadas as resistências médias adquiridas em relação à idade de 28 dias. Nota-se que os concretos com cimento CP II-F apresentaram ganhos de resistência semelhantes aos concretos com cimento ARI.

4. Considerações Finais

Os traços de concreto apresentados neste trabalho devem ser vistos como sugestões para um proporcionamento inicial. O profissional que deles fazer uso deverá fazer testes com os materiais da sua região, especialmente quanto à areia, ao cimento e à interação entre ele e o aditivo, e fazer as correções necessárias para obter o abatimento e a resistência à compressão esperadas, que podem diferir dos resultados aqui apresentados.

A areia utilizada nos concretos era seca ao sol, de modo que se for utilizada areia úmida, a quantidade da água de amassamento

deverá ser diminuída, sendo colocada somente aquela necessária para obter um abatimento próximo de 17 cm.

Outro aspecto importante é quanto ao processo de mistura. A utilização de betoneiras de pequena capacidade, preenchidas à plena carga, deverão resultar concretos com resistência à compressão menor que as aqui apresentadas.

Também é importante observar que as resistências à compressão, mostradas nas três tabelas de traços, são resistências de dosagem. Para se obter a resistência característica (f_{ck}) é necessário aplicar a equação $f_{ck} = f_{cm} - 1,65s_d$, adotando-se o desvio padrão s_d conforme as condições de preparo do concreto, dados na NBR 12655/96 [8].

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), à empresa Votorantim, pela doação do cimento Votoran CP II-E, à empresa Vedacit, pela doação do aditivo plastificante Fazgrauch, e ao Sr. Edson Alves da Silva, pela doação dos cimentos CP II-F e CP V-ARI.

Tabela 6– Resistência média adquirida pelos concretos [%] para cada tipo de cimento em relação aos 28 dias de idade

Idade	CP II-E	CP V-ARI	CP II-F
0	0	0	0
1	-	35	-
3	37	69	66
7	58	83	80
28	100	100	100

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] BRANCO, A.A.C. Tabela de traços. Rio de Janeiro, 1974.
- [02] TARTUCE, R. Dosagem experimental do concreto. São Paulo, Ed. Pini, IBRACON/PINI, 1993, 115p.
- [03] SILVA, R.G. Manual de traços de concreto. São Paulo, Ed. Nobel, 3ª ed., 1975, 142p.
- [04] RIPPER, E. Como evitar erros na construção. São Paulo, Ed. Pini, 1985, 122p.
- [05] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento – NBR 6118. Rio de Janeiro, ABNT, mar/2003, 221p.
- [06] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Execução de estruturas de concreto – Procedimento – NBR 14931. Rio de Janeiro, ABNT, 2004, 53p.
- [07] HELENE, P.R.L. ; TERZIAN, P. Manual de dosagem e controle do concreto. São Paulo. Ed. Pini, 1995, 349p.
- [08] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto – Preparo, controle e recebimento – Procedimento – NBR 12655. Rio de Janeiro, ABNT, 1996, 19p. ◆



Os caminhos da pesquisa sobre o concreto

Fábio Luís Pedroso

O concreto é o material construtivo mais utilizado no mundo. Estima-se que são produzidas atualmente 20 bilhões de toneladas de cimento por ano, o que equivale a cerca de três toneladas anuais per capita. Com uma taxa de crescimento da produção entre 8 e 10%, as projeções apontam que essa taxa se mantenha em 6% para os próximos 20 anos.

Se o largo emprego do concreto está associado ao desenvolvimento de nações – a China é o país que mais consome cimento no mundo nos dias atuais – este desenvolvimento econômico e social, por um lado, demanda uma tecnologia a cada dia mais inovadora, que implique menores custos, mais rapidez, menores riscos, maior qualidade, senso estético mais aprimorado, entre outros fatores de mercado; por outro, a sociedade e os governos têm aumentado sua consciência ambiental e se comprometido com metas de desenvolvimento sustentável, que alie o progresso industrial e urbano com o respeito aos recursos da biosfera.

Setores da cadeia produtiva do concreto têm buscado seu desenvolvimento paulatino, no sentido de responder às demandas impostas tanto pelo mercado da construção civil quanto pelos governos e pela sociedade em geral. São institutos, núcleos e redes de pesquisa com estudos de novos materiais constituintes da mistura, com propostas de novas dosagens e com a promessa de controle absoluto das proprieda-

des mecânicas do concreto; são empresas que desenvolvem soluções construtivas inovadoras, como o concreto de alto desempenho usado nos edifícios mais altos do mundo, o concreto auto-adensável aplicado na fabricação de elementos pré-fabricados, o concreto curado internamente, entre outros usos e aplicações.

Conhecer esses novos produtos e seus materiais constituintes, suas mais recentes aplicações, o uso da nanotecnologia no concreto é um requisito da boa formação de profissionais engenheiros civis. Por isso, o Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON, entidade com 36 anos de serviços prestados ao desenvolvimento do setor de construção civil, convidou, para suas conferências plenárias com palestrantes internacionais, no 50º Congresso Brasileiro do Concreto, especialistas na linha de ponta da pesquisa e do desenvolvimento do concreto no mundo. O evento, maior do setor com este fim, aconteceu de 4 a 9 de setembro de 2008, em Salvador.



Auditório no Centro de Convenções de Salvador das Conferências Plenárias: ao fundo, o palestrante Per Fidjestol

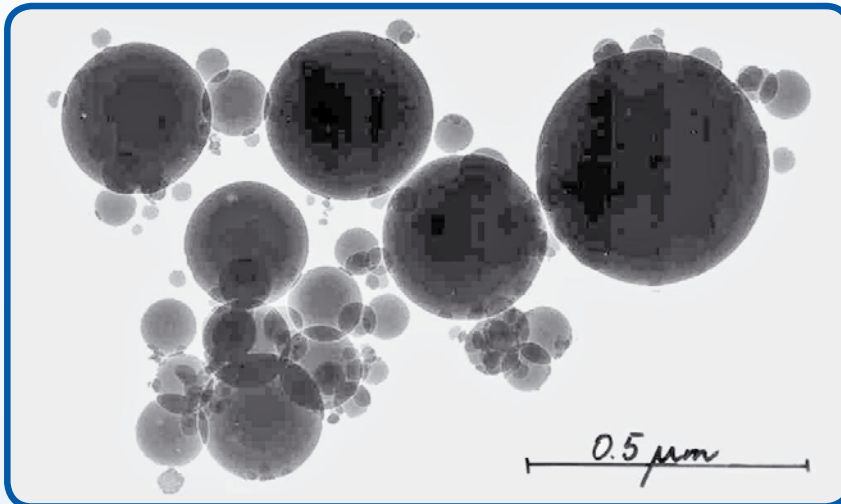


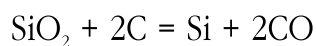
Foto mostra as partículas leves e diminutas da microsilica

Veja a seguir um resumo do que foi apresentado pelos palestrantes internacionais.

Microsilica e os concretos especiais

A microsilica ou *silica fume* foi primeiramente empregada numa argamassa de cimento, em 1944. Estudos feitos a seguir, na Universidade Técnica da Noruega e no Túnel Metroviário de Oslo, mostraram que a substituição parcial de cimento portland pela microsilica aumentava a resistência do concreto ao ataque de sulfatos. Mas, até a metade dos anos 60, muito pouco foi desenvolvido sobre o uso da microsilica e sua aplicação comercial era reduzida, devido, entre outras causas, à sua coleta improvisada e pouco eficiente.

A microsilica é um co-produto da indústria siderúrgica. São partículas sólidas e esféricas, com volumes abaixo de 150 nanômetros e uma superfície específica de 20m²/g. Sua produção acontece em alto-fornos elétricos, onde a temperatura ultrapassa 2000° C. A reação simplificada encontra-se a seguir:



(1)

Onde:

SiO₂ vem do quartzo
C vem do carvão mineral
Si é a microsilica

CO é monóxido de carbono

“Foi a primeira nanopartícula utilizada no concreto”, ressaltou o engenheiro da Elkem Materials da Noruega, Per Fidjestol, em palestra sobre “a história da microsilica: de novidade para ingrediente-chave no concreto de alto desempenho”.

De 15 a 25% do quartzo adicionado ao alto-forno transformam-se em microsilica. Os países de

destaque em sua produção são China (líder), Noruega, África do Sul, Estados Unidos, Canadá, Espanha, Rússia e França.

Os trabalhos pioneiros sobre a microsilica foram desenvolvidos pelos noruegueses James Sharp e Johan Bernhardt. Sharp estudou um cimento modificado com adição de 2 a 5% de microsilica. Verificou um aumento de 40% na resistência do concreto em 90 dias. Bernhardt foi

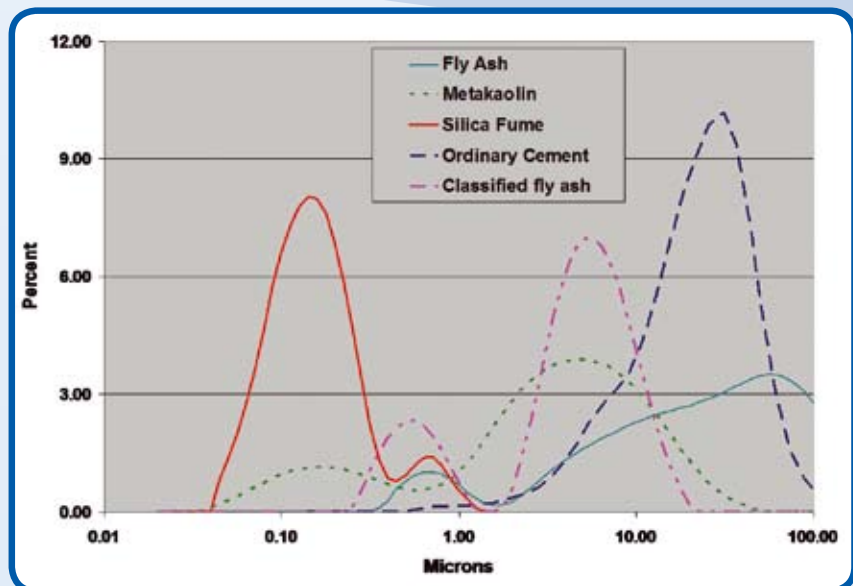


Gráfico mostra distribuição proporcional dos tamanhos das partículas pozzolânicas

além, substituindo mais de 30% de cimento portland por microsilica. Os resultados apontaram para um aumento significativo da resistência à compressão, para a resistência a sulfatos e para uma redução nas variações de temperatura de hidratação. É seu o primeiro artigo técnico sobre microsilica, de 1952.

Hoje em dia, existem milhares de trabalhos sobre microssílica no mundo, onde se aborda os efeitos benéficos de seu uso nos concretos; além dos apontados, podem ser citados: maior absorção de água; impermeabilidade; resistência ao congelamento; resistência a cloretos; concretos com 300MPa. Essas e outras propriedades são relacionadas ao fato da microssílica preencher os espaços entre as partículas de cimento e de agregados.

Seu uso comercial foi também ampliado mundialmente, com o desenvolvimento de filtros industriais de coleta, na Escandinávia e nos Estados Unidos (atualmente, o sistema de filtragem possibilita a remoção de quase 100% das partículas exaladas dos fornos); com o problema crescente da disposição de co-produtos da indústria siderúrgica (impactos ambientais tornaram-se uma preocupação crescente); e com as descobertas dos benefícios trazidos para a indústria da construção civil com sua aplicação (a Islândia passou a usar sílica em todos os cimentos produzidos a partir de 1979, por conta de seu efeito mitigador das reações álcali-agregado).

Estima-se que atualmente 10 milhões de metros cúbicos de sílica sejam produzidos anualmente; parte desta é usada na produção anual de 15 milhões de metros cúbicos de concreto. O valor acumulado de concreto com uso de sílica deve estar em torno de 200 milhões de metros cúbicos.

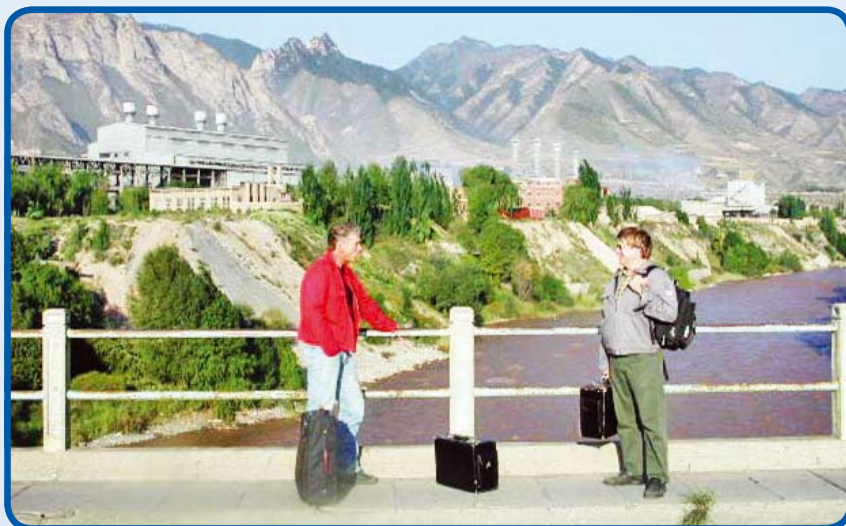


Xibei Ferroalloys, na China, em 2001

Este uso é nacional e internacionalmente padronizado. O Canadá introduziu a primeira especificação no uso da sílica, em 1987 – o CAN/CSA A 23,5 M86 *Supplementary Cementitious Materials*. Apesar de se referir a cinzas volantes (*fly ash*), a iniciativa abriu caminho para o emprego mais disseminado da microssílica. Outros países seguiram o exemplo e produziram também suas normas nacionais, cada qual especificando uma dosagem diferente de sílica no concreto, segundo as aplicações mais comuns nestes países. Em 1993, a *American Society for Testing and Materials – ASTM* publicou a primeira norma relativa ao uso da sílica – a ASTM C 1240. Desde lá, ela tem sido atualizada anualmente. Esta norma introduziu uma mudança importante na dosagem da sílica ao determinar uma relação constante de água/cimento para o estabelecimento do índice de atividade pozzolânica. Em 2005, foi a vez do Comitê Europeu para Normalização (CEN) publicar sua norma para o uso da microssílica no concreto – a EN 13263.

As normas mais atuais sobre o emprego da microssílica são a ACI 234R-06 – Guia para o uso da *silica fume* no concreto, recentemente revisada – e o relatório atualmente em revisão a ser lançado pela Federação Internacional do Betão (Fib).

Mas, se no início a microssílica foi usada basicamente para substituir o cimento portland, hoje em dia, seu foco está na produção de concretos de altas resistências e concretos de altos desempenhos. A prova



Xibei Ferroalloys, em 2002, após instalação dos filtros de microssílica



Grande Cinturão, na Dinamarca, onde foi usado concreto com microssilica

disso é encontrada em obras espalhadas pelo mundo e notáveis por sua engenharia construtiva: Petronas Tower (Malásia); Burj Dubai (Emirados Árabes Unidos); Great Belt (Dinamarca); Tsing Ma Bridge (Hong Kong); East Sea Bridge (China); Plataforma Troll (maior estrutura móvel já construída, com 474m de altura, que consumiu 245m³ de concreto)

Concreto sustentável

A incorporação da microssilica no concreto foi também incentivada por uma humanidade cada vez mais preocupada com a questão do aquecimento global. Estudos apontavam aumento progressivo da temperatura da superfície terrestre desde 1950 e atribuíam o fato à concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, entre eles o gás carbônico (CO₂). Antes da Revolução Industrial, a concentração estimada de CO₂ na atmosfera era de 280ppm (partículas por milhão); mas, no período de 1950 a 2000, ela cresceu para 390ppm. A consequência mais drástica para o planeta e para a vida na Terra propalada pelos cientistas e pela mídia seria as mudanças climáticas, que afetaria o

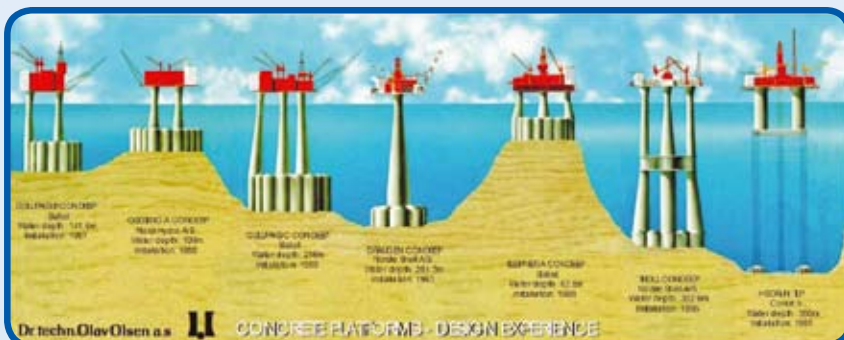


Desenho esquemático da Troll Platform, estrutura de concreto com 472m de altura, a mais alta do mundo para uma estrutura móvel

equilíbrio sustentável da biosfera.

Desde então, a questão que se coloca para a construção civil, em nível planetário, é: como manter a taxa crescente de produção de cimento e diminuir as emissões de CO₂?

O consumo de cimento cresceu avassaladoramente de 3 bilhões de toneladas anuais, em 1960, para 20 bilhões de toneladas anuais nos dias atuais. Para os próximos 20 anos, projeta-se um crescimento em torno de 6% ao ano. Aproximadamente, uma tonelada de CO₂ é emitida para cada tonelada de clínquer produzida. O clínquer é o principal constituinte do cimento. É estimado que, em 1990, os fornos de produção de cimento eram responsáveis por 940 milhões de toneladas de CO₂ emitidos; em



Desenho esquemático de estruturas offshore no Mar do Norte, onde a sílica fume foi usada

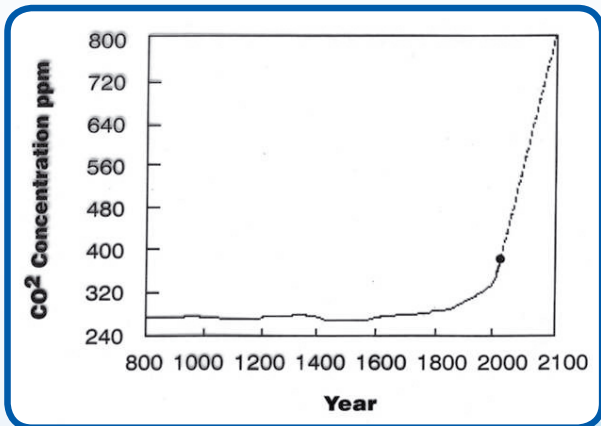


Gráfico mostra a evolução da concentração de CO₂ na atmosfera

2005, tais emissões atingiram a ordem de 1,74 bilhão de toneladas. Para 2030, mantida a taxa de crescimento, a quantidade de CO₂ emitida pelas indústrias cimenteiras no mundo será o triplo do montante medido em 1990.

A resposta parece óbvia: consumir menos clínquer para a fabricação de cimentos. “Mais de 50% do clínquer pode ser substituído por pozolanas sem que sejam afetadas as propriedades de resistência do concreto”, defendeu o professor Kumar Mehta, da Universidade de Berkeley, na Califórnia, Estados Unidos. Mehta apresentou os cimentos compostos ternários como uma poderosa ferramenta para estruturas sustentáveis do futuro em sua palestra no 50º CBC 2008.

A microssílica é uma das pozolanas que entram na fórmula dos cimentos ternários. Outros materiais cimentícios complementares apresentados foram: cinzas volantes; cinzas de casca de arroz; escórias de alto-forno granuladas. Os estudos científicos têm apontado que todos implicam em melhoramentos significativos nas propriedades do concreto endurecido.



BAPS Hindu Temple, em Chicago, Estados Unidos

Os cimentos compostos ternários são aqueles onde se misturam o cimento portland com outros dois materiais cimentícios complementares. Mas, para ser sustentável, esses cimentos devem possuir baixo fator de clínquer (limitado a uma proporção de 50% da massa) e alta resistência ao fissuramento por retração, quando exposto a uma variedade de causas físicas e químicas (variação severa de temperatura; reações álcali-agregado; ataque a sulfatos; corrosão de armaduras; etc).

Como no caso do cimento com microssílica, as micropartículas pozolânicas reduzem os espaços vazios entre as partículas maiores (de cimento), contribuindo por oferecer um



Detalhe das colunas brancas do Templo, onde foi usado o concreto composto ternário

produto superior: com menor segregação e maior trabalhabilidade em seu estado fresco – conseqüentemente, a concretagem, a consolidação, o acabamento e a cura ocorrem mais rapidamente, economizando tempo na construção –; e com um prolongamento da reação de hidratação – o que contribui para um concreto de alta resistência e de maior durabilidade, mais resistente à deterioração.

Assim, se por um lado, a incorporação de altas quantidades de materiais cimentícios complementares contribui para a redução de emissões de CO₂; por outro lado, o concreto de alta durabilidade resultante significa construções



Congressista a questionar tópico apresentado em Conferência Plenária

com maior tempo de vida útil, com desdobramentos na redução do consumo de cimentos. Estimativas trazidas por Mehta atribuem que 40% do consumo mundial de concreto refere-se a projetos de reparação de ambiente construído.

Apesar das vantagens superiores, a indústria cimenteira mundial ainda não abraçou a tecnologia de sua produção em larga escala. Segundo Mehta, o motivo principal é a mentalidade da indústria da construção focada na rapidez: o concreto com cimentos compostos ternários demora mais para apresentar as propriedades requeridas no projeto. A resistência à compressão aos 28 dias é menor do que a obtida com o concreto que usa exclusivamente o cimento portland. Mas, como a reação de hidratação continua, a resistência pode alcançar

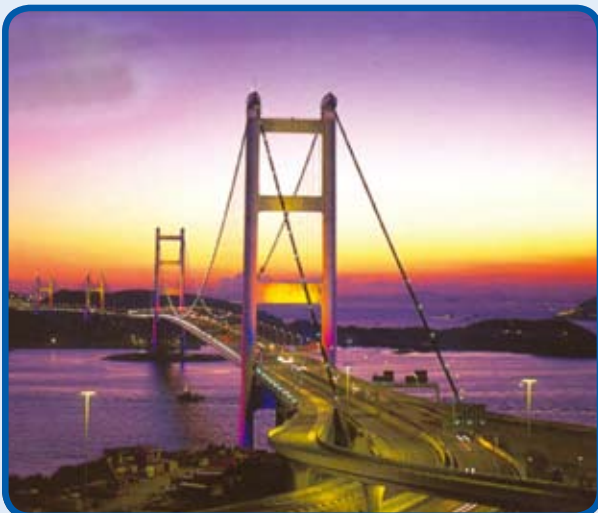


Detalhe de falha de concretagem por conta da dificuldade do concreto em penetrar parede densamente armada

valores de 50 a 60MPa em 90 dias.

A viabilidade técnica do uso de cimentos ternários está, porém, mais do que provada. Uma das mais longas pontes do mundo, a Tsing Ma Bridge, em Hong Kong, foi construída com dois tipos de cimentos ternários. Nos Estados Unidos, diversos tipos de estruturas foram construídas com concretos onde as pozolanas perfazem mais de 50% da massa. Na Europa, os cimentos ternários são comercializados desde 2002, pela Holcim e pela Lafarge. A norma europeia EN 197/1 estabelece dosagens para concreto similares ao uso de cimentos ternários, assim como a ASTM C 1157.

Concreto auto-adensável



Tsing Ma Bridge, Hong Kong



Slump test do Concreto Auto-Adensável (CAA)



Falha de concretagem conhecida como colmeia de abelha

Mas, a velocidade da construção é um dos fatores levados em conta para o desenvolvimento do concreto. Veja-se, por exemplo, o concreto auto-adensável (CAA), um tipo especial de concreto onde a fluidez e a compactação são maximizadas. Estas características do concreto em seu estado fresco, contempladas na medida do abatimento do concreto (slump), facilitam sobremaneira a concretagem e o acabamento final da estrutura: o concreto não precisa ser espalhado, mas flui sob a força gravitacional; não precisa ser vibrado, pois a liquefação do concreto reduz a fricção entre as suas partículas, favorecendo a sua compactação; e não necessita de acabamento para tornar a superfície lisa e esteticamente agradável.



Detalhe de fachada construída com painéis pré-moldados de CAA

O resultado é uma construção com maior qualidade: a melhor consolidação do concreto garante uma concretagem mais versátil, capaz de preencher bem os espaços de peças densamente armadas, e elimina problemas na própria concretagem, tais como: vazios internos nas peças estruturais; colméias de abelhas; deficiências de acabamento; reparos e retrabalhos.

Sem dúvida, o menor custo é também um fator importante a ser considerado. Ele pode ser auferido

pelo aumento da produtividade e da taxa de concretagem (que pode chegar a 100m/h), pela eliminação ou redução da necessidade de vibração (economia no aluguel de máquinas e equipamentos), pela redução de reparos e retrabalhos (que possibilita melhor realocação de pessoal).

Benefícios adicionais são: redução de barulho, menos trabalho físico requerido, redução de acidentes, o que se traduz por uma melhora geral no ambiente de trabalho, inclusive em termos de segurança.

Estudo apresentado pelo professor Surendra Shah, diretor do *Center for Advanced Cement-Based Materials (ACBM)*, em sua palestra sobre os avanços recentes do concreto, mostrou o melhor desempenho do concreto auto-adensável reforçado com fibras em relação ao concreto convencional reforçado com fibras, em termos de concretagem: a peça concretada não mostrou nenhuma segregação e não demandou o uso da vibração.

As condições requeridas para que o concreto seja auto-adensável são: a baixa resistência inicial e sua baixa viscosidade, ambos asseguram a fluidez e a compactação; e o controle reológico do material para evitar a segregação dos agregados. Por isso, o modelo para sua dosagem considera:

- ◆ Uma quantidade mínima de

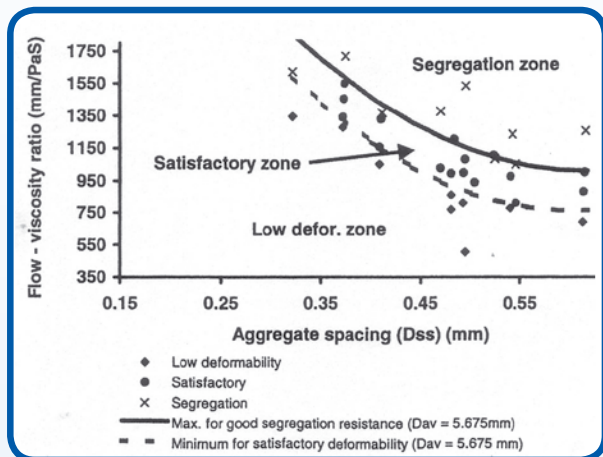


Gráfico que apresenta a melhor taxa de fluidez/viscosidade do CAA

cimento para preencher os vazios entre os agregados e para cobrir inteiramente esses agregados

- ◆ O espaço médio entre os agregados, o diâmetro médio dos agregados e a diferença de densidades do agregado e do cimento

Segundo o palestrante Charles Nmai, engenheiro PhD da Basf, os aditivos redutores de água, em especial, os *high-range water reducers (HRWR)*, entram na composição por serem o meio mais eficiente para se obter o CAA. Isso porque essas substâncias auxiliam na consolidação sem demandar um alto teor de água/cimento, fator prejudicial para um concreto de boa qualidade.

A atuação desses aditivos é o seguinte: as moléculas de HRWR são absorvidas pelas partículas de cimento; com isso, elas se tornam carregadas eletricamente com cargas negativas e, conseqüentemente, repelem-se mutuamente, garantindo sua boa dispersão. O mecanismo eletrostático é intensificado em seus efeitos pelo mecanismo da dispersão estérica, obtido com as moléculas de policarboxilatos (PCE), cujas longas cadeias

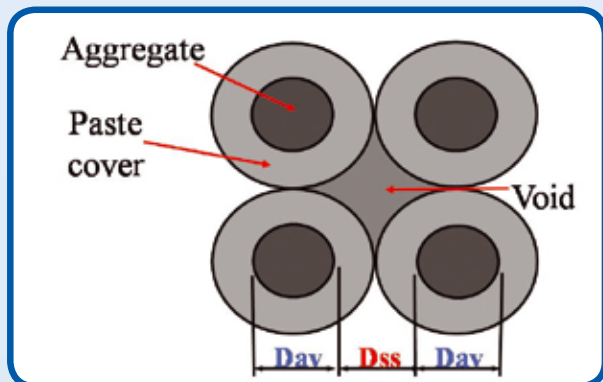


Diagrama onde são apresentadas as dimensões consideradas no modelo do CAA



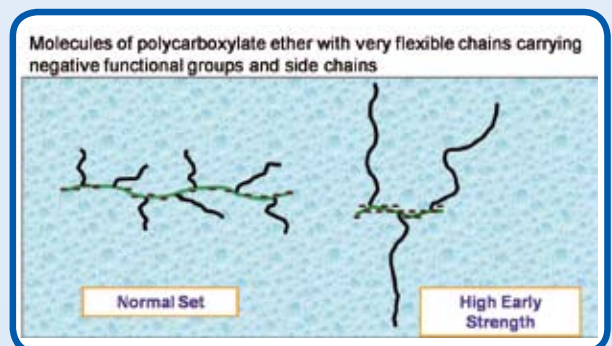
Peça pré-moldada com concreto convencional sobre peça pré-moldado com CAA

consistem num fator adicional de dispersão das partículas cimentícias.

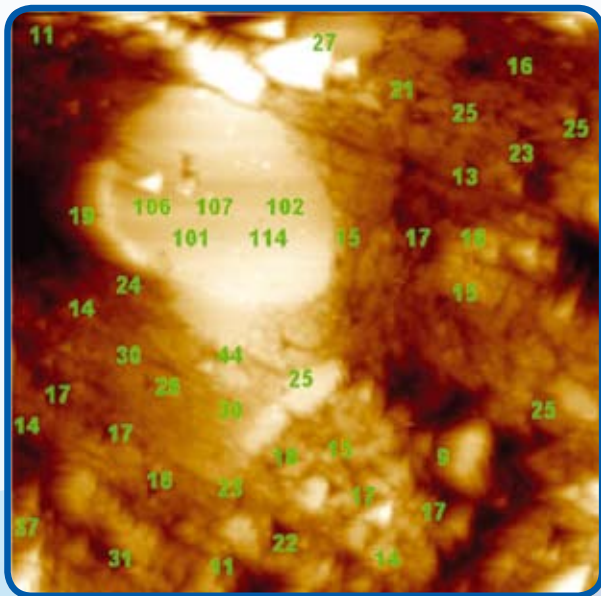
Nanotecnologia

Pesquisas em nível microscópico foram o ponto alto do evento. Mostrou-se que o concreto, no estado fresco, é formado por flocos de partículas, cujo tamanho aumenta com o tempo. O mecanismo de hidratação é o fator responsável pela conformação de estruturas fixas e irreversíveis. Uma técnica para se medir o tamanho dos flocos e acompanhar sua evolução consiste em projetar uma luz laser na mistura e medir o tempo que esta luz leva para atravessar o material. Outras técnicas apresentadas para o estudo em escala micro e nanométrica foram: a imagem microscópica pela força atômica; a microscopia, a difração e a tomografia de raio X; difração de nêutrons; o *hysitron triboindenter*; a ressonância magnética; e o sensoriamento ultrassônico. Em comum: todas procuram desvendar as estruturas formadas no concreto e a relação de tais estruturas com suas propriedades mecânicas.

Na microscopia de raio X, um elétron é lançado a velocidades relativísticas sobre



Desenho esquemático das moléculas de PCE



Tabulação em escala nanométrica de pasta de cimento aos seis meses de idade, apresentada em Conferência Plenária no 50º CBC 2008

o material; a diferença do comprimento de onda – da ordem de 10 nanômetros – permite acompanhar em tempo real o que acontece na reação de hidratação. Segundo Paulo Monteiro, professor da Universidade de Berkeley, essa técnica é aplicada apenas em três países. “Mas, o Brasil pode começar a fazer; o país tem condições para criar um Centro Brasileiro para Microscopia de Raio X”, afirmou.

A difração de raio X é técnica complementar, para observar ponto a ponto o que aconteceu em termos estruturais com o concreto. A ressonância magnética possibilita saber o que realmente está acontecendo no momento da observação, não sendo uma aproximação empírica.

O objetivo final do estudo do concreto em escala nanométrica é o de tentar obter o controle completo de todas as propriedades do material, como a resistência e a cor, por

exemplo. Novos materiais são introduzidos na composição, para se observar seu comportamento em nível microscópico e, assim, procurar atuar neste nível para se obter efeitos pretendidos em escala macroscópica. Quantas patologias não seriam evitadas com um maior controle da estrutura de concreto? Se fosse possível intervir no composto para se obter a total hidratação de todas as partículas de cimento, então estariam resolvidos os casos de fissuras por retração. Pensa-se no desenvolvimento de um polímero que fosse diretamente aos pontos não devidamente hidratados para promover sua cura. Outras aplicações: desenvolvimento de estruturas físico-químicas capazes de detectar a quantidade de cloretos ou que contribuíssem para transformar as estruturas de concreto em fixadoras de poluentes, entre outros propósitos.

“O que se busca é corrigir o polímero CSH em nível nano. Mas, este propósito exige equipes multidisciplinares – de fi-



Auditório lotado na palestra do professor Paulo Monteiro



Charles Nmai aborda os aditivos superplastificantes



Congressistas atentos às recentes descobertas feitas sobre a tecnologia do concreto

sicos, químicos e engenheiros – e está muito atrás dos avanços observados na aplicação da nanotecnologia em outros campos do saber”, explicou Monteiro.

Mas, enquanto os recursos da nanotecnologia não se concretizam, os engenheiros não param de buscar métodos para resolver os problemas relacionados às estruturas de concreto. Uma solução para as fissuras de retração, tão comuns em pontes que usam o concreto de alto desempenho – um concreto extremamente durável, porque de baixa permeabilidade e, por conseguinte, resistente a ataques químicos – é a cura interna. O procedimento consiste em provisionar água para o concreto internamente, por meio de diferentes meios de transportes: agregados leves que absorvem água; polímeros absorventes; e fibras de madeira saturadas. O assunto foi abordado pelo engenheiro Daniel Cusson, pesquisador do *National Research Council (NRC)*, do Canadá.

Projeto de pavimentação em larga escala em Hutchins, no Texas, Estados Unidos, que utilizou 190 mil metros cúbicos de concreto curado internamente, apresentou como resultados um pavimento com poucas fissuras, cujas resistências à flexão atingiram em sete dias 90% o que era requerido em

projeto aos 28 dias. “A cura interna reduz significativamente as fissuras por retração, realiza a completa hidratação do cimento e cria, conseqüentemente, um concreto mais resistente às condições desfavoráveis do ambiente”, concluiu Cusson.

Ainda segundo o pesquisador, se a vida útil de uma ponte pode ser estendida em 50 anos com o uso do concreto de alto desempenho, ela poderá ser estendida por mais 10 anos com o uso da cura interna. Conseqüentemente, diminuem também os custos

com manutenção. Conclusão: o custo inicial maior com o uso do concreto de alto desempenho com cura interna pode ser recuperado, em média, depois de cinco anos.

Sem falar nos benefícios ambientais, já tratados anteriormente: o uso de materiais suplementares contribui para redução das emissões de CO₂, na medida em que diminui o consumo de cimento; e a maior vida útil reduz a necessidade de construção e reconstrução de estruturas.

Como se observa, em termos de pesquisas e inovações do concreto, as variáveis estão muito interligadas e, por vezes, se mira num propósito – o econômico, por exemplo – e se acaba por alcançar outros, também importantes – segurança, durabilidade, sustentabilidade. ♦



Professor Túlio Bittencourt e engenheiro Gabriel da Silva Cardoso, gestor da Rede Temática de Concretos e Refratários, componentes da mesa do palestrante Charles Nmai

Fazendo a sua parte pelo meio ambiente

Patrícia Montenegro
Votorantim Cimentos

Quando se fala em meio ambiente, a primeira coisa em que se pensa é na natureza, em florestas, árvores e rios. Poucas pessoas enxergam o meio ambiente como o espaço de convivência do ser humano, onde ele interage não só com a natureza e seus recursos, mas também com as mudanças causadas pelo correr do tempo e pelas suas próprias ações.

O homem é o principal agente provocador de mudanças no meio ambiente. Ele é responsável pelos centros metropolitanos, pelos carros, pelas fábricas em áreas rurais e pelo desvio de rios. A grande onda do desenvolvimento, iniciada no período da industrialização do século XVIII e comemorada durante vários anos pela clareza com a qual mostrava a superioridade da espécie homo sapiens sobre as outras, está sendo, anos depois, discutida pelas consequências que causa ao utilizar recursos naturais, muitas vezes não-renováveis.

O que acontece hoje é uma consequência do progresso iniciado no passado. A ambição pelo maquinismo, pela modernidade e por construir, fazer, montar e vender se transformou em uma luta para manter o meio ambiente vivo. O homem estava destruindo, sem saber, o seu próprio terreno.

As fábricas, que antes eram heroínas da modernidade, agora são consideradas vilãs. Emitem gás carbônico e outras substâncias prejudiciais à camada de ozônio e às águas, esgotam recursos naturais e acabam com a possibilidade de continuarmos tendo um mundo verde no futuro.

Desta forma, todas as instâncias acabam por culpar a indústria pela poluição e desgaste dos recursos naturais. O aquecimento global e outras consequências são relacionados diretamente aos



Co-processamento de pneus

processos produtivos. Mas esse processo industrial não pode parar por demanda do próprio estilo de vida atual e do progresso que se instalou no mundo. Então, como as empresas podem diminuir a agressão que causam ao meio ambiente?

Em uma tentativa de reverter este quadro negativo, as indústrias estão direcionando esforços para reduzir a emissão de gases e a poluição. O problema é que muitas das iniciativas influem diretamente na produtividade das companhias e não são eficientes.

Guiados por metas de redução de emissão de gases criadas por entidades de todo o mundo em linha com objetivos das próprias empresas, profissionais especializados e pesquisas constantes movem as fábricas em direção ao desenvolvimento limpo. A indústria do cimento, por exemplo, desenvolveu uma solução para os resíduos industriais que contribui também para a economia de combustíveis fósseis. Por meio das altas temperaturas dos fornos de cimento, a queima de resíduos aproveita o lixo industrial como potencial energético, em substituição ao coque de petróleo, e a sua sobra mineral como matéria-prima, sem gerar novos resíduos ou alterar a qualidade do produto final.

O co-processamento, como é chamado esse procedimento, é considerado uma solução

permanente para os problemas de gerenciamento de resíduos. Em prática no Brasil desde 1990, promove a diminuição da dependência de combustível fóssil e a preservação de recursos naturais não renováveis, reduzindo as emissões dos gases que causam o efeito estufa e os custos de energia térmica, além de ser uma tecnologia consagrada internacionalmente.

Exemplo a ser seguido, a Votorantim Cimentos co-processou, em 2007, um volume de cerca de 400 mil toneladas, que é praticamente a metade do volume médio co-processado no Brasil (de 800 mil toneladas) - que, por sua vez, equivale a 30% do total de lixo industrial produzido anualmente no País.

A empresa é pioneira em realizar o co-processamento no Brasil. A fábrica de cimentos localizada em Rio Branco do Sul, no Paraná, é hoje considerada referência internacional em ações de responsabilidade ambiental e foi a primeira a co-processar resíduos em seus fornos. Atualmente, dez fábricas da Votorantim Cimentos estão autorizadas a fazer o co-processamento.

O co-processamento também é fundamental para a eliminação de resíduos como o pneu, considerado um dos passivos mais prejudiciais para o meio ambiente e para a saúde humana. Hoje, a Votorantim Cimentos é uma das principais parceiras do programa chamado "Rodando Limpo", que está em desenvolvimento em vários estados brasileiros com o objetivo de garantir a destinação correta para pneus inservíveis.

O procedimento é regulamentado pela legislação CONAMA 264/99. A resolução define um controle estrito das emissões atmosféricas, de forma a não comprometer a qualidade do cimento produzido, a saúde dos funcionários das fábricas ou da população que vive no seu entorno. A resolução também regulamenta os resíduos que podem ser co-processados - segundo o documento, podem ser utilizados resíduos de praticamente todos os segmentos industriais, como siderúrgicos, petroquímicos, automobilísticos, metais, tintas, embalagens, papel e pneumáticos; e não podem ser processados resíduos hospitalares, domésticos brutos, radioativos, pesticidas agrotóxicos e explosivos.

Também há as legislações locais (municipais e estaduais), que podem trazer contribuições para a lei federal.



Moinho – Fábrica de Rio Branco do Sul – PR

Praticado em países desenvolvidos desde 1970, o co-processamento é a alternativa ambiental mais amigável para as indústrias responsáveis, além de funcionar como uma fonte secundária de geração de energia para a indústria de cimento. Ambientalmente, é a alternativa que apresenta a melhor relação custo/benefício para as indústrias geradoras de resíduos.

Indústrias de diversos setores estão buscando soluções práticas como o co-processamento para reduzirem a agressão ao meio ambiente e

se tornarem "sustentáveis", palavra que, assim como o termo meio ambiente, também sofre interpretações errôneas. Muitas empresas se dizem sustentáveis, mas esquecem que não só é só a natureza que deve ser cuidada. Os outros pilares da sustentabilidade – economia e sociedade – também devem estar na lista.

O pilar da economia define como as atividades da companhia devem seguir os princípios morais que regem o mundo dos negócios. Preços justos e clareza na prestação de contas para a sociedade e para os seus acionistas são fundamentais. Assim como o pilar do social, que considera a influência direta da companhia no desenvolvimento de uma sociedade íntegra intervindo de forma positiva nas comunidades onde está inserida ou com contribuições diretas para trabalhos de inserção social.

Com os três pilares da sustentabilidade, percebe-se que o ambiente no qual o homem está inserido está se tornando prioridade absoluta, o que também representa resultados diretos nos negócios das companhias.

Não é incomum ver as empresas que buscam interagir de forma sustentável obterem resultados cada vez mais positivos. Suas atividades e produtos ou serviços são valorizados à medida que a sua reputação melhora e que elas são reconhecidas por suas iniciativas. Porém, algumas empresas realizam atividades apenas com a finalidade financeira – o que é facilmente identificado por comunidades bem articuladas.

A empresa que quiser ser responsável com o meio ambiente tem que levar isso a sério, afinal ainda há muito que se estudar para poder chegar a um modelo ideal de sustentabilidade. Como na fábula do passarinho que leva água para apagar o incêndio que está se iniciando na floresta enquanto os outros animais correm, cada um deve fazer a sua parte para, juntos, manter o mundo verde. ♦



Concursos entre estudantes agitam Congresso

Fábio Luís Pedroso

Durante o 50º Congresso Brasileiro do Concreto, de 4 a 9 de setembro de 2008, em Salvador, os estudantes de engenharia e arquitetura tiveram a chance de competir nas três modalidades de concursos promovidos pelo Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON.

Já tradicionais, os concursos exigem que os alunos apliquem na prática o que estudaram nas aulas teóricas nas universidades. “Para projetar e construir o aparato de proteção ao ovo, os alunos precisam de conhecimentos de estruturas, de concreto armado, de posicionamento de armaduras, de tensões de tração,

torção, flexão”, esclarece a engenheira Janaína de Araújo, coordenadora do Concurso Aparato de Proteção ao Ovo, que consiste em submeter uma estrutura de concreto armado a carregamentos dinâmicos.

O Concrebol, outro concurso proposto pelo IBRACON, requer que os estudantes construam uma bola de concreto, também resistente à força de compressão. “O concurso requer conhecimentos de materiais e de elaboração de fôrmas. Neste caso, o processo construtivo é mais demandado em termos de acabamento e uniformidade”, completa Janaína Araújo, também coordenadora do Concrebol.

Confira a seguir os vencedores!



Estudantes acompanham com descontração os concursos IBRACON durante o 50º CBC 2008

5º CONCREBOL

Projeto e construção de uma bola de concreto simples.

Esta precisa rolar em trajetória retilínea para ir ao medidor de resistência. Ganha bola esférica de maior resistência.

Coordenação: Engª Janaína Araújo

Participantes: 15 instituições
102 alunos
27 bolas



Bola de concreto é submetida à força de compressão para medir o quanto resiste!

1º LUGAR

ESCOLA DE ENGENHARIA DE PIRACICABA – EEP

EQUIPE

Daniel Fieri Rodrigues Machado
Douglas De Andreza Couto
Rafael Sanchez Maroço
Evandro Vieira Gonçalves
Patrícia Prezotto Ribeiro

ORIENTADOR

Antonio Carlos Silveira Coelho



“Mixirica” (dir.)
faz entrega
do prêmio
da equipe
vencedora

2º LUGAR

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PELOTAS – UCPEL

EQUIPE

André Luiz Machado Ferreira
Fernando Blaas Knabach
Jean Morais Rodrigues
Martin Mauricio Vergara Silva
Mauricio Nowak Porciuncula
Mauro Rahal G. Santos da Silva
Michel Mendes de Alpoim
Rafael da Cunha Jouglard
Stael Amaral Padilha

ORIENTADOR

Ariela da Silva Torres



Equipe posa
para foto
ao lado da
coordenadora
Janaína Araújo

3º LUGAR

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU – FURB

EQUIPE

Anderson Hiroshi Kubotani
Dieferson Branger
Elvis Fronza
Luis Antônio Pasquali
Otávio Coelho Dos Santos
Vivian Heinrichs
Abrahão Bernardo Rohden

ORIENTADORES

Lucio Flavio da Silveira Matos
Édimo Celso Rudolf



Equipe 3ª colocada na premiação



Estudante posiciona o APO para ser submetido a carga dinâmica

15º Concurso Aparato de Proteção ao Ovo (APO)

Projeto e construção de um pórtico em concreto armado. Este pórtico, sob o qual é colocado um ovo, é submetido a cargas de impacto progressivas. Vence quem construir o pórtico mais resistente.

Coordenação: Engª Janaína Araújo
Participantes: 10 instituições
69 alunos
18 aparatos

1º LUGAR

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO ~ UNINOVE

EQUIPE

Alex da Silva Souza
Daniel Oliveira Frazão da Silva
Douglas Berne de Souza
Norberto Luiz Ortolan Junior
Nivaldo Venâncio Júnior

ORIENTADOR

Salomon Mony Levy



Equipe vencedora no momento da premiação

2º LUGAR

FUNDAÇÃO EDUCACIONAL INACIANA PADRE SABÓIA DE MEDEIROS – FEI

EQUIPE

Augusto Stolai
Eduardo Cherutti
Vítor Esteves

ORIENTADOR

Kurt Amann



Equipe expõe prêmio recebido pela 2ª colocação

3º LUGAR

ESCOLA DE ENGENHARIA DE PIRACICABA – EEP

EQUIPE

Daniel Fieri Rodrigues Machado
Douglas de Andreza Couto
Rafael Sanchez Maroço
Evandro Vieira Gonçalves
Patrícia Prezotto Ribeiro

ORIENTADOR

Antonio Carlos Silveira Coelho



Equipe posa com prêmio pela 3ª colocação

4º Ousadia

Elaborar um projeto básico de um oceanário a ser construído no local do antigo Clube Português da Bahia, na orla de Salvador, no bairro de Pituba. Vence o projeto que seja a melhor solução em termos de acessibilidade, adequação ao entorno, durabilidade, estabilidade, funcionalidade, originalidade, plasticidade e de sistema construtivo.

Coordenação: Tatiana Dumêt

Participantes: 1 equipe participante

VENCEDOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL – UFMS

Estudantes de Arquitetura e Urbanismo: Wellington Valério Villa Nova e Felipe Lovato

Estudante de Engenharia Civil: Nara Liana Mangiapelo

ORIENTADOR

Ricardo Nakao



Equipe vencedora recebe prêmio de três mil reais do diretor técnico do IBRACON, geol. Carlos Campos (esq.)



Oceanário de Salvador

Alunos: Felipe Lovatto, Nara Liana Mangiapelo, Wellington Villa Nova
Professor Orientador: Prof. M. Sc. Engenheiro Civil Ricardo Nakao
UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Concepção Arquitetônica

Os autores buscaram conceber um edifício que apresente os principais grupos marinhos, configurando-se como um espaço destinado à cultura, ao lazer e a educação ambiental. O Oceanário por sua horizontalidade, independência do sistema estrutural e fachadas livres lembra a arquitetura moderna, na maneira como os apoios e materiais são expostos, trazendo elementos da variante brasileira, a escola paulista de Artigas, lançando mão ainda das técnicas construtivas contemporâneas, como o concreto protendido e vidros auto-portantes, além de materiais com alta durabilidade às intempéries, sobretudo para ambientes marinhos.



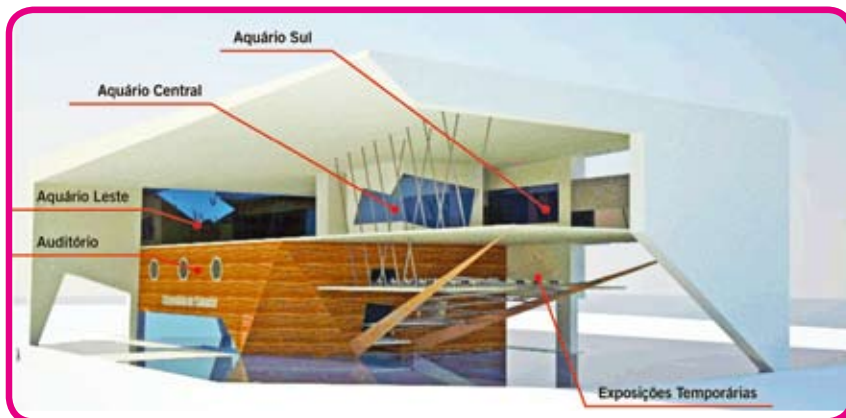
Implantação Esquemática: Praia do Pituba

Solução Estrutural

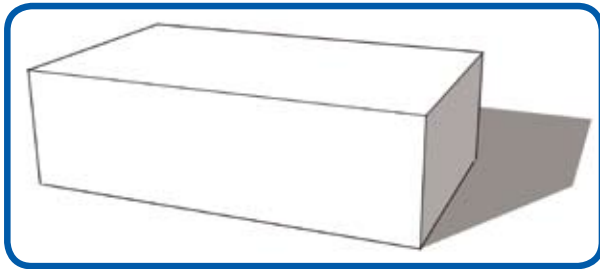
O primeiro elemento do sistema estrutural é o pórtico espacial (1), constituído pela laje de cobertura em concreto protendido,

Solução Formal

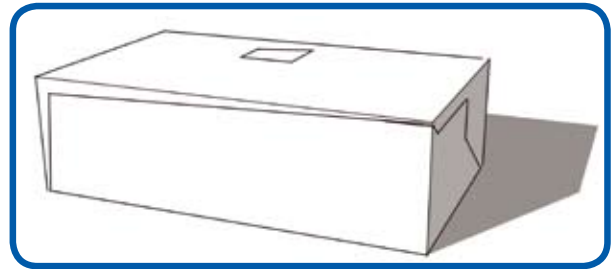
O edifício possui uma assimetria formal marcante, o elemento principal de sua solução é o pórtico espacial, que surge de um prisma retangular, uma forma convencional. A partir daí fizeram-se um conjunto de retas paralelas, oblíquas e perpendiculares, gerando um volume ao qual subtraímos do prisma, uma forma subtrativa, chegando-se então ao volume final do pórtico.



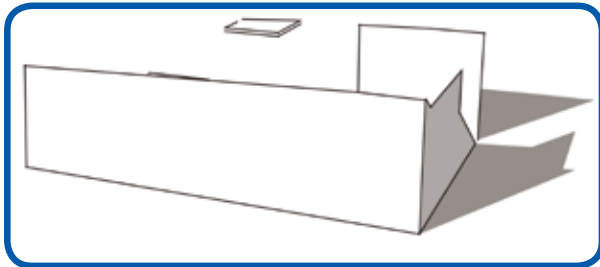
Sistema Estrutural e Indicação dos Usos



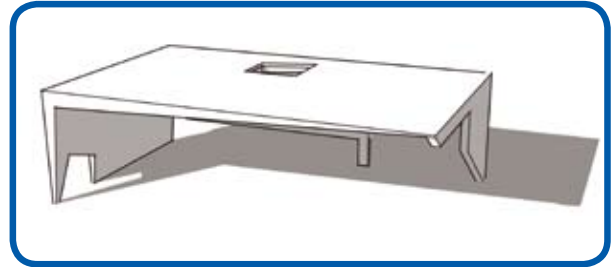
Prisma retangular (1)



Retas paralelas, oblíquas e perpendiculares (2)



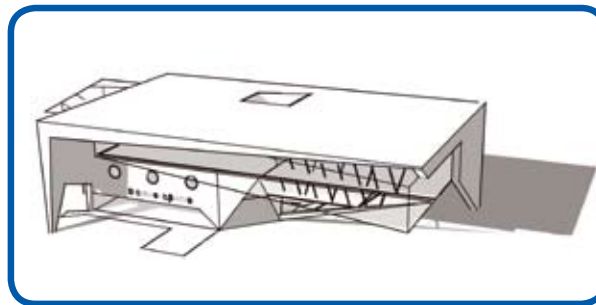
Forma subtrativa (3)



Volume final do pórtico (4)

apoiada nos pilares, e pilares paredes em concreto armado nas estruturas centrais que abrigam as torres do aquário central (2) e de elevadores (3).

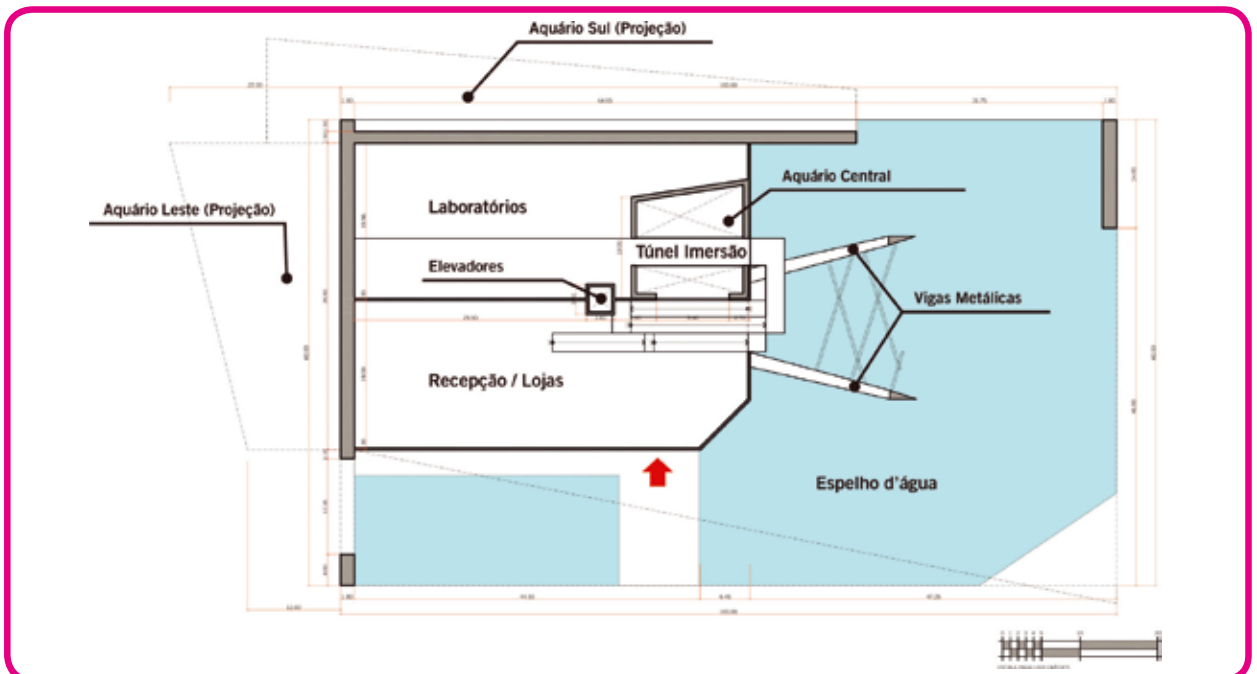
Aliando equilíbrio e estética, dois aquários (12) foram projetados externa-



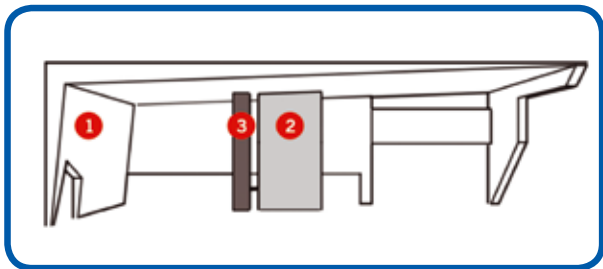
Croqui da proposta

mente, no canto oposto à região em balanço da laje de cobertura, equilibrando toda a estrutura.

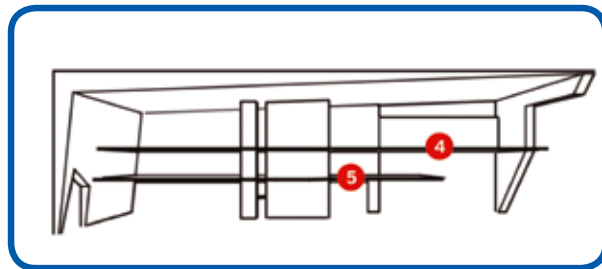
Para as lajes protendidas, optou-se pela solução em lajes lisas para permitir maior flexibilidade na colocação dos cabos



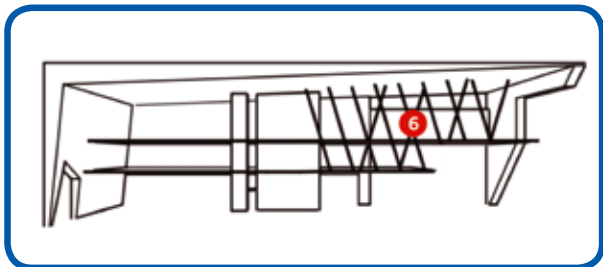
Planta – Nível Túnel de Imersão



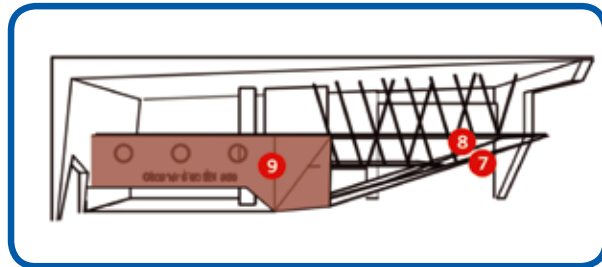
Croqui esquemático 1



Croqui esquemático 2



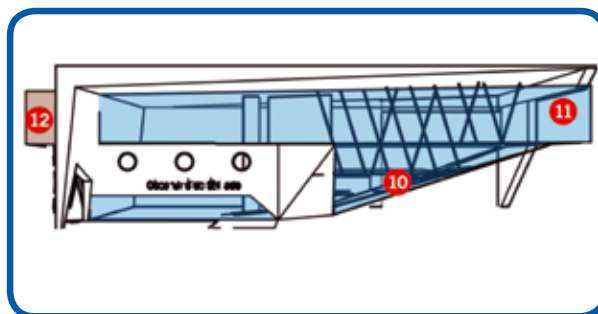
Croqui esquemático 3



Croqui esquemático 4

em diversas direções, inclusive na consideração de vigas planas (“chatas”) de mesma espessura da laje, estimada em torno de 1/60 do menor vão, passando pelas regiões dos apoios. As lajes de piso (4 e 5), executadas em concreto protendido, são apoiadas nos extremos do pórtico e nas torres centrais de concreto, além de estarem ancoradas por tirantes metálicos (6), que por sua vez são presos no pórtico. As lajes dos pavimentos ainda são apoiadas em seus extremos nas duas vigas metálicas inclinadas (7 e 8), que são engastadas na caixa de concreto armado revestida em madeira (9). Essas vigas são ligadas entre si por barras metálicas (10).

Completando o sistema, há o fechamento frontal por vidros auto-portantes (11) e os aquários que estão projetados para fora do pórtico (12). Em função das dimensões da estrutura, cuidados especiais na execução deverão ser tomados, principalmente quanto à retração do concreto e às perdas de protensão.



Croqui esquemático 5

Durabilidade da Estrutura e Agressividade do Meio

Além das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da fluência, da retração hidráulica e demais solicitações previstas no dimensionamento das estruturas de concreto, temos de destacar a agressividade do meio-ambiente oriunda das relações físico-químicas atuantes nas estruturas.

O Oceanário de Salvador, por estar localizado em uma região de contato marítimo imediato e pela proposta arquitetônica em que temos a



Perspectiva da proposta: Oceanário de Salvador

ligação de um espelho d' água diretamente com o Oceano Atlântico para captação e renovação de água, recebeu atenção especial quanto à durabilidade de suas estruturas, sobretudo as de concreto em contato direto com a água marinha.

De acordo com a NBR 6118/2004, a agressividade do ambiente para essa estrutura se enquadra na classe IV, com risco de agressividade muito forte e elevado risco de deterioração das estruturas.

Quanto a qualidade do concreto de cobrimento, na correspondência entre classe de agressividade e qualidade de concreto, nas estruturas que usam tanto da técnica do concreto armado quanto do protendido, deve-se adotar um $f_{ck} \geq 40$ MPa (C40).

O cobrimento deve ser de 55 mm para estruturas de concreto protendido e 50 mm para as de concreto armado, pois de acordo com a recomendação da NBR 6118/2004: "o cobrimento nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas é sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão".

A abertura máxima característica w_k das fissuras deve ser $\leq 0,2$ mm, pois, dessa maneira, sob ação das combinações freqüentes, não

terá importância significativa na corrosão das armaduras passivas.

Além desses parâmetros básicos de projetos, cuidados especiais deverão ser tomados para garantir a durabilidade da estrutura, como proteção catódica das armaduras e pintura de proteção no concreto e ainda estabelecer um Plano de Manutenção Preventiva de toda a estrutura.

Materiais

- ◆ Os pilares e pilares-paredes das torres do aquário central e de elevadores serão executados em concreto armado.
- ◆ As lajes e o pórtico serão executados em concreto protendido. As lajes serão protendidas lisas, com zonas de concentração de cabos próximo aos apoios, formando vigas chatas.
- ◆ As vigas metálicas serão em aço de alta resistência a corrosão atmosférica, do tipo patinável (CSN cor 500 ou similar, com pintura de proteção contra corrosão).
- ◆ O cimento adotado na execução da obra deve ser resistente a sulfatos, preferencialmente o CPIII-40 RS. ◆



PROGRAMA IBRACON DE CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL



Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON é Organismo
Certificador de Pessoal – OPC
Primeira entidade acreditada pelo INMETRO para certificar
mão-de-obra da construção civil



O IBRACON conquistou recentemente a categoria de **Organismo Certificador de Pessoas**, conferido pelo INMETRO. Sua acreditação está registrada sob o número OPC-010. O IBRACON é dez!

Seu **Núcleo de Qualificação e Certificação de Pessoal (NQCP)** está habilitado a emitir certificados profissionais ao pessoal de Laboratórios de Controle Tecnológico do Concreto.

O certificado atesta que o profissional possui conhecimento das especificações e procedimentos de ensaio citados na **NBR 15146**, estando apto a realizar as atividades em controle tecnológico do concreto, como auxiliar ou laboratorista. É mais um diferencial competitivo para sua empresa!

O Instituto espera que, com mais esta atividade, mais valor seja agregado à cadeia produtiva do concreto, assegurando a qualidade construtiva total.



Novidade no mercado editorial da engenharia civil!

Fábio Luís Pedroso

O concreto é o material mais importante da construção civil atualmente. Em termos de volume, sua produção mundial é recorde. Dentre os motivos para esse largo emprego, certamente figuram suas inigualáveis propriedades como também a simplicidade de seu processo produtivo.

No entanto, a simplicidade de produção do concreto esconde uma microestrutura altamente complexa, responsável por suas propriedades enquanto material construtivo. Este não é estático, tal como o aço, o plástico e as cerâmicas, mas dinâmico, pois está em constante transformação. A reação de hidratação que tem vez na mistura é responsável pelo preenchimento paulatino dos vazios de várias formas e tamanhos que existem em nível micro-estrutural, fenômeno que implica o aumento concomitante de sua resistência. Por outro lado, soluções vindas do ambiente podem dissolver os produtos da hidratação, o que acaba por aumentar a porosidade e diminuir a resistência do material.

Conhecer melhor a microestrutura é a chave para fazer concretos mais resistentes, mais duráveis, com propriedades especiais, assim como para propor materiais constituintes correlatos, cuja produção tem menor impacto ambiental, capazes de substituir aqueles de maior impacto, questões essas fundamentais no tocante à sustentabilidade na construção civil.

Este é o quadro referencial do livro “Concreto: microestrutura, propriedades e materiais”, dos professores Kumar Mehta e Paulo Monteiro, da Universidade de Berkeley, nos Estados Unidos. Atualmente, em sua terceira edição em inglês, o livro já foi traduzido para diferentes línguas e ganhou recentemente sua versão em língua portuguesa, lançada no 50^o Congresso Brasileiro do Concreto, evento ocorrido de 4 a 9 de setembro de 2008.



Professor Kumar Mehta discursou no lançamento de seu livro “Concreto: microestrutura, propriedades e materiais”

“É uma honra lançar este livro no seio da comunidade IBRACON, da qual faço parte, e constatar que a edição brasileira ficou melhor do que a americana!”, declarou Mehta, presente no lançamento.

Formada por 14 capítulos, totalizando 674 páginas, a edição brasileira atualizou o conteúdo dos tópicos sobre a moderna tecnologia do concreto da edição original, incluiu outros tópicos de discussão – ensaios não-destrutivos, concretos especiais, desafios do concreto no século XXI – e buscou aproximar a abordagem da realidade e experiência brasileiras no campo da engenharia em concreto, com citações, exemplos e referências nacionais. Um CD-Rom com figuras e vídeos enriquece e ilustra os tópicos. A obra está dividida em três amplas seções:

- ◆ Na primeira, aborda-se as relações entre a microestrutura e as propriedades do concreto endurecido. Cada propriedade é definida, tem sua importância dimensionada e os fatores que a controla discriminados;
- ◆ Na segunda, fala-se dos materiais que compõem o concreto, desde sua produção, processamento e propriedades

até sua dosagem e a influência desta nas propriedades do concreto nas primeiras idades;

- ◆ Na terceira parte, os autores dedicaram-se em apresentar os avanços mais recentes na pesquisa e desenvolvimento do concreto e em apontar os caminhos para o futuro.

Na opinião da engenheira Nicole Hasparyk, revisora da edição nacional, os maiores feitos da obra são “mostrar as relações entre a microestrutura e as propriedades do concreto; propor um modelo holístico para o estudo da durabilidade do concreto; estudar os cimentos especiais na conjuntura atual da sustentabilidade na construção civil; e oferecer um panorama para o desenvolvimento futuro do concreto”.

Pela abrangência de tópicos abordados da moderna tecnologia do concreto, pela oportunidade da temática, que traz as pesquisas mais recentes da nanotecnologia aplicada ao estudo do concreto, assim como suas inovações no sentido de se tornar ecologicamente correto, e pela visão de vanguarda de propor o estudo do concreto no âmbito de uma abordagem sistêmica, o livro é referência obrigatória para estudantes, pesquisadores, professores de engenharia e arquitetura e para os profissionais em geral do mercado da



Engenheiros Mehta, Vladimir Paulon, Paulo Monteiro, Nicole Hasparyk, Paulo Helene, autores e revisores, no lançamento do livro

construção civil. “Desde que foi lançado, em 1992, o livro tem sido citado em centenas de dissertações e teses. Não é à toa, pois os professores Mehta e Monteiro são os dois maiores educadores e pesquisadores de nosso tempo”, avaliou o Prof. Paulo Helene, outro revisor da edição.

A edição brasileira de “Concreto: microestrutura, propriedades e materiais” contou com o patrocínio valioso da empresa Holcim. Adquira seu exemplar na Loja Virtual do IBRACON: www.ibracon.org.br

FICHA TÉCNICA

Acabamento: Capa dura/colorido

Formato: 19 x 24cm

Páginas: 674

Acompanha CD-Rom

Valor: R\$ 150,00 ◆

CONCRETO: microestrutura, propriedades e materiais



Autores: Kumar Mehta e Paulo Monteiro, professores da Universidade de Berkeley (EUA)

Tradução para o português da 3ª edição em língua inglesa

PLANO DA OBRA

- Primeira parte aborda as relações entre a microestrutura e as propriedades do concreto endurecido
- Segunda parte fala dos materiais que compõem o concreto, desde sua produção, processamento e propriedades até sua dosagem e a influência desta nas propriedades do concreto nas primeiras idades
- Terceira parte apresenta os avanços mais recentes na pesquisa e desenvolvimento do concreto e aponta os caminhos para o futuro.

Patrocínio: Holcim

FICHA TÉCNICA

Acabamento: capa dura/colorido

Formato: 19 x 24cm

Páginas: 674

Valor: R\$ 150,00 – Acompanha CD-Rom

Adquira seu exemplar na

Loja Virtual do IBRACON:

www.ibracon.org.br

Ou ligue: 11-3735-0202



Concretos de alta resistência: tendências das composições

Eduardo Christo Silveira Thomaz
Luiz Antonio Vieira Carneiro
Instituto Militar de Engenharia

1. Introdução

Para elaboração de orçamento de obras de estruturas de concreto, faz-se necessário estimar a quantidade dos materiais que compõem o concreto. É útil, para isso, ter-se uma idéia das composições atualmente usadas nos concretos.

Neste trabalho, selecionou-se um conjunto de cerca de 200 composições de concretos com valores de resistência média à compressão entre 40 MPa e 120 MPa (ACI, 1995 a 2006; DAY, 1999; DEWAR e ANDERSON, 1998; HELENE e TERZIAN, 1993; LARRARD, 1999; PACELLI, 1997; REINHARDT, 2003). Cerca da metade deste se refere a grandes obras executadas (torres, edifícios altos, túneis, pontes, portos, entre outras) em todas as partes do mundo. A outra metade é de ensaios feitos em laboratórios de institutos de pesquisas.

Após um tratamento estatístico elementar, escolheram-se as correlações entre os diferentes parâmetros que definem uma composição de concreto, tais como resistência à compressão, relação entre água e ligante, e consumos de ligantes, de agregados, de adições, de aditivos e de água. Com as correlações definidas, mesmo com dispersões, pôde-se estimar a quantidade média de cada material componente dos concretos.

Por fim, apresenta-se neste trabalho uma planilha, cujo dado de entrada é a resistência média do concreto à compressão aos 28 dias. Seus dados de saída são as quantidades de materiais constituintes na composição de concretos.

2. Uso de concretos de alta resistência

Concretos de alta resistência, aqui definidos com resistência característica à compressão f_{ck} superior a 50 MPa, estão sendo usados em

pontes, pavimentos, elementos pré-fabricados, túneis, estacas, silos, reatores nucleares, estruturas sob ambientes agressivos, reforço de estruturas e, principalmente, em colunas de edifícios altos.

Nas lajes e nas vigas dos edifícios, no entanto, não se consegue aproveitar totalmente a alta resistência à compressão desses concretos, pois a altura destes elementos estruturais seria pequena e o índice de esbeltez grande. Surgiriam grandes deformações, imediatas e lentas, e também vibrações não aceitáveis.

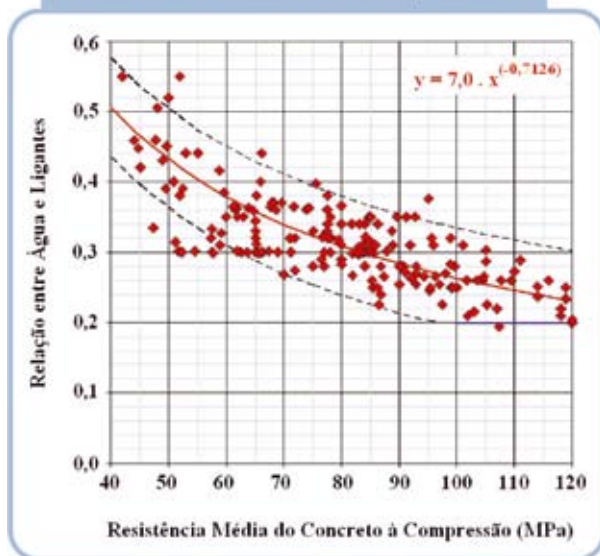
Em pontes com concreto protendido, usam-se atualmente no Brasil concretos com f_{ck} variando de 40 MPa a 60 MPa. As dimensões reduzidas das vigas e os índices de esbeltez conseqüentes não oferecem desconforto aos usuários. As vibrações não são sentidas pelos passageiros dos veículos e as grandes flechas de carga móvel não são notadas visualmente por passantes à distância. No caso de passarelas de pedestres, ao contrário, as vibrações são inaceitáveis.

Muitas obras especiais junto ao mar, com grandes exigências de durabilidade, são feitas de concretos de alta resistência, pois há uma crença de que estes concretos são sempre muito mais duráveis, o que não é sempre verdadeiro. Alta resistência não é sinônimo de durabilidade. Se não houver uma execução perfeita, com o controle da temperatura do concreto, antes e depois do lançamento, a durabilidade fica muito reduzida pela fissuração do concreto nas primeiras horas.

3. Análise da composição de concretos de alta resistência

A Figura 1 reúne dados sobre a relação entre os consumos de água e ligantes em função da resistência média do concreto à compressão

Figura 1 – Relação entre água e ligantes em função da resistência média do concreto à compressão



f_c . Os materiais ligantes considerados nesta figura foram o cimento e as adições minerais, tais como microssilica, escória, cinzas e outras. Pode-se observar que esta relação diminui com o aumento de f_c e que, para a maioria dos concretos com f_c maior que 50 MPa, esta relação situa-se entre 0,20 e 0,40. Nota-se que a relação mínima entre os consumos de água e ligantes é igual a 0,20, o que conduz à quantidade mínima de água necessária para hidratar

Figura 2 – Consumo de ligante em função da resistência média do concreto à compressão

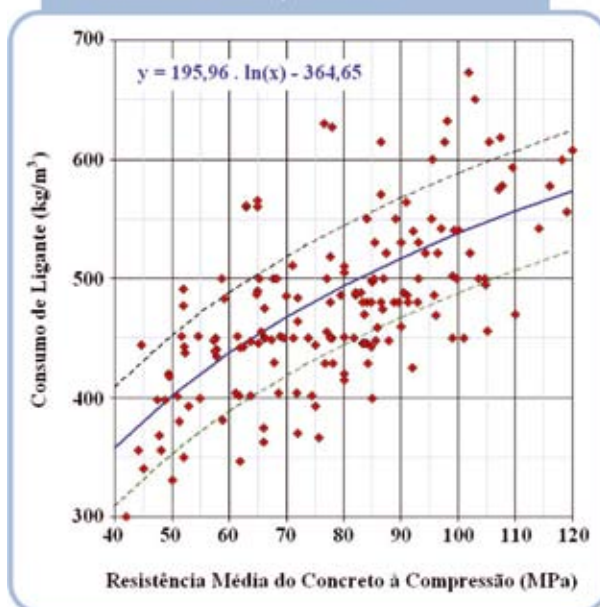
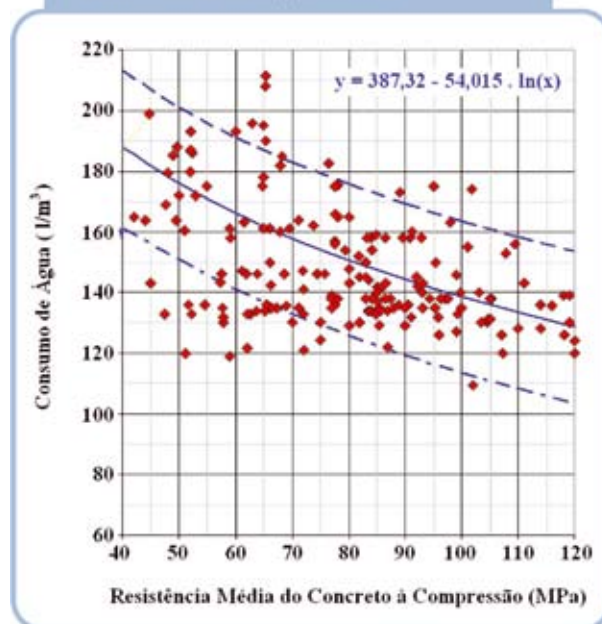


Figura 3 – Consumo de água em função da resistência média do concreto à compressão



as partículas de cimento. Nesta figura não foi feita distinção entre os tipos de cimentos e de adições minerais usados.

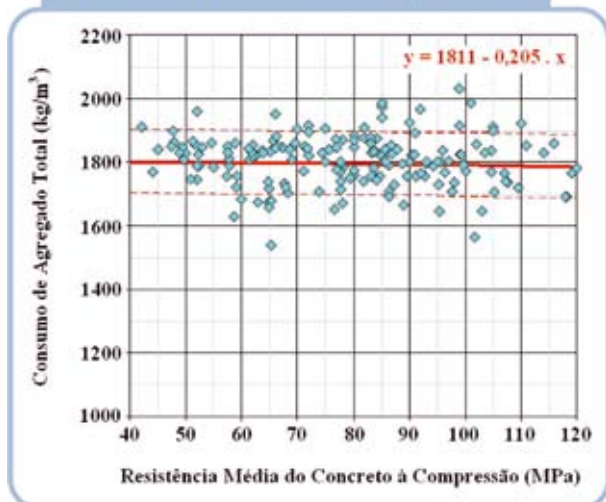
Dados sobre consumo de ligante em função de f_c encontram-se na Figura 2. Verifica-se nesta figura que, quanto maior o valor de f_c , maior o consumo de ligante. Consta-se também que o consumo médio mínimo de ligante é, para concretos com f_c maior que 50 MPa, cerca de 400 kg/m³ de concreto. No material ligante desta figura foram incluídos cimento e adições minerais.

Na Figura 3 podem ser vistos dados sobre consumo de água em função de f_c . Este consumo leva em conta a água contida nos agregados e nos aditivos químicos. Como esperado, percebe-se que o consumo de água diminui com o incremento de f_c . Para uma faixa de f_c entre 50 MPa e 120 MPa, o consumo de água situa-se em um intervalo de 180 l/m³ a 120 l/m³.

Conforme se pode visualizar na Figura 4 que, para qualquer f_c , o valor médio de consumo de agregado total é praticamente igual a 1800 kg/m³ de concreto. No consumo de agregado total desta figura, estão embutidos os agregados miúdo e graúdo.

A Figura 5 apresenta dados sobre percentagem de volumes de agregado total e de pasta em relação ao volume de concreto. Observa-se que, com o aumento de f_c , há uma pequena queda no valor de volume de agregado total em relação ao volume de concreto, o

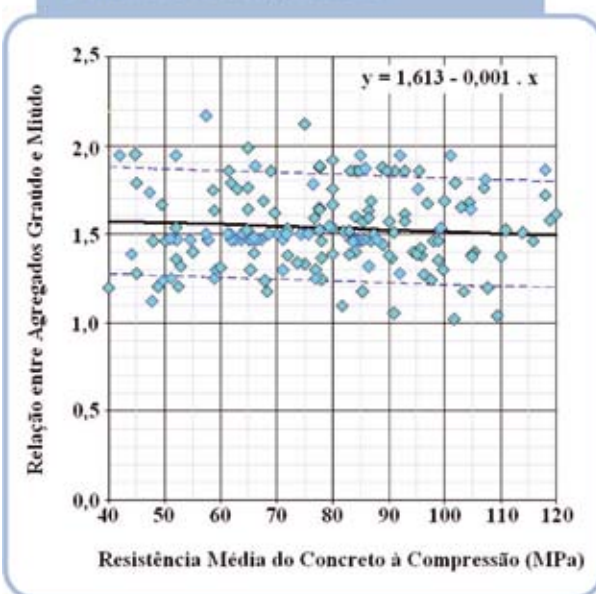
Figura 4 – Consumo de agregado total em função da resistência média do concreto à compressão



que de forma contrária ocorre em se tratando do valor de volume de pasta em relação ao volume de concreto. Nos dados de pasta desta figura, além do cimento e da água, levaram-se em conta as adições minerais.

Segundo AITCIN (1998), concretos de alta resistência com melhor trabalhabilidade tendem a possuir percentagens de volumes de agregado total e de pasta em relação ao volume de concreto iguais a 65% e 35%. Ressalta-se que concretos auto-adensáveis possuem um volume de pasta em torno

Figura 6 – Relação entre agregados graúdo e miúdo em função da resistência média do concreto à compressão



de 35% a 40% do volume total para terem boa trabalhabilidade. Este último valor de 40% seria o limite superior para o volume relativo da pasta em um concreto.

O valor médio para relação entre agregados graúdo e miúdo de 1,5 pode ser adotado para composição de concretos de alta resistência, conforme se identifica na Figura 6.

Figura 5 – Percentagens de agregado total e pasta em volume em função da resistência média do concreto à compressão

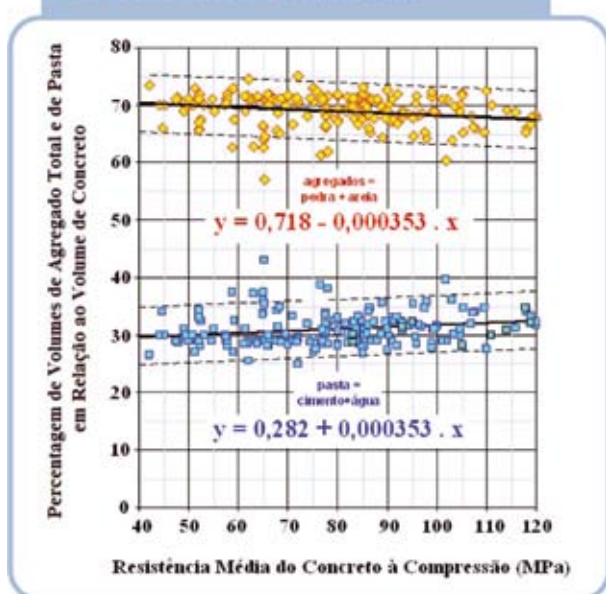


Figura 7 – Consumo de superplastificante em função do consumo de ligante total

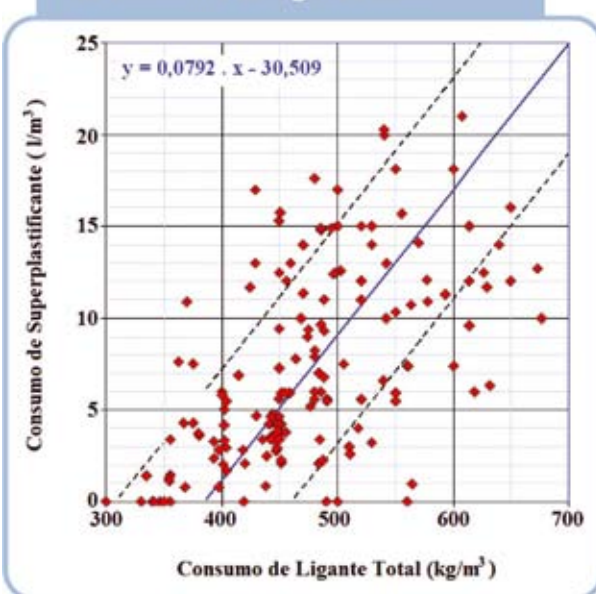
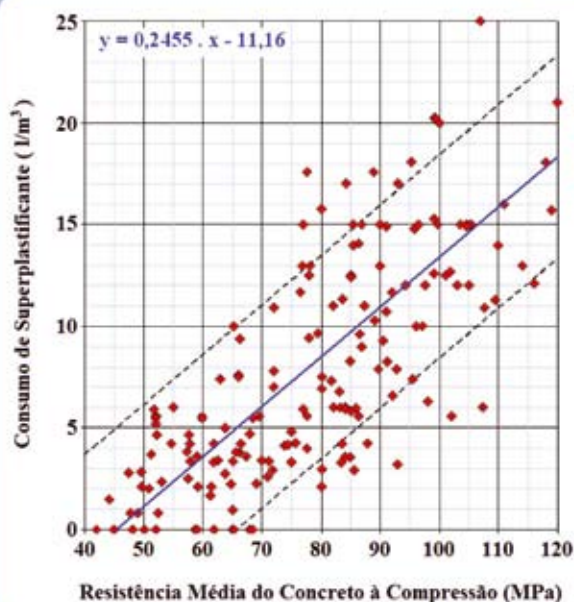
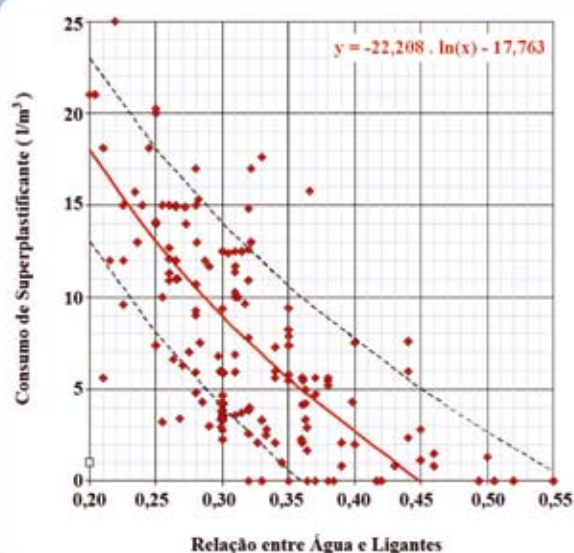


Figura 8 – Consumo de superplastificante em função da resistência média do concreto à compressão



Da Figura 7, notam-se uma grande dispersão nos dados de consumo de superplastificante em função do consumo de ligante total na composição de concretos de alta resistência e uma tendência em se aumentar o consumo de superplastificante quanto maior o consumo de ligante total.

Figura 9 – Consumo de superplastificante em função da relação entre água e ligantes



Dados sobre o consumo de superplastificante em função de f_c e da relação entre água e ligantes estão agrupados nas Figuras 8 e 9. Verifica-se que o consumo de superplastificante cresce com o aumento de f_c e decresce com o incremento da relação entre água e ligantes nos concretos pesquisados.

4. Proposta sobre composições de concretos de alta resistência

Com base no levantamento feito e nas Figuras 1 a 9, propõe-se neste trabalho uma planilha (v. Figura 10), cujo dado de entrada é a resistência média do concreto à compressão aos 28 dias.

Para condições “muito boas” de preparo do concreto, indispensáveis para executar uma obra com concreto de alta resistência, admite-se para f_c segundo o que se prescreve no item 6.4.3.1 da NBR 12655 (1996), cujo valor é igual a:

$$f_c = f_{ck} + 6,6 \quad (1)$$

onde f_c e f_{ck} são dados em MPa.

Os dados de saída dessa planilha são as quantidades de materiais constituintes na composição de concretos de alta resistência, cujos valores estão expressos em função de f_c e podem ser vistos na Figura 10.

Caso se utilize pedra britada ao invés de seixo rolado, ao se observar os dados disponíveis, recomenda-se reduzir em 10% o valor proposto, conforme Figura 10. Considerando um valor de f_c igual a 60 MPa, os consumos de agregados graúdo do tipo seixo rolado e miúdo são iguais a 1094 kg/m³ e 705 kg/m³ de concreto. Assim, ao se utilizar agregado graúdo do tipo pedra britada, estes consumos mudam para 985 kg/m³ e 814 kg/m³ de concreto.

Sugere-se adotar, no caso de concretos com seixo rolado, o maior valor entre os 3 valores propostos para consumo de superplastificante, de acordo com a planilha da Figura 10. Para um concreto com f_c igual a 60 MPa, o consumo de superplastificante é, então, igual a 4,2 l/m³ de concreto. Para concretos com pedra britada, após análise dos dados disponíveis, indica-se aumentar este consumo em torno de 40%, o que leva a o consumo de superplastificante de 5,9 l/m³ de concreto.

Figura 10 – Planilha para estimativa de composição de concretos de alta resistência

Entrar f_c >>	60	MPa	Formulações
Água Total / Ligante Total =	0,38	<< Figura 1	(Água/Ligante) = $7,0 \cdot f_c^{(-0,7126)}$
Ligante Total (kg/m ³) =	438	<< Figura 2	(Ligante Total) = $195,96 \cdot \ln(f_c) - 364,65$
Água Total (l/m ³) =	166	<< Figura 3	(Água Total) = $387,32 - 54,015 \cdot \ln(f_c)$
Cimento (kg/m ³) =	398		(Cimento) = (Ligante Total) / 1,10
Microsilica (kg/m ³) =	40		(Microsilica) = (Cimento) . 0,10
Agregado Total (kg/m ³) =	1799	<< Figura 4	(Agregado Total) = $1811 - 0,205 \cdot f_c$
Agregado Graúdo / Agregado Miúdo =	1,55	<< Figura 6	(Graúdo / Miúdo) = $1,613 - 0,001 \cdot f_c$
Agregado Graúdo (kg/m ³) =	1094		(Graúdo) = (Agregado Total)/(1+1/(Graúdo / Miúdo))
Agregado Miúdo (kg/m ³) =	705		(Miúdo) = (Agregado Total) - (Graúdo)
Massa Total (kg/m ³) =	2403		(Massa Total) = (Ligante Total) + (Água Total) + (Agregado Total)
Superplastificante x Ligante Total (l/m ³) =	4,2	<< Figura 7	(Superplastificante) = $0,0792 \cdot (\text{Ligante Total}) - 30,509$
Superplastificante x f_c (l/m ³) =	3,6	<< Figura 8	(Superplastificante) = $0,2455 \cdot f_c - 11,16$
Superplastificante x (Água / Ligante) (l/m ³) =	3,8	<< Figura 9	(Superplastificante) = $- 22,208 \cdot \ln(\text{Água/Ligante}) - 17,763$

5. Considerações finais

As propostas para estimativa de composição de concretos de alta resistência, reunidas neste trabalho, têm sido testadas em pesquisas no Laboratório de Materiais de Construção e Concreto do IME. Os resultados destas pesquisas têm sido satisfatórios para concretos com f_c de até 90 MPa.

Indica-se o uso de betoneiras misturadoras de alta eficiência, com mistura forçada, para concretos com f_c maior que 90 MPa.

É necessário lembrar que a composição de concretos de alta resistência, obtida segundo as propostas deste trabalho, serve como uma primeira estimativa para orçamento e deve ser

ajustada experimentalmente no laboratório e na obra. Antes de tudo, é indispensável selecionar criteriosamente os materiais, testar e comprovar a compatibilidade entre ligantes e aditivos químicos do concreto a fim de se evitar a perda rápida do seu abatimento do tronco de cone.

Destaca-se a recomendação do Prof. Luiz Fernando Lobo Barboza Carneiro (LOBO CARNEIRO, 1953): “Queremos mais uma vez prevenir que é uma ilusão pensar-se ser possível a um engenheiro, em seu gabinete de trabalho, munido de régua de cálculo (Tabelas de Caldas Branco) e de ábacos mais ou menos complicados, projetar um traço de concreto como se projeta uma estrutura. É indispensável realizar experiências para cada novo tipo de material que aparecer”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] AİTCIN, P. C., 1998, High – Performance Concrete, E& FN SPON, London.
- [02] AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 1995 a 2006, Materials Journal, Structural Journal, Concrete International – Magazine of the American Concrete Institute.
- [03] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT, NBR 12655, 1996, Concreto – Preparo, Controle e Recebimento, Brasil, pp. 7, Jul.
- [04] DAY, K. W., 1999, Concrete Mix Design, Quality Control and Specification, E&FN SPON, London.
- [05] DEWAR, J. D., ANDERSON, R., 1998, Manual of Ready – Mixed Concrete, Second Edition, Blackie Academic & Professional, London.
- [06] HELENE, P. R. L., TERZIAN, P. R., 1993, Manual de Dosagem e Controle do Concreto, São Paulo, PINI / SENAI, 189 p.
- [07] LARRARD, F., 1999, Concrete Mixture Proportioning, A Scientific Approach – Modern Concrete Technology Series – 9, E & FN Spon, London.
- [08] LOBO CARNEIRO, F. L. B., 1953, Dosagem de Concreto, Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro.
- [09] PACELLI, W. A., 1997, Concretos – Ensaios e Propriedades, Laboratório de Concreto, Furnas, Editora Pini.
- [10] REINHARDT, H. W., 2003, Beton für den Hochbau (Concreto para Edifícios), Beton Kalender, Teil 2 , Hochhäuser und Geschossbauten, Stuttgart. ♦



A experiência do CCR no mundo

Fábio Luís Pedroso

Nos dias 5, 6 e 7 de setembro, profissionais envolvidos com projeto, construção e manutenção de barragens construídas com concreto compactado com rolo (CCR) estiveram reunidos em Salvador, no Simpósio Internacional CCR 2008, para discutir o material, o método construtivo e a filosofia dessa tecnologia revolucionária. O evento fez parte da programação do 50º Congresso Brasileiro do Concreto.

Em geral, pode-se dizer que o concreto compactado com rolo é um concreto seco, característica almejada para viabilizar seu adensamento através de compactação. Para o caso do concreto massa, CCR utilizado em barragens, procura-se utilizar baixo teor de cimento, quando comparado com o concreto convencional, para reduzir o calor de hidratação, reação entre o cimento e a água na massa de concreto, responsável pelo aparecimento de fissuras que podem comprometer sua resistência e sua impermeabilidade. Para moderar ainda mais a temperatura da reação, as misturas costumam usar as cinzas volantes ou outros materiais pozolânicos, que interagem com as

partículas cimentícias e são capazes de moderar as temperaturas da reação. Porém, apesar dessas diferenças na composição, o CCR comporta-se, em seu estado endurecido, como o concreto convencional, em termos de resistência, densidade, impermeabilidade e durabilidade.

Se a concepção genérica do material pode ser formulada, na prática, os materiais usados e suas dosagens variam demasiadamente, de país para país e de aplicação em aplicação. Uma das questões mais debatidas durante o Simpósio foi justamente a quantidade de cimento na massa de CCR considerada crítica para sua segurança e impermeabilidade. Um intenso debate ocorreu após a apresentação do caso da Barragem de Camará, barragem de CCR construída no estado da Paraíba para servir de reservatório de água para os períodos de seca, que se rompeu em 2004, causando inundações do município de Alagoa Grande e das regiões próximas. "Em minha opinião, não existe uma quantidade mínima de cimento a ser estabelecida, mas o CCR, para qualquer quantidade de cimento requerida, precisa apresentar, no estado endurecido, as



Descarregamento do Concreto Compactado com Rolo (CCR) no local da concretagem

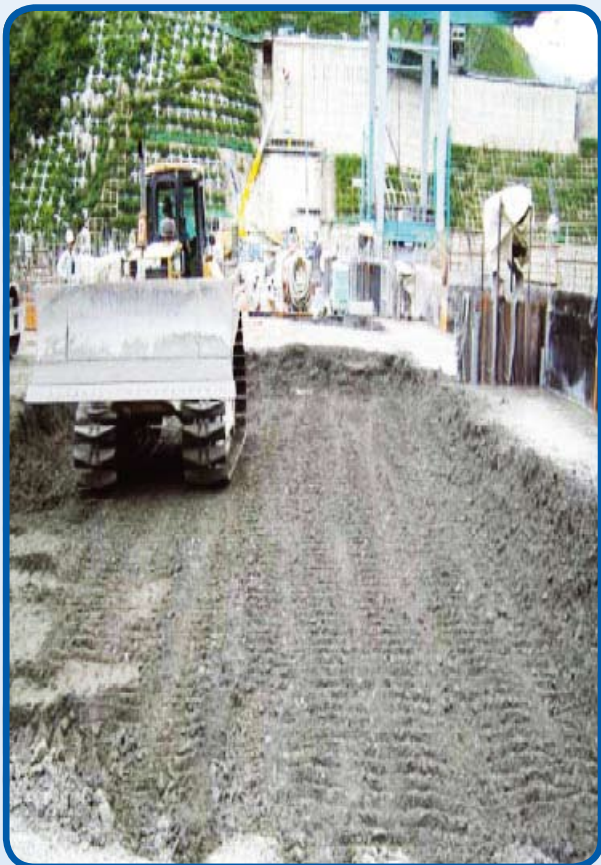


Engenheiro Selmo Kuperman, ladeado pelos engenheiros Shigeyoshi Nagasaki (esq.) e Brian Forbes, numa de suas intervenções

propriedades estabelecidas pelo projeto da barragem”, observou um dos coordenadores do Simpósio, Prof. Selmo Kuperman. “A barragem de Lajeado, no Tocantins, foi construída com CCR; a quantidade de cimento chegou a um mínimo de 60kg/m^3 e a mesma não apresenta permeabilidade à água, nem em sua face de jusante”, completou. Kuperman en-

dossa a versão apresentada pelos palestrantes do caso Camará de que a ruptura foi causada por problemas geotécnicos.

O mesmo princípio vale para o método construtivo CCR. Podemos defini-lo como a sobreposição consecutiva de camadas, cada qual seguindo o ciclo: descarregamento do CCR; seu espalhamento por meio de tratores de esteira;



Espalhamento do CCR por trator esteira



Compactação do CCR por trator de rolo



Detalhe mostrando a compactação de camadas sucessivas de CCR

sua compactação por tratores de rolo; corte de juntas transversais; cura; corte verde e limpeza; aplicação de argamassa ou de concreto de berço. A esta etapa segue novo ciclo.

Todavia, variam demasiadamente:

- ◆ Os meios de transporte do CCR da planta produtora do material para o sítio de concretagem: transporte por caminhão; por plano inclinado; por torres elevatórias; por correias transportadoras; dentre outros;
- ◆ As técnicas empregadas para seu espalhamento e compactação;
- ◆ A execução ou não de juntas transversais (juntas de contração);
- ◆ As metodologias empregadas em sua compactação;
- ◆ A preparação ou não da superfície da camada – corte com água – antes do recebimento da próxima, para assegurar a coesão entre as camadas;
- ◆ O uso ou não do concreto de berço (argamassa ligante das camadas sucessivas);
- ◆ Tratamento dispensado às faces da barragem.

No Japão, por exemplo, segundo a apresentação do professor do Instituto de Tecnologia de Aichi e do Instituto de Tecnologia de Tóquio, Shigeyoshi Nagataki, são espalhadas quatro finas camadas de CCR, entre 20 a 30cm cada uma, por tratores de esteira, para somente então ser aplicada a compactação por tratores de rolo. O procedimento acelera a construção, porque reduz o número de camadas a serem tratadas, e diminui os problemas de ligação en-

tre as camadas de concretagem. Por esta e outras razões, entre as quais precauções especiais para enfrentar terremotos, lá o método CCR é denominado *Roller Compacted Dam (RCD)*.

“As técnicas construtivas são muito diferenciadas, porque espelham culturas diferentes, disponibilidade ou não de alguns materiais aglomerantes. No Brasil, por exemplo, não temos pozolanas ou cinzas volantes em quantidade suficiente à demandada; por esta razão, o consumo de aglomerantes, ou seja, basicamente cimento, em barragens de CCR brasileiras, é menor”, explicou Kuperman.

Para apresentar aos congressistas as experiências com CCR em diversos continentes, o Simpósio reuniu palestrantes do Japão, da África do Sul, da Espanha, da Austrália, dos Estados Unidos e do Brasil em conferências plenárias, ponto alto do evento. Seu objetivo foi promover o intercâmbio de informações em torno do material e da técnica construtiva CCR. “Trazer experiências de outros países – soluções e problemas – para cotejar com as experiências brasileiras”, nas palavras do coordenador. A expectativa dos organizadores é que, com a troca de problemas e soluções, a tecnologia avance ainda mais.

Apesar das abordagens diferentes do material e do método construtivo, todos os palestrantes foram unânimes em apontar as vantagens da adoção do CCR sobre outras tecnologias, que o tornaram largamente empregado na construção de barragens em todo mundo:

- ◆ Maior rapidez da construção: por causa da simplificação dos procedimentos de concretagem trazidos pelo CCR (uso de compactadores ao invés de vibradores imersos, por exemplo)
- ◆ Melhor qualidade: menor teor de cimento e de água; uso de materiais pozolânicos; etc;
- ◆ Menor custo: foi apresentada a estimativa de que o emprego do CCR na construção de barragens reduz o custo total em um valor próximo a 20% do custo da barragem construída com concreto massa convencional (menor consumo de cimento; diminuição de mão-de-obra; rapidez de execução; entre outros fatores);
- ◆ Maior versatilidade, possibilitando configurações diferenciadas;
- ◆ Menor impacto ambiental: em razão do menor consumo de cimento e da melhor qualidade.

Além das conferências, houve a apresentação de 16 trabalhos técnicos, escritos por profissionais brasileiros com larga experiência com a tecnologia. Os trabalhos trouxeram suas



(Esq. para dir.) Joaquin Sagrado, José Marques, Timothy Dolen, Selmo Kuperman, Brian Forbes, Francisco Andriolo e Johann Geringer na mesa de debates

experiências em casos específicos de aplicação do CCR. A grande maioria abordou o CCR em barragens, apenas dois mostraram sua aplicação na pavimentação.

“O engenheiro Newton Goulart Graça, o engenheiro Francisco Rodrigues Andriolo e eu coordenamos a organização do simpósio e entendemos que faltaram trabalhos de obras recentemente executadas ou em execução no país”, ponderou Kuperman ao fazer um balanço do evento. “Esta deficiência explica-se, por um lado, pelo pouco tempo disponível para organizar o evento (de, apenas, 9 meses, quando seria preciso 1 ano e meio); por outro, pela falta de tempo dos projetistas, construtores e consultores para porem no papel suas experiências, devido ao boom econômico vivenciado pelo país nesta área de construção de barragens”, justificou.

De acordo com Kuperman, o Brasil tem atualmente 63 barragens construídas em CCR. Aproximada-



Engenheiro Francisco Andriolo palestrou sobre a evolução do CCR em barragens brasileiras

mente, 10 foram entregues recentemente e outras 10 estão em construção.

Veja a seguir resumos dos principais destaques do evento.

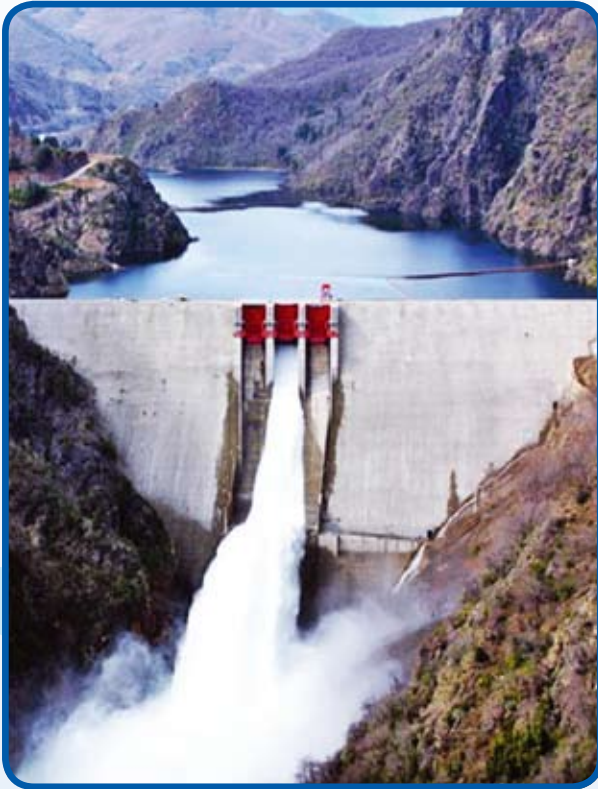
Breve história do CCR

A primeira barragem construída com CCR no mundo foi a de “Willow Creek”, nos Estados Unidos, em 1983. A barragem apresentou infiltrações nas galerias. O problema de desempenho alertou os tecnólogos da época

de que seria necessário adotar cuidados especiais na face de montante da barragem para assegurar baixa permeabilidade. “As composições granulométricas consagradas previam grandes quantidades de grãos e pequena quantidade de finos”, explicou o palestrante Francisco Rodrigues Andriolo, engenheiro da

Andriolo-Ito Engenharia. “Hoje, com o parâmetro de se adotar maior quantidade de finos – agregados com tamanho menor do que 0,075mm –, está assegurada a permeabilidade de 10^{-11} m/s, para teor de aglomerantes em torno de 100kg/m^3 ”, rematou.

O Brasil acompanhou de perto o desenvolvimento da metodologia do CCR nos Estados Unidos. Laboratórios brasileiros enviaram seus pesquisadores para observar de perto os testes no então denominado concreto adensado com rolo compactador. Pesquisas foram realizadas em países sul-americanos para o



Barragem de Ralco, no Chile, com 155m de altura

estudo inédito da ação do pó de pedra (finos de rochas com sílica, ferro e alumínio) para o 'fechamento granulométrico' da mistura de CCR. O Laboratório de Itaipu demonstrou as vantagens do uso desse material, pois possuía adicionalmente a propriedade aglutinante, como as das pozolanas usadas atualmente. Veio a primeira barragem brasileira: Saco de Olinda, em 1986. Mas, o divisor de águas, a partir do qual a tecnologia ganhou a confiança dos engenheiros, foi a Barragem de Derivação do Rio Jordão, em 1992, em razão de seu desempenho compatível com o das barragens construídas em concreto massa e da enorme diminuição de custos para o governo do estado do Paraná. "O que fez a tecnologia se firmar foi sua simplicidade, sua economicidade e a rapidez da construção", destacou Andriolo.

De lá para cá, a expertise nacional é reconhecida internacionalmente. A empresa brasileira Odebrecht foi premiada num congresso internacional sobre CCR por sua obra na Colômbia, a Barragem de Miel I, atualmente, a mais alta barragem do mundo em CCR (190m).

Hoje, existem no mundo aproximadamente 350 barragens construídas com CCR. A Barragem Diemer Basha, no Paquistão, com seus 272m, prevista para ser iniciada em 2009, será um marco desta tecnologia na construção de barragens.

As técnicas construtivas para lidar com o problema da permeabilidade do CCR são diferentes nos países representados no Simpósio, segundo as condições climáticas locais, os materiais disponíveis e o conhecimento acumulado com a aplicação da tecnologia em cada país, dentre outros motivos.

No Brasil, as experiências conduziram para a seguinte padronização:

- ◆ CCR com teor de aglomerantes em torno de 80kg/m^3 ; com agregados graúdos com dimensão máxima de 50mm e uso de finos não coesivos (pó de pedra e silte); a resistência mínima requerida é de 6 a 10MPa, aos 90 dias;
- ◆ O CCR é lançado à temperatura ambiente, por caminhões basculantes; conjuntamente, molda-se o concreto de face da barragem, que usa o concreto convencional (CVC), com consumo máximo de aglomerantes de 200kg/m^3 ;
- ◆ Para ligar as sucessivas camadas, usa-se um concreto de berço;
- ◆ Adota-se ainda juntas de contração, 'cortes' feitos nas camadas transversalmente para conter as fissuras promovidas pelo calor de hidratação.



Engenheiro Joaquin Diez Cascón Sagrado em palestra sobre o CCR em barragens espanholas

O chefe do Departamento Negócios Hídricos e Florestais da África do Sul, engenheiro Johann Geringer, contou aos congressistas que, devido aos problemas de segregação de agregados e de espalhamento da camada de concreto de berço, esta foi reduzida de 75 para 25mm e aqueles têm tamanho máximo de 53mm. Já, o volume usual de aglomerantes no CCR de barragens africanas é de 150 a 200kg/m³, bem superior ao estipulado para as barragens brasileiras.

Brian Forbes, engenheiro da empresa australiana GDH, com a experiência de ter participado da construção de 40 barragens de CCR em 19 países, trouxe uma inovação construtiva para o tratamento das faces de barragem: o CCR enriquecido com graute (*grouted enriched RCC*). Consiste nos seguintes passos:

- ◆ Aplicação de concreto de berço na camada concretada de CCR;
- ◆ Espalhamento da próxima camada sem efetuar sua compactação;
- ◆ Preenchimento dos buracos da superfície da camada com graute, cuja relação água-cimento é igual a 1;
- ◆ Vibração da camada de maneira completa e uniforme, com vibrador de imersão;
- ◆ Rigoroso controle de qualidade, com extração de corpos-de-prova horizontais e verticais para testes de resistência e de densidade.

Segundo o palestrante, o procedimento é capaz de transformar o CCR em CVC, pois a diferença entre eles é apenas a relação água-cimento, garantindo um concreto de face altamente impermeável com os benefícios de:

- ◆ Ser um processo simples, que não demanda a preparação do concreto de face e seu transporte;
- ◆ Apresentar excelente resultado: formação de camada monolítica de CCR; nenhuma tendência para fissuras por secagem; e módulos de elasticidade e de resistência compatíveis com o CCR.

O método pode ser usado também na face de vertedouros, na interface entre a rocha e o concreto e no revestimento de peças internas da barragem.

“O CCR enriquecido é uma novidade para nós brasileiros. Para sua aplicação, faltamos ainda conhecimento e coragem”, destacou Kuperman.

Outra variante construtiva no que se refere a atacar o problema da permeabilidade foi apresentada pelo Japão. Lá, as faces da barragem são construídas com concreto convencional de alta qualidade, sendo o CCR usado para o preenchimento da estrutura. Talvez por



Corte verde feito por sweepers na camada de CCR

isso, os japoneses usam na dosagem do CCR agregados com tamanho médio de 80mm, podendo atingir 150mm; o teor de cimentos é de aproximadamente 110kg/m³, para um volume de água que varia de 80 a 105kg/m³, areia na proporção de 30% e proporção de cinzas volantes que variam de 20 a 40% da quantidade de cimento usada.

Com relação à ligação entre as camadas concretadas, os japoneses tratam a superfície da camada recém-concretada com o corte verde (feitas por *sweepers*), de 24 a 36 horas após a concretagem, no verão, e de 36 a 48 horas, no inverno. Em seguida, é espalhado o concreto de berço, com cerca de 15mm, para garantir a boa adesão das camadas e para evitar falhas na estrutura.

Já, para a fabricação de juntas transversais de contração, Nagataki apresentou as lâminas vibratórias, máquinas que fazem o corte transversal, ao mesmo tempo que instalam placas de aço galvanizadas para isolar as juntas.

Mais inovações construtivas

Foi apresentado também o processo construtivo conhecido no Brasil como método rampado. Consiste na concretagem da barra-



Detalhe da concretagem do método construtivo CCR rampado

gem com CCR em planos inclinados, ao invés do plano horizontal, mais largamente utilizado. Essa inovação traz as seguintes vantagens:

- ◆ Redução de mais de 90% das juntas entre as camadas, porque cada camada subsequente é concretada dentro do limite de tempo estipulado para o concreto CCR não formar seções heterogêneas;
- ◆ Preparação antecipada de cada camada, com corte verde e aplicação de concreto de berço;
- ◆ Redução das fissuras provocadas pelo calor de hidratação e pelo resfriamento;
- ◆ Adaptação da velocidade de concretagem à taxa de produção de CCR.

“A novidade empreendedora deste método é incrementar a taxa de concretagem por valor acima de 50% e apresentar como resultado um bloco monolítico: a colagem das camadas é completa”, defendeu o australiano Forbes.

Em sua apresentação, Forbes esclareceu os fatores determinantes para se estabelecer a inclinação do plano de concretagem:

$$S = \frac{t \cdot c}{b \cdot s \cdot h} \quad (1)$$

onde:

S= inclinação do plano
t= tempo máximo entre as concretagens sucessivas

c= taxa de produção de RCC

b= largura da barragem

s= largura do segmento de concretagem

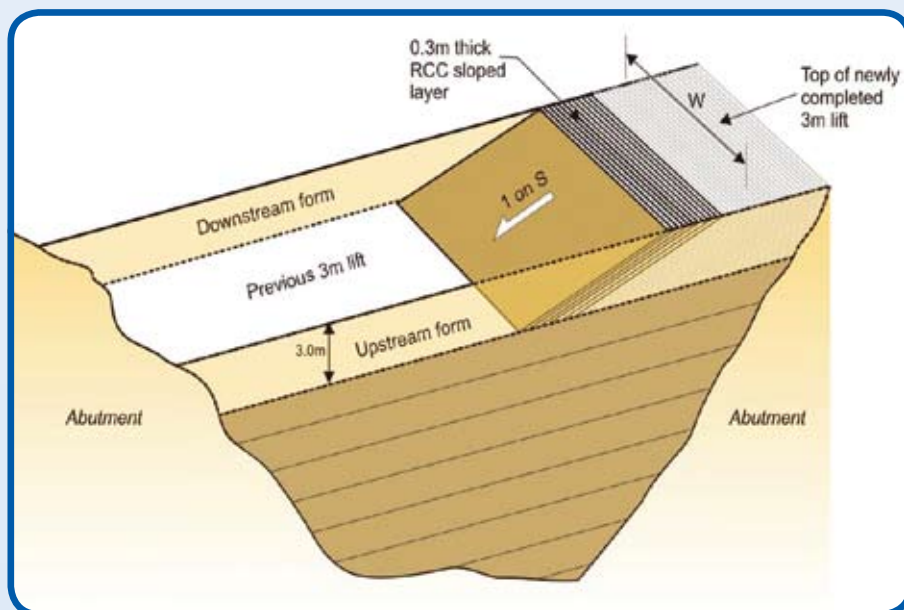
h= altura da camada

Geringer endossou também as vantagens do método rampado, ao expor o caso específico da construção da barragem de gravidade de *Wriggleswade*, na África do Sul. Segun-

do ele, o método possibilitou o aproveitamento ótimo da capacidade da planta de produção de CCR e da força de trabalho humana; reduziu o tempo de exposição da camada; e eliminou a necessidade de construção de juntas de contração. O resultado foi uma maior economia nos custos de construção.

O Brasil usou o método rampado na construção da barragem de CCR da Usina Hidrelétrica Lajeado, em Tocantins.

Economia e rapidez são citadas também como justificativas para a adoção de elementos pré-fabricados nas faces da nova geração de barragens japonesas, assim como para a montagem de suas estruturas internas. A empresa austra-



Esquema de dimensionamento no método do CCR rampado

liana, por seu turno, usa também pré-fabricados e fôrmas para a construção de galerias, tendo em vista o melhor controle da distância entre a face de montante e a parede da galeria, o bom acabamento das paredes e do teto, a boa luminosidade obtida e a aceleração do processo de construção.

Controle de qualidade

Com a finalidade de garantir a resistência, impermeabilidade e durabilidade do CCR empregado na construção de barragens, uma diversidade de testes de controle de qualidade foram recomendados.

O ensaio de consistência comumente adotado consiste em submeter uma amostra de concreto, contida num recipiente com dimensões 15x30cm, a uma carga de 8,5kg vibratória, por um tempo de 30s. O ensaio permite obter a proporção ótima de cimento, finos e água para o CCR. Mas, há controvérsias. Para o professor da Universidade da Cantábria, na Espanha, Prof. Joaquín Díez-Cascón Sagrado, presente no evento, "o tempo de vibração deve ser reduzido para 10 ou 15 segundos, para que se consiga obter uma dosagem adequada de finos".

O Prof. Sagrado apresentou também ensaios inovadores para a medida da porosidade do CCR (RILEM CPC 11.3), para a medida de sua impermeabilidade à água (UNE modificada), como também para medida de sua impermeabilidade do oxigênio (ASTM C 577-68).



Galeria bem acabada e com boa iluminação construída com arcos pré-fabricados

Neste quesito, o Brasil tem também muito a oferecer. Nos laboratórios brasileiros de controle de qualidade foram desenvolvidos equipamentos e ensaios para auferir a permeabilidade do CCR no estado fresco, sua resistência à compressão, a resistência à tração e ao cisalhamento das juntas de camadas de concretagem, o módulo de elasticidade, a difusão térmica e o coeficiente de expansão térmica, dentre outros.

No sentido de consolidar a experiência brasileira nesta área, o engenheiro Walton Pacelli de Andrade, diretor da Engeconsol, propôs para discussão quatro textos-base para a normalização de ensaios e de procedimentos do concreto compactado com rolo em barragens. A intenção é que, após intensas discussões no meio técnico, os textos sejam encaminhados para o Comitê Técnico CT-18 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que apresentaria uma norma brasileira sobre CCR para barragens.



Engenheiro Walton Pacelli abordou o controle de qualidade do CCR em barragens



Vertedouro de 12,5m da Barragem de Botterkloof, na África do Sul

“O que devemos aprender do caso Camará?”, interveio o eng. Andriolo. “Que a área de investigação deve ser maior do que a área de implantação. Que a execução do CCR deve ser acompanhada de perto com instrumentação, para balizar as decisões, por profissionais experientes”, defendeu para destacar a importância do controle de qualidade de barragens de CCR.

Manutenção

O CCR foi apresentado também como ótimo material e método construtivo para recuperação, manutenção e expansão de barragens. Timothy Dolen, especialista sênior do “Bureau of Reclamation”, órgão governamental responsável pela distribuição de água na região oeste dos Estados Unidos, apresentou diversos métodos e equipamentos utilizados nos Estados Unidos para a recuperação de barragens usando o CCR.

Segundo ele, por volta de 50% das barragens sob responsabilidade do “Bureau of Reclamation” têm mais de 50 anos; dessas, 90% foram construídas com métodos anteriores ao estado-da-arte em construção de barragens.

Dolen expôs a metodologia aplicada para aumentar a durabilidade da barragem de Santa Cruz, a primeira onde foi usado o CCR (1990). Segundo ele, para a proteção de impermeabilização de uma barragem, o CCR é a primeira solução a ser levada em conta, em razão: de seus agregados duráveis e bem dimensionados; da mistura apropriada de concreto; de sua mínima segregação; de sua alta densidade; e de sua resistência apropriada.

O “Bureau of Reclamation” possui uma metodologia para avalia-

ção de riscos de barragens que se baseia num modelo probabilístico de ocorrência anual de eventos estáticos, hidrológicos, sísmicos, etc. Tomando como referência esta metodologia e a estimativa da dimensão do desastre à jusante de uma barragem em decorrência de seu rompimento, o órgão

define as barragens prioritárias para intervenções para incrementar sua segurança e durabilidade. Um exemplo a ser adotado no Brasil.

“Apesar do Simpósio ter sido um fórum técnico de discussões, o evento foi pontuado também por questões de ordem política, porque estas acabam por interferir nos problemas técnicos de construção e manutenção de barragens: falta de mão-de-obra qualificada; prazos exíguos para construção de barragens, que acarretam problemas de qualidade; métodos pouco eficientes de controle de qualidade e de fiscalização”, avaliou Kuperman.

Sobre tais questões, outra intervenção do público sobre o caso Camará foi bastante ilustrativa. O engenheiro Normando Barbosa Perazzo, professor da Universidade da Paraíba, sustentou “que a barragem não teria rompido, se tivesse sido esvaziada a tempo”. A decisão para que uma barragem seja ou não esvaziada é, evidentemente, política.

Kuperman mostrou esperança de que o cenário brasileiro mude com a aprovação do projeto de lei de segurança de barragens, que está em tramitação no Congresso Nacional desde 2003, uma vez que a responsabilidade pela segurança de barragens será do proprietário. “A lei pode ser um instrumento indutor importante de vistorias e avaliações periódicas das barragens brasileiras”, concluiu.

Palestras disponíveis no site www.ibracon.org.br ♦



Audiência da palestra de Timothy Dolen no CCR 2008

Poluição na construção civil pode ser evitada com medidas de baixo custo

Durante a construção de edifícios, o impacto no meio ambiente é considerável em vários aspectos. Porém, uma questão ainda não havia sido abordada em profundidade no Brasil: a emissão de material particulado no canteiro de obras. O engenheiro Fernando Resende, em sua dissertação de mestrado apresentada na Escola Politécnica da USP, deu um passo importante para preencher esta lacuna – e já foi premiado por isso.

“Poluição atmosférica por emissão de material particulado: avaliação e controle nos canteiros de obras de edifícios” é o título do trabalho realizado por Resende, que teve orientação do professor Francisco Ferreira Cardoso, do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Poli. Neste mês de outubro, o trabalho recebeu Menção Honrosa no Prêmio Holcim-Antac de Excelência em Construção Sustentável, referente ao biênio 2006/2008. A pesquisa, inédita no País, aponta as principais fontes de emissão de partículas na atmosfera e sugere ações e ferramentas para seu controle.

“Meu objetivo foi estudar e propor práticas viáveis no dia-a-dia das construtoras, que precisam lidar com uma série de atividades complexas em sua rotina. Além disso, sei que o custo é fator determinante. Por isso, procurei apresentar soluções simples e baratas, para facilitar sua implantação nos canteiros”, explica Resende.

Demolição, movimentação de terra,



serviços de corte, raspagem, lixamento, perfuração, quebra, são as principais atividades que geram partículas. Além disso, movimentação e armazenamento de materiais pulverulentos (agregados, argamassas, resíduos), também são fontes emissoras de partículas.

Dependendo dos níveis de emissão, o material particulado pode causar impactos no meio ambiente e transtornos para a população: irritação nos olhos e na pele e problemas respiratórios e cardíacos; e

incômodos, como poeira e resíduos que se acumulam em imóveis, automóveis, monumentos e paisagens. Na vegetação, a poeira depositada nas folhas interfere na fotossíntese, altera o pH e os níveis de pigmentação das plantas, reduz seu crescimento e as deixa suscetíveis a doenças.

Prevenção e controle

Entre as ações preventivas e de controle, é apontada a diminuição do volume de escavação nas obras. “Em vez de construir subsolos para garagem, pode-se projetar edifícios com estacionamento localizado acima do nível do solo, por exemplo. Isso evita a necessidade de movimentação de terra e a dispersão de poeira no ar”, esclarece Resende.

Entre as atividades de controle, ele cita a lavagem dos pneus dos caminhões na saída da obra, evitando que lama e terra espalhadas pela rua, ao secar, circulem na atmosfera. Outra medida é proteger os locais de armazenamento de materiais e resíduos em pó, evitando que sejam carregados pelas chuvas ou espalhados pelo vento. Executar serviços de demolição com barreiras físicas, tais como as redes de proteção, isolando o local, ou aspergindo água de reuso, também são providências que evitam a dispersão de poeira na atmosfera.

Para o monitoramento das emissões e seu controle, há uma série de metodologias disponíveis. "A mais comum é o uso do amostrador de grande volume ou Hi-Vol, que mede a concentração de partículas na atmosfera", informa o pesquisador. "Essa metodologia é utilizada por várias agências ambientais do mundo todo, com padrões de qualidade do ar já estabelecidos".

Poucas empresas brasileiras fazem controle rigoroso sobre a emissão de material particulado, ressalta Resende. Ele acredita, contudo, que a preocupação com as questões ambientais tende a crescer, seja por

demanda da população, do poder público, dos órgãos financiadores, ou pela própria conscientização das empresas. "A importância do controle de emissões de partículas nos canteiros é tal que, em países como EUA, Inglaterra, China e Austrália, já existem leis específicas sobre o tema. Em alguns Estados americanos, conforme o tipo de obra, o controle é obrigatório, e passa pela elaboração de um plano de gestão de emissão, que deve ser aprovado por órgãos ambientais, antes do início das obras", destaca.

O trabalho de Fernando Resende foi realizado no âmbito do grupo de pesquisa voltado ao tema dos 'canteiros de obras sustentáveis', do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Poli/USP. Coordenado pelo professor Francisco Cardoso, o grupo já realizou trabalhos enfocando diversos assuntos, como o estabelecimento de critérios para avaliação de canteiros de obras sustentáveis, as práticas de responsabilidade social empresarial no relacionamento com fornecedores, e a capacitação e a certificação profissional dos trabalhadores dos canteiros de obras. ♦

Cinpa
2009



5º Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas

11 a 13 de junho de 2009
Hotel Four Points Sheraton
Curitiba - Paraná - Brasil



Entidades discutem marco regulatório de inspeção e manutenção predial

Fábio Luís Pedroso

Um edifício é projetado para durar por um determinado número de anos. O período de tempo durante o qual as características projetadas para a edificação mantêm-se dentro de padrões mínimos é conhecido na comunidade técnica como vida útil. A NBR 6118, norma para projetos de estruturas de concreto, preconiza que a vida útil seja definida pelo projetista em conjunto com o cliente.

A vida útil se estende até o momento em que a perda de desempenho começa a acarretar desconfortos aos usuários, que podem tomar várias formas, tais como: manchas,

fissuras, destacamentos; entre outros. Porém, tais problemas podem ser minimizados, ou até postergados, caso sejam realizadas manutenções periódicas, de caráter preventivo, nos momentos certos da vida útil da edificação (veja gráfico).

Mas quando realizar a intervenção de manutenção?

“A NBR 6118 define a vida útil de projeto. Mas, os critérios em que o conceito se apóia são muito vagos”, argumenta o vice-presidente do Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON, professor Paulo Helene. Sua crítica refere-se ao fato de que a norma não estipula, em número de anos, a vida útil da estrutura de concreto,

em função dos parâmetros de projeto, de uso e do ambiente onde está a edificação. Conseqüentemente, não se tem a referência necessária para se estipular os momentos adequados para a manutenção preventiva. Esta fica a critério do freguês e, muitas vezes, é esquecida.

A importância da manutenção periódica, no entanto, vai além da questão de prolongar o uso do prédio. Ela é imprescindível para assegurar a segurança de seus usuários e de terceiros. Pois, muitas vezes, falhas no projeto, na execução e no uso do prédio podem afetar o bom desempenho de um elemento estrutural,

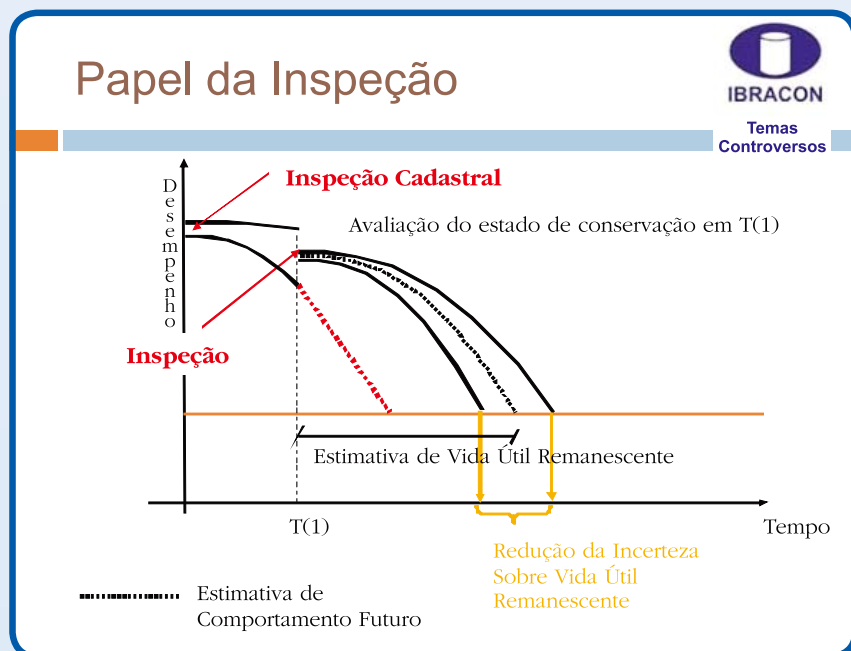


Gráfico da vida útil de uma estrutura de concreto



Detalhe da fachada do Edifício Dom Gerônimo, em Maringá, Paraná



Sacadas de 15 andares do Edifício Dom Gerônimo desabaram com a queda da sacada do 15º andar



Detalhe estrutural de uma das sacadas do acidente em Maringá, ocorrido em 26 de outubro

o que aumenta o risco de acidentes. A inspeção predial periódica, procedimento básico de uma estratégia de manutenção, permite detectar tais riscos e propor as intervenções adequadas para minimizá-los.

A questão ganha fôlego à proporção que aumentam os casos de acidentes e mortes provocados pela falta de manutenção de prédios. A imprensa tem noticiado ocorrências de quedas de marquises, de destacamentos e quedas de placas de fachada, de desabamentos de prédios inteiros. O desabamento de uma das torres do Condomínio Areia Branca, na região metropolitana de Recife, foi sintomático. Para o mesmo contribuiu um problema de deterioração inesperado das fundações, que se pensava ser crítico apenas em barragens de concreto: a reação álcali-agregado (RAA).

A RAA é uma reação química entre o hidróxido alcalino do cimento e o óxido de silício dos agregados, catalisada pela água. A reação produz um gel expansivo ao redor dos agregados do concreto, que pode levar à formação de fissuras na estrutura, o que diminui sua vida útil.

Constatou-se que os agregados usados nas fundações do Condomínio Areia Branca eram reativos, favorecendo a evolução da reação. Investigações posteriores em outros edifícios da região constataram um grau de evolução adiantada por RAA também nestas edificações. O problema demandou da comunidade técnica uma postura mais firme de inspeção e controle. Uma minuta de procedimento, estabelecida em negociações de vários setores da construção civil em Recife, estabeleceu a necessidade de inspeção periódica nos elementos de fundação de edifícios com mais de 20 anos, independentemente de apresentarem essas edificações os sintomas característicos da RAA. O documento recomenda que 30% das fundações de uma edificação devem ser vistoriados, um procedimento complexo e custoso. Caso sejam detectados sinais de problemas, uma inspeção completa de todas as fundações é recomendada. Mas, qual é a garantia de que este critério de amostragem é suficiente para detectar os problemas?

Estas e outras questões relacionadas à boa conservação de uma edificação foram debatidas no Painel de Assuntos Controversos "Inspeção Predial: viabilidade e impacto na segurança e conservação de estruturas de concreto armado", realizado no dia 7 de setembro de 2008, em Salvador, pelo IBRACON, como item da programação do 50º Congresso Brasileiro do Concreto.



Mesa do Painel composta pelos engenheiros José Granato, Sérgio de Cerqueira, Luiz Carlos Pinto, Tito Gomide e Paulo Helene (esq./dir.)

Qualidade Predial Total

As normas NBR 5674, NBR 14037 e NBR 15575 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que regulam o uso, a manutenção e o desempenho de edificações, recomendam que sejam feitas inspeções prediais periódicas para o adequado planejamento técnico e administrativo da manutenção. A inspeção é definida como a vistoria da edificação para a apuração de suas condições técnicas e para a determinação de manutenções preventivas e corretivas necessárias para a boa conservação do prédio. A tarefa implica o levantamento das anomalias construtivas e das irregularidades de uso.

“Estas normas carecem também de critérios que especifiquem claramente quando as inspeções prediais devem ser feitas”, observou Paulo Helene, um dos integrantes da mesa do Painel.

A reivindicação principal é que se crie um marco regulatório objetivo, claro, que coíba atitudes evasivas e negligentes no que tange à inspeção e manutenção predial periódica. As normas atuais, assim como as leis municipais e estaduais, onde elas existem, na opinião da mesa do Painel, são insuficientes para assegurar que tais procedimentos sejam feitos na regularidade requerida para garantir a conservação do prédio e a segurança de seus usuários e de terceiros.

Na avaliação do presidente do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), Tito Lívio Gomide, este marco regulatório deve estar integrado a uma visão sistêmica da edificação, onde cada uma de suas etapas – planejamento, projeto, execução e uso – está voltada para a melhor produtividade, o melhor atendimento e à inovação da edificação. Este é o conceito de Qualidade Predial Total, onde a inspeção e manutenção têm a finalidade

de verificar e assegurar as conformidades do produto com seus requisitos. “A inspeção é ferramenta ligada à qualidade, à qualidade predial total, cujo ideal é a eliminação das anomalias de todas as fases do processo construtivo”, explicou.

Pesquisa feita pelo coordenador do Painel, Luiz Carlos da Silva Filho, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com 464 usuários de edificações residenciais e comerciais, com elevadores,

na região de Porto Alegre e Canoas, revelou que os moradores estão conscientes da importância da realização de manutenções periódicas em seus prédios. Perguntados sobre a inclusão de despesas com inspeção e manutenção periódicas no valor do condomínio, mais de 70% foram favoráveis à proposta. Porém, a grande maioria (75%) admitiria um aumento de apenas 10% no valor mensal do condomínio, mesmo sabendo que os proprietários são responsáveis, por lei municipal, pela manutenção e conservação de fachadas e de objetos apostos a elas, sob penas de multas e interdição do prédio.



Professor Luiz Carlos Pinto, coordenador do Painel, em sua apresentação

De acordo com o Código Civil, a responsabilidade por zelar pela conservação da edificação é do síndico. É ele quem deve justificar aos condôminos a necessidade de se realizar serviços de inspeção e manutenção do prédio. Para os integrantes da mesa do Painei, esta é mais uma falha na regulação atual do assunto. "O síndico não é técnico. A responsabilidade pela edificação deve ser transferida para um engenheiro, que é o profissional habilitado para responder pelas questões técnicas e de segurança", defendeu Tito Lívio.

O Código de Defesa do Consumidor regula também o assunto, proibindo a contratação de serviços de engenharia em desacordo com as normas da ABNT. Como o Código tem força de lei, enquanto as normas técnicas são apenas recomendações da comunidade técnica, uma solução para garantir a obrigatoriedade periódica da inspeção e manutenção predial seria, segundo Paulo Helene, vincular a NBR 5674 ao projeto, especificando nela os períodos para a realização das inspeções.

Os demais debatedores vêm, porém, a necessidade de uma lei específica, nacional ou estadual, para regular o assunto. Para o representante da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (ABECE), engenheiro Sérgio Osório de Cerqueira, "a lei é o instrumento adequado para ativar as inspeções prediais e garantir que as manutenções sejam feitas".

Após o colapso do edifício Areia Branca, em 2004, o governo de Pernambuco editou uma lei (Lei 13.032) que tornou obrigatória as vistorias periciais trienais e as manutenções periódicas em edifícios residenciais e comerciais. A lei estipula que todos os aspectos relacionados à integridade da edificação e à sua segurança devem ser avaliados: fundações, colunas, lajes, tetos, fachadas; instalações elétricas e hidráulicas; instalações de combate ao incêndio; estado de conservação de reservatório de água e de esgotamento sanitário.

O mesmo aconteceu em Porto Alegre, onde o governo municipal editou a Lei 6323, que obriga os proprietários a realizarem a manutenção de fachadas, após a queda de marquises em 1997 e 1998, que deixaram 10 mortos e 65 feridos. Esta lei obriga o proprietário do imóvel a obter o laudo de estabilidade estrutural de fachadas e seus apostos a cada três anos.

Outras cidades já possuem suas leis de inspeção e manutenção predial, tais como Salvador, Santos e Brasília. A preocupação com o tema parece estar crescendo.



Pilar comprometido em seu desempenho estrutural pela RAA



Bloco de fundação com fissuras causadas pela RAA

Mas, tal como estão redigidas as leis em vigor, não se verificam seus efeitos práticos. Alguns dos problemas apontados pelos debatedores e participantes:

- ◆ A iniciativa pela inspeção e manutenção é do condomínio, o que não leva a um regime de inspeção e manutenção periódicas;
- ◆ As leis referenciam normas técnicas, mas estas precisam ser melhoradas quanto à especificação de critérios de inspeção e manutenção; alguns defendem a necessidade de criação de normas segmentadas, uma para cada sistema da edificação – como uma norma específica para a análise de manifestações patológicas do concreto;
- ◆ As leis são feitas a reboque dos acidentes, respondendo a deficiências locais; este enfoque é parcial, não contemplando o problema da manutenção de forma sistêmica;
- ◆ A fiscalização é insuficiente e pautada por interesses políticos: os edifícios de



Engenheiro José Antônio Granato acompanha os debates em torno do tema das inspeções prediais

classe média alta são preferenciais para a fiscalização, enquanto que os prédios que mais demandam manutenção – os de classe média baixa – não são fiscalizados

“O governo é omissivo; age apenas onde ocorre uma tragédia”, arguiu o engenheiro José Antônio Granato, representante regional do IBRACON em Pernambuco. “Em Ribeirão Preto, o projeto de lei de inspeções prediais foi vetado, porque, diante do estado de má conservação de diversas edificações públicas, demandaria recursos públicos extraordinários”, exemplificou.

Engenharia Legal

A mobilização da comunidade técnica em torno do tema, que discute a obrigatoriedade da inspeção e manutenção predial há mais de 10 anos, alcançou a apresentação de dois projetos de lei à Câmara dos Deputados: um que regula a atividade de perito judicial e de assistente técnico; outro que institui a auto-vistoria pelos condomínios de edifícios residenciais e comerciais. Os dois projetos, apresentados pelo deputado Eduardo Gomes, em 2007, estão em fase de revisão de sua redação, para adequá-la à legislação vigente. Luiz Carlos ressaltou a importância

de que a comunidade técnica discuta e colabore para que os projetos propostos venham a contribuir de fato com a questão, ao invés de serem inexecutáveis.

Segundo minuta elaborada por comissão de engenheiros que acompanhou as perícias realizadas nas fundações do edifício Areia Branca, para orientar as inspeções obrigadas pela lei estadual editada após o acidente, e trazida ao debate, os requisitos mínimos de uma inspeção bem feita, que deveriam ser especificados em lei são:

- ◆ Confrontação da concepção do projeto do prédio com sua utilização;
- ◆ Levantamento dos registros de manutenções realizadas;
- ◆ Submissão de questionários aos condôminos e ao síndico para que indiquem os problemas aparentes em suas unidades e nas áreas comuns, tais como: fissuras nas paredes, nos tetos e nos elementos estruturais; problemas com portas e janelas; deformações; infiltrações; entre outros;
- ◆ Realização de vistorias nas unidades com problemas apontadas pelos questionários;
- ◆ Realização de registros fotográficos de: manchas de umidade, formação de bolor e eflorescência; fissuras devido à corrosão de armadura, por deformação de elementos estruturais; fissuras nos elementos de vedação e em pisos e tetos; descolamentos de revestimentos; entre outros;
- ◆ Classificação das patologias segundo sua gravidade;
- ◆ Aferição das causas das patologias;
- ◆ Vinculação dos níveis de comprometimento da estrutura com os requisitos de segurança, funcionalidade e durabilidade.

Além do aspecto estrutural, o diagnóstico das condições do prédio precisa também considerar:

- ◆ Instalações hidráulicas e de esgotamento sanitário;
- ◆ Instalações elétricas e de pára-raios;
- ◆ Instalações de combate ao incêndio;
- ◆ Instalações de gás;
- ◆ Casas das máquinas e elevadores

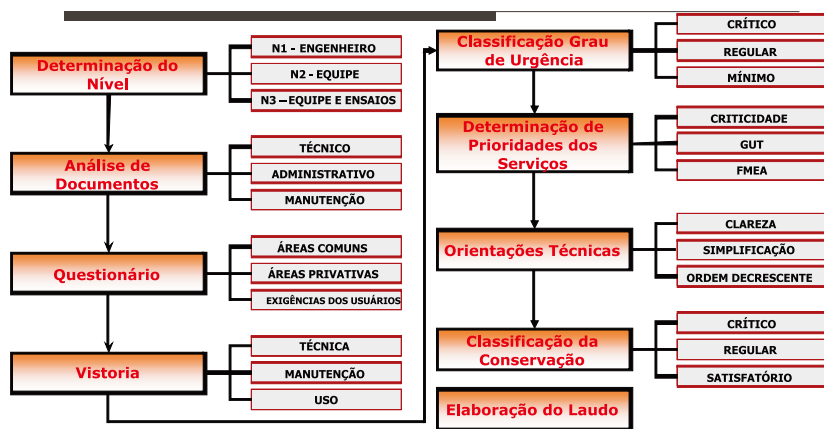
Por fim, o laudo deve conter o prognóstico, destacando o que deverá ocorrer caso as intervenções recomendadas não sejam providenciadas.

Mas, as opiniões tornam-se conflitantes quando a comunidade procura viabilizar as recomendações consensadas. Pela complexidade da análise, que envolve uma avaliação técnica, onde são observadas anomalias construtivas relativas a diferentes sistemas (estrutura de

concreto; alvenaria; vedações; instalações elétricas; etc) com base em projetos, em memoriais descritivos e em especificações; uma avaliação de uso, onde são levantadas as conformidades de segurança, de habitabilidade e do ambiente, com base em manual de segurança, em normas do meio ambiente e em manual de uso; e uma avaliação das manutenções realizadas, com a qual se procura auferir se foram bem planejadas e executadas, diversas questões foram levantadas no Painel, caracterizando-o realmente como controverso:

- ◆ O laudo deve ser único ou deve existir um laudo para cada sistema da edificação?
- ◆ Para o caso de um único laudo, quem deve ser o profissional responsável por ele – o engenheiro civil, por ser a estrutura o sistema mais crucial para a segurança e conservação?
- ◆ Ou deve se investir em cursos para formar engenheiros especializados em inspeções prediais?
- ◆ Quais seriam os requisitos mínimos do programa curricular destes cursos?
- ◆ Quais entidades deveriam oferecê-los?
- ◆ Que órgãos deveriam fiscalizar estes cursos?
- ◆ Ou o laudo deveria ser fornecido por uma equipe multidisciplinar, que contemplasse número de engenheiros e especialistas

Fluxograma da I.P. pela Norma do IBAPE/SP



Tito Lívio Ferreira Gomide

GABINETE GOMIDE

Fluxograma da Inspeção Predial proposto pelo IBAPE-SP e apresentado no Painel

suficiente para avaliar todos os sistemas de uma edificação?

- ◆ Neste caso, quem deveria coordenar a equipe?
- ◆ Por outro lado, devido aos altos custos envolvidos na inspeção/manutenção e à necessidade de reduzi-los, a inspeção não deveria ser focada nos elementos que oferecem mais riscos?
- ◆ Que elementos são esses?
- ◆ Que tipos de acessos devem ser realizados em tais elementos para se alcançar uma inspeção adequada?

São questões de difícil solução. Para Paulo Helene, o IBAPE e o IBRACON deveriam montar uma equipe multidisciplinar, com participação de representantes das diversas instituições preocupadas com o assunto, com a finalidade de discutir e oferecer respostas à sociedade. Essas entidades já

vêm organizando, conjuntamente com a ABCE, eventos sobre o tema. O IBAPE já publicou um manual para inspeções técnicas. Porém, segundo os membros da mesa, este é apenas o princípio da discussão para que a comunidade técnica desenvolva uma solução realmente efetiva para o problema da carência de uma cultura de inspeção e manutenção periódica, não só para as edificações, mas também para pontes, estádios, rodovias, reservatórios e outros equipamentos construtivos. ◆



Congressistas presentes no Painel de Assuntos Controversos



Panorama do setor ferroviário no Brasil

Samara Miyagi
All Consulting

O segmento ferroviário brasileiro, apesar de toda sua importância no processo de desenvolvimento industrial e exploração do território nacional, ainda pode ser considerado como um modal com desenvolvimento embrionário.

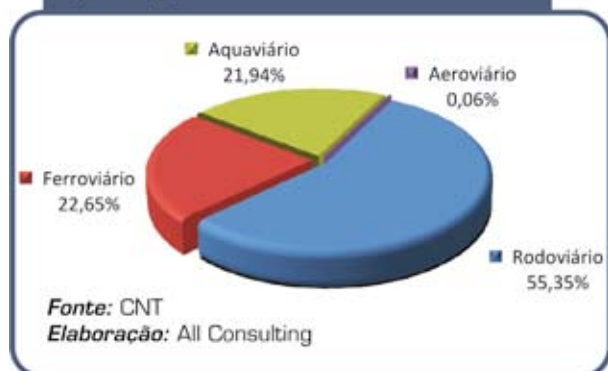
Atualmente, o Brasil movimentava cerca de 22,7% do volume de produtos pelo meio ferroviário. Este percentual pode ser considerado baixo, quando comparado ao modal rodoviário que responde por mais de 55,3% do total.

Os elevados investimentos necessários para a construção de novas ferrovias, assim como para a aquisição de material rodante (locomotivas e vagões), que devido ao seu elevado preço,

Tabela 1 – Tabela malha ferroviária – em km

MALHA FERROVIÁRIA – EM KM	
Total Nacional	29.596
Total Concedida	28.334
MALHA CONCEDIDA – EM KM	
Cia Vale do Rio Doce/FCA	9.890
MRS Logística S.A	1.674
ALL do Brasil S.A	7.225
Outras	9.545
TOTAL	28.334

Figura 1 – Cargas transportadas no País – por modal/toneladas (em %)



são entraves que continuam inibindo um melhor aproveitamento desse sistema de escoamento de produtos no Brasil.

Em virtude dessa barreira, o governo brasileiro tem apostado na privatização da malha ferroviária, de modo a deixar a cargo da iniciativa particular angariar e aplicar recursos de acordo com suas necessidades e interesses.

Até 2007, de acordo com dados da Confederação Nacional do Transporte (CNT), o País possuía aproximadamente 29,59 mil quilômetros de vias férreas, sendo que desse total, cerca de 28,3 mil km foram concedidos à administração de empresas privadas. Dentre as companhias de maior participação, merece destaque a Vale do Rio Doce/FCA, que possui 9,89 mil quilômetros sob sua concessão.

Levando-se em consideração a relevância do transporte ferroviário para a movimentação de insumos e produtos, além dos custos serem consideravelmente inferiores, quando comparados a outros modais, a estimativa – segundo o Centro de Excelência em Logística da Fundação Getúlio Vargas (FGV) de São Paulo - é de que, até 2015, a iniciativa privada realize investimentos da ordem de R\$ 25 bilhões.

Além dos aportes particulares, consta no Orçamento Geral da União de 2009 uma previsão de R\$ 2 bilhões a serem destinados para projetos no setor ferroviário - através do PAC - valor este consideravelmente superior ao aplicado em 2008, que foi um pouco menor que R\$ 700 milhões.

Os elevados aportes programados para serem aplicados no melhoramento da infra-estrutura e na construção de novas ferrovias geram uma boa perspectiva para outros ramos da economia, inclusive para o setor da construção e dos segmentos correlatos, como o de insumos.

Cabe frisar que, caso os investimentos previstos para esse modal sejam realmente empregados, os benefícios deverão ser sentidos não só pelas empresas, visto a redução nos custos, mas também para a economia das regiões atendidas por essas malhas ferroviárias, considerando-se que normal-

mente essas vias interligam os grandes centros a cidades mais afastadas.

Um fator que poderá prejudicar o desenvolvimento do setor ferroviário é a atual crise econômica mundial, que tem provocado uma forte insegurança no mercado financeiro e também tem reduzido os investimentos estrangeiros no País.

Os setores exportadores também estão sentindo os reflexos desse quadro econômico adverso, visto que tem ocorrido uma redução na demanda internacional e, conseqüentemente, tem repercutido negativamente em suas receitas. Levando-se em consideração o fato de que esses setores são os principais interessados na expansão da malha ferroviária brasileira e que, por isso, são os que destinam maiores volumes em investimentos para esse fim, a tendência é que haja uma desaceleração nesse direcionamento de verbas, tendo em vista o desempenho mais moderado do comércio externo.

De uma maneira geral, a tendência é de que a movimentação de mercadorias no País sofra um desaquecimento, em vista do período de instabilidade global, confirmando as perspectivas mencionadas acima de queda na demanda por serviços de construção, inclusive para os voltados ao segmento de malhas ferroviárias. ♦



www.allconsulting.srv.br
contato@allconsulting.srv.br

Soluções inovadoras para empresas



ESTUDO SETORIAL - CONSTRUÇÃO CIVIL E PESADA

A All Consulting é uma empresa de consultoria estratégica que monitora e analisa diversos setores da economia brasileira.



Gostaríamos de informá-los sobre o lançamento do estudo setorial de construção civil e pesada 2008.

Além de características do segmento, o estudo apresenta a evolução do desempenho do mesmo e as tendências e perspectivas para os próximos 3 anos.

Trata-se de uma excelente ferramenta para planejamento estratégico corporativo.

Além deste, a All Consulting monitora mais 25 setores, como é possível conferir em nosso site: www.allconsulting.srv.br

Visite nosso site e conheça nossos produtos e serviços

-  All Sectors
-  All Projects
-  All Updates



www.allconsulting.srv.br

Tel.: 11 3565-1701



Workshop dissemina as vantagens do concreto na pavimentação

Fábio Luís Pedroso

Pavimentos são estruturas constituídas por camadas de espessuras finitas assentadas sobre um espaço considerado teoricamente como infinito, o sub-leito, também conhecido como terreno de fundação. Essas estruturas têm uso muito variado, em rodovias, ruas, pátios industriais, estacionamentos em geral, inclusive aeroportuários, e o conhecimento de sua tecnologia é chave para o desenvolvimento econômico de um país.

Estruturas aparentemente simples – as camadas sobrepostas têm a finalidade de amortecer os impactos causados pelas cargas rolantes que passam sobre o pavimento –, escondem jogo de forças intrincadas em seu interior. A ponto do professor da Universidade de Pittsburgh, Mark Snyder, definir a engenharia de pavimentos “como a arte de moldar materiais que não conhecemos completamente, em formas que não podem ser precisamente analisadas, para apresentarem forças que não



Engenheiro Mark Snyder expôs sobre os 100 anos de pavimentação em concreto nos EUA

podem ser exaustivamente testadas, de um modo que a sociedade de uma maneira geral não tenha razões para suspeitar da ignorância do engenheiro”.

Snyder foi um dos palestrantes internacionais do “II Workshop Brasileiro sobre Pavimentos de Concretos” (PAV 2008), evento ocorrido dentro da programação do 50º Congresso Brasileiro do Concreto, em Salvador, de 4 a 9 de setembro. Ele apresentou a evolução no projeto e na construção de pavimentos de concretos nos Estados Unidos nos últimos 100 anos.

O Workshop teve a finalidade de trazer para o âmbito de discussão no cenário brasileiro as pesquisas de ponta na área de pavimentação em concreto, com o intuito de divulgá-las para o mercado e de estabelecer parâmetros para pesquisas aplicadas e inovadoras na área. “Pavimentação em concreto é uma realidade que



Fotografia artística de malha rodoviária nos EUA



Pavimento rígido usado em estacionamento de veículos

necessita ser ampliada no país, se possível, para as vias de baixo e médio volume de tráfego, em especial para as vias urbanas”, justificou o professor da Universidade de São Paulo e coordenador do PAV 2008, José Tadeu Balbo. O evento foi coordenado pela Profa. Tatiana Cervo, da Universidade Federal do Pampa (Unipampa).

Neste sentido, a palestra da professora da Universidade de Pittsburgh, Julie-Marie Vandebossche, sobre as aplicações, o projeto e a construção do Whitetopping ultra-delgado, tecnologia em estágio avançado de pesquisa e desenvolvimento nos Estados Unidos, foi o ponto alto do Workshop.

No Brasil, é mais comum o emprego do denominado pavimento flexível, feito de asfalto, mais fácil de ser aplicado do que o pavimento dito rígido, de concreto.

O pavimento é flexível porque todas as suas camadas sofrem deformação elástica



Professora Julie Vandebossche abordou a tecnologia do Whitetopping ultradelgado



Visão noturna de pavimento asfáltico

significativa sob o carregamento aplicado. Esse comportamento distribui entre as camadas, em parcelas aproximadamente iguais, a carga aplicada sobre o pavimento. É a forma de pavimentação mais antiga conhecida pelo homem, remontando ao revestimento por calçamento, com uso de poliedros ou paralelepípedos de pedra, de cerâmica, e de outros materiais. O primeiro pavimento flexível betuminoso que se tem registro foi construído na França, em 1858. No Brasil, ele data de 1910, com a rodovia São Paulo-Santos.

Já, o pavimento rígido é aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às demais camadas e, por isso, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Sua origem remonta aos Estados Unidos, no ano de 1891. No Brasil, o primeiro pavimento rígido foi construído entre 1925 e 1926 – a estrada Riacho Grande- Cubatão, o “Caminho do Mar”. Os pavimentos rígidos dividem-se, quanto ao projeto e método construtivo, em: pavimentos de concreto simples; pavimento estruturalmente armado; pavimento de concreto compactado com rolo; pavimento com peças pré-moldadas; pavimentos protendidos; whitetopping; dentre outros.

Os palestrantes do PAV 2008 foram taxativos em afirmar a superioridade do pavimento



Visão noturna de pavimento de concreto

de concreto sobre o pavimento asfáltico. Dentre os motivos apresentados, citam-se:

- ◆ Estruturas mais delgadas, que requerem menor escavação e menor movimentação de terra;
- ◆ Resistente a ataques químicos de óleos, graxas, combustíveis, ao contrário do pavimento betuminoso;
- ◆ Menor necessidade de manutenção e recuperação, diminuindo custos e minimizando as intervenções para interrupção do tráfego;
- ◆ Vida útil mínima de 20 anos, ao passo que o pavimento flexível dura, no máximo, 10 anos;
- ◆ Feito com materiais locais, com mistura a frio e consumo de energia elétrica, enquanto que o asfalto é derivado de petróleo, misturado a quente e consome óleo combustível;
- ◆ Mantém a camada de rolamento, característica não observada no asfalto que se degrada em razão de chuvas e de variação de temperatura;
- ◆ Possibilita distância maior de visibilidade horizontal em relação ao pavimento asfáltico;
- ◆ Oferece maior segurança à derrapagem, em função da textura dada à sua superfície: em média, o veículo precisa de distância 16% menor, em superfície seca, e de distância 40% menor, em superfície molhada, em relação ao asfalto, para a mesma desaceleração total;
- ◆ De coloração clara, apresenta melhor difusão de luz, permitindo uma economia de 30% com iluminação.

Apenas duas vantagens do pavimento flexível foram destacadas: a facilidade de sua execução; e a melhor aderência das demarcações viárias, devido à textura rugosa e à alta temperatura de aplicação, estimada em 30 vezes maior. “Apesar das vantagens do pavimento de concreto, sua aplicação não é tão simples para diversas situações. Por isso, o pavimento flexível nunca vai ser tornar completamente obsoleto”, concluiu a palestrante Verônica Castro.

História da pavimentação em concreto nos Estados Unidos

Os Estados Unidos foram os precursores da pavimentação em concreto. Conhecer a história dessa tecnologia e sua indústria é saber como ela foi desenvolvida ao seu estado-de-arte atual no mundo.



Primórdios da pavimentação em concreto nos EUA

O primeiro pavimento de concreto foi construído em 1891. Seu construtor foi George Bartholomew. O método construtivo consistiu simplesmente em produzir o concreto seco em ‘centrais misturadoras’, transportá-lo por caminhões até o canteiro de obras, despejá-lo no chão e dosá-lo aí mesmo. Estes primeiros pavimentos de concreto apresentavam duas características construtivas: agregados duros eram dispostos no topo do pavimento, para que ele resistisse ao impacto das ferraduras; eram produzidas ranhuras na superfície para possibilitar maior atrito à caminhada dos cavalos.

Uma curiosidade: o construtor foi obrigado por contrato a depositar uma fiança de 5 mil dólares, somente resgatada após cinco anos de uso do pavimento.

Em 1916, os Estados Unidos contavam com uma frota de 10 mil veículos. A indústria de concreto, vislumbrando uma possibilidade de fazer decolar seus negócios, construiu, com recursos próprios, vias com 3m de largura, na esperança que os motoristas demandassem dos governos milhares de quilômetros de rodovias. Na época, os pavimentos eram construídos com fôrmas laterais, o concreto continuava sendo



Travelling mixer em ação na construção de pavimento de concreto

produzido seco, mas era agora espalhado por máquinas denominadas *travelling mixer*.

Deu certo! Desta data até 1950, foram empreendidos estudos e análises sobre o comportamento dos pavimentos de concreto, no sentido de melhorar sua técnica construtiva. Em 1923, Harald Malcolm Westergaard, professor da Universidade de Illinois, publicou suas equações sobre as resistências e deflexões nos pavimentos de concreto, correlacionando a espessura do pavimento em função da carga recebida das rodas dos veículos. Ele assumiu as seguintes premissas:

- ◆ O pavimento comporta-se como um bloco único e não curva;
- ◆ As cargas são aplicadas por uma única roda (não pelas quatro);
- ◆ A fundação é semi-infinita e não é rígida.

Seu modelo foi desenvolvido sucessivamente por outros pesquisadores, com a inclusão:

- ◆ Das taxas diferenciadas de encurvamento no pavimento (Bradbury, em 1938);
- ◆ Da variação térmica como um fator importante a ser considerado no comportamento do pavimento (Thomlinson, em 1940);
- ◆ Do cálculo das resistências a partir de qualquer configuração de rodas: mapas de influência (Pickett e Ray, em 1951).

Para testar as equações, o "Bureau of Public Roads", espécie de Departamento de Estradas Públicas, empreendeu, de 1956 a 1961, a AASHO Road Test, pista experimental concebida pela Associação Americana das Secretarias de Rodovias Interestaduais para

estudar o desempenho de pavimentos, a partir de variáveis fixas, como a altura, as cargas em movimento e sua frequência. A pista possuía seis *loops*, sendo o primeiro usado apenas para avaliações da influência climática (não foi exposto a cargas rolantes). O AASHO Road Test levou a novo desenvolvimento das equações dos pavimentos rígidos, consolidadas no relatório "Projeto Estrutural de Pavimentos de Concreto", onde apareceram as características de projeto tão comumente usadas hoje em dia: juntas; barras de transferência; base e sub-base do pavimento. "Basicamente, as equações foram desenvolvidas no sentido de apresentarem mais variáveis dependentes, o que possibilita um maior número de predições", explicou Snyder em sua palestra.

Mas, apesar dos avanços no projeto, este ainda apresentava sérias limitações em decorrência dos procedimentos de testes:

- ◆ Foi usado apenas um tipo de sub-base e apenas um dosagem de concreto;
- ◆ A tecnologia dos materiais era da década de 50;
- ◆ A pista estava submetida a apenas um tipo de ambiente;
- ◆ O tempo de serviço foi de apenas 2 anos, com limitações no tráfego de caminhões.

Concomitantemente ao desenvolvimento do conhecimento sobre pavimentos rígidos, foram desenvolvidos diversos equipamentos e máquinas para facilitar e encurtar o tempo de construção de pavimentos. Um protótipo de pavimentador de fôrmas deslizantes surgiu em 1947. Ele era capaz de construir um pavimento com 450mm de largura e 125mm de altura. O primeiro pavimentador foi usado em, 1949, num trecho de 0,8km, em Primghar, com as seguintes dimensões: 150mm de altura e 6,1m de largura. Já, em 1955, apareceram os *self-propelled track-mounted paver*, capazes de



Vista aérea da AASHO Road Test, onde se vê dois de seus loops



Self-propelled track-mounted paver espalhando o concreto para pavimentação



Self-propelled track-mounted paver realizando o trabalho de acabamento do pavimento de concreto

construírem pavimentos contínuos com 7,3m de largura.

Centrais Dosadoras de Concreto substituíram os *travelling mixers*, na medida em que eram 10 vezes mais rápidas, com produção de 6 a 9m³ de concreto, o que possibilitava a pavimentação de 1,6km por dia. Costuradores de juntas passaram também a ser usados e, a partir da década de 50, as juntas passaram a serem feitas por meio dos costuradores de juntas à base de lâmina de diamante. Essas juntas, inicialmente cortadas com larguras de 3 a 4mm e profundidade de 1/3 a 1/4 da espessura do pavimento, e seladas, estabeleceram-se com larguras de 2 a 3mm, podendo ou não serem seladas.

Os desenvolvimentos no projeto e construção de pavimentos de concreto prosseguiriam nos anos seguintes, principalmente, por conta do plano de desenvolvimento da infra-estrutura do país, lançado pelo governo dos Estados Unidos e contemplado na Highway Act, de 1956. O decreto previa a construção de 60 mil quilômetros de rodovias, sendo que mais de 50% da malha seria feita de pavimentos de concreto. Seu último trecho foi finalizado em 1990.

Pelo lado do projeto, o modelo foi incrementado com a análise dos elementos finitos em duas e em três dimensões e com a adoção do Procedimento de Projeto Mecânico-Empírico (ME Design), que se destaca pela:

- ◆ Capacidade de prever tipos específicos de resistências, o que garante um projeto mais refinado;
- ◆ Maior capacidade para extrapolar dados de campo e de laboratório;
- ◆ Avaliação de novos tipos de impactos;
- ◆ Melhor capacidade para usar materiais locais;
- ◆ Capacidade para caracterizar as mudanças nos materiais usados com o decorrer do tempo;
- ◆ Capacidade de caracterização das influências advindas de condições climáticas sazonais.

Pelo lado da construção, houve os seguintes avanços:



Detalhe de ranhuras transversais feitas no pavimento rígido

- ◆ Novas dosagens de concreto: maiores resistências; uso de cimentos compostos; uso de combinação de agregados com diferentes graduações;
- ◆ Melhor caracterização do sub-leito, das bases e sub-bases, das juntas e das barras de transferência;
- ◆ Aperfeiçoamento dos sistemas de drenagem;
- ◆ Avanços nos sistemas de pavimentação: pavimentos de concreto reforçado contínuo, de concreto rolado, de concreto protendido, de concreto pré-fabricado, entre outros;
- ◆ Novas texturas para as superfícies: ranhuras transversais; ranhuras longitudinais; exposição de agregados; etc.

A partir dos anos 90, o foco passou a ser a reabilitação e reconstrução de pavimentos. Afinal de contas, apesar dos avanços vistos possibilitarem o incremento de vida útil, que passou de 10 anos, na década de 20, para 20 anos, na década de 40 e, finalmente, para até 100 anos, hoje em dia, uma proporção razoável da malha rodoviária norte-americana havia sido construída há mais de 40 anos e merecia atenção no tocante à manutenção. Dessa necessidade, sobreveio o emprego cada vez mais disseminado dos pavimentos pré-moldados e do pavimento Whitetopping.

Pavimento Whitetopping Ultradelgado

O método de reparação conhecido como Whitetopping consiste em preservar o pavimento de concreto original, lançando sobre ele uma camada reparadora que pode variar de 100 a 200mm. Este método foi, a partir dos anos 90, aperfeiçoado, de maneira que a camada reparadora variasse de 50 a 100mm. O segredo da economia: o desenvolvimento de um concreto capaz de ligar fortemente as camadas antiga e nova, possibilitando, assim, a melhor distribuição das forças no sistema, com resultado de tensões com menor intensidade.



Placas de whitetopping ultra-delgado usado na recuperação de pavimento



Detalhe de painéis onde se verifica as fissuras transversais e as quebraduras de canto

O procedimento construtivo é simples: limpeza da superfície; molhamento da superfície; concretagem do pavimento; cura; fabricação de juntas; e selamento das juntas.

Segundo Julie-Marie Vandebossche, palestrante internacional no PAV 2008, para o bom desempenho do Whitetopping ultra-delgado (UTW), é preciso considerar:

- ◆ Uma base de suporte do pavimento em boas condições (sem fissuras de fadiga no topo) e com altura de, no mínimo, 75mm;
- ◆ O dimensionamento adequado dos blocos da camada reparadora, assim como o dimensionamento dos espaços entre as juntas;
- ◆ Materiais compósitos selecionados do concreto;
- ◆ Dados de entrada, tais como: tráfego; altura da camada; condições climáticas; entre outras.

Atualmente, existem nos Estados Unidos 300 pavimentos de UTW, totalizando 835 mil metros quadrados construídos, para aplicações variadas, como: ruas, interseções; estacionamentos; pisos aeroportuários. Sua larga aplicação deve-se, em grande parte, à sua longa vida útil e a seu baixo custo de manutenção; outras vantagens citadas foram:

- ◆ Melhora o desempenho estrutural do sistema, reagindo como se apoiado numa base sólida;
- ◆ Rápida execução, o que garante breves interrupções do tráfego;
- ◆ Menor canteiro de obras para sua execução;
- ◆ Maior visibilidade horizontal da pista;
- ◆ Não desnivela.

As patologias típicas desse pavimento são as fissuras transversais e as fissuras de canto nas placas do pavimento. Testes de campo possibilitaram constatar que o UTW com 102mm de espessura e com painéis de 1,2 x 1,2m são uma boa alternativa, em termos de desempenho, por apresentarem, com o uso, menor número de fissuras transversais e de quebraduras de canto. Vandebossche detalhou outras características de um bom projeto:

- ◆ Distância entre juntas de 12 a 18 vezes a espessura do pavimento;



Distribuição das quebraduras de canto no whitetopping ultradelgado

- ◆ Juntas longitudinais posicionadas longe do alcance do caminho previsto das rodas dos veículos;
- ◆ Dosagem do concreto com baixa taxa de cimento e de água, com uso de fibras sintéticas, com resistência à compressão mínima de 2500MPa e boa de 4000MPa.

“A palestra da professora Julie-Marie foi muito oportuna, porque levantou um assunto quase esquecido pelos engenheiros brasileiros envolvidos com projeto e construção de pavimentos. Foram palavras otimistas e estimulantes para retomada do emprego de placas delgadas de concreto na recuperação de pavimentos”, concluiu o Prof. Balbo.

Palestras disponíveis no site www.ibracon.org.br ◆



Como controlar fissuras de origem estrutural?

Fábio Luís Pedroso



Pilar rompido pelos esforços estruturais na edificação



Detalhe da galeria, onde se visualiza as fissuras estruturais, apresentado no Painel

Uma barra de concreto dilata ou retrai sob ação da temperatura. Ela pode encolher por conta da dissipação do calor de hidratação. A reação química de hidratação do cimento é exotérmica, ou seja, o material inicialmente se aquece e, em seguida, perde calor para o meio ambiente e, desta forma, acaba por perder volume, fenômeno conhecido por retração térmica. Mas, ocorre também que a perda volumétrica pode ser causada pela evaporação do excesso de água que está presente na mistura. Neste caso, temos a retração hidráulica. As retrações térmicas ou hidráulicas são iniciais ou ocorrem durante o período construtivo. As dilatações ou retrações sob ação da temperatura ambiente ocorrem a qualquer tempo, basta que haja uma variação de temperatura.

Desta constatação físico-química, surge o problema de se projetar uma obra de maneira que os movimentos de expansão e retração

nas peças estruturais de concreto não acabem por danificar a estrutura como um todo, uma vez que as peças são ligadas umas às outras. Quando acontece de o projeto não prever adequadamente o movimento de seus elementos estruturais, o que ocasiona patologias, como fissuras e infiltrações, essas patologias são ditas de origem estrutural.

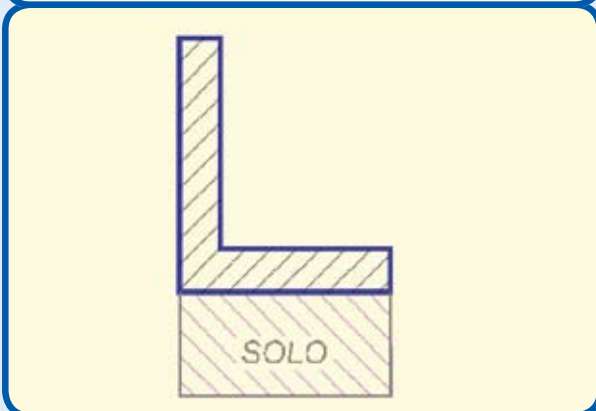
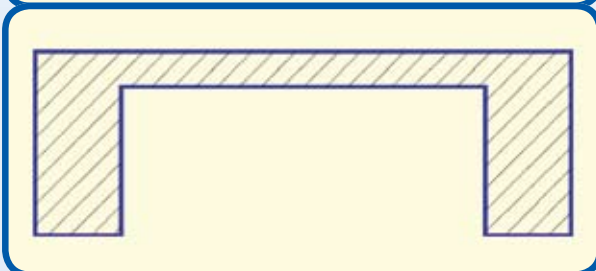
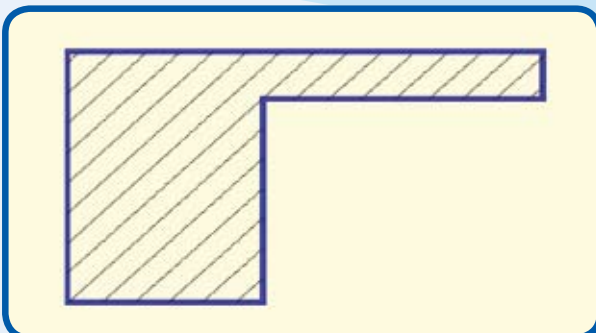
Este problema foi tema de Painel de Assuntos Controversos, promovido pelo Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON, dentro da programação do 50^o Congresso Brasileiro do Concreto, evento ocorrido de 4 a 9 de setembro de 2008.

O Painel restringiu-se a discutir o problema das variações volumétricas que causam transtornos no contexto estrutural dos projetos de edificações, dedicando especial atenção ao pavimento de cobertura, que é onde os elementos estruturais são mais afetados por sua maior exposição às intempéries. Para isso, convidou para compor a mesa os professores Antonio Carlos Reis Laranjeiras, da



Componentes da Mesa do Painel: geólogo Carlos Campos (esq.) e engenheiros Marcello Moraes, Antonio Laranjeiras e Luiz Aurélio da Silva

Universidade Federal da Bahia, e Marcello da Cunha Moraes, da Universidade de Brasília, e o engenheiro projetista Luiz Aurélio Fortes da Silva, da TQS Informática. O mediador foi o geólogo e mestre em engenharia civil Car-



Desenhos de peças estruturais suscetíveis à fissuração por retração térmica ou hidráulica

los Campos, diretor técnico do IBRACON.

Segundo os professores Laranjeiras e Moraes, a principal causa das patologias de origem estrutural são as restrições impostas à estrutura: peças delgadas solidarizadas a peças robustas, quando submetidas aos esforços causados pela retração térmica ou hidráulica, podem fissurar, se o projeto estrutural não for bem concebido. Exemplo ilustrativo foi apresentado ao auditório:

um edifício com um pilar periférico posicionado perpendicularmente em relação aos demais, recebendo frontalmente todos os esforços estruturais de movimentação da laje. Resultado irremediável: uma fissura de ruptura na base do pilar!

Num outro exemplo, a obra sofreu fissuração vertical nas faces interna e externa de suas paredes, com abertura máxima de 0,3mm, visualizadas 48 horas após a concretagem, logo após a retirada das fôrmas. "Os pilares de fachada encolhem mais do que os pilares internos, o que aperta a alvenaria pelas vigas", explicou o professor Augusto Carlos de Vasconcelos, da platéia.

"O segredo para o bom desempenho estrutural é usar o bom senso na concepção do projeto: artifício de soltar os primeiros pavimentos, que sofrem mais com as retrações, por estarem fixos às fundações; e a necessidade de impermeabilizar a cobertura", emendou o engenheiro calculista Bruno Contarini, que, entre suas obras, projetou a Ponte Rio-Niterói



Professor Laranjeiras numa de suas intervenções na discussão do tema controverso



Professor Antonio Vasconcelos, presente no auditório do Painel, participou ativamente do debate

e o Museu de Arte Contemporânea de Niterói. Bruno apresentou também palestra sobre a Cidade da Música no 50º CBC2008.

Outras soluções estruturais apresentadas foram: alta densidade de armaduras de retração (que absorvem as forças de tração, minimizando seus efeitos) nos pavimentos superiores e dimensionamento adequado de elementos estruturais (pilares, vigas e lajes mais rígidos) e dos espaçamentos das juntas. "Os edifícios altos projetados atualmente, com mais de 20 pavimentos, são concebidos para resistir à ação dos ventos; por isso, eles possuem armaduras para resistir aos deslocamentos volumétricos na estrutura", ponderou Luiz Aurélio. "Porém, os edifícios altos projetados antes de 1994, que não previam a ação horizontal dos ventos, possuem pilares menos rígidos, vigas e lajes mais esbeltas e pequena densidade de armadura nos pavimentos superiores, ficando a estrutura mais suscetível às patologias causadas por retração", completou.



Engenheiro Bruno Contarini, também presente no Painel, opinou sobre como controlar as fissuras estruturais

Modelo imperfeito

Nem todos, porém, concordaram com as soluções propostas. Para Carlos Campos, "a diferença de temperatura entre o exterior e o interior de uma edificação alta pode chegar a 20°C, indício de que não há conforto estrutural". Pesquisas realizadas nos Estados Unidos, trazidas para o debate, apontaram que pontes de concreto desenvolvem fissuras transversais antes de completar um mês de vida. Para muitos dos presentes, o concreto é feito para fissurar e as aberturas de fissuras



Coordenador do Painel, Carlos Campos, em sua apresentação, onde levantou o tema das patologias estruturais nos apartamentos de cobertura

acima do valor estipulado em projeto caracterizam erros construtivos; muito raramente são erros de projeto.

A resistência em admitir erros de concepção estrutural, creditando todas as patologias a erros de execução, ficou visível na observação feita por um dos participantes de que "não é possível chegar às causas das patologias vendo fotos". Mas, neste aspecto, Laranjeiras foi taxativo: "os casos apresentados trazem fissuras causadas por retração térmica, em alguns exemplos agravadas por retração hidráulica. A controvérsia deve ser voltada para como controlar a fissuração".



Luiz Aurélio apresentou modelagem da influência térmica sobre a estrutura de concreto

Modelagem da influência térmica sobre a estrutura de concreto em dois projetos de edificação – um edifício-tipo de 15 pavimentos e outro com 30 pavimentos –, apresentada no evento, mostrou:

- ◆ Que os deslocamentos horizontais máximos em decorrência da variação térmica foram inferiores a 4mm;
- ◆ Que os esforços advindos da variação volumétrica foram mais danosos nos primeiros pavimentos, por causa da

retenção promovida pelas fundações e pelas paredes de contenção.

O modelo considerou a deformação do pórtico espacial para contemplar:

- ◆ O carregamento máximo de temperatura no pavimento superior e o carregamento mínimo no pavimento inferior, em relação à temperatura ambiente;
- ◆ A distribuição dos carregamentos, segundo as diferentes combinações de dimensionamento de lajes, pilares e vigas no estado limite último;
- ◆ A interação solo-estrutura;
- ◆ E a retração dos elementos estruturais.

Porém, a limitação do modelo em relação à sua capacidade de previsão das variações volumétricas nas peças estruturais de concreto, sob influência da temperatura e da umidade, assim como da transferência dessas forças para outros sistemas, ficou patente. Segundo Luiz Aurélio:

- ◆ Os carregamentos térmicos são considerados como impostos instantaneamente na modelagem, diferentemente do que é observado na realidade;
- ◆ A variação de temperatura é plotada homogeneamente para todo o pavimento, o que também não se verifica na realidade;
- ◆ Alvenarias, foros, pisos e vedações não são considerados no modelo.

“A temperatura interna da estrutura não varia na mesma intensidade da temperatura do ambiente e não existem trabalhos técnicos conclusivos sobre a transferência de calor do meio ambiente para a estrutura”, explicou Aurélio.

A propósito: uma das razões apontadas para tanta controvérsia em torno do assunto é justamente a carência de bibliografia nesta área. Razão também para que o assunto continue sendo pautado pelo IBRACON para seus próximos eventos. “Duas horas foi um tempo muito curto para debater o tema. Existem propostas para que, no próximo Congresso Brasileiro do Concreto, a ser realizado em Curitiba, seja criado um espaço de tempo maior, ou talvez um seminário específico sobre o assunto”, informou Campos. ◆



Audiência atenta e participativa no debate do assunto das movimentações higrótérmicas

A utilização do reômetro na avaliação do comportamento de concretos no estado fresco aplicados na construção civil

Alessandra L. de Castro
Victor Carlos Pandolfelli
DEMa, UFSCar

Jefferson B. L. Liborio
SET/EESC/USP

Abstract

As on a macroscopic scale concrete flows as a liquid, anything more appropriate than using rheological concepts to evaluate its fresh behavior. In the last years, the rheological properties of concrete have been studied by rheometers, sophisticated equipments that give the flow curve of the material. Thus, this paper presents some advantages of this equipment utilization in the evaluation of fresh concrete behavior. As the rheometer is not widely used, a correlation between the parameters obtained with this equipment and the value measured by the slump test was made, being verified that the later is more sensitive to the yield stress than to the plastic viscosity. Besides this, the workability loss process of the concretes was associated to a slump value reduction and to a correspondent increase of both rheological parameters.

Keywords: Concrete; Workability; Rheology; Rheometer; Slump test.

Resumo

Como macroscopicamente o concreto flui como um líquido, nada mais adequado do que utilizar os conceitos da reologia para a avaliação do seu comportamento

quando no estado fresco. Nos últimos anos, as propriedades reológicas do concreto têm sido estudadas por meio de reômetros, equipamentos sofisticados que determinam a curva de cisalhamento do material. Assim, o presente trabalho apresenta algumas vantagens da utilização desse equipamento na avaliação do comportamento do concreto no estado fresco. Como o reômetro não é utilizado em uma grande extensão, foi feita uma correlação entre os parâmetros obtidos com esse equipamento e o valor medido pelo ensaio de abatimento de tronco de cone, verificando-se que o último é mais sensível à tensão de escoamento do que à viscosidade plástica. Além disso, o processo de perda da trabalhabilidade dos concretos foi associado com uma redução do valor do abatimento e um correspondente aumento de ambos os parâmetros reológicos.

Palavras-chave: Concreto; Trabalhabilidade; Reologia; Reômetro; Ensaio de abatimento.

1. Introdução

Do ponto de vista reológico, o concreto pode ser entendido como uma concentração de partículas sólidas em suspensão (agregados) em um líquido viscoso (pasta de cimento). Macroscopicamente, o concre-

to flui como um líquido. Assim, nada mais adequado do que buscar os conceitos da reologia para se estudar seu comportamento no estado fresco.

Na literatura, devido a uma vasta evidência experimental, concluiu-se que o concreto fresco se comporta como um fluido plástico ou binghamiano (TATTERSALL & BANFILL, 1983) para o intervalo das taxas de cisalhamento envolvidas no seu processo prático. Assim, a tensão necessária ao escoamento do material – tensão de cisalhamento (τ) – é igual à soma da tensão de escoamento (τ_o) e de outro termo proporcional à taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$), denominado viscosidade plástica (μ) (equação 1).

$$\tau = \tau_o + \mu\dot{\gamma} \quad (1)$$

Como o concreto fresco é um material extremamente heterogêneo, os parâmetros reológicos são normalmente medidos como parâmetros dependentes do equipamento utilizado no ensaio e expressados em unidades de torque, resultando em curvas de cisalhamento dando o torque (T) como uma função da velocidade de rotação (N) (equação 2).

$$T = g + h*N \quad (2)$$

Onde: g – torque de escoamento, em [Nm] – é a intersecção com o eixo do torque e h – viscosidade de torque, em [Nm.s] – é a inclinação da reta. Essas duas constantes são análogas à tensão de escoamento e a viscosidade plástica, respectivamente.

Nos últimos anos, a reologia do concreto fresco tem sido estudada com determinações que variam entre métodos de ensaio simples e práticos, como o ensaio de abatimento de tronco de cone, até equipamentos mais sofisticados que determinam as curvas de cisalhamento do material, como os reômetros.

Os reômetros são equipamentos desenvolvidos para a avaliação das propriedades reológicas de fluidos e suspensões. Eles são equipamentos precisos não apenas para a pesquisa, mas também para estudos práticos e medidas de controle da qualidade do material. Com sua utilização é possível obter muito mais informações do que com os ensaios empíricos tradicionais, reduzindo os custos com material e mão-de-obra. Também, essas informações

são mais objetivas, uma vez que o ensaio é totalmente automatizado e controlado por computador (De LARRARD et al., 1996).

Os reômetros permitem avaliar o comportamento da tensão de escoamento e da viscosidade plástica em função de outras variáveis, como tempo, temperatura etc. Além disso, eles permitem ao usuário não apenas detectar perdas de trabalhabilidade, mas também conhecer a origem do fenômeno.

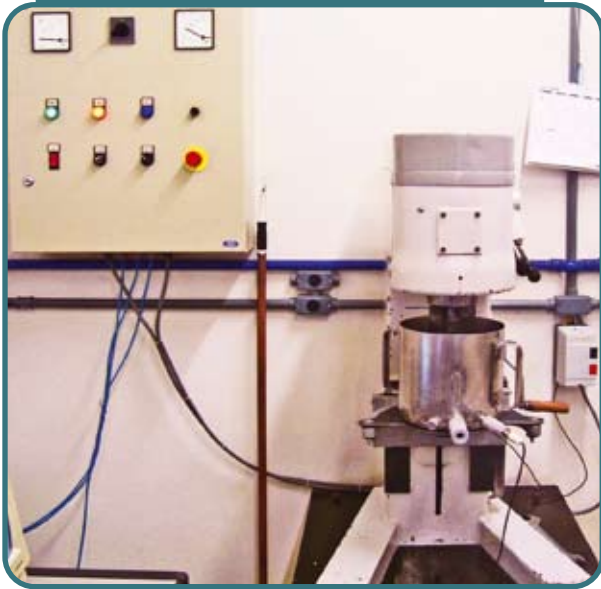
O reômetro utilizado foi desenvolvido na Universidade Federal de São Carlos e destinado à avaliação reológica de concretos refratários. O projeto foi baseado em um misturador planetário originalmente composto por um motor de corrente alternada, um câmbio de quatro velocidades e uma cuba cilíndrica com capacidade para misturar até 10 kg de concreto. O sistema de redução original foi mantido para transferir a rotação do motor para o planetário, porém algumas mudanças foram feitas no misturador original: a capacidade da cuba de mistura foi reduzida para 4 kg de material e a instalação de entradas para sensores de pH e temperatura. Para o controle da rotação do equipamento e, conseqüentemente, aplicação do cisalhamento ao concreto, um servo-motor de corrente contínua substituiu o motor original e a velocidade de rotação tornou-se variável (PILEGGI, 2001).

A introdução do novo servo-motor exigiu a construção de um painel de controle, no qual estão contidos um conversor de corrente alternada para contínua, um sistema de segurança que limita a corrente máxima que pode ser fornecida ao motor, um controlador de rotação do motor, além de pontos de conexão para a comunicação com um computador. O painel de controle foi conectado a um computador e um software específico também foi desenvolvido para controlar o reômetro e analisar os dados coletados (PILEGGI, 2001).

A vantagem da consideração do modelo planetário é que este permite avaliar tanto concretos com alta fluidez quanto misturas com fluidez reduzida e sem coesão. Essa possibilidade amplia o campo de utilização do equipamento quando comparado aos reômetros de cilindros concêntricos, além de permitir o estudo da mistura e a simulação de diversas técnicas de aplicação dos concretos, dentre outras coisas.

O equipamento controla a velocidade de rotação (cisalhamento) da pá misturadora e mede a força (torque) necessária para mantê-la se movendo sob uma determinada rotação.

Figura 1 – Reômetro planetário da “1ª geração”

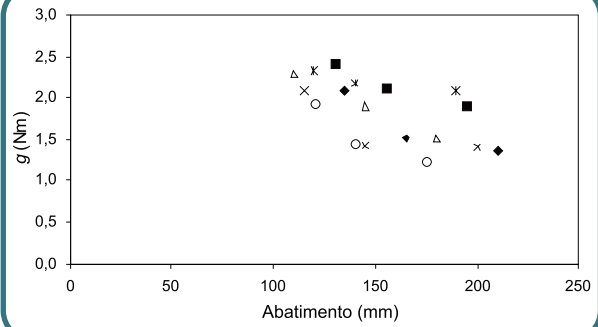


Assim, o reômetro (figura 1) em sua arquitetura final, é um equipamento que possui força, velocidade e precisão suficientes para estudar os mais variados tipos de concretos. Ele permite o estudo de diferentes aspectos da preparação desse material, incluindo o procedimento de mistura, a influência das adições e o comportamento reológico. É uma ferramenta eficiente

Figura 2 – Reômetro planetário da “2ª geração”



Figura 3 – Correlação entre o abatimento e o torque de escoamento (R^2 médio = 0,8474)



para a caracterização de concretos e, o mais importante, ele contribui para o preenchimento de espaço entre a tecnologia desses materiais e sua caracterização.

Um segundo reômetro (figura 2), que constitui uma evolução do primeiro equipamento desenvolvido no laboratório, também foi utilizado. Ele possui os mesmos detalhes técnicos, mecânicos e de funcionamento descritos anteriormente, porém contém algumas características adicionais em sua concepção: apresenta uma arquitetura específica para ensaios de reometria (arquitetura helicoidal planetária) e o controle pode ser microprocessado tanto por rotação quanto por torque.

2. Correlação entre o ensaio de abatimento de tronco de cone e o reômetro

Como os reômetros não são utilizados em grande extensão na prática das constru-

Figura 4 – Correlação entre o abatimento e a viscosidade de torque (R^2 médio = 0,5882)

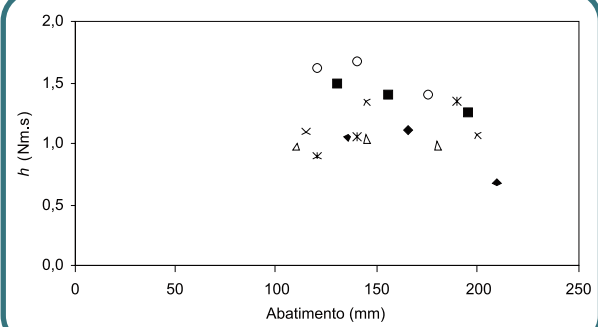
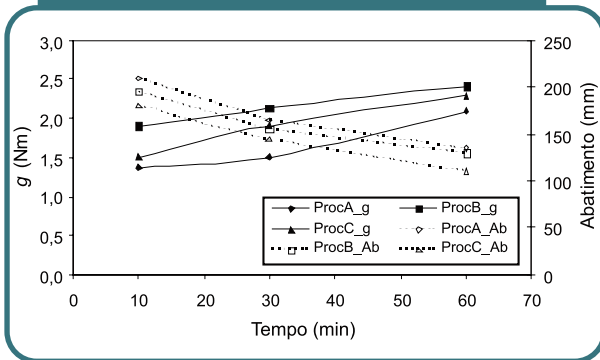


Figura 5 – Exemplos da evolução do torque de escoamento (g) e do abatimento (Ab) ao longo do tempo

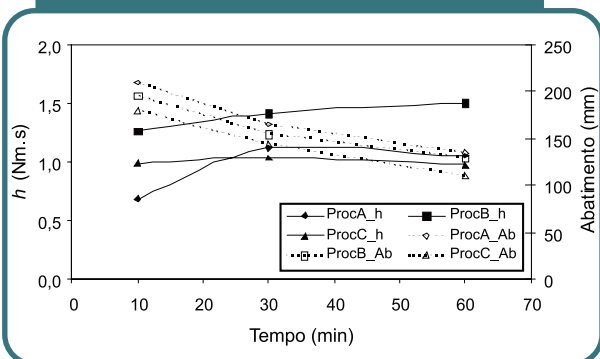


ções, é interessante determinar correlações entre os parâmetros obtidos com esses equipamentos e os valores medidos com o ensaio de abatimento de tronco de cone amplamente utilizado.

Diversas tentativas têm sido feitas para se encontrar uma correlação entre a viscosidade plástica (de torque), a tensão (torque) de escoamento e o abatimento de uma mistura de concreto. Porém, a maioria dos pesquisadores concorda que o ensaio de abatimento de tronco de cone é um método de ensaio essencialmente estático, dependente principalmente da tensão de escoamento do concreto e, em uma menor extensão, da viscosidade plástica do material (HU et al., 1996).

As correlações entre o torque de escoamento e o abatimento (figura 3) apresentaram coeficientes médios iguais a 0,8474, mostrando que esses dois parâmetros estão fortemente correlacionados como inicialmente esperado. Para a viscosidade de torque, os coeficientes de correlação médios entre esse

Figura 6 – Exemplos da evolução da viscosidade de torque (h) e do abatimento (Ab) ao longo do tempo



parâmetro reológico e o abatimento foram de 0,5882 (figura 4). Assim, esses resultados indicam que o abatimento realmente é mais sensível ao torque de escoamento do que à viscosidade de torque, o que está de acordo com diversos estudos disponíveis na literatura.

Quando uma mistura de concreto é dosada, não é necessário apenas encontrar as especificações para o seu comportamento reológico inicial, mas também garantir que esse comportamento permaneça estável durante o tempo necessário para o seu lançamento, ou seja, que nenhuma mudança significativa dos parâmetros reológicos seja observada durante a primeira hora após o contato água-cimento (De LARRARD et al., 1996).

De acordo com as observações feitas (figuras 5 e 6), a evolução dos parâmetros reológicos foi acompanhada por um aumento do torque de escoamento, enquanto a viscosidade de torque permaneceu praticamente constante durante o ensaio (menores acréscimos ao longo do tempo). Assim, o processo de perda da trabalhabilidade dos concretos normalmente está associado com uma redução do valor do abatimento e um correspondente aumento de ambos os parâmetros reológicos.

3. Vantagens adicionais de se utilizar o reômetro

3.1. IDENTIFICAÇÃO DA NATUREZA REOLÓGICA DO CONCRETO

As propriedades reológicas do concreto fresco são determinadas a partir da construção de curvas de cisalhamento com o auxílio de um reômetro. Essas curvas são necessárias para caracterizar adequadamente materiais à base de cimento como fluidos não-newtonianos, uma vez que sua viscosidade depende tanto da taxa de cisalhamento quanto da duração do cisalhamento. Dessa maneira, é possível determinar a relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de cisalhamento sob condições definidas fisicamente.

Para a caracterização reológica dos concretos, as misturas são submetidas a ciclos de cisalhamento em escada (patamares), com velocidade de rotação variada. As curvas de cisalhamento obtidas são ajustadas

Figura 7 – Partes ascendentes das curvas de cisalhamento ajustadas ao modelo binghamiano

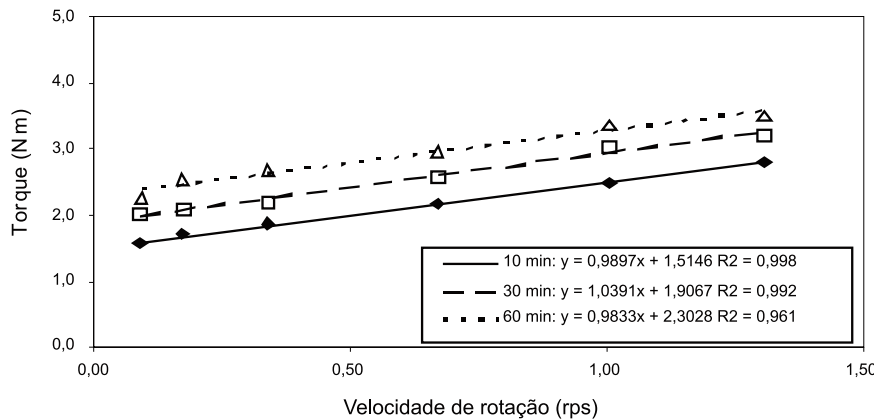


Figura 8 – Curva de mistura obtida com o reômetro. Nesse caso, a energia de mistura obtida foi de 835 Nm.s

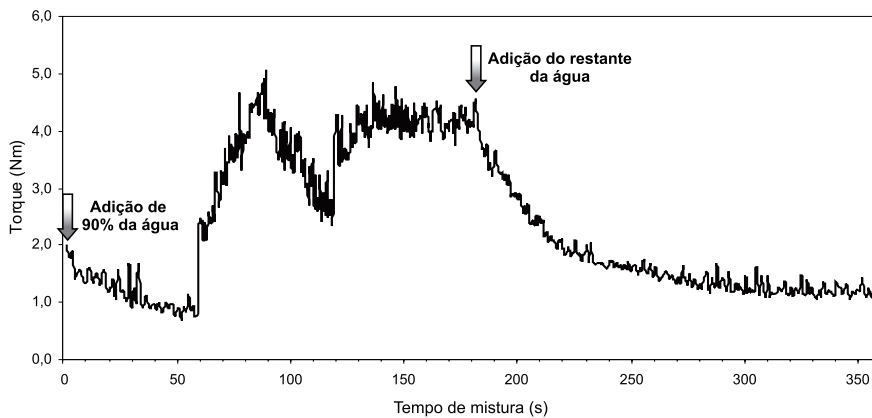
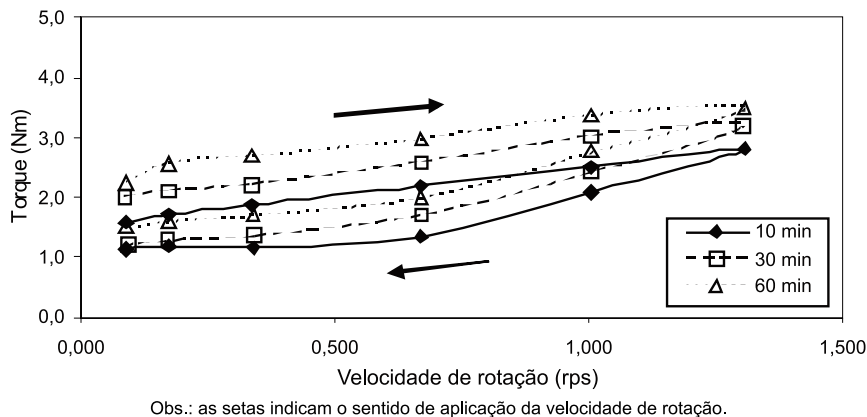


Figura 9 – Curvas de cisalhamento obtidas com o reômetro ao longo do tempo



Obs.: as setas indicam o sentido de aplicação da velocidade de rotação.

tadas aos modelos reológicos existentes e o comportamento é identificado pelo modelo que apresentar o maior coeficiente de correlação entre os dados obtidos com o reômetro e a reta que o caracteriza. Um exemplo é mostrado na figura 7.

3.2. VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE MISTURA E DO COMPORTAMENTO TIXOTRÓPICO DO CONCRETO

Por ser um dos poucos estágios do processamento, a mistura exerce uma influência direta no comportamento reológico e nas propriedades finais dos concretos. As curvas de mistura (figura 8) obtidas com o reômetro permitem a compreensão das variáveis que afetam esta etapa.

As curvas de histerese (figura 9) são úteis como um indicador preliminar do comportamento, porém elas não fornecem uma boa base para a análise quantitativa do mesmo. Porém, a tixotropia de materiais à base de cimento vem sendo quantificada pela medida da área de histerese, considerada como uma representação do trabalho realizado por unidade

de tempo e unidade de volume pela pasta de cimento para quebrar algumas das ligações inicialmente presentes.

3.3. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO AO LONGO DO TEMPO SUBMETIDO AO CISALHAMENTO CONTÍNUO

A avaliação do comportamento de concretos sob uma taxa de cisalhamento contínua ou, mais precisamente, sob uma velocidade de rotação constante, mediante o estudo da taxa de quebra estrutural do material em função do tempo, constitui uma técnica alternativa às curvas de cisalhamento para a avaliação preliminar desse comportamento.

Assim, o comportamento ao cisalhamento dos concretos pode ser acompanhado ao longo do tempo. Para isso, as misturas são submetidas a um cisalhamento contínuo (velocidade de rotação constante) por um período de tempo indefinido, isto é, até que o torque limite de segurança do equipamento seja atingido ou que a mistura se apresente sem coesão (a mistura girando no vazio). As curvas experimentais normalmente são suavizadas para reduzir o

Figura 10 – Curvas do torque em função do tempo para concretos de composições diferentes

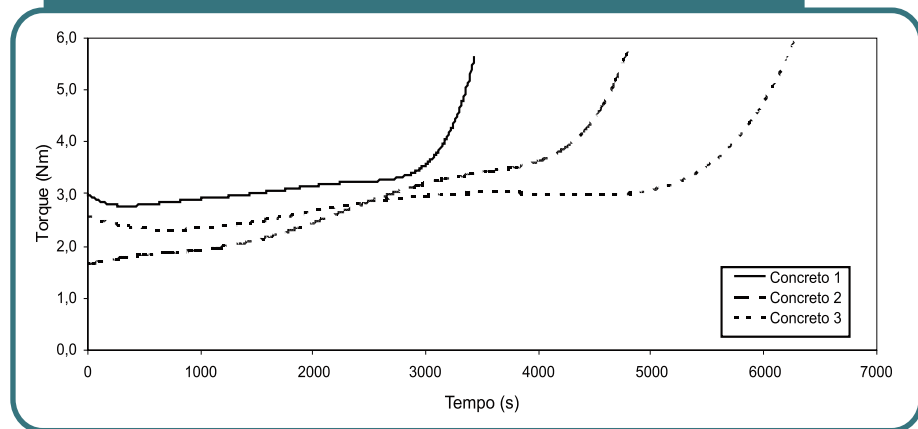


Figura 11 – Exemplo da evolução da temperatura para concretos de composições diferentes

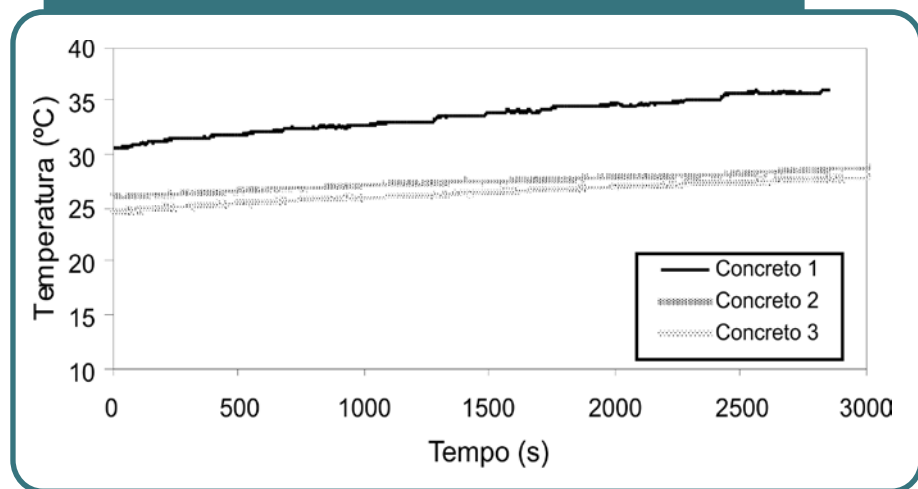
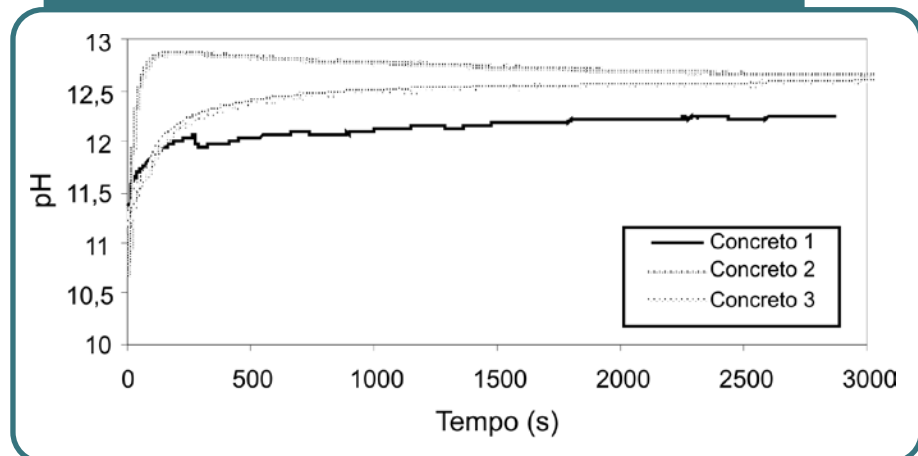


Figura 12 – Exemplo da evolução do pH para concretos de composições diferentes



ruído e melhorar a visualização das tendências de endurecimento (figura 10).

3.4. VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO PH

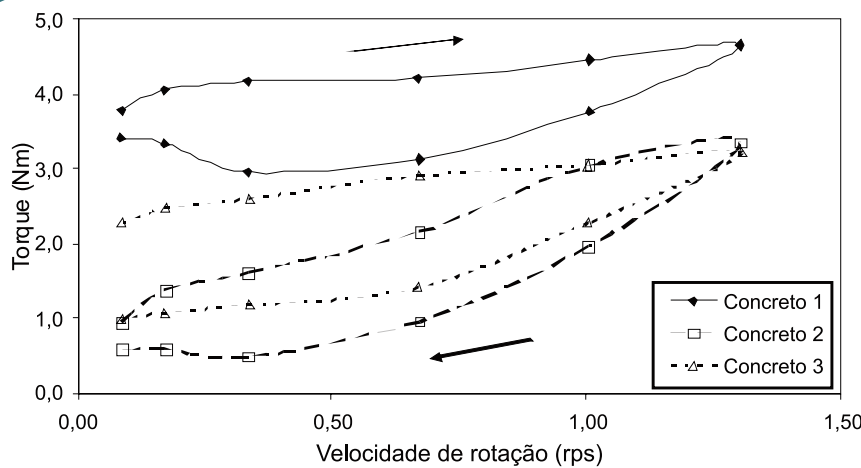
Efeitos secundários, como a influência da variação da temperatura e do pH ao longo do tempo, também podem ser verificados durante a avaliação do comportamento dos concretos sob cisalhamento. Para isso, sensores medidores desses fatores são inseridos na amostra por meio de dispositivos anexados a cuba e ambos ligados a um sistema digital de leitura conectado a um computador, sendo

os dados também registrados pelo software do reômetro. Exemplos de curvas mostrando a evolução desses fatores ao longo do tempo são apresentados nas figuras 11 e 12.

3.5. VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DA MISTURA E DO PROCEDIMENTO DE MISTURA

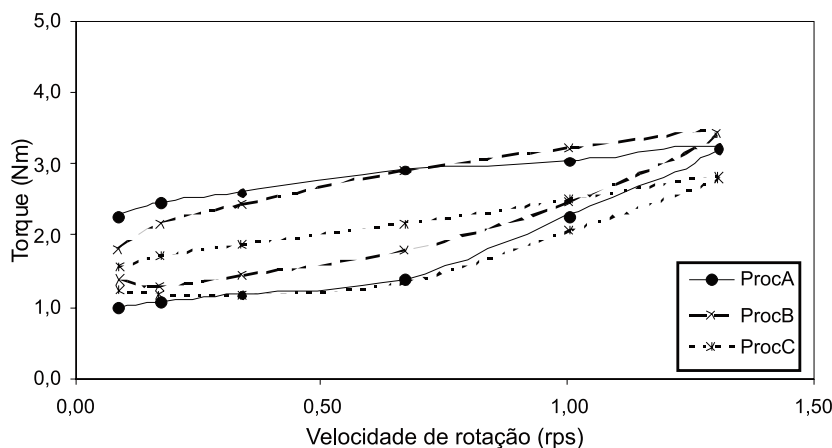
A utilização do reômetro permite verificar a influência da composição e do procedimento de mistura adotado na produção dos concretos (figuras 13 e 14) com maior precisão do que o tradicional ensaio de abatimento de tronco de cone. Além disso, o reômetro permite avaliar a trabalhabilidade de concretos com uma ampla variação da consistência (desde materiais com abatimento próximo de zero até concretos auto-adensáveis).

Figura 13 – Curvas de cisalhamento de concretos de composições diferentes



Obs.: as setas indicam o sentido de aplicação da velocidade de rotação.

Figura 14 – Curvas de cisalhamento de concretos produzidos seguindo procedimentos de mistura variados



Obs.: as setas indicam o sentido de aplicação da velocidade de rotação.

4. Conclusões

O reômetro constitui uma ferramenta eficiente para a avaliação do comportamento do concreto no estado fresco. Ele permite obter informações precisas que vão além da avaliação da trabalhabilidade e de sua perda ao longo do tempo, tais como a identificação da natureza reológica, a verificação da eficiência de mistura e do comportamento plástico/tixotrópico, a avaliação do comportamento ao longo do tempo quando submetido a um cisalhamento contínuo e a verificação da influência da temperatura, do pH, da composição da mistura e do procedimento adotado na sua produção.

A correlação entre os parâmetros obtidos com o reômetro e o valor medido pelo ensaio de abatimento verificou que o último é mais sensível à tensão de escoamento do que à viscosidade plástica. Além disso, a partir da evolução desses parâmetros com o tempo, o processo de perda da trabalhabilidade dos concretos foi associado com uma redução do valor do abatimento e um correspondente aumento de ambos os parâmetros reológicos.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de estudo e apoios concedidos. O apoio do engenheiro Fernando Valenzuela na parte experimental também é reconhecido pelos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] CASTRO, A. L. Aplicação de conceitos reológicos na tecnologia dos concretos de alto desempenho. 2007. 302p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Interunidades (IFSC/IQSC/EESC), Universidade de São Paulo. São Carlos/SP, 2007.
- [02] De LARRARD, F. et al. Evolution of the workability of superplasticized concretes: assessment with the BTRHEOM rheometer. In: INTERNATIONAL RILEM CONFERENCE – PRODUCTION METHODS AND WORKABILITY OF CONCRETE, 1996, Paisley/Scotland. Proceedings... London: E & FN Spon, 1996. p. 377-388.
- [03] HU, C. et al. Validation of BTRHEOM, the new rheometer for soft-to-fluid concrete. Materials and Structures, v. 29, n. 194, p. 620-631, Dec. 1996.
- [04] PILEGGI, R. G. Ferramentas para o estudo e desenvolvimento de concretos refratários. 2001. 187p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP, 2001.
- [05] TATTERSALL, G. H.; BANFILL, P. F.G. The rheology of fresh concrete. London: Pitman, 1983. ◆

PROMOÇÃO IMPERDÍVEL!

Coleção Livros Técnicos IBRACON



Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.
Autores: Profs. Kumar Mehta e Paulo Monteiro

Materiais de Construção Civil – vols. 1 e 2.
Coordenador: Prof. Geraldo Isaia

Concreto: ensino, pesquisa e realizações – vols. 1 e 2.
Coordenador: Prof. Geraldo Isaia

5 livros por apenas R\$ 200,00
(não incluso o valor do frete)

Uma verdadeira biblioteca sobre o concreto!
Referências básicas para engenheiros civis, profissionais do mercado construtivo e estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura

Corra! A promoção é por tempo limitado.

Acesse hoje mesmo a **Loja Virtual do IBRACON**
no site www.ibracon.org.br.

Se preferir, fale conosco:
Marilene | Tel.: 11-3735-0202 – e-mail: marilene@ibracon.org.br

Shanghai World Financial Center: redução de oscilações

Recém-inaugurado na China, o Shanghai World Financial Center, edificação multi-uso de 492m, a segunda maior do mundo, foi projetado para suportar intensas cargas horizontais provocadas pela ação do vento e de terremotos. O feito é resultado da combinação de um projeto estrutural eficiente com a tecnologia dos amortecedores de massa sincronizados antivento (*anti-wind tuned mass dampers*).

A estrutura consiste de pilares-paredes (*shear walls*) no núcleo da edificação conectados às megacolunas periféricas de concreto por meio de treliças metálicas (*outrigger truss*), em diagonal; completa o projeto, uma megatreliça externa, também conectada aos *outrigger truss*. Esta seção estrutural funciona para sustentar as cargas horizontais, enquanto aquela, para suportar o esforço vertical.



Para reduzir a oscilação da edificação, foi instalado em seu topo dois atenuadores dinâmicos sincronizados antivento, capazes de promover uma redução de até 40% nas acelerações provocadas pelo vento ou por abalos sísmicos. O mecanismo é formado por contrapesos que se movimentam em oposição aos deslocamentos eólicos ou sísmicos, detectados eletronicamente.

DADOS TÉCNICOS

Área construída: 381600m²

Pavimentos: 101

pavimentos acima do solo e 3 abaixo

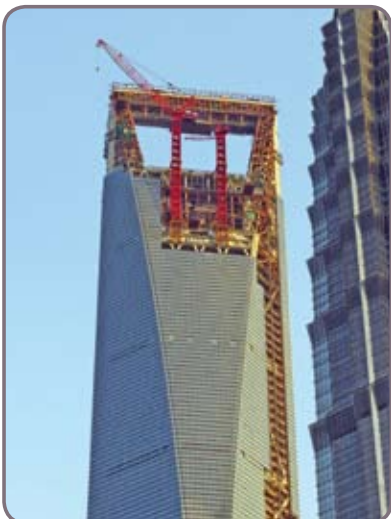
Projeto arquitetônico:

Level-one Architecture
Institute of Mori Hill

Projeto estrutural:

Lera (Leslie E. Robertson
Associates)

Construção: Shangai
Construction



Ponte Alencastro: maior vão central da América Latina

O Rio Paranaíba nasce na Serra da Mata da Corda, em Mato Grosso, percorre 1070km até sua junção com o Rio Grande, na divisa dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, para formar o rio Paraná.

Inaugurada em 2003, após 10 anos de atrasos, a ponte suspensa sobre o Rio Paranaíba liga a cidade de mesmo nome no estado de Mato Grosso do Sul e a cidade mineira de Iturama, localizada na rota de escoamento da produção agrícola daquele estado para o Porto de Santos (SP). Segundo o Ministério dos Transportes, a ponte encurta em até 300km o caminho do escoamento da produção agrícola do Centro-Oeste para os portos do Atlântico.

A estrutura estaiada da ponte de concreto e metal alcança 662,7m de comprimento e 16m de largura. Seu vão central é o maior da América Latina: 350m.

O concreto utilizou superplastificantes, tanto para retardar a pega, permitindo seu transporte e adensamento em períodos de extremo calor, como para que atingisse altas resistências iniciais, possibilitando que a construção se ajustasse ao cronograma curto. Houve grandes variações de flechas na fase construtiva, que atingiu valores 60 a 70cm acima do greide de projeto.

Foram previstos efeitos de deformação e de retração para os próximos 70 anos.

DADOS TÉCNICOS

Altura: 16m

Comprimento: 662m

Vão central: 350m

Construtora: Queiroz Galvão ◆



Beleza Segurança Durabilidade



Atestado por
90 milhões
de votos.

O **Concreto** tem respeito pelo
Meio Ambiente por sua capacidade de:

- *Ser reciclável*
- *Incorporar os rejeitos industriais*
- *Confinar materiais perigosos*
- *Reter CO₂*

O **Concreto** é o **material estrutural** mais
adequado para uma **construção sustentável**.





51º

CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

5 a 10
de outubro
de 2009

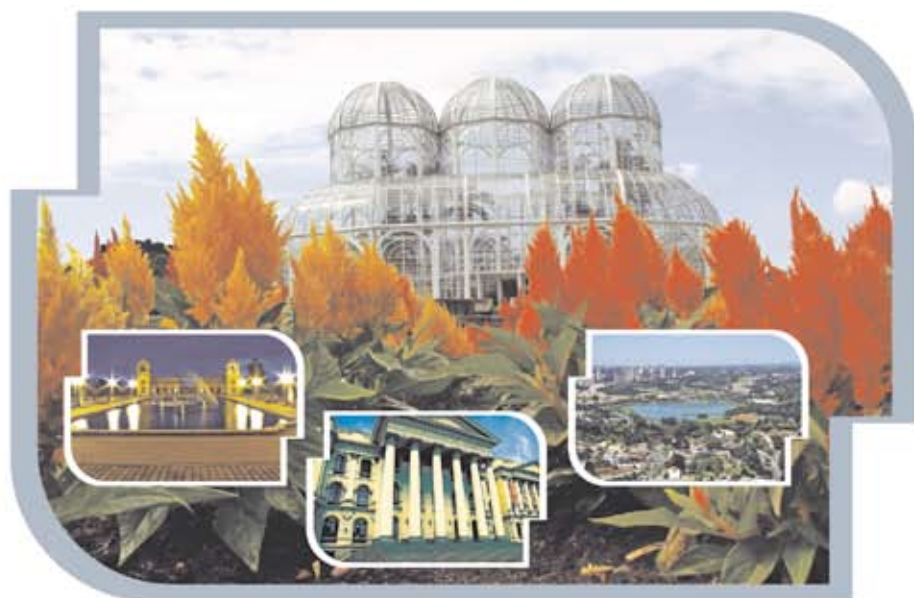
Local

EXPOUnimedCuritiba

Rua Prof. Pedro Viriato
Parigot de Souza, nº 5.300

Campo Comprido

Curitiba | PR



CURITIBA é conhecida nacional e internacionalmente pela inovação e modernidade. Executa seu planejamento pensando em crescimento, desenvolvimento e qualidade de vida.

O resultado, além de satisfazer a seus habitantes (1,8 milhão), é modelo e referência para o Brasil e para o mundo; soluções urbanas inteligentes; ruas limpas e arborizadas; um dos melhores índices de áreas verdes por habitante, três vezes superior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde. Seus 26 parques, seus teatros e museus, suas variadas opções gastronômicas e seus locais históricos também proporcionam à cidade uma programação cultural intensa.

CURITIBA, capital do Estado do Paraná, está na Região Sul do Brasil. É a sexta maior cidade brasileira e está no centro da região mais industrializada da América Latina, próxima a São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre e, em média, a duas horas de voo de Brasília e de outras importantes capitais do país. A cidade conta com cerca de 150 hotéis o que permite acomodar todos os tamanhos de evento e apresenta um dos melhores índices de segurança entre as capitais brasileiras. Tudo isso faz de Curitiba uma das melhores cidades para realizar eventos, passear, investir e fazer negócios.

O **ExpoUnimedCuritiba** está a 15 minutos do centro de Curitiba e a 25 minutos do Aeroporto Internacional Afonso Pena, pelo contorno sul. Está localizado em área nobre da cidade, próxima a um grande shopping center e a 5 minutos do Parque Barigui.

DATAS IMPORTANTES

Entrega dos Resumos: até 30/01/2009

Aprovação dos Resumos: até 16/02/2009

Envio dos Artigos: até 30/04/2009

Aprovação dos Artigos: até 15/06/2009

TEMAS

- >> Gestão e Normalização
- >> Materiais e Propriedades
- >> Projeto de Estruturas
- >> Métodos Construtivos
- >> Análise Estrutural
- >> Materiais e Produtos Específicos
- >> Sistemas Construtivos Específicos

INFORMAÇÕES

www.ibracon.org.br