

CONCRETO

& Construções

Ano XXXVIII | # 60
Out. • Nov. • Dez. | 2010
ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br



IBRACON
Instituto Brasileiro do Concreto



PERSONALIDADE ENTREVISTADA



Prof. Paulo Helene: referência em tecnologia do concreto

PESQUISA & DESENVOLVIMENTO



As falhas no controle tecnológico do concreto

ACONTECE NAS REGIONAIS



Concurso Universitário Canoas de Concreto

52º Congresso Brasileiro do Concreto

novas tecnologias do concreto para o crescimento sustentável

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

ADITIVOS



EQUIPAMENTOS



Equipamentos e Sistemas de Ensaio



ADIÇÕES



JUNTAS



ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



Escola Politécnica - USP



PONTIFÍCA UNIVERSIDADE CATÓLICA



Instituto de Pesquisas Tecnológicas



ARMADURA



ESCRITÓRIOS DE PROJETOS



JUNTE-SE A ELAS

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

PRÉ-FABRICADOS



CONTROLE TECNOLÓGICO



CONSTRUTORAS



FÔRMAS



CIMENTO



AGREGADOS



GOVERNO



CONCRETO



52º Congresso Brasileiro do Concreto

- 21 Cobertura do evento técnico nacional do IBRACON
- 40 Premiados 2010 pelo IBRACON
- 46 Concursos Técnicos IBRACON
- 55 Seminário de Barragens
- 64 Seminário Reação Álcali-Agregado
- 76 Projeto vencedor - Concurso Ousadia
- 88 Seminário de Sustentabilidade na cadeia do concreto
- 104 Seminário Concreto sob ações dinâmicas



Controle Tecnológico do Concreto

- 31 As causas das principais falhas em processos de controle tecnológico do concreto

Pesquisa e Desenvolvimento

- 51 Influência dos ciclos de cura nas propriedades físicas do concreto



Controle Tecnológico do Concreto

- 82 Influência dos tipos de capeamento de corpos de prova na resistência à compressão

Pesquisa e Desenvolvimento

- 96 Ensaio para aferir o lascamento explosivo do concreto



Créditos Capa:

Montagem a partir de fotos do 52º Congresso Brasileiro do Concreto | Ellementto-Arte

SEÇÕES

- 5 Editorial
- 6 Converse com IBRACON
- 9 Personalidade Entrevistada: *Paulo Helene*
- 43 Entidades Parceiras
- 61 Mantenedor
- 108 Acontece nas Regionais
- 114 Mercado Editorial
- 116 Normas Técnicas



INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO
Fundado em 1972
Declarado de Utilidade Pública Estadual | Lei 2538 ce 11/11/1980
Declarado de Utilidade Pública Federal | Decreto 86871 de 25/01/1982

Diretor Presidente
José Marques Filho

Diretor 1º Vice-Presidente
(em aberto)

Diretor 2º Vice-Presidente
Túlio Nogueira Bittencourt

Diretor 1º Secretário
Nelson Covas

Diretor 2º Secretário
Sonia Regina Freitas

Diretor 1º Tesoureiro
Claudio Sbrighi Neto

Diretor 2º Tesoureiro
Carlos José Massucato

Diretor Técnico
Carlos de Oliveira Campos

Diretor de Eventos
Luiz Prado Vieira Júnior

Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento
Ângela Masuero

Diretor de Publicações e Divulgação Técnica
Inês Laranjeiras da Silva Battagin

Diretor de Marketing
Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Diretor de Relações Institucionais
Mário William Esper

Diretor de Cursos
Flávio Moreira Salles

Diretor de Certificação de Mão-de-obra
Júlio Timerman



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

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

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

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO
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 2010 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
Túlio Bittencourt, PEF-EPUSP, Brasil

COMITÊ EDITORIAL
Ana E.P.G.A. Jacintho, PUC-Campinas, Brasil
Ângela Masuero, UFRGS, Brasil
Hugo Rodrigues, ABCR, Brasil
Inês Battagin, ABNT, Brasil
Íria Lúcia Oliva Doniak, ABCIC, Brasil
José Luiz A. de Oliveira e Sousa, UNICAMP, Brasil
José Marques Filho, IBRACON, Brasil
Luiz Carlos Pinto da Silva Filho, UFRGS, Brasil
Maryangela Geimba de Lima, ITA, Brasil
Paulo Helene, PCC-EPUSP, Brasil



IBRACON
Rua Julieta Espírito Santo Pinheiro, 68 - CEP 05542-120 - Jardim Olímpia - São Paulo - SP
Tel. (11) 3735-0202

editorial

Um balanço das atividades do ano

Esta edição da Revista Concreto & Construções encerra o ano de 2010 trazendo matérias e informações sobre acontecimentos marcantes para o IBRACON neste importante momento da construção civil brasileira.

A matéria de abertura relata os destaques do 52º Congresso Brasileiro do Concreto, recorde de público na história do Instituto, e mostra o grande interesse da comunidade técnica pelo reencontro do crescimento e pelo despontar da engenharia na nova fase que o País atravessa.



Crescimento sustentável é o que todos desejamos, como expresso nas palavras do Presidente do IBRACON em diversos momentos do evento. As bases sólidas para esse crescimento vêm do conhecimento, da capacitação técnica, do aperfeiçoamento, da produção com qualidade e do uso consciente de recursos, propiciando geração de valor e confiança para avançar na busca cada vez maior pela superação de limites.

Consciente de seu papel nesse cenário, o IBRACON tem trabalhado para prover o meio técnico de conhecimento sobre o concreto, sua aplicação e seus materiais constituintes, através de publicações, cursos, congressos, seminários e tantos outros meios de formação e informação que têm seu conteúdo enriquecido e ganham expressão a cada dia com as parcerias firmadas entre o Instituto e entidades que têm nesses objetivos sua base sólida de desenvolvimento.

O expressivo sucesso alcançado no último Congresso reflete o grau de comprometimento do IBRACON com seus propósitos e, nesse sentido, o lançamento da segunda edição do Livro "Materiais de Construção e Ciência dos Materiais" no evento, fruto de grande esforço e dedicação de seu editor, o Prof. Geraldo Isaias, e da Diretoria de Publicações e Divulgação Técnica do Instituto, renova e fortalece esse compromisso.

Dentre os principais acontecimentos que marcaram o 52º Congresso Brasileiro do Concreto, este número da Revista salienta os avanços obtidos nos quatro Seminários realizados, onde o meio técnico teve a oportunidade de discutir e aprofundar seus conhecimentos sobre importantes questões relacionadas aos temas: sustentabilidade, reação álcali-agregado, grandes barragens e ações dinâmicas em estruturas de concreto.

Especialistas nacionais e estrangeiros abrilhantaram o Congresso apresentando o estado da arte e as inovações sobre

esses e outros temas tratados em profundidade no evento, contribuindo para o entendimento e a melhor aplicação desse inigualável material de construção que é o concreto.

Complementando esse conteúdo, este número da Revista Concreto & Construções traz diversos artigos sobre técnicas laboratoriais de ensaios de concreto que tratam do aprimoramento dos processos de controle da qualidade, conscientizando sobre as incertezas intrínsecas das metodologias de ensaio e buscando o constante aperfeiçoamento dos procedimentos empregados e sua consolidação através da normalização técnica.

A partir desta edição, a Revista Concreto & Construções passa a registrar informações sobre a publicação de normas brasileiras de interesse, com esclarecimentos sobre sua aplicabilidade e informações que possibilitam situar o leitor com relação aos novos documentos em vigor.

Inovando e buscando agregar cada vez mais profissionais em torno do conhecimento e do uso do concreto, o IBRACON tem como uma de suas metas ampliar o leque de publicações eletrônicas de qualidade. Nesse sentido, a Revista IBRACON de Estruturas e Materiais (RIEM), veiculada em meio eletrônico com periodicidade trimestral, possibilita ao meio técnico publicar em curto espaço de tempo (se comparado a revistas similares estrangeiras) artigos científicos e tecnológicos em mais de um idioma (inglês, português e espanhol). A RIEM pode ser diretamente acessada pelo site do IBRACON (www.ibracon.org.br) e também pelo site do ACI - American Concrete Institute (www.concrete.org). Venha fazer parte da história da RIEM e aguarde novidades importantes para 2011!

Finalizando, desejo uma agradável leitura desta edição da Revista Concreto & Construções e aproveito, em nome do IBRACON, para agradecer a colaboração de todos aqueles que durante o ano de 2010 contribuíram para a consecução dos objetivos do Instituto, consciente de que 2011 será um ano de grandes desafios e, portanto, de grandes oportunidades também.

Com base no conhecimento, na normalização técnica, na troca de experiências e nas melhores práticas, vamos construir um legado brasileiro que seja motivo de orgulho da engenharia nacional e das instituições que a representam no País.

INÊS BATTAGIN
Diretora de Publicações e
Divulgação Técnica do IBRACON

Converse com o IBRACON

Premiação de alunos brasileiros no Concurso ACI nos Estados Unidos

Recebi uma mensagem de que os alunos da Universidade de Santo Angelo, RS, foram agraciados com o terceiro lugar no concurso do EPD do ACI (American Concrete Institute), que corresponde ao nosso APO.

Solicitaria ao Fábio, com aquiescência da Diretoria, verificar a possibilidade de elaborar uma matéria sobre o fato e divulgar na próxima Revista do IBRACON.

Não é a primeira de nossas vitórias em concursos promovidos pelo ACI. Nossos alunos, de outras universidades, já ganharam este prêmio.

Carlos Campos
Diretor Técnico IBRACON

Caro Carlos,

Parabéns a esta turma maravilhosa, a você e aos colegas que, sempre com dedicação ímpar, têm levado adiante a árdua tarefa de administrar os concursos estudantis do IBRACON.

A idéia da divulgação é muito boa e além disso sugiro ampla divulgação nas universidades, para incentivar outros estudantes a fazerem o mesmo.

Abraços,
Selmo Kuperman
Conselheiro IBRACON

Caros,
Fantástico. Vamos em frente.

Paulo Helene
Professor da EPUSP

Grande notícia. Cabe dar destaque!!!!
Luiz Carlos Pinto da Silva Filho
Diretor de Marketing IBRACON

Oi Pessoal,
Maravilhoso, parabéns pela iniciativa.
Atenciosamente,

Ronaldo Tartuce
MixDesign - Tartuce Engenheiros
Associados

Meus caros,

Apoio totalmente a iniciativa do Carlos em divulgar este fato. É muito importante valorizarmos o esforço da garotada, pois merecem o reconhecimento pelo feito.

Abraços,
Antonio Figueiredo
Professor da EPUSP

Parabéns a equipe de Santo Angelo. Vamos dar o máximo de destaque para incentivar outros grupos.

Monica Barbosa
Professora da UNESP-Ilha Solteira

Prezados,

Essa notícia merece ser colocada na Revista! Parabéns a todos os envolvidos!

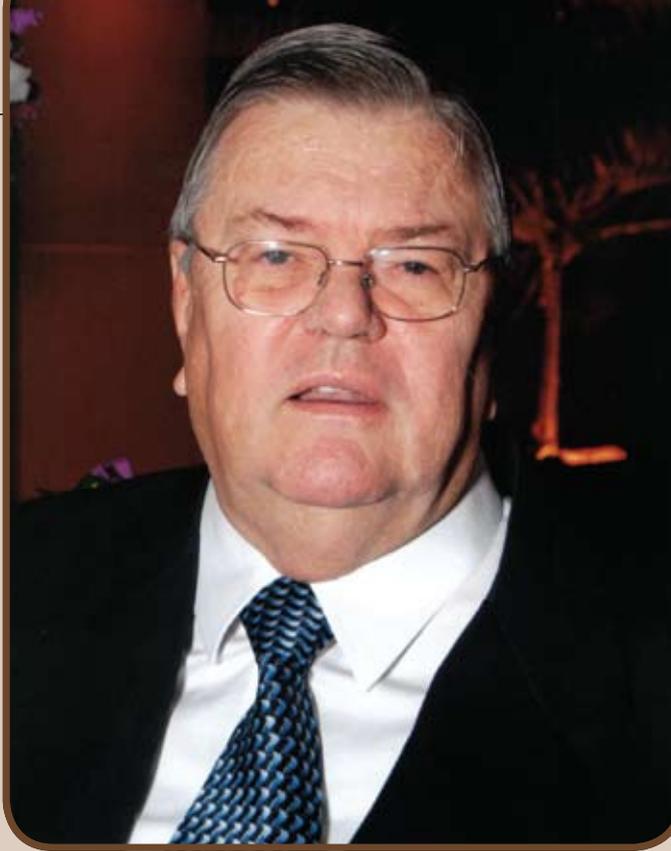
Atenciosamente,
Inês Battagin
Diretora de Publicações Técnicas IBRACON

Homenagem em memória a Curt Baumgart

No último dia 28 de setembro faleceu Curt Walter Otto Baumgart, herdeiro da Vedacit, fábrica de impermeabilizantes para a construção civil, fundada em 1936, por seu pai, e do qual ele era presidente. Na década de 80, o empresário diversificou os negócios, investindo no Shopping Center Norte, no Lar Center, no ExpoCenter Norte, no Novotel e no Parthenon Nortel. Veja a seguir as homenagens prestadas ao empresário, recebidas pela Assessoria de Comunicação da Vedacit e encaminhadas ao IBRACON.

Tive o privilégio de conhecer o Dr. Curt a quem sempre admirei pela abnegação

e empenho em difundir o emprego dos aditivos químicos nos concretos, e isso desde o tempo que esse assunto era ainda considerado um verdadeiro TABÚ entre os formadores de opinião. Fui testemunha de árduas discussões em que ele corajosamente defendeu seus pontos de vista, sempre com propriedade e



conhecimento de causa. Sou grato pelo seu pioneirismo, e o meio técnico muito lhe deve por tantos avanços obtidos no campo da tecnologia dos concretos.

Roberto Henrique Thomas – Rheoset

Um Ser Humano sensível que, com Humildade e Simplicidade, exerceu a Virtude da Generosidade de forma prazerosa.

Um Empresário com Visão de Futuro antecipou-se à sua época.

Com Sabedoria e Experiência, sempre soube optar pela alternativa correta.

Com suas Habilidade, Competência e Conhecimento sempre buscou encontrar o que era o certo! Daí ter-se tornado o Ser Humano diferenciado, merecedor de toda nossa admiração.

Norberto Odebrecht - Odebrecht

O saudoso Eng^o Curt Baumgart partiu para novas missões junto ao Altíssimo. Quando presente fisicamente entre nós, dedicou-se e incentivou com entusiasmo o estudo e desenvolvimento de produtos químicos para construção. O IBRACON deve ao Dr. Curt a gratidão pelo apoio contínuo e incondicional desde a fundação, em 1972. Que a sua memória ilumine os que se dedicam ao aprimoramento da Engenharia e seja fonte de bênçãos aos seus familiares

e a todos que com ele compartilharam.

Simão Priskulnik

Curt Baumgart é por todos reconhecidos pelo seu lado humanitário e empreendedor, mas, pessoalmente, gostaria de falar do seu espírito inovador, o que tive o prazer de vivenciar. Quando cheguei em S.Paulo, na década

de 60, havia um descrédito geral com relação ao uso de aditivos no concreto, principalmente por parte dos grandes nomes da tecnologia durante essa época. Foi então que encontrei no Curt um grande aliado na luta pela utilização e disseminação deste produto, quebrando desta forma, os tabus da velha guarda. Foi daí que surgiu uma amizade que perdurou até o presente. E juntos lutamos pela aceitação e o desenvolvimento dos aditivos, assim como, de outros produtos que permitem com que o concreto tenha atingido o desempenho reconhecido na década atual.

Além do pesar pela perda do amigo, com seu falecimento perde a engenharia nacional um de seus mais ilustres nomes.

Vladimir Paulon

Conheci o Curt quando, quase recém formado, em 1971 assistimos juntos disciplina que o Professor Eládio Petrucci ministrou na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo sobre Concretos. Já na época fiquei impressionado com seus conhecimentos de química do cimento.

Posteriormente, por volta de 1973 durante a construção da usina hidrelétrica Ilha Solteira foi incumbido pelo Eng^o José Carlos Gam, da Themag (a propó-

sito, pai da atriz Giulia Gam) de escrever a especificação de injeção dos cabos protendidos das vigas dos mancais das comportas (vigas-munhão) e, se possível, incluindo algum tipo de aditivo expander. Como o assunto era novo, pelo menos para mim, após consultar inúmeros trabalhos e especificações a respeito vim a saber que um dos problemas de cabos de protensão era a possibilidade de ocorrer corrosão devido fragilização do aço causada pela formação de hidrogênio nascente. Se hoje o assunto é complicado imagine-se naquela época! Como resultado, singelamente incorporei este conceito à especificação, proibindo o uso de aditivos que durante o processo de reação tivessem sua expansão devida à formação de hidrogênio.

Como resultado comparei a várias reuniões com o Curt que, representando a Otto Baumgart, naquela época fornecia vários aditivos à obra e gostaria que um deles fosse empregado nos mencionados cabos de protensão; infelizmente aquele aditivo provocava excelente expansão, só que à base de hidrogênio. A cada reunião novos argumentos de parte a parte, até que a CESP resolveu dar o assunto por encerrado e prevaleceu a especificação do aditivo que não produziu hidrogênio. Como resultado, durante estes cerca de 37 anos, sempre que o Curt e eu nos encontrávamos socialmente ele, brincando, fazia questão de enfatizar que eu era o culpado por não deixar que ele fornecesse este aditivo para a CESP.

Lembro-me que apesar deste suposto entrevero técnico sempre fui magnificamente recebido na fábrica, inclusive quando lá ia na condição de presidente do Ibracon solicitar apoio para algum evento da instituição. Ele fazia questão absoluta que o Ibracon se desenvolvesse e pudesse divulgar as boas práticas de uso do concreto, claro que com aditivos adequados.

Selmo Kuperman

Há trinta anos, em 1970, foi o patrocinador da reunião técnica, de profissionais do ramo de concreto, que deu origem ao IBRACON - Instituto Brasileiro do Concre-

to, quando foram discutidos pela primeira vez os temas: permeabilidade e durabilidade do concreto.

O primeiro contato do Takashima com o Dr. Curt ocorreu no início da década de 70, durante a construção da Ponte Rio Niterói, quando ele trouxe com a colaboração de uma engenheira química italiana, amostras de aditivos plastificantes desenvolvidos no Brasil, que foram avaliados em laboratório e em campo.

Lembro-me como se fosse hoje, no meu primeiro dia de atividade profissional, em 1976, meu pai telefonou para o Dr. Curt pedindo para que me recebesse pelo menos por um dia para conhecer sua empresa, bem como o laboratório. Ficou gravado na minha memória, além de ser recebido pessoalmente por ele, foi sua humildade, saber técnico, grande vontade de transmitir conhecimentos, e principalmente de viver.

Em inúmeras obras emblemáticas, tais como a ponte Rio Niterói, o Tribunal de Contas do Estado de São Paulo e de várias Estações do Metro de São Paulo, era comum encontrar o Dr. Curt acompanhando as concretagens, seja de dia e principalmente a noite, onde avaliava pessoalmente o desempenho dos concretos dosados com o emprego de seus aditivos, visando a melhoria contínua de seus produtos.

Grande entusiasta do desenvolvimento de produtos voltados à engenharia civil, sempre empregando tecnologia de ponta. Recordo no final da década de 70, num evento para o meio técnico, realizado em São Paulo, o Dr. Curt trouxe o professor Joerg Musewald engenheiro do Instituto Profissional da Construção Civil, de Dortmund Alemanha, que além de apresentar palestra sobre o uso de aditivos superplastificantes em concretos, realizou dosagens em nosso laboratório; sendo o início da divulgação e uso no Brasil de superplastificantes (Melment).

Perdemos um grande homem, visionário, empreendedor e mestre exemplar da construção civil.

Shunji Takashima e

Roberto José Falcão Bauer ■

personalidade entrevistada

Paulo Helene

O PROFESSOR PAULO HELENE DISPENSA APRESENTAÇÕES. MUITO LEMBRADO POR SEUS ALUNOS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, ONDE SE FORMOU ENGENHEIRO CIVIL (1972), OBTVEU SEU TÍTULO DE MESTRE (1981) E DE DOUTOR (1987), ONDE COMPLETOU MAIS DE 30 ANOS DE CARREIRA ACADÊMICA, TENDO SE APOSENTADO NESTE ANO COMO PROFESSOR TITULAR, PH, COMO É CHAMADO CARINHOSAMENTE, É UMA REFERÊNCIA NO BRASIL NA ÁREA DE TECNOLOGIA DO CONCRETO. A PROVA MAIOR DESTA AFIRMAÇÃO É O EDIFÍCIO E-TOWER, CUJO CONCRETO ATINGIU O RECORDE MUNDIAL DE 125MPa.

PAULO HELENE SE FAZ TAMBÉM MUITO LEMBRADO ENTRE SEUS COLEGAS PROFESSORES, PESQUISADORES E PROFISSIONAIS EM GERAL. SEMPRE PARTICIPATIVO E PRÓ-ATIVO NAS DISCUSSÕES DO SETOR CONSTRUTIVO, EM EVENTOS TÉCNICOS, EM CURSOS DE ATUALIZAÇÃO PROFISSIONAL, EM COMISSÕES TÉCNICAS DAS ENTIDADES DE CLASSE - ABCP, ABNT, ABECE, IBRACON, INSTITUTO DE ENGENHARIA, ENTRE OUTRAS -, TODOS ACABAM POR CITÁ-LO, SEJA PARA CONCORDAR, SEJA PARA DISCORDAR DE SEUS POSICIONAMENTOS.

AUTOR DE NOVE LIVROS PUBLICADOS NO EXTERIOR, DE TRÊS LIVROS PUBLICADOS NO BRASIL, ALÉM DE DIVERSOS TRABALHOS CIENTÍFICOS APRESENTADOS EM CONGRESSOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS, HELENE ORGULHA-SE DE TER FORMADO 43 MESTRES E 26 DOUTORES.

GANHADOR DE DIVERSOS PRÊMIOS E HONRARIAS, ENTRE OS QUAIS CITAM-SE: “CIDADÃO ILUSTRE DE QUITO, EQUADOR” (2008); “PRÊMIO ACI AWARD OF MERIT” (2005), OUTORGADO PELO INTERNATIONAL CONCRETE REPAIR INSTITUTE (ICRI) E AMERICAN CONCRETE INSTITUTE; “PRÊMIO ARY TORRES” (2001), CONFERIDO PELO IBRACON AO PROFISSIONAL DE DESTAQUE DO ANO EM TECNOLOGIA DO CONCRETO; “PRÊMIO EL REGISTRO” (1999), CONFERIDO PELO INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO (IMCYC) AOS PROFISSIONAIS QUE MAIS SE DESTACARAM, EM NÍVEL INTERNACIONAL, NAS ATIVIDADES DE PESQUISA, ENSINO E APLICAÇÕES DO CIMENTO E DO CONCRETO; E, FINALMENTE, “PERSONALIDADE DO ANO”(1997), CONFERIDO PELO SINDICATO DOS ENGENHEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO.

PAULO HELENE MANTÉM VÍNCULOS PROFISSIONAIS COM DIVERSAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO, PESQUISA E DIVULGAÇÃO NO BRASIL E NO EXTERIOR, SEJA COMO PROFESSOR CONVIDADO, PALESTRANTE, MEMBRO DE COMISSÃO CIENTÍFICA, MEMBRO DE COMITÊ EDITORIAL, OU MESMO COMO MEMBRO ASSOCIADO. DE 2003 A 2007 FOI PRESIDENTE DO IBRACON E, HOJE, É SEU CONSELHEIRO PERMANENTE.

ATUALMENTE, É DIRETOR DA EMPRESA DE CONSULTORIA PHD ENGENHARIA.



IBRACON - CONTE-NOS

RESUMIDAMENTE SOBRE SUA CARREIRA PROFISSIONAL.

Helene - *Eu entrei na universidade no fim da década de 60. Naquela época iniciava-se o segundo grande desenvolvimento do país: o primeiro com Juscelino e agora com a Ditadura. Por isso, ao entrar na Universidade, apesar de ter feito o curso técnico de eletrotécnico, acabei por optar, ao final do primeiro ano, pela engenharia civil, que era, à época, o curso mais disputado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, devido justamente às boas perspectivas do mercado, muito parecido à situação atual.*

Durante o curso, prestei concurso público e entrei na Secretaria de Obras da Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP), à época sob o comando do Prof. Dr. José Carlos de Figueiredo Ferraz, também meu professor na Poli e que posteriormente foi alçado a Prefeito de São Paulo. Fui recebido pelo Secretário de Obras, o que demonstrava a valorização da profissão de engenheiro civil. O estágio foi uma oportunidade para entrar em contato com as várias obras públicas na cidade de São Paulo - pontes, viadutos, edifícios escolares, o MASP, a Praça Roosevelt, naquela época em construção -, obras singulares, emblemáticas da cidade, o que reforçou meu entusiasmo pela profissão escolhida.

Quando me formei, por já ser conhecido dos empreiteiros que prestavam serviços para a PMSP, fui imediatamente contratado por uma das grandes empreiteiras da época. Assim, nos primeiros cinco anos de minha carreira profissional, eu fui construtor, principalmente de obras públicas, não



Prof. Paulo Helene conversa com os professores Kumar Mehta (Estados Unidos), Swamy (Reino Unido) e Mohan Malhotra (Canadá)

oportunidade de ir estudar no exterior, com uma excelente bolsa, na Espanha, e me deu o ultimato: casei e fui junto. Foi quando tive a chance de fazer um curso de espe-

cialização no Instituto Eduardo Torroja, graças a uma indicação do querido Prof. Falcão Bauer, curso esse de 400h com o tema “Controle de Qualidade e Patologia na Construção”.

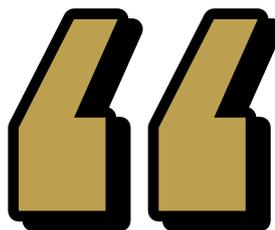
Foi a primeira vez que entrava em contato com o tema Patologia: fiquei encantado com a necessidade de usar meus conhecimentos científicos aprendidos na Escola. Após um ano de Europa, no retorno ao Brasil, tive a oportunidade de ser convidado para trabalhar no IPT, com a Profa. Yasuko Tezuka e sua competente equipe. Também comecei a dar aulas na Escola Politécnica, a convite do Prof. Landi, além de inscrever-

me no Programa de Mestrado e Doutorado. E foi assim que começou minha atuação na área de ensino e de pesquisa.

No IPT e na Escola, fiquei por dez anos e fiz, neste período, o Mestrado e o Doutorado, finalizado em 1987. Ao completar o

Doutorado, optei por me dedicar somente à Universidade, prestando concurso público e assumindo o cargo de professor com dedicação exclusiva. Foi quando, então, participei da implantação e desenvolvimento do laboratório de concreto da Escola, que era ainda incipiente, junto com o Prof. Fusco e o colega Sabattini.

Foi uma época muito boa em minha car-



NOS PRIMEIROS CINCO ANOS DE MINHA CARREIRA PROFISSIONAL, EU FUI CONSTRUTOR, PRINCIPALMENTE DE OBRAS PÚBLICAS.



reira profissional, onde pude crescer bastante, fazer muitos contatos, participar de comissões de estudo e de pesquisa no Brasil e no exterior. De mais significativo na área acadêmica, eu poderia citar a Chefia do Departamento, a Coordenação do Programa de Pós-Graduação, a Coordenação da Pesquisa no Laboratório e a Gerência de Ensino da Escola Politécnica, exercida por três anos. Na ocasião entrei em contato com os problemas e os desafios do ensino de engenharia na Poli e no país, foi implantada a modernização curricular no ensino de engenharia da Poli, que vinha sendo amadurecida há anos na Escola, graças às contribuições e visões de grandes professores e educadores. Foi implantada e ampliada uma série de melhorias, inclusive, um treinamento dos professores, em parceria com a Faculdade de Educação da USP, pois detectou-se que a maioria dos professores da Poli tinha sido formada para ser engenheiro profissional, não estando preparado para ser um bom docente.

Com isso e com muito diálogo com a Faculdade de Física e de Matemática da USP, responsáveis por grande parte da carga horária dos primeiros anos, foi possível melhorar a relação professor-aluno na Escola, procurando superar a versão equivocada que cada lado tinha do outro e reduzindo a taxa de evasão.

A Universidade é um ambiente onde você aprende a ser flexível. Você deve defender suas idéias, mas você deve entender e aceitar que existem outras idéias. É um ambiente democrático por excelência onde para fazer prevalecer sua vontade precisa estar bem embasado. Na universidade não existe um padrão, todas as decisões são colegiadas, são discutidas, são acordadas, exercício democrático que fez muito bem na minha vida profissional,

inclusive, para assumir a Presidência de uma instituição, como o IBRACON.

IBRACON - QUAIS AS PRINCIPAIS RESPONSABILIDADES E ATRIBUIÇÕES DO ENGENHEIRO TECNOLÓGISTA?

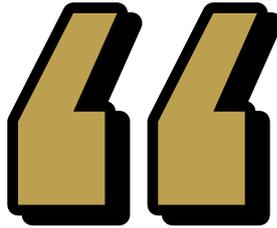
Helene - Ao engenheiro tecnólogo em concreto cabe transformar os materiais em estado bruto, as matérias-primas, num material estrutural com uma função definida, respeitando as condições ambientais, ao mínimo custo possível, com durabilidade compatível com a importância da obra, ou seja, combinar as matérias-primas brutas para criar um material estrutural econômico, durável e sustentável - hoje em dia, este triângulo é fundamental.

O comportamento estrutural como um todo depende de suas partes, depende muito dos materiais empregados nela. Assim, o tecnólogo de concreto contribui muito para este entendimento, principalmente quando ele passa a ficar mais complexo, caso das propriedades como fluência, relaxação, durabilidade (que é a interação da estrutura com o meio ambiente), que exigem uma visão não apenas do estruturalista (visão mais matemática, mais exata), mas também uma visão do

tecnólogo (visão da ciência dos materiais, capaz de explicar melhor e de prever o comportamento da estrutura no longo prazo).

Às vezes, o material estrutural está sendo pouco utilizado, ele tem maior capacidade potencial de ser empregado em obras,

como no caso do concreto, mas essa informação nem todos os projetistas têm, mas que o tecnólogo de concreto pode defender. Ou seja, o tecnólogo é capaz de desenvolver um produto ainda melhor do que aquele que o projetista está requisitando, de criar inovações que ofereçam novos horizontes, além daquele demandado pelo projetista. Essa é uma relação na qual o tecno-



NA UNIVERSIDADE NÃO EXISTE UM PADRÃO, TODAS AS DECISÕES SÃO COLEGIADAS, SÃO DISCUTIDAS, SÃO ACORDADAS, EXERCÍCIO DEMOCRÁTICO QUE FEZ MUITO BEM NA MINHA VIDA PROFISSIONAL.

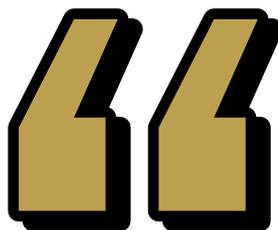


logista empurra o desenvolvimento. Noutra ocasião, o arquiteto pode colocar os desafios para a engenharia: quando os desafios da arquitetura não podem ser resolvidos pelos projetos usuais da engenharia, entra também o tecnólogo para desenvolver algo novo, um material mais resistente, mais durável, um novo compósito, uma combinação inteligente de materiais convencionais e inovadores tipo fibras, carbono, pigmentos, etc.

IBRACON - EXERCER A PROFISSÃO PASSOU A SER MAIS SIMPLES OU MAIS COMPLEXO COM O AVANÇO DO CONHECIMENTO E DA TECNOLOGIA DO CONCRETO?

POR QUÊ?

Helene - Hoje o exercício da profissão tornou-se mais complexa porque exige o conhecimento de uma quantidade de variáveis muito superior ao de 30 anos atrás. Quando me formei há 35 anos atrás, o número de variáveis era muito menor e praticamente um recém-formado dominava todas elas. Hoje um recém-formado praticamente não trabalha só, requer um grupo multidisciplinar. Hoje, temos vários tipos de aditivos, de adições, várias possibilidades de utilização de materiais para fabricar materiais compósitos (como as fibras de diversas naturezas), várias formas de transportar concreto, várias resistências possíveis, etc. O exercício da engenharia tornou-se, assim, mais complexo, mas também mais prazeroso, porque os recursos que temos hoje são tantos que permitem que se desenvolva materiais estruturais ao estilo de alfaiates, sob medida - para determinadas situações, podemos desenvolver um material otimizado para aquela situação; o que não era possível antigamente, devido ao fato de existirem menos ferramentas, menos recursos, materiais mais limitados.



OS RECURSOS QUE TEMOS HOJE SÃO TANTOS QUE PERMITEM QUE SE DESENVOLVA MATERIAIS ESTRUTURAIS AO ESTILO DE ALFAIATES, SOB MEDIDA - PARA DETERMINADAS SITUAÇÕES, PODEMOS DESENVOLVER UM MATERIAL OTIMIZADO PARA AQUELA SITUAÇÃO.



IBRACON - A FORMAÇÃO ACADÊMICA TEM ACOMPANHADO ESSA EVOLUÇÃO?

Helene - Sem dúvida. No Brasil, temos uma quantidade grande de faculdades de engenharia aprovadas pelo MEC. São cerca de 170 faculdades de engenharia aprovadas, entre privadas e públicas, que formam mais de 10 mil engenheiros civis todos os anos. Existem 131 grupos de pesquisa em concreto no país, cadastrados no Sistema CNPq/Capes, dos quais 22% são considerados de excelência, que são um privilégio para as faculdades de engenharia que os mantêm, porque tais centros estão a par dos últimos desenvolvimentos e, na maioria das vezes, conseguem transferir esse conhecimento obtido na pesquisa para as aulas de graduação.

Hoje em dia o desenvolvimento e a inovação são feitos tanto na Universidade como na empresa privada ou pública. Mas a potencialização desse desenvolvimento e inovação é alcançada com a sinergia entre a academia, que está na ponta do conhecimento, com a iniciativa privada e os demais setores. Sem correr risco de errar posso afirmar que em todas as grandes obras do país estão envolvidos engenheiros da academia e engenheiros da iniciativa privada e pública.

O processo de transferência do conhecimento desses centros de excelência e dessas parcerias entre academia e setor produtivo é um processo delicado e demorado, não é automático.

Onde existem os centros de excelência, no qual os pesquisadores têm grande interação com o setor produtivo, essa passagem é mais natural. Nos casos das Faculdades de Engenharia com uma visão mais comercial, que, muitas vezes, não têm nem centros de pesquisa, a transferência do conhecimento inovador entre academia e aluno é menor, e, com o setor produtivo,

praticamente nula. Hoje, no Brasil, ainda é possível uma Faculdade de Engenharia oferecer seus cursos e disciplinas com professores que de formação têm apenas o título de graduação. Houve tentativa de impor um mínimo de 30% de Doutores no corpo docente, mas fracassou. No exterior não é assim. A maioria dos professores das universidades devem ter, no mínimo, o título de Doutor.

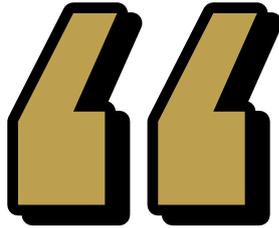
De uma maneira geral, o engenheiro civil brasileiro é muito bem formado, sua formação acompanha a do engenheiro civil no exterior. O engenheiro civil hoje tem conhecimento de muito mais coisas do que tinham os engenheiros no passado, formado há 30 anos atrás. Quando eu me formei eu tinha conhecimento de todas as situações que uma estrutura de concreto poderia passar; há 30 anos, não era conhecido o concreto projetado, o concreto bombeado, o concreto com fibras, o concreto autoadensável; não existia a ISO 9000 (de controle de qualidade), a norma de vida útil, a de ciclo de vida. Hoje, o estudante de engenharia sai da universidade com esse conhecimento, mas ele não consegue mais trabalhar sozinho; hoje necessariamente ele tem que trabalhar em equipe, porque é muita informação, ele não tem condições de operacionalizar todas elas.

IBRACON - QUAIS SÃO AS PERSPECTIVAS PARA UM ENGENHEIRO TECNOLÓGISTA?

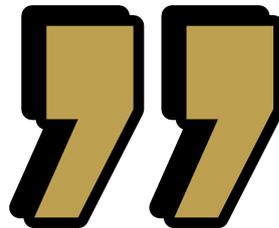
Helene - São muito boas, porque atualmente o país está em pleno desenvolvimento. Esclareço, no entanto, que não há uma opção de engenheiro tecnólogo, ou engenheiro projetista, ou engenheiro de solos. Todos fazem o mesmo curso e têm o mesmo diploma. Depois, sim, podem fazer uma carreira profissional, neste ou naquele campo de especialidade.

IBRACON - O SENHOR ABORDOU A FORMAÇÃO TÉCNICA DO ENGENHEIRO CIVIL, MAS E QUANTO À FORMAÇÃO HUMANA?

Helene - Na Universidade de São Paulo, a engenharia civil é o curso de maior carga horária entre as engenharias. Eu acredito que assim seja também em outras faculdades e universidades. A carga horária é muito grande porque a engenharia civil é muito ampla - ela vai do saneamento, edificações, rodovias, obras de arte, urbanização, ambiental, enfim, ela é muito ampla. Por isso mesmo, ela carece de formação na área humana - de disciplinas de relacionamento pessoal, de liderança, de ética, de legislação. Não cabe mais nada na carga horária. O que é uma pena porque muitos dos engenheiros, ao se formar, vão assumir cargos de liderança de 100, 200 operários, quando, então, se sente, a carência da formação humanística na faculdade.



HOJE, NECESSARIAMENTE, ELE (ESTUDANTE) TEM QUE TRABALHAR EM EQUIPE, PORQUE É MUITA INFORMAÇÃO, ELE NÃO TEM CONDIÇÕES DE OPERACIONALIZAR TODAS ELAS.



IBRACON - O QUE PENSA DE PROJETOS DE DUPLA FORMAÇÃO, COMO A QUE EXISTE ENTRE A FACULDADE DE ARQUITETURA E A ESCOLA POLITÉCNICA NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO? É IMPORTANTE AO ARQUITETO ENTENDER COMO PENSA UM ENGENHEIRO, E VICE-VERSA?

POR QUÊ?

Helene - Quando houve a separação entre os cursos na USP, se não me engano, na década de 50, acredito que como consequência natural da necessidade de se afirmar a individualidade de cada profissional, foram reforçadas as diferenças. Até 1956, não existia o curso de arquitetura nem o de engenharia civil, mas o curso de Engenharia Civil e Arquitetura, o profissional se formava Arquiteto/Engenheiro Civil. Mas a partir da separação, nesses quase 50 anos, foram reforçadas as diferenças e esquecidos os pontos em comum, que são muitos. Isso tem sido compensado com esse projeto de dupla

formação, o que enriquece muito a formação dos alunos que optam que essa dupla formação. Pelo que tenho informação, eles estão muito bem colocados, em posições de gerência, por conta da união de duas visões complementares em sua formação profissional. Posso afirmar como Professor da Poli que na Escola os arquitetos que optam por fazer também o curso de engenheiro civil são fantásticos, participativos e pró-ativos, além de se saírem muito bem nas notas.

IBRACON - POR QUE O CONCRETO É O MATERIAL CONSTRUTIVO MAIS LARGAMENTE EMPREGADO NO MUNDO?

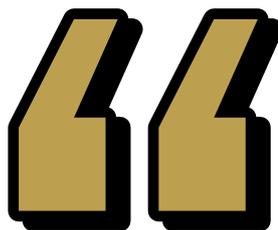
Helene - O material estrutural mais empregado pela humanidade até hoje foi a rocha. Desde os monumentos egípcios até o surgimento do aço, no século XVIII, foram quatro milênios e meio de uso da rocha como principal material estrutural nas construções. Com o advento da estrutura metálica, houve uma mudança em termos de projeto e, principalmente, de produtividade. Construir mais, melhor e em menos tempo: viva a “Revolução Industrial”! Na sequência, no fim do século XIX, houve a descoberta do material ‘cimento’ - uma verdadeira dádiva divina, porque foi dado ao homem o poder de fazer uma rocha em 28 dias, quando a natureza leva milhões de anos para fazer. Um prédio como o e-Tower, feito com um concreto de 125MPa, equivale a uma rocha tão dura quanto o granito e o basalto, podendo até se afirmar que melhor que o granito e que o basalto, em termos de porosidade, de absorção de água, de comportamento em geral.

Ainda mais: essa ‘rocha’ é moldável na forma desejada pelo homem, segundo as concepções estéticas do arquiteto. Ou seja, o concreto acaba por ser uma continuidade do uso histórico da rocha, com a diferença

de que agora nós podemos fabricá-la, com a resistência, forma, cor, que desejarmos e, incrivelmente, em apenas 28 dias.

Outra razão para seu largo emprego: o concreto é obtido a partir de matérias-primas muito abundantes na natureza - a argila e o calcário. Por isso mesmo, o cimento é um produto muito barato. Vamos fazer um cálculo: 50kg de cimento custa R\$ 18, o que dá R\$ 0,36 o quilo. É mais barato que um litro de água. É considerado mais barato, por quilo, do que a maioria dos produtos industriais que a humanidade consome.

Então, resumindo: por que o concreto é o segundo produto mais consumido pelo homem? Porque ele tem um custo unitário muito baixo, utiliza matérias-primas em maior abundância na crosta terrestre e o benefício que traz ao homem, em termos de obras para saneamento, educação, transporte, habitação, é muito importante e quicá inigualável. Por isso, posso afirmar que o concreto não tem competidor à altura: por um lado, ele traz muitos benefícios em termos construtivos - facilidade de execução, economia de material, durabilidade - e, por outro lado, cobra pouco por isso.



O CONCRETO ACABA POR SER UMA CONTINUIDADE DO USO HISTÓRICO DA ROCHA, COM A DIFERENÇA DE QUE AGORA NÓS PODEMOS FABRICÁ-LA, COM A RESISTÊNCIA, FORMA, COR, QUE DESEJAMOS E, INCRIVELMENTE, EM APENAS 28 DIAS.

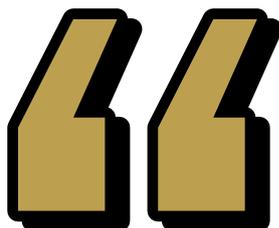


IBRACON - APESAR DE SEU EMPREGO MACIÇO, O CONCRETO NÃO É IMUNE A PROBLEMAS, APRESENTANDO PROBLEMAS PATOLÓGICOS PRECOSES, NOS QUAIS O SENHOR SE ESPECIALIZOU. QUAIS AS CAUSAS DESSAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO CONCRETO?

Helene - Eu aprendi com meus mestres que o concreto é como se fosse um ser vivo: ele é concebido, nasce como material estrutural e, ao longo do tempo, enquanto presta suas funções, ele, ao mesmo tempo, interage com o meio ambiente e, internamente, sua composição está em constante mudança (o concreto não é um produto estável; ele está sempre se modificando ao longo

de sua vida, de maneira que alguns de seus aspectos mudam para melhor, enquanto que outros, para pior). Nessa transformação do material estrutural, conhecíamos mais o lado bom, mas, a partir da década de 1970, o mundo tomou consciência, devido ao grande número de obras já prontas, de alguns problemas apresentados pelo concreto armado, que não se imaginava que este poderia apresentar. O concreto é um material estrutural muito jovem - a primeira obra em concreto armado data de 1901 - ele foi, nesses primeiros 50 anos de seu emprego, utilizado sem que se soubesse que problemas o material poderia apresentar ao longo do tempo. À medida que as obras foram envelhecendo, elas começaram a apresentar problemas e o meio técnico passou, então, a tomar conhecimento desses problemas relativos à sua vida, algo como um envelhecimento natural ou em alguns casos antecipado e indesejável. Os mecanismos de envelhecimento precoce do concreto armado ou protendido são conhecidos há pouco tempo e muitos ainda continuam em pesquisa. Não sabemos se todos os fatores envolvidos nesse processo de envelhecimento das estruturas de concreto são conhecidos, se já esgotamos todas as possibilidades de conhecimento associadas a tais processos. O desenvolvimento do país tem requerido que as obras sejam cada vez mais de maiores dimensões, mais ousadas, construídas mais rapidamente, o que impõe maiores solicitações ao material estrutural. Por outro lado, o meio ambiente também se modifica e, infelizmente, algumas vezes para pior, para mais agressivo como são as atmosferas industriais, as galerias de esgoto, as chuvas ácidas. Então, o concreto que antigamente era usado com níveis de tensões baixos, exposto a atmosferas ru-

rais, hoje é usado em níveis de tensões e solicitações muito mais intensos. Então, na verdade, o que é patologia? É o estudo dos problemas das estruturas de concreto (do grego, pathos = doença e logia = estudo). Este estudo não atrapalha nem prejudica o uso do material; ao contrário, ele traz tranqüilidade e segurança no projeto e emprego do concreto armado e protendido. Se nós escondêssemos que o concreto pode apresentar problemas com o tempo e as pessoas o usassem desavisadamente, certamente essas pessoas se sentiriam traídas e perderiam a confiança no uso do produto. Mas, na medida em que os pesquisadores contam os prós e os contras no uso do concreto, inclusive, quais medidas preventivas podem ser tomadas para evitar os problemas, essas atitudes trazem tranqüilidade e confiança no uso do material. E essa é também uma das razões pela qual o concreto é o material estrutural mais utilizado: justamente porque ele é muito pesquisado, é um dos materiais mais estudados pelo homem na atualidade em todos os países.



ESTA É TAMBÉM UMAS DAS RAZÕES PELA QUAL O CONCRETO É O MATERIAL ESTRUTURAL MAIS UTILIZADO: JUSTAMENTE PORQUE ELE É MUITO PESQUISADO, É UM DOS MATERIAIS MAIS ESTUDADOS PELO HOMEM NA ATUALIDADE EM TODOS OS PAÍSES.



IBRACON - QUAIS SÃO AS PRINCIPAIS MEDIDAS A SEREM TOMADAS PARA PREVENIR OS PROBLEMAS PATOLÓGICOS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO?
Helene - Para responder esta pergunta, vou fazer um paralelo novamente com o ser humano. Uma das vantagens da velhice é que você acaba se conhecendo melhor. Da mesma forma, conhecer melhor o concreto é uma vantagem, e não uma desvantagem. Como na medicina: quanto mais se estuda o câncer, maiores as chances de se descobrir como corrigir a doença, de evitá-la e de saber como conviver com ela. O concreto é uma combinação de um pó (cimento) com água, sendo que a água, curiosamente, é o endurecedor deste pó. Então, a rocha (concreto) formada desta maneira

depende da quantidade de água: se eu conseguir usar pouca água para promover as reações químicas que irão formar o concreto, eu obtenho um produto de melhor qualidade. Comparando: com relações água/cimento baixas (da ordem de 0,20), obtém-se um concreto semelhante a um granito; enquanto que, com uma relação água/cimento mais elevada (acima de 0,5), o concreto assemelha-se ao arenito. Desta forma, controlando a relação água/cimento, é possível obter uma estrutura com qualidade de rocha semelhante ao granito ou basalto, ou, contrariamente, obter um arenito poroso. Correlativamente, para termos uma estrutura de maior durabilidade, é preciso dosar o concreto para relações água/cimento baixas. Além disso, hoje existem diversos outros recursos para obtenção de um material de maior qualidade: as adições, os aditivos, as fibras, os inibidores das reações de corrosão do aço, os produtos de proteção superficial, etc.

IBRACON - SOBRE O ESTUDO DO CONCRETO NAS UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE PESQUISAS, QUAIS AS NOVIDADES EM TERMOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL?

Helene - Um periódico científico que consultei há pouco tempo registrou 242 trabalhos científicos relacionados ao avanço no conhecimento do concreto nos últimos 10 anos. Outros periódicos mostram espantoso desenvolvimento científico e tecnológico na área, em termos do desenvolvimento de concretos alternativos, complementares, aos atuais, com características especiais, que superam as deficiências dos concretos usualmente conhecidos hoje, que têm sido objeto freqüente de pesquisa. Por outro lado, registram-se pesquisas que saem do plano estritamente científico, acadêmico, para se porem na situação de transferência de tecnologia, de aplicação do co-

nhecimento acumulado, fazendo a ponte entre a academia e o setor produtivo

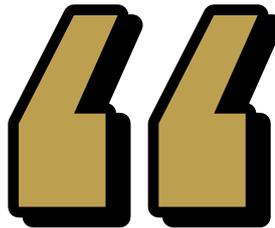
IBRACON - DE QUE FORMA OS CENTROS DE PESQUISA NO BRASIL PARTICIPAM DESSAS PESQUISAS DE PONTA SOBRE O CONCRETO?

Helene - Por questões históricas e culturais, as novidades acabam tendo uma divulgação maior em países como Estados Unidos, Europa, Japão e, ultimamente, China. Mas, apesar disso, o Brasil acompanha essas pesquisas e até se destaca em algumas delas. Por exemplo, a Escola Politécnica da USP, na área de engenharia civil, fez toda a aplicação, toda a transferência de tecnologia do processo automatizado de concreto projetado em túneis na década de 90. Na época, chegou-se a ter 100m de túnel para pesquisa experimental, construído apenas para se fazer experimentos com o sistema de concreto projetado, desenvolvido, por exemplo, pelo Prof. Antonio Figueiredo. O Brasil foi destaque, mais recentemente, em concreto de alta resistência aplicado. Os desenvolvimentos dos concretos de alta resistência se deram mais nos Estados Unidos, Canadá e na Europa, mas, em termos de aplicação e de

transferência de tecnologia do concreto de alta resistência, o Brasil se destacou. Como exemplos disso, eu citaria os edifícios CENU, e-Tower, Suarez (em Salvador), Londrina, e outros que demonstram a grande capacidade de absorção e transferência de conhecimento de nosso sistema academia - setor produtivo.

IBRACON - O MODELO ADOTADO NA PESQUISA SOBRE O CONCRETO NA ESCOLA POLITÉCNICA E EM OUTRAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS - DE PARCERIA ACADEMIA-SETOR PRODUTIVO - É CORRETO EM TERMOS DE AVANÇO NO CONHECIMENTO DO MATERIAL?

Helene - Sem dúvida. Porque a engenharia



OS DESENVOLVIMENTOS DOS CONCRETOS DE ALTA RESISTÊNCIA SE DERAM MAIS NOS ESTADOS UNIDOS, CANADÁ E NA EUROPA, MAS, EM TERMOS DE APLICAÇÃO E DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DO CONCRETO DE ALTA RESISTÊNCIA, O BRASIL SE DESTACOU.



é ciência aplicada. Não que não deve existir, entre nós, pesquisadores da universidade, aqueles com perfil estritamente científico, acadêmico. Mas, como se trata de ciência aplicada, é fundamental que haja uma integração entre o setor produtivo e a academia, tanto no sentido de que o setor produtivo demande soluções para seus problemas, como no sentido de que a academia mostre novas possibilidades, novos rumos e opções para o setor construtivo. Como exemplo, o Prof. Mounir, da Escola de Engenharia de São Carlos, tem um projeto de pré-fabricado muito interessante que tem dados frutos promissores.

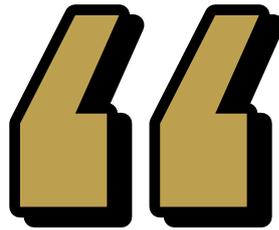
IBRACON - DE QUE FORMA AS PESQUISAS SOBRE O CONCRETO PODEM CONTRIBUIR PARA RESPONDER AOS DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE?

Helene - Em primeiro lugar, é preciso destacar que a engenharia civil, em especial, o concreto não é o principal poluidor. O cimento participa com cerca 6% da produção mundial de CO₂, porcentagem bem abaixo da contribuição da pecuária, automóveis, siderurgia, nessas emissões. Por outro lado, considerando o ciclo de vida de 50 anos de uma edificação, a contribuição da construção para a poluição (em termos de emissão de gases estufa) é de 10% do total, enquanto que o uso propriamente da construção é responsável por 90%. Assim, ao melhorar os procedimentos construtivos e os materiais de construção, estaremos contribuindo de forma importante, porém limitada frente a outros processos poluidores.

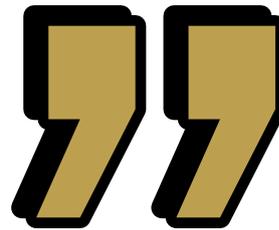
Mas, isso não quer dizer que a gente deve ser acomodado. E a indústria do cimento, felizmente, não tem se acomodado. Por necessidade de evolução, ela tem trilhado o caminho certo. Na década de 1970, com a primeira crise do petróleo, passou-se a pensar em coprocessamento, em utilizar outras

fontes de energia, como medidas para reduzir o consumo de petróleo, situação na qual o Brasil se saiu muito bem, quando ele passou a utilizar subprodutos de outras indústrias, tais como: a escória de alto forno; o fly ash das usinas termelétricas. Hoje, fica demonstrado, então, que se andou na direção certa, pois a indústria cimenteira brasileira é referência mundial de baixa poluição ambiental.

Outro aspecto: concreto de alta resistência contribui com a sustentabilidade. Ao se analisar o desenvolvimento do concreto nos últimos anos, se percebe que este desenvolvimento tem contribuído para a sustentabilidade. Se considerarmos a emissão de CO₂ por MPa, à medida que o concreto aumenta sua resistência, diminui-se a quantidade de CO₂ emitido por MPa. Usa-se mais cimento, no entanto, proporcionalmente menos: ao se passar de um concreto de 20MPa para um concreto de 40MPa, não se dobra a quantidade de emissão de CO₂, mas um bom projeto pode dobrar a quantidade de obra construída.



AO SE PASSAR DE UM CONCRETO DE 20 MPA PARA UM CONCRETO DE 40 MPA, NÃO SE DOBRA A QUANTIDADE DE EMISSÃO DE CO₂, MAS UM BOM PROJETO PODE DOBRAR A QUANTIDADE DE OBRA CONSTRUÍDA.



IBRACON - O QUE O SENHOR PENSA SOBRE A QUESTÃO DOS CONCRETOS NÃO CONFORMES,

QUANDO O CONCRETO RECEBIDO NA OBRA NÃO ATENDE AO F_{ck} ESPECIFICADO EM PROJETO, QUESTÃO QUE TEM OCUPADO OS DEBATES TÉCNICOS NACIONAIS DOS ÚLTIMOS TEMPOS?

Helene - Quando eu avalio a conformidade do concreto, através de corpos de prova moldados, no controle de recebimento, dois fatores interferem no resultado: as operações do ensaio e a qualidade propriamente dita do concreto. Hoje, com o grande desenvolvimento e demanda das obras, temos deficiências nestes dois fatores: deficiências nas operações de ensaio, devido a técnicos mal treinados, a equipamentos não aferidos, ou seja, devido a procedimentos não ideais; e,

por outro lado, deficiências na produção das obras, por não termos a quantidade e qualidade de pessoas e operários bem formados. Então, quando se avalia que o concreto está ruim, não é possível distinguir se o problema está nas operações de ensaio ou se está na produção do concreto, ou em ambas.

Por outro lado, a definição de um concreto conforme pressupõe que seja um concreto que tem 5% abaixo do limite que define aquela população. Como todo produto industrial, ele pode apresentar uma certa quantidade de material com valores abaixo do valor para o qual foi produzido, que foi especificado. Se imaginarmos que o Brasil produziu no ano passado 17 milhões de metros cúbicos de concreto em concreteiras, 5% disso vai significar 850 mil metros cúbicos de concreto, cerca de 100 mil caminhões betoneira com concreto de resistência abaixo do fck, porém conforme com o conceito normalizado no Brasil e aceito mundialmente.

Então no controle de recebimento (NBR 12655) é necessário identificar esse concreto, saber onde ele está, mas não se pode deixar de utilizá-lo, como seria possível com outros produtos acabados. O concreto não chega pronto na obra, ele chega em processamento que vai depender de sua dosagem e de uma infinidade de outros fatores: execução, cura, cimbramento, tipo de cimento, temperatura, etc. Portanto, só 28 dias depois de aplicado, ele poderia ser considerado “pronto”. Isso é muito diferente de uma barra de aço, um saco de cimento, um pneu ou uma torneira. Esses produtos ficam prontos na indústria e sempre que ela é séria e tem um rigoroso controle interno de qualidade, ela mesma pode descartar os “defeituosos”. Não há produção industrial que apresente zero de defeituosos. Portanto, a própria indústria ou o cliente que re-

cebe esses produtos prontos, através de um rigoroso controle de qualidade, identifica, antes de usar, aquela porcentagem permitida de defeituosos e não a utiliza.

No caso do concreto não é assim, nunca foi, nem nunca será. Então é preciso entender o processo de produção de uma estrutura de concreto e saber conviver com ele. É um processo muito mais complexo - e muito mais bonito - do que simplesmente montar peças como faria um montador de prateleiras, de ar condicionado ou de automóvel. Requer uma visão sistêmica, abrangente e

flexível, pois o resultado final depende de muitos intervenientes que, muito antes de serem adversários, devem ser parceiros e buscar o melhor juntos.

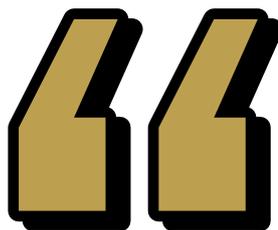
Portanto, tem de haver um controle rigoroso e deve ser conhecido o local, os elementos estruturais que foram moldados com aquele concreto de resistência baixa. Um caminhão betoneira, por exemplo, numa edificação habitacional padrão, pode concretar 12 pilares. Então ao receber um caminhão com resistência dentro dos 5% permitidos, será necessário reanalisar esses elementos estruturais, começando em primeiro lugar por confirmar

a resistência efetiva, através de esclerometria, ultrassom, extração de testemunhos, etc.

Em segundo lugar, tem que ser feito um estudo - aquele concreto que parece não ter a resistência desejada, onde ele foi parar, será que não tem mesmo a resistência,

e quais as conseqüências disso para a estrutura, do ponto de vista segurança e durabilidade. Então, é isso: você tem que aprender a conviver com o problema, porque ele faz parte da nossa atividade profissional.

É óbvio que hoje, um escritório de projetos tem duas a três vezes mais projetos, mais obras do que ele tinha a três, quatro anos atrás; então, ele tem duas a três vezes mais



É NECESSÁRIO TER CONHECIMENTO SOBRE ANÁLISE DE SEGURANÇA EM ESTRUTURA ACABADA QUE É MUITO MAIS COMPLEXA QUE OBRA NOVA, FEITA NO COMPUTADOR E NO PAPEL.



problemas do que ele tinha antes. Evidentemente, que o escritório se aborrece, se assusta: ‘mas, como, era de vez em quando, agora é toda hora!’. Agora é toda hora porque ele tem muito mais trabalho! Eu não gosto de que a gente fique achando culpado.

Além disso, é necessário ter conhecimento sobre análise de segurança em estrutura acabada que é muito mais complexa que obra nova, feita no computador e no papel. Tem de fazer inspeção, extrair testemunhos, ensaios, conhecer relaxação, fluência e efeito Rüsck. Fundamentos dos métodos probabilistas, ou seja é muito mais complexo e acaba criando atrito sério entre as partes. Pior de tudo: não está normalizado no país e cada um adota seu próprio critério e declara que é o da norma. Como você vê, há muito por fazer.

IBRACON - DOS PROJETOS CONSTRUTIVOS NOS QUAIS TOMOU PARTE, QUAIS CONSIDERA OS MAIS SIGNIFICATIVOS PARA SUA CARREIRA PROFISSIONAL E PARA O DESENVOLVIMENTO DA ENGENHARIA CIVIL NO PAÍS?

Helene - No ano de 2001/2002, ter descoberto a reação álcali-agregado nos blocos de fundação da Ponte Paulo Guerra, em Recife, descoberta pioneira no Brasil do problema numa estrutura não hidráulica nem de barragem. A partir dessa descoberta, alertados para o problema, os engenheiros pernambucanos encontraram muitos outros casos, em Recife e em outras cidades do país. A descoberta desse acontecimento contribuiu para o melhor conhecimento do material e, com isso, possibilitou a tomada de medidas preventivas necessárias, evitando-se que se tenham novos problemas no futuro, como também que não sejamos surpreendidos com acidentes no presente. A outra foi ter batido o recorde mundial de resistência à compressão de concreto aplicado em obra no edifício e-Tower, ex-

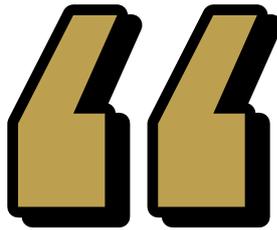
periência profissional muito gratificante, porque conseguimos demonstrar para o Brasil e para o mundo que é possível fazer um concreto, num centro urbano, produzido numa central de concreto, com procedimentos corriqueiros, fazendo concretos de resistência que superam os 125MPa aos 28 dias de idade, o que continua ainda sendo um recorde mundial dentro das especificações da obra (seis pilares, sete pavimentos, período de dois meses e meio).

IBRACON - SUA ENTREVISTA NUM DOS PROGRAMAS DO THE HISTORY CHANNEL E DISCOVERY CHANNEL TEM CHAMADO ATENÇÃO DE LEIGOS E PROFISSIONAIS PARA A DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES ATUAIS, COMO FOI ISSO?

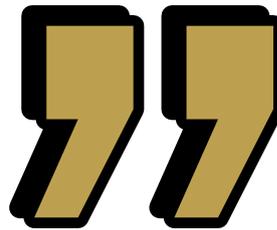
Helene - Fui procurado por uma equipe desses consagrados Canais de Divulgação de fatos pseudo-científicos ou históricos que, no meu escritório aqui em São Paulo, ocuparam-me por meio período desejando saber sobre a durabilidade das estruturas atuais, principalmente de concreto, pavimentos de asfalto, metálicas, pontes e torres altas.

Fazendo um paralelo com as civilizações Maia, no México (pirâmide Chit-zchen Izá), e Inca, em Machu Pichu, que desapareceram sem explicação, eles pediam para eu fazer um prognóstico do que ocorreria com as edificações de hoje se a humanidade desaparecesse de repente.

Questionei a importância de saber sobre isso, uma vez que não mais haveria humanos, mas me convenceram sobre o interesse no tema que focava a vida útil. Depois de muitas especulações e argumentações, alterei o modelo (deles) de degradação dessas estruturas com o tempo, pois eles estavam raciocinando como se elas fossem de pedra, iguais aos monumentos Incas, Egípcios, Gregos ou Maias.



PARA SALIENTAR A IMPORTÂNCIA DO SETOR, ELA É, JUNTAMENTE COM A AERONÁUTICA, A ÚNICA ÁREA INDUSTRIAL BRASILEIRA COM COMPETITIVIDADE INTERNACIONAL



O resultado ficou interessante, pois tratou-se de um excelente exercício de previsão de vida útil, sem manutenção alguma e lembrando de todos os agentes atmosféricos naturais que poderiam atuar na destruição dessas estruturas atuais. Começaria pelo deterioração do pavimentos e calçadas com crescimento de plantas, depois as pontes, a corrosão de armaduras, o efeito de sismos e furacões, e por aí afora.

Só vendo o programa e dando um desconto entre aquilo que a gente diz como deveria ser e aquilo que eles, jornalisticamente, gostam de publicar.

IBRACON - QUAL É A IMPORTÂNCIA DO IBRACON NO CONTEXTO DA ENGENHARIA CIVIL NACIONAL?

Helene - A fundação do IBRACON em 1972 foi fundamental para assegurar uma via de expressão e de discussão, um canal transparente, ético e reconhecido, dos avanços do conhecimento científico sobre o concreto.

O IBRACON é um fórum brasileiro, tradicional, forte, reconhecido por todas as Agências de Fomento do setor, como ambiente que propicia a exposição dos avanços do conhecimento e dos trabalhos científicos na área, bem como sua discussão em alto nível. A instituição assegura que o desenvolvimento da indústria do concreto no Brasil tenha a força e o reconhecimento que ela tem. Para salientar a importância do setor, ela é, juntamente com a aeronáutica, a única área industrial brasileira com competitividade internacional: é justamente a área de materiais e da construção (na qual participam o cimento e o aço, com participação expressiva no exterior, na figura da Gerdau, da Votorantim e da Camargo Correa), com capacidade e competência para concorrerem em nível nacional e internacional. Em parte isso se deve aos trabalhos científicos advindos dos centros de pesquisa e das universidades, que discutem os conhecimentos adquiridos, trocam idéias, nas reuniões anuais do IBRACON. Não existe nenhum outro evento na área que tenha tanto reconhecimento científico como as reuniões do IBRACON durante todos esses anos.

IBRACON - POR QUE O SENHOR QUIS SER PRESIDENTE DO IBRACON?

Helene - Foi a partir do momento em que eu tomei conhecimento e consciência desse papel do IBRACON, desse importante papel do IBRACON de ser o fórum científico do mais importante produto da construção civil brasileira. Grande parte da minha produção científica e de meus alunos, hoje magníficos professores, foi veiculada através do IBRACON, foi discutida, comentada, ampliada nos eventos do IBRACON. Isso acontece e aconteceu comigo e com centenas ou milhares de outros Colegas.

Então, eu senti que uma Instituição que tem esse importantíssimo papel, mas que naquele momento passava por dificuldades financeiras, sem sede própria, poucas publicações, quadro associativo em queda, Revista Técnica intermitente, sem o reconhecimento do setor produtivo à altura, pouco conhecida das congêneres no exterior, isolada das demais Entidades do setor, não estava sendo utilizada de forma a usar todo o seu potencial em benefício do desenvolvimento da engenharia de concreto no país. Eu entendi que poderia me candidatar, trabalhar muito e fortalecer o Instituto.

IBRACON - COMO O SENHOR VÊ O IBRACON? O INSTITUTO ESTÁ INDO PELO CAMINHO CERTO?

Helene - Sem dúvida. Eu gosto muito do rodízio nos cargos diretivos e executivos. Acho que nas Instituições acadêmicas, de classe, setoriais e políticas, sem dono, coletivas, que atuam em benefício de todos, em que todos se sentem participantes e em que todos se sentem atingidos pelas decisões tomadas, é fundamental o rodízio, porque o rodízio faz com que todos os pontos de vista, de alguma maneira, sejam contemplados e respeitados. O IBRACON tem história, foi fundado por ilustres colegas visionários, voluntários e amantes da boa engenharia. Tem sido dirigido por competentes Diretorias e Presidentes. O sistema gerencial do IBRACON, com Conselho Diretor e com Diretoria, acaba acarretando uma certa sequência de ações, que assegura que o rumo certo esteja sendo sempre trilhado. ■

52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

52º CBC 2010



Composição da Mesa da Solenidade de Abertura: Eng. Eugênio Montenegro (Sinduscon-CE); Eng. Luiz Antonio Rossafa (Copel); Eng. Adail Fontenele (Secretário de Infraestrutura do Ceará); Prof. José Marques Filho (IBRACON); Eng. Gerardo Santos Filho (Regional IBRACON); e Eng. Antonio Salvador da Rocha (CREA-CE)

Congresso Brasileiro do Concreto: compromisso com a atualização profissional e tecnológica

Mil trezentos e vinte e nove profissionais reuniram-se de 13 a 16 de outubro, no Centro

de Convenções de Fortaleza, no Ceará, para se atualizarem quanto ao desenvolvimento da tecnologia do concreto, do



Público presente na Solenidade de Abertura do 52º Congresso Brasileiro do Concreto

cálculo estrutural e de suas aplicações em obras civis, no 52º Congresso Brasileiro do Concreto.

O recorde absoluto em número de participantes em relação às edições anteriores reflete o atual momento de crescimento sustentado do setor construtivo nacional, com investimentos governamentais e privados em obras de infraestrutura, obras residenciais, obras de saneamento ambiental e outras, cuja perspectiva é de continuidade frente aos eventos esportivos programados para 2014 e 2016 e à grande carência no país por obras de infraestrutura e habitação popular. Dados do mercado brasileiro de cimento reforçam essa impressão, percebida e muito comentada entre os participantes do 52º Congresso Brasileiro do Concreto já em sua abertura oficial: a produção de cimento no

país atingiu 56 milhões de toneladas no período de setembro de 2009 a agosto de 2010, um crescimento de 10%, dado apresentado no evento pelo Secretário de Infraestrutura do Governo do Ceará, Adail Fontenele.

Somente no estado do Ceará, segundo o Secretário, 4000 obras estão em andamento nos mais diferentes segmentos. A começar pela construção do novo Centro de Convenções ao lado do atual, onde aconteceu o 52º Congresso Brasileiro do Concreto. Quando concluída em 2011, o espaço será o segundo maior centro de eventos do país, com capacidade para 3000 pessoas. Devido às suas particularidades construtivas - peças pré-fabricadas constituída por 300 pilares de 28m; 90 vigas protendidas reforçadas para suportar elevadas cargas; peças de concreto com 30 toneladas, em média; 60 mil metros cúbicos de concreto estrutural - a obra recebeu visita técnica de congressistas do evento, promovida pela empresa T&A, responsável pela fabricação de suas peças pré-moldadas, cujo volume total de concreto atingirá 26 mil metros



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

cúbicos. “Em perfeita consonância com a temática do evento - Novas tecnologias do concreto para o desenvolvimento sustentável - o Estado do Ceará está incentivando fortemente a indústria de concreto pré-moldado, evitando, assim, a utilização de fôrmas de madeira e, conseqüentemente, o desmatamento de grandes áreas”, destacou Fontenelle

Se a confiança no crescimento do setor construtivo estava em alta, o mesmo se pode dizer da confiança dos engenheiros civis presentes no 52º Congresso

Brasileiro do Concreto na tecnologia do concreto para fazer frente ao crescimento. Palavras do Secretário na Solenidade de Abertura: “o resgate dos mineiros no Chile demonstra o que a engenharia com decisão política pode fazer”. Naquele mesmo dia acontecia a operação de resgate dos 33 mineiros chilenos presos há 68 dias numa das minas daquele país.

Novamente, um dado apresentado aos congressistas reforçou a confiança: o alto nível tecnológico da indústria cimenteira nacional possibilita-lhe uma



Composição da mesa de debates com os palestrantes de uma das Sessões Plenárias do Congresso



Público assiste a uma das apresentações técnico-científicas durante o 52º Congresso Brasileiro do Concreto

das menores emissões de CO₂ por tonelada de cimento produzida - a média nacional é de 659kg/t, enquanto a média mundial é de 800kg/t.

Mas, confiança não é suficiente para tocar obras. Os grandes empreendimentos no país requerem muita responsabilidade da comunidade técnica nacional. É neste quesito que o Congresso Brasileiro do Concreto, fórum de debates sobre a tecnologia do concreto e de seus sistemas construtivos, encontra sua razão de ser.

“O 52º Congresso Brasileiro do Concreto é o ponto alto da missão do Instituto Brasileiro do Concreto, porque qualifica mão de obra para a cadeia produtiva do concreto, subsidia o mercado com informações estratégicas e reconhece a importância do concreto na construção da infraestrutura do país”, sustentou o pre-

sidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho, na cerimônia de abertura.

O recorde de participantes demonstra que os engenheiros civis têm assumido tal responsabilidade. Profissionais da maioria dos estados da federação, alguns do exterior, seja como congressistas inscritos (1329), seja como visitantes (365), compareceram ao 52º Congresso Brasileiro do Concreto, para se atualizarem sobre as pesquisas científicas e tecnológicas, sobre as novidades em termos de metodologias construtivas, sobre os modernos processos de controle tecnológico, sobre as discussões sobre temas importantes que têm preocupado a comunidade técnica, entre outras coisas. O comprometimento dos profissionais foi geral, desde os estudantes dos cursos de engenharia e arquitetura do país, envolvidos nas discussões e nos concursos técnicos, até os profissionais mais graduados, especialistas nacionais e estrangeiros, que trouxeram as novidades nas pesquisas de ponta realizadas no país e no exterior, passando pelo vasto e hete-



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

52º CBC 2010



Congressistas passam por pôsteres de trabalhos técnico-científicos de uma das Sessões Pôsteres do evento

rogêneo grupo de profissionais, atuantes nos variados segmentos da cadeia produtiva do concreto.

O importante aporte financeiro e técnico das 30 empresas patrocinadoras e expositoras, imprescindível para viabilizar um evento técnico do porte do 52º Congresso Brasileiro do Concreto, é também prova da responsabilidade social desses grupos empresariais e governamentais. Mostram, com sua participação na VI Feira Brasileira das Construções em Concreto - FEIBRACON,

num espaço de exposição onde tiveram a oportunidade de apresentar seus produtos, ferramentas e soluções para o mercado construtivo e de estreitar relacionamentos, comprometimento com a divulgação do conhecimento científico e técnico, com o desenvolvimento de produtos e processos, com o aperfeiçoamento da prática profissional e com o melhoramento do ambiente de negócios. Participaram como patrocinadoras: Camargo Correa, Cauê, Governo do Ceará, Banco do Nordeste, Copel, Furnas, Ele-

tronorte, T&A, ABCP, ABESC, Cimento Apodi, Crea-Ce, Engemix/Votorantim, Gerdau, Grace, Itaipu e Vedacit. A elas somaram-se como expositores: AltoQI, Anchartec, Astef, Atex, Denver, Emic, Engevix, Multiplus, Protensão Impacto, SH Formas, Sika, Tecnosil eTQS. O evento contou ainda com o apoio da ABNT, Capes, CNPq, Funcap, Fortaleza Convention Visitors Bureau e Editora Pini.

“Dois fatores explicam o crescimento contínuo do Congresso Brasileiro do Concreto. Ele reúne o setor produtivo como um todo para discutir o material ‘concreto’, no sentido de melhorar sua aplicação, propiciando o desenvolvimento e a inovação. E consiste num importante momento de interação do setor produtivo com o acadêmico, onde cada parte entra em contato com as necessidades da outra, com suas atividades, contribuindo sinergicamente para que caminhem juntas no solucionamento das questões postas pelo crescimento econômico e sustentável”, avaliou José Marques ao fazer seu balanço do 52º Congresso Brasileiro do Concreto em seu encerramento.

Com ele concordou um dos expositores, Nelson Covas, diretor da TQS Informática, ao comentar na Comunidade TQS que “a integração entre a feira e o congresso foi perfeita, todos tiveram a oportunidade de visitar os estandes da FEIBRACON e usufruir das inúmeras atividades do Congresso”.

Exemplo dessa sinergia entre academia e setor construtivo materializou-se na segunda edição, ampliada e revisada, do livro “Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais”, distribuído gratuitamente a todos os congressistas inscritos. Sob coordenação do professor da Universidade Federal de Santa Maria, Prof. Geraldo Cechella Isaia, e com participação ativa da diretora de publicações técnicas do

IBRACON, Enga. Inês Battagin, a obra consiste em ser um livro-base sobre materiais de construção civil, escrito por profissionais brasileiros, referenciado nas normas brasileiras e nas práticas de engenharia nacionais. Dividindo os 76 articulistas em profissionais dos diversos segmentos do setor construtivo e professores das mais destacadas universidades e institutos de pesquisa brasileiros, o livro, em dois volumes, soma 1776 páginas, divididas em 54 capítulos, e contou com o patrocínio valioso das empresas Arcelor Mittal, Votorantim e Eletrobras.

“As diretrizes orientadoras da segunda edição foram: atualização das normas brasileiras ou estrangeiras citadas no texto; atualização das referências bibliográficas e dos dados estatísticos; revisão geral do texto para correções vernáculas ou gráficas; e, finalmente, complementações de tópicos que, a critério dos autores, fossem importantes para atualizar ou esclarecer o leitor”, esclareceu Isaia sobre as atualizações da segunda edição.

PROGRAMAÇÃO EXTENSA

Os congressistas puderam assistir, nos quatro dias de realização do 52º Congresso Brasileiro do Concreto, a:

■ 183 apresentações orais, em 30 sessões plenárias, sendo:

- Gestão e Normalização: 4
- Materiais e Propriedades: 89
- Projeto de Estruturas: 16
- Métodos Construtivos: 13
- Análise Estrutural: 36
- Materiais e Produtos Específicos: 13
- Sistemas Construtivos Específicos: 12

■ 293 trabalhos em sessões pôsteres, sendo:

- Gestão e Normalização: 9
- Materiais e Propriedades: 143
- Projeto de Estruturas: 21
- Métodos Construtivos: 14
- Análise Estrutural: 64
- Materiais e Produtos Específicos: 29
- Sistemas Construtivos Específicos: 13

Palestrantes estrangeiros foram convidados para apresentarem suas pes-





52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

quisas na área de materiais e na de estruturas de concreto, trazendo ao conhecimento da comunidade técnica nacional os temas, os enfoques e os resultados que têm empreendido a comunidade internacional na pesquisa científica sobre o concreto. Apresentaram-se nas Conferências Plenárias:

- **Dr. Robert Stark**, professor da Universidade do México, que abordou os aspectos importantes do projeto sísmico nas estruturas de concreto
- **Dr. Benoit Fournier**, professor da Universidade de Laval, no Canadá, traçou um panorama do conhecimento atual sobre a reação álcali-agregado (RAA)
- **Dr. Hani Nassif**, professor da Universidade de Nova Jersey, nos Estados Unidos, apresentou as pesquisas que vem desenvolvendo naquela universidade sobre o concreto de alto desempenho e o concreto autoadensável, sob condições de retração restrita
- **Dr. Jacky Mazars**, professor do Instituto Politécnico de Grenoble, na França, expôs as ferramentas de avaliação de danos na modelagem dos efeitos de cargas severas em estruturas de concreto reforçado
- **Dr. Paulo Monteiro**, professor da Universidade de Berkeley, na Califórnia, Estados Unidos, trouxe as novidades sobre a nanotecnologia do concreto e sua influência na construção civil do futuro.

As palestras dos professores Robert Stark, Hani Nassif e Jacky Mazars integraram também o Seminário “Concreto sob ações dinâmicas”, organizado pelo

vice-presidente do IBRACON, Prof. Tullio Bittencourt, para discutir os efeitos de ações, como a de terremotos, ventos, cargas móveis, sobre as estruturas de concreto. O seminário contou ainda com cinco apresentações técnico-científicas de pesquisadores do assunto nas universidades e institutos de pesquisa do Brasil.

O professor Benoit Fournier apresentou também uma palestra para o Seminário “A reação álcali-agregado: causas, diagnóstico e soluções”, onde abordou os recentes desenvolvimentos para a prevenção e a mitigação da RAA. Organizado pelos profissionais, Prof. Cláudio Sbrighi Neto, diretor-tesoureiro do IBRACON, Eng. Selmo Kuperman, conselheiro do IBRACON, e Yushiro Kihara, gerente de tecnologia da ABCP, o Seminário mostra o comprometimento da comunidade técnica em não se apartar de questões delicadas relativas ao concreto, como a RAA, patologia que tem afetado algumas estruturas de concreto, tais como: barragens, fundações, pontes e pavimentos. Entre outros assuntos, o Seminário procurou apresentar as recentes descobertas para a melhor compreensão dessa patologia, bem como os procedimentos normativos para sua prevenção e as metodologias disponíveis para sua identificação e monitoramento em estruturas e a recuperação dessas estruturas afetadas. O Seminário contou com o apoio institucional da Associação Nacional de Entidades Produtoras de Agregados para a Construção Civil - ANEPAR, bem como de dois de seus associados: a Embu SA



Congressistas visitam os estandes dos expositores na VI Feira Brasileira das Construções em Concreto - FEIBRACON

Engenharia e Comércio e a Basalto Pedreira e Pavimentação Ltda.

Outras questões delicadas quanto à aplicação da tecnologia do concreto foram debatidas nos Painéis de Assuntos Controversos. O Painel ocorrido no dia 14, organizado pelo diretor técnico do IBRACON, Geol. Carlos Campos, tratou das patologias em apartamentos de cobertura. Dele participaram os debatedores: Prof. Marcello da Cunha Moraes, projetista de estruturas em concreto armado e protendido e especialista em materiais e fundações; Prof. Dácio Carvalho, projetista de estruturas com grande experiência em lajes nervuradas e em concreto de alto desempenho; Eng. Otacílio Valente Costa, diretor da Construtora Colméia e presidente da Coopercon, de Fortaleza; e Eng. Su-

zane Acioli, projetista de sistemas de impermeabilização.

O Painel do dia 15 foi coordenado pela professora da Universidade de Minas Gerais, Prof. Sofia Diniz, levantou o tema controverso dos concretos não conformes - suas causas, conseqüências e meios de prevenção. Dele participaram como debatedores: Prof. Paulo Helene, professor da Universidade de São Paulo e consultor; Thomas Carmona, diretor da ABECE e da Alconpat/Brasil; Antonio Laranjeiras, professor da Universidade Federal da Bahia e projetista; e Eng. Inês Battagin, superintendente do Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/CB-18) e Diretora de Publicações e Divulgação Técnica do IBRACON.

No momento em que proliferam pelo país o projeto e a construção de barragens em obras de usinas hidrelétricas, se fez mais uma vez necessário a organização de um seminário sobre o tema. O Seminário de Barragens, coordenado



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

pelo Eng. Flávio Salles, da CESP, mesclou o cases de empresas, como da Grace e Anhortec, com a apresentação de trabalhos técnico-científicos, ambos visando contribuir com a boa prática em projeto, construção e manutenção desses complexos empreendimentos de engenharia. O Seminário contou com um palestrante internacional, o Eng. David Whitmore, da Vector Corrosion Technologies, patrocinada pela An-

chortec. Whitmore abordou a proteção galvânica contra a corrosão em estruturas de concreto. O Eng. Rubens Bitencourt, de Furnas, palestrou sobre a gestão da qualidade de barragens, e o Prof. José Marques, da Copel, delineou o desafio ao desenvolvimento e à manutenção das obras hidráulicas.

O aquecimento do setor construtivo nacional traz, para todos, o desafio de crescer de forma sustentável, res-



Quadrilha do “Pirata” apresenta-se no Jantar de Confraternização do evento

peitando a biosfera em sua capacidade limitada de nos fornecer recursos e energia. Este comprometimento se refletiu na segunda edição do Seminário Copel de Sustentabilidade na Cadeia Produtiva do Concreto. O Seminário convidou para debaterem com a comunidade técnica nacional pesquisadores nacionais e estrangeiros, referências no tema da sustentabilidade no setor construtivo: o presidente do Instituto PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Prof. Haroldo Mattos de Lemos; os professores da Escola Politécnica da USP, Vanderley John e Rafael Pilleggi; o pesquisador dos Centros de Investigações e Estudos Avançados do IPN, Prof. Pedro Castro; o chefe dos Laboratórios da ABCP, Geol. Arnaldo Battagin; as professoras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Angela Masuero e Denise Dal Molin; o professor da Universidade Politécnica de Valência, na Espanha, Prof. Jorge Barnabeu; e os pesquisadores da Copel, Eng. Sonia Alcântara, e da Engemix, Eng. Luiz Vieira. Como a sustentabilidade envolve o aproveitamento eficiente de recursos e energia, o tema relaciona-se estreitamente com a certificação de mão de obra, razão pela qual foram convidados a palestrar o diretor de certificação de mão de obra do IBRACON, Eng. Júlio Timerman e o gerente setorial da Petrobras, Eng. Geraldo de Castro.

A importância do tema da sustentabilidade no 52º Congresso Brasileiro do Concreto não foi destacada apenas na organização de um seminário específico para debater o tema, mas esteve presente durante todo o evento, inclusive sob a bandeira para organizar a edição deste ano: “Novas tecnologias do concreto para o crescimento sustentável”. Já, na palestra inaugu-

ral ocorrida na Solenidade de Abertura, proferida pelo diretor de Gestão Corporativa da Copel, Eng. Luiz Antonio Rossafa, o tema se fez presente no conceito da sustentabilidade empresarial, onde foram apontadas algumas das iniciativas da Copel, na dimensão econômica, social e ambiental, com relação ao tema.

Como se uma programação tão extensa não bastasse a si própria, em termos de atualização profissional e tecnológica, no 52º Congresso Brasileiro do Concreto foram ministrados ainda dois Cursos do Programa Master em Produção de Estruturas de Concreto - MASTER PEC:

- **Pré-moldados de concreto**, do qual participaram 50 alunos
 - **Soluções de impermeabilização em obras de arquitetura diferenciada**, do qual participaram 20 alunos
- Os estudantes de arquitetura e engenharia civil tiveram ainda chance ainda de participar de quatro Concursos Estudantis do IBRACON:
- **7º CONCREBOL**, que contou com 168 participantes, de 22 instituições, com 40 bolas
 - **17º APO**, que contou com 137 participantes, de 16 instituições, com 27 pórticos
 - **6º OUSADIA**, que contou com 25 participantes, de 3 instituições, com quatro projetos
 - **1º HPPC**, que contou com 185 participantes, de 23 instituições, com 44 corpos de prova

Conforme bem destacou o diretor regional do IBRACON no Ceará, Eng. Gerardo Santos Filho, sobre a finalidade dos meses de planejamento e de ações coordenadas para a estruturação do **52º Congresso Brasileiro do Concreto**, “juntos estaremos, durante quatro dias, conhecendo e discutindo as tecnologias aplicadas à área do projeto e da construção em concreto, onde serão apresentados os recentes avanços e aplicações do concreto em obras civis, proporcionando conhecimentos e informações que assegurem qualidade, durabilidade, segurança e sustentabilidade no setor construtivo”. ■



Pesquisa e desenvolvimento

controle tecnológico do concreto

Falhas nos processos de controle tecnológico em laboratório que comprometem os resultados de resistência dos concretos

JOSÉ JAMES ZANETTI - CONSULTOR DE OBRAS DE CONCRETO
MAX BETON LTDA

1. INTRODUÇÃO

A norma NBR 12655 fixa as condições exigíveis para o preparo, controle e recebimento de concreto destinado à execução de estruturas de concreto simples, armado ou protendido. Para o consumidor final, que recebe o concreto produzido em central terceirizada, o controle estatístico simplificado para aceitação da estrutura, proposto na norma, é bastante prático e atende ao propósito “aceito - rejeitado”. Se f_{ck} estimado $\geq f_{ck}$ de projeto, o lote do concreto será automaticamente aceito e, por consequência, a estrutura executada com ele. Caso contrário, o concreto poderá ser rejeitado, cabendo ao produtor o ônus da reparação.

A prática das usinas produtoras de concreto é de trabalhar com “folga d’água”, que pode ser adicionada na frente de serviço para ajuste da consistência. Assim, os desvios e falhas de resistências encontradas pelos laboratórios de controle são creditados às va-

riações da quantidade de água para o acerto da consistência. Isso tem sido tratado como verdade única - falha na resistência é igual à alteração no fator a/c , por adição equivocada de água. Quando ensaios complementares feitos na estrutura executada com o concreto ‘sob judge’ comprovam a conformidade desse concreto, raramente há investigações do erro do laboratório de controle.

Evoluíram os métodos de cálculo, os materiais e as exigências de resistência e durabilidade das estruturas. As resistências ordinárias dos concretos de projetos de infraestrutura e prediais usadas até a poucos anos eram da ordem de 15 MPa a 25 MPa. Concretos com f_{ck} 35 MPa a 40 MPa, que eram vistos como especiais, hoje são os concretos ordinários. Embora sejam de uso comum, o controle e a produção dos concretos de 35 MPa a 40 MPa não podem ser tratados como tal. Exemplo disso é o velho e bom capeamento com enxofre. Para ensaio de ruptura com resistências superiores a 30

MPa, o capeamento pode interferir negativamente nos resultados. Como os concretos de 40 MPa a 50 MPa têm consumos de cimento próximos a 500 kg/m³, não é conveniente que, frente a irregularidades nas resistências, a consequência seja apenas o aumento do consumo de cimento, como foi prática em outras épocas. O concreto de alta resistência requer cuidados tecnológicos diferentes dos que vinham sendo praticados até há pouco tempo nos concreto de 20 MPa a 30 MPa.

Neste trabalho reunimos falhas de procedimentos encontrados em laboratórios de controle tecnológico de obras e algumas de suas consequências na interpretação dos resultados.

2. FALHAS NOS PROCESSOS DE CONTROLE TECNOLÓGICO EM LABORATÓRIOS

Mostraremos a seguir uma coleção de problemas encontrados nos últimos anos em laboratórios de obras. A raiz dos problemas encontrados está, principalmente, na falta de treinamento de técnicos e engenheiros para a nova realidade de resistência que vem sendo praticada nos projetos.

2.1 FALHA NA AMOSTRAGEM

A foto a seguir mostra duas metades de corpos de provas, cortados para investigação da diferença de resultados entre eles.

São duas amostragens de um mesmo traço.

Observa-se, na foto, a diferença na quantidade de agregado entre os corpos de prova. Trata-se do mesmo concreto, mas amostrado de forma diferente. A maior quantidade e má distribuição de agregado no corpo de prova b influenciou negativamente o resultado de resistência. Provavelmente, o corpo de prova b foi moldado com a amostra retirada no início da descarga para ensaio de consistência - prática comum que contraria a norma NBR NM 33.

2.2 FALHAS NA MOLDAGEM

Outra das várias fontes de dispersão de resultados de resistência provém de falhas de moldagem. Corpos de prova com dimensões (10 x 20) cm, com slump entre 30 mm e 150 mm, quando adensado manualmente, devem ser moldados em duas camadas com 12 golpes. Auditorias realizadas em campo têm mostrado moldagens com adensamento variando de 8 a 15 golpes por camada. O pior acontece para concretos com alta consistência ou autoadensável. A recomendação da norma NBR 5738 para moldes de (10x20) cm, com abatimento acima de 160 mm, é adensamento manual em camada única. Como a recomendação da norma para a redução das camadas pela metade aparece em nota abaixo da tabela 1 e com letras de menor tamanho, a recomendação é ignorada pela grande maioria dos moldadores (alguns moldadores nunca viram a norma). Para a moldagem de corpos de prova de concreto auto adensável,



Foto 3 – Concreto com excesso de exsudação



a NBR 15823 estabelece que devem ser seguidas as diretrizes da NBR 5738, a menos do adensamento, pois o concreto auto adensável não precisa de adensamento.

Na foto 2, nota-se acúmulo de agregados na parte inferior do corpo de prova, provocado por excesso de energia no adensamento. Nesse caso específico, o concreto de estação tinha abatimento de 220 mm, com pouca coesão e foi moldado fora da recomendação da norma. Na foto 2b, ocorreu o contrário, concreto muito coeso, abatimento de 50 mm. Faltaram experiência e treinamento aos moldadores.

Concretos com problemas de dosagem, que apresentam alto grau de exsudação, podem provocar grande perda de água ainda no estado plástico, comprometendo a altura do corpo de prova e, principalmente, a relação a/c no topo. Quando submetido ao ensaio de compressão rompem no topo, por esmagamento, onde o fator a/c está alterado pela exsudação. Na foto 3, observam-se os efeitos de fortes exsudações em corpos de prova: foto 3a, altura reduzida por saída de água; foto 3b, efeito do caminho da água de exsudação na lateral do corpo de prova; foto 3c, ruptura por esmagamento do topo com a/c alterado.

2.3 FALHAS NO PREPARO DAS FACES PARA RUPTURA

Para a execução do ensaio de compressão é necessário que as superfícies, onde se aplicam cargas, sejam planas, paralelas, lisas e perpendiculares ao eixo longitudinal do corpo de prova, de modo que o carregamento seja uniformemente distribuído.

Ao longo do tempo, o capeamento das faces dos corpos de prova com enxofre para o ensaio de compressão vem sendo utilizado com sucesso. Com a necessidade de aumento de durabilidade das estruturas de concreto, aumento das alturas das edificações, aumento das cargas e vãos das pontes e viadutos, ousadia das formas arquitetônicas e diminuição de espaços ocupados por vigas e pilares, os projetistas de estruturas de concreto vêm aumentando as resistências de projeto. Hoje, estruturas projetadas com fck entre 40 MPa e 50 MPa são comuns e já não são mais tratadas como estruturas de concreto de alto desempenho. Entretanto, comum no emprego não quer dizer comum nos cuidados de preparo e controle.

Para concretos com resistência acima de 30 MPa, o capeamento com enxofre começa a interferir negativamente nos resultados de resistência. O módulo de

Foto 4 – Diferença na espessura no capeamento com enxofre



Foto 5 – Concentração de cargas em corpos de prova preparados com capa de enxofre



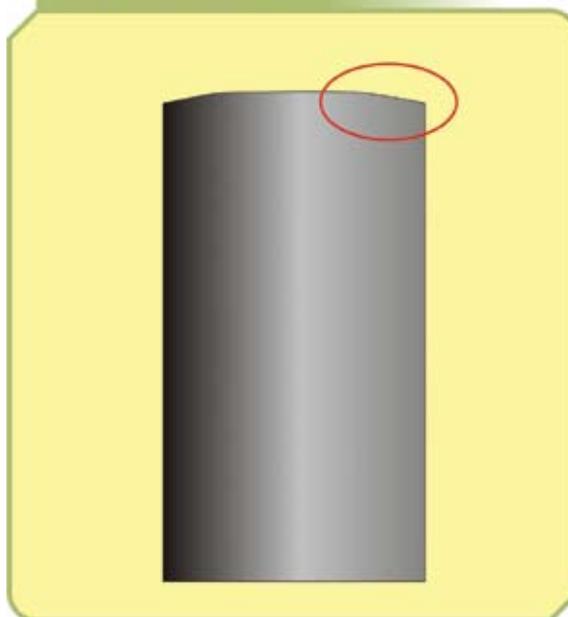
deformação do enxofre é menor que dos concretos de resistências mais altas e as deformações em capas com espessura descontínua dificultam a distribuição correta de cargas da prensa.

A foto 4 mostra o capeamento com diferença de espessura. Em concretos com mais de 30 MPa, o baixo módulo de deformação do enxofre imprimirá carga concentrada na camada mais fina do enxofre.

Nas fotos, mostramos o resultado do monitoramento de aplicação de carga, utilizando carbono entre o topo do CP (corpo de prova) e o prato da prensa. Os pontos mais escuros da figura indicam concentração de carga por diferença na espessura do capeamento. A foto 5b mostra, inclusive, a “sombra” do local da colocação da etiqueta de identificação da moldagem. A foto 5a mostra a concentração de carga nas bordas, provocada pela falta de planicidade do capeador. O centro do prato do capeador havia se deformado com o uso freqüente e calor intenso do enxofre fundido. Contribuiu para a deformação do prato do capeador a falta de qualidade do metal usado na confecção do prato.

O projeto de norma NM 77 “*Concreto - Preparação das bases dos corpos de prova e testemunhos cilíndricos para ensaio de compressão*” recomenda corte com disco diamantado, quando os corpos de prova de concreto apresentar uma base muito irregular, antes de realizar o capeamento com argamassa de enxofre, de forma a obter uma superfície perfeitamente plana, que permita realizar o ensaio de compressão.

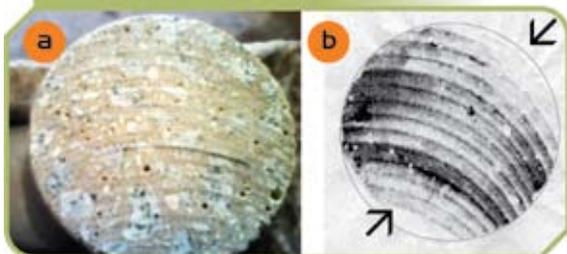
Figura 1 – Falha provocada pela falta de manutenção ou pelo tipo de rebolo da retificadora



A norma ASTM C 617 prevê a preparação da argamassa de enxofre, no mínimo, 2h antes do ensaio para concretos com resistência menor que 35 MPa. Para concretos com resistência igual ou superior a 35 MPa, o capeamento de argamassa de enxofre deve ser preparado, pelo menos, 16h antes do ensaio. Quando corpos de prova de concretos de alta resistência são capeados, a espessura e a resistência do capeamento são mais importantes do que para concretos normais. Um capeamento uniforme a uma espessura de 2 mm ou menos se faz necessário para concretos de alta resistência. Estudos mostram que maiores espessuras de capeamentos resultam em menores resistências à compressão dos corpos de prova.

A utilização de retífica nas faces dos corpos de prova é prevista pela norma brasileira NBR 5738 e deveria ser praticada para concretos com resistência acima de 30 MPa. Entretanto, a troca de capeamento por retífica deve vir cercada de alguns cuidados. Alguns equipamentos disponibilizados no mercado ou adaptados para retífica das faces dos corpos de prova, usados sem a devida verificação, concorrem para

Foto 6 - Falha no preparo das faces do corpo de prova



dissimular falhas, por vezes, até maiores que as apresentadas nas rupturas utilizando capeamento com enxofre.

A foto 6 mostra falhas de distribuição de carga em função de ranhuras produzidas pela retífica. Observa-se, no corpo de prova (foto 6), as ranhuras deixadas pelo rebolo da retífica e a distribuição de cargas pontuais vista no carbono (foto 6b) no topo do mesmo corpo de prova.

A falta de manutenção no equipamento de retífica tem introduzido um segundo defeito na superfície do topo de corpo de prova, como mostrado na figura 1. As bordas de entrada e saída do rebolo sobre o corpo de prova têm áreas menores que no meio. Para um rebolo em estado terminal ou inadequado para o serviço, a eficiência nas áreas menores tem provocado rebaixos que influenciam negativamente na distribuição das cargas. Na foto 6b, as setas indicam o local onde a carga nem deixou marcas no carbono, onde foi necessário o traçado de uma linha auxiliar indicativa dos limites do corpo de prova.

A foto 7 mostra que retificadoras com

Foto 7 - Falha no paralelismo: face do corpo de prova fora do esquadro após retífica



falta de manutenção ou mesmo as novas, quando mal instaladas, têm sido responsáveis por má distribuição de carga nas faces dos corpos de prova. A falta de paralelismo das faces pode causar ruptura com carga concentrada em um dos lados do corpo de prova (foto 8) rompendo, por compressão, de um lado e, tração, no outro.

O capeamento elastomérico confinado tem sido utilizado em algumas obras. O capeador é composto por um par de almofadas e um par de bases metálicas, com anel que envolve a almofada de neoprene.

A ASTM C 1231/C prevê o uso do neoprene como almofada de capeamento elastomérico dentro certas condições. Dentre as recomendações, está a dureza Shore A da borracha, que deve ser 70, a espessura

Foto 8 - Falha no paralelismo: ruptura por compressão, de um lado, e, tração, do outro



Foto 9 – Capeador elastomérico confinado



da almofada, de 13 mm, e a quantidade de reutilizações, que não deve exceder a 100 vezes. É válido ressaltar que, segundo a mesma norma, desníveis transversais ao diâmetro das bases dos corpos de prova não devem exceder 5 mm. O corpo de prova não deve ser testado, a menos que as irregularidades sejam corrigidas por corte ou retífica.

O que se tem encontrado nos poucos casos de uso de capeamento com neoprene confinado é um total desconhecimento desses parâmetros. O resultado

é desastroso e com enormes dispersões. Os corpos de prova rompem por esforços mistos de compressão e tração. Na foto 10b, observa-se uma pilha de corpos de prova cortados diametralmente por esforço de tração, durante o ensaio de ruptura com capeamento elastomérico. Esse tipo de ruptura ocorre devido ao fato da almofada de neoprene deformar-se radialmente, gerando forças de tração na base dos corpos de prova. Isso não deveria acontecer, se respeitados os limites previstos na norma.

Há casos (foto 10a) em que o capeamento elastomérico é feito apenas no topo do corpo de prova, estimando o laboratório que a base do molde seja perfeitamente plana.

2.4 PRENSA

Prensas antigas com manutenção precária têm sido usadas em laboratórios de obras de grande relevância técnica. A in-

Foto 10 – Consequências da ruptura com capeamento elastomérico



Figura 2 – Deformação radial da borracha produzindo esforço de tração no CP

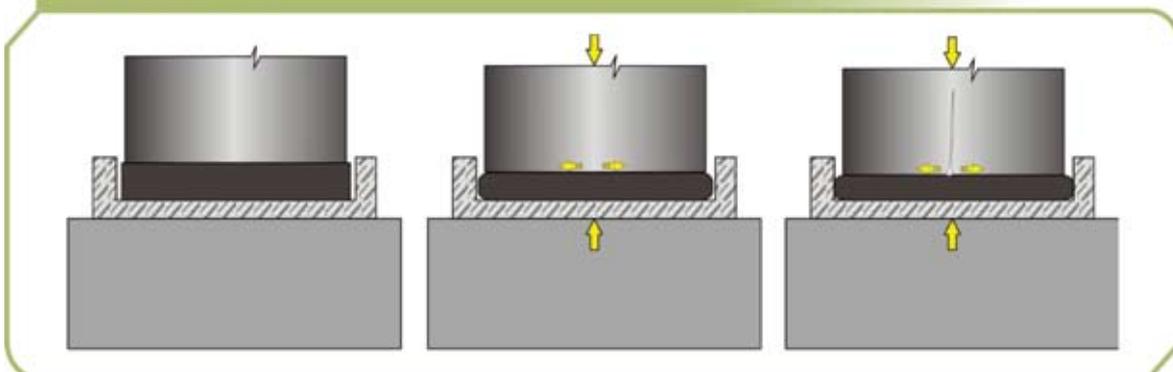


Foto 11 – Laboratório de obra - Prensa antiga sem controle de velocidade e prensa moderna com controle de velocidade de carga



terpretação dos resultados de resistência adquiridos a partir desse tipo de equipamento pode ficar comprometida. O acionamento manual ou elétrico da prensa deveria seguir as recomendações de velocidade de aplicação de carga da norma NBR 5739. Parte dos operadores desconhece detalhe da norma e parte dessas prensas antigas não permitem a possibilidade de controle de carga.

A planicidade dos pratos da prensa é outro requisito que se espera de um bom equipamento. Entretanto, nem sempre isso acontece. Prensas com muito uso e pouca manutenção podem apresentar irregularidades na planicidade do prato, além do limite de 0,05 mm permitido. Na foto 12, mostramos as irregularidades encontradas em pratos de prensas em mais de um laboratório, onde nos foi permitido fazer verificação expedita. A foto 12b

mostra o resultado do monitoramento da aplicação de carga com carbono em um prato côncavo. O centro do corpo de prova não recebia carga.

Na foto 12a, é possível ver a luz passando entre o prato e a régua, comprovando que o defeito visto no centro do carbono é proveniente da concavidade do prato da prensa.

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA COMO FERRAMENTA DE CONTROLE DOS PROCESSOS

A norma brasileira NBR 12655, usada para avaliação do desempenho do concreto aplicado nas estruturas, não contempla em seus métodos estatísticos o desempenho da produção e de ensaio, como é previsto na norma americana ACI 214. Para o consumidor comum isso não se traduz em problema, desde que os resultados de resistência dos lotes atendam aos requisitos do projeto. Quando problemas de resistência aparecem a norma NBR 12655 pode não ser suficiente para detectar a raiz do problema. Entretanto, é possível verificar a eficiência dos laboratórios de controle com as ferramentas da norma NBR 5739. O anexo B dessa norma apresenta método de avaliação estatística do desempenho do ensaio, baseado nos parâmetros da ACI 214. Com base nos parâmetros de controle da norma brasileira NBR 5739, as falhas nos processos de laboratórios podem ser verificadas. Evidentemente, a primeira barreira contra essas falhas são as intervenções di-

Foto 12 – Prato da prensa com falta de planicidade

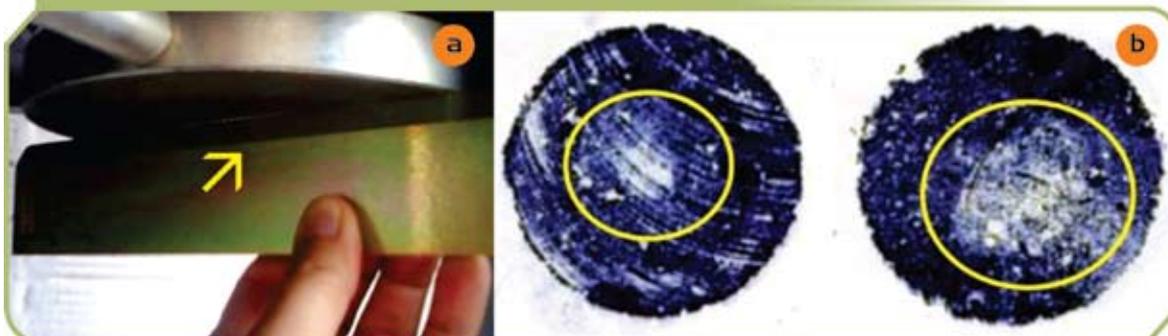
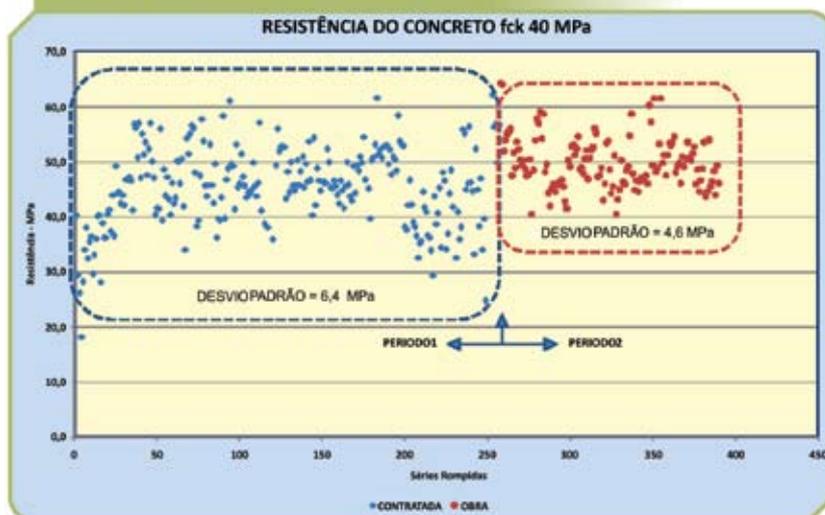


Figura 3 – Dispersão dos resultados de ruptura, no primeiro período, promovida pelo capeamento



retas nos processos do laboratório, evitando que elas ocorram. A ferramenta estatística serve como avaliador da eficiência dos treinamentos das equipes e das ações corretivas aplicados aos processos.

Para obras que produzem e controlam seus próprios concretos, a norma NBR 7212 “Execução de concreto dosado em central” disponibiliza ferramenta estatística de controle de produção, como a ACI 214.

Na figura 3, mostramos um exemplo real de resultados de ruptura de corpos de prova de uma obra de infraestrutura. As misturas de concreto de responsabilidade do empreiteiro eram produzidas e controladas por terceiros dentro do canteiro.

Separamos os resultados em dois períodos. No primeiro período, o concreto de 40 MPa capeado com enxofre apresentava grande dispersão, com muitos resultados abaixo do fck.

No segundo período, o capeamento com enxofre foi substituído por retifica

das faces, mas utilizando ainda os mesmos moldadores. Nenhuma outra mudança foi promovida nos processos de produção ou de laboratório, durante o período de análise.

No estudo, antes da implementação da mudança, o coeficiente de variação dentro do ensaio, que mede a eficiência dos processos do laboratório, era de 8,2% - considerado *deficiente* pelos padrões da ACI 214 e NBR 5739.

No segundo período, o valor caiu para 4,8% - considerado *bom* pelos mesmos padrões, conforme mostra tabela extraída do Anexo B da NBR 5739.

Para dirimir dúvidas de que a dispersão de resultados visto na figura 2 não fora provocada por variações no fator a/c, preparamos duas dosagens no laboratório da obra, após a implementação do uso da retífica. Na primeira, foi preparada a mistura da carta de traços, com fator a/c de 0,39 e expectativa de resistência de 50 MPa. A consistência medida nessa dosagem foi de 85 mm. Na segunda dosagem, tendo em vista a mesma curva de resistência x fator a/c da dosagem anterior, buscou-se o a/c para a resistência de 40 MPa. Para simular um erro na dosagem da água na central de concreto, mantivemos o consumo de cimento da mistura anterior e adicionamos água até atingir o a/c de 0,47 (fck 40 MPa). A consistência do concreto, nessa segunda

Tabela B.2 – Avaliação do ensaio através do coeficiente de variação dentro do ensaio

Coeficiente de variação do ensaio (CV _e)				
NÍVEL 1 (Excelente)	NÍVEL 2 (Muito Bom)	NÍVEL 3 (Bom)	NÍVEL 4 (Razoável)	NÍVEL 5 (Deficiente)
CV _e = 3,0	3,0 < CV _e = 4,0	4,0 < CV _e = 5,0	5,0 < CV _e = 6,0	CV _e > 6,0

Figura 4 – Curva de resistência em função do fator a/c determinada nos estudo de dosagem



dosagem, com adição “errada” de água, foi elevada de 85 mm para 210 mm.

Se ocorresse, na prática, essa alteração do fator a/c por adição excessiva de água a mudança de consistência seria detectada pelo laboratório de controle na central de concreto.

Por fim, os resultados de resistências do experimento, usando retífica das faces, confirmaram as resistências da curva do estudo de dosagem e as suspeitas das dispersões causadas pelo capeamento na primeira fase.

eficientes para chegar aos laboratórios de controle.

As falhas nos processos dos laboratórios relatadas nesse trabalho foram encontradas em obras espalhadas pelo país e representam parte do Custo-Brasil, pois, em todos os casos, o concreto produzido era melhor que o potencial indicado pelos laboratórios. Em todos os casos, observou-se que faltou qualificação e treinamento aos responsáveis pelo controle para que as correções, por vezes simples, fossem implementadas.

Referências Bibliográficas

- [01] Monteiro, Paulo. Controle da Microestrutura para o Desenvolvimento de Concretos de Alto Desempenho. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. 1993, p. 1.
- [02] ABNT. NBR 5738 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. 2008, p. 3. Emend 1.
- [03] AMN, Asociación Mercosur de Normalización. Projeto 05:03 NM 077 - Concreto - Preparação das bases dos corpos de prova e testemunhos cilíndricos para ensaio de compressão. CSM: 05 - Comitê Setorial Mercosul de Cimento e Concreto. 2005.
- [04] ASTM. ASTM C 617 - Standard Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens. 1998.
- [05] ASTM. ASTM C1231 / C1231M - 09 Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders. 2009.
- [06] ABNT. NBR 5739 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. 2007.
- [07] ABNT. NBR 12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento. 2006.
- [08] ACI. ACI 214 - Recommended Practice for Evaluation of Strength Test of Concrete. 1977.
- [09] ABNT. NBR 5739 - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. 2007.
- [10] ABNT. NBR 7212 - Execução de Concreto Dosado em Central. 1984. ■

52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



Premiados 2010

Uma tradição do IBRACON, na Solenidade de Abertura do 52º Congresso Brasileiro do Concreto, maior fórum nacional técnico de debates sobre o concreto e suas aplicações em

obras civis, foram homenageados os profissionais de destaque do ano, nas diversas categorias de premiação concedidas pelo Instituto Brasileiro do Concreto.

Confira os premiados 2010!

Prêmio “Emilio Baumgart” DESTAQUE DO ANO EM ENGENHARIA ESTRUTURAL

JOSÉ ROBERTO BRAGUIM
(in memoriam)



- Engenheiro civil (1979), mestre (1989) e doutor (1995) pela Universidade de São Paulo
- Projetista na Construtora Codrasa, autor do projeto do Anfiteatro IAPAS de Manaus
- Engenheiro pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT)
- Sócio da OSMB Projetos e Consultoria
- Ex-presidente da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (gestão 2006/2008)

O diretor do IBRACON, Eng. Nelson Covas, recebe o Prêmio, em nome da família do Eng. Braguim, da diretora do IBRACON, Enga. Sônia Freitas

Sócio Honorário IBRACON

PROF. VLADIMIR ANTONIO PAULON

- Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1963)
- Mestrado (1982) e Doutorado (1991) em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo
- Livre Docente pela Universidade Estadual de Campinas (2001)
- Pós-Doutoramento na Universidade da Califórnia em Berkeley (2006-2007)
- Professor titular na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas



Ladeado pelo conselheiro do IBRACON, Prof. Paulo Helene (esq.) e pelo Diretor Regional do IBRACON, Eng. Gerardo Santos Filho, o Eng. Vladimir Paulon recebe o Certificado

HONRA AO MÉRITO

PROF. PAULO JOSÉ MELARAGNO MONTEIRO

- Formado em engenharia civil, em 1979, pela Escola Politécnica da USP
- Mestre (1981) e Doutor (1985) em engenharia e mecânica estrutural pela Universidade da Califórnia, em Berkeley, Estados Unidos
- Professor no Departamento de Engenharia Civil na Universidade da Califórnia



O presidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho, faz a entrega do Certificado ao homenageado, Prof. Paulo Monteiro (esq.)

PRÊMIO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA ÁREA DE ESTRUTURAS

CARLA NEVES COSTA

- **Título:** *Dimensionamento de elementos de concreto armado em situação de incêndio*
- **Orientador:** Valdir Pignatta e Silva



A Eng^a Carla Costa recebe o Prêmio do diretor do IBRACON, Geol. Carlos Campos

PRÊMIO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA ÁREA DE MATERIAIS

ANA PAULA KIRCHHEIN



- **Título:** *Aluminatos tricálcico cúbico e ortorrômbico: análise da hidratação in situ e produtos formados*
- **Orientadores:** Denise Dal Molin e Paulo J. M. Monteiro ■

O diretor do IBRACON, Eng. Luiz Prado, entrega o Prêmio à homenageada, Eng^a Ana Paula Kirchhein

entidades parceiras

Vencedores do Prêmio Qualidade 2010

O Sindicato Nacional da Indústria de Produtos de Cimento (Sinaprocim) e o Sindicato da Indústria de Produtos de Cimento do Estado de São Paulo (Sinprocim) divulgaram, no último dia 22 de novembro, o resultado da edição 2010 do **PRÊMIO QUALIDADE**, em cerimônia na sede da FIESP, em São Paulo, com a presença de mais de 400 pessoas.

Em sua oitava edição, o prêmio deste ano

contemplou 22 empresas com o Troféu Vitória e 15 Menções Honrosas, totalizando 37 premiados entre empresas de produtos de cimento, fornecedores de insumos, revendedores e construtores.

O Troféu Vitória foi entregue às empresas que obtiveram a maior votação em cada uma das categorias de produtos avaliados e as menções honrosas às empresas que atingiram a segunda e a terceira colocação em número de votos.

A Weber Quartzolit recebeu o Prêmio Excelência Empresarial por ter se destacado com a maior pontuação nos atributos pesquisados e com o melhor desempenho global em todos os segmentos.

Três personalidades receberam uma homenagem especial. O Ministro do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Miguel Jorge, e o Presidente do Banco Central, Henrique



Jorge Gerdau, Miguel Jorge, João Guilherme Sabino Ometto, José Carlos de Oliveira Lima, Henrique Meirelles, Carlos Orlando e Emílio Alves Ferreira Júnior

Meirelles, receberam o Prêmio Personalidade Pública 2010 por suas atuações em prol do setor da construção civil no Governo Lula. E o empresário Jorge Gerdau, Presidente do Conselho de Administração do Grupo Gerdau, foi agraciado com o Prêmio Personalidade Empresarial por sua liderança e defesa dos interesses das empresas junto ao governo federal.

Em seu discurso, o presidente do Sinaprocim/Sinprocim, José Carlos de Oliveira Lima, destacou o momento de prosperidade para a indústria da construção civil, os avanços registrados nos últimos anos, a partir das ações conjuntas entre o poder público e a iniciativa privada, e sinalizou para o futuro, apontando os desafios que o setor tem pela frente nas áreas de habitação e infraestrutura.

Segundo o presidente, os pilares para o desenvolvimento do setor da construção civil serão inovação tecnológica,

sustentabilidade, gestão pública e privada e mão de obra qualificada. “Os homenageados dessa noite são exemplos

Vencedores do Prêmio Qualidade 2010 SINAPROCIM/SINPROCIM

- **Prêmio Excelência Empresarial:** Weber Quartzolit
- **Prêmio Personalidade Pública 2010:** Miguel Jorge, Ministro do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
- **Prêmio Personalidade Pública 2010:** Henrique Meirelles, Presidente do Banco Central
- **Prêmio Personalidade Empresarial 2010:** Jorge Gerdau, Presidente do Conselho de Administração do Grupo Gerdau

TROFÉU VITÓRIA

- **ABCP** (Categoria: Laboratório de ensaios)
- **Arcelor-Mittal** (Categoria: Aço para protensão, tela eletrossoldada (rolos e placas) e aço vergalhão CA-60 em rolo)
- **Brasilit** (Categoria: Placas cimentícias)
- **Camargo Corrêa Cimentos** (Categoria: Cimento de Alta Resistência Inicial (ARI) e Cimento Portland)
- **Camargo Corrêa Construções** (Categoria: Construtora)
- **Cerâmica Faulim** (Categoria: Blocos cerâmicos para laje)
- **Eternit** (Categoria: Caixas d'água de fibrocimento e Telhas de fibrocimento)
- **Eurotop** (Categoria: Telhas de concreto natural e/ou colorida).
- **Gerdau** (Categoria: Armações treliçadas, armações treliçadas para espaçador, aço vergalhão CA-50 em barra e aço vergalhão CA-60 em rolo)
- **Glasser** (Categoria: Blocos de concreto estrutural e peças para pavimentação - tráfego pesado)
- **Grupo Mediterrânea** (Categoria: Lajes treliçadas)
- **Lajes Imperial** (Categoria: Lajes treliçadas)
- **M3 SP Engenharia** (Categoria: Lajes treliçadas, painéis treliçados e placas duplas para contenção)
- **Menegotti** (Categoria: Misturadores e betoneiras)
- **Oterprem** (Categoria: Blocos de concreto estrutural e vedação e peças para pavimentação - tráfego leve)
- **Pedreiras Basalto** (Categoria: Agregados)
- **Postes Líder** (Categoria: Postes de concreto para rede de distribuição de energia elétrica alta tensão).
- **Protendit** (Categoria: Estacas pré-fabricadas, painéis alveolares protendidos de grande porte, sistemas construtivos, sistemas racionalizados e vigas e pilares pré-fabricados)
- **Tatu Pré-Moldados** (Categoria: Blocos de concreto estrutural e aparente/arquitetônico e lajes nervuradas protendidas)
- **Telhanorte** (Categoria: Revenda de materiais de construção)
- **Votorantim** (Cimento Portland e cal hidratada)
- **Weber Quartzolit** (Categoria: Argamassas colantes, argamassas para rejuntamento e argamassas para revestimento)

MENÇÃO HONROSA

- **Arcelor-Mittal** (Categoria: Armações treliçadas, aço vergalhão CA 50 em barra e armações treliçadas para espaçador)
- **Bloco Pinguim** (Categoria: Blocos de concreto de vedação e aparente/arquitetônico)
- **Gerdau** (Categoria: Telas eletrossoldadas - rolos e placas)
- **Glasser** (Categoria: Blocos de concreto de vedação)
- **Holcim** (Categoria: Cimento de Alta Resistência Inicial (ARI), Cimento Portland e Concreto usinado ou dosado em central)
- **Intercity** (Categoria: Peças para pavimentação - tráfego leve e peças para pavimentação - tráfego pesado)
- **Lajes Imperial** (Categoria: Placas duplas para contenção)
- **M3 SP Engenharia** (Categoria: Sistemas construtivos)
- **Menegotti** (Categoria: Formas metálicas para indústria)
- **Oterprem** (Categoria: Blocos de concreto aparente/arquitetônico e peça para pavimentação - tráfego pesado)
- **Postes Líder** (Categoria: Postes de concreto para entrada domiciliar e sistemas racionalizados)
- **PP Painéis** (Categoria: Painéis treliçados)
- **Tatu Pré-Moldados** (Categoria: Blocos de concreto de vedação e painéis alveolares protendidos de grande porte)
- **Treliças Faulim** (Categoria: Armações treliçadas)
- **Votorantim** (Categoria: Argamassas para revestimento)



Equipe de laboratoristas da ABCP, ganhadora do Troféu Vitória na categoria Laboratórios de Ensaios

de como construir esse desenvolvimento com ética, empenho e trabalho e eles souberam como transformar oportunidades e desafios em negócios”, disse.

Ao receber o Prêmio Personalidade Pública 2010, o Ministro Miguel Jorge, observou que medidas como a redução do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) de 47 produtos da cesta básica da construção civil e o incentivo às políticas habitacionais do governo federal, como o programa Minha Casa, Minha Vida, foram fundamentais para manter o bom desempenho do setor, que reflete diretamente no mercado de trabalho do país. “É uma grande satisfação receber este prêmio que eu preciso compartilhar com toda a minha equipe do ministério e com os órgãos ligados à cadeia produtiva da construção civil”, disse o ministro.

Laureado com o Prêmio Personalidade Pública 2010, o presidente do Banco Central, Henrique Meirelles, lembrou que os números impressionantes da construção civil são resultado da estabilidade da economia brasileira que deve fechar o ano com crescimento de 7,3%. “Estamos comemorando um ano excepcional para a construção civil, resultado de um ano excepcional da

economia brasileira. Um momento de gratificação para o setor e para aqueles que participaram intensamente desse processo”. E, finalizou, “cumprimento a todos os premiados. É de pessoas como os senhores e as senhoras que o Brasil precisa para manter o ritmo de crescimento”.

Jorge Gerdau, presidente do Conselho de Administração do Gru-

po Gerdau, vencedor do Prêmio Personalidade Empresarial 2010, também ressaltou a importância do trabalho do Sinaprocim/Sinprocim e, em especial, do seu presidente José Carlos Oliveira Lima, junto ao setor da construção civil. “Com sua equipe tem feito um trabalho extraordinário dentro do construbusiness”, destacou ele, ao completar que a conjugação de esforços tem sido extremamente importante para o setor na busca de inovação tecnológica para o desenvolvimento da construção civil.

A pesquisa que apontou os premiados foi realizada pelo Ibope com associados, fornecedores, construtores, incorporadores e revendedores, que indicaram quais empresas se destacaram em cinco quesitos básicos: atendimento comercial; informações técnicas e orientações para aplicação; pontualidade na entrega; assistência técnica pré e pós-venda e qualidade certificada de acordo com as Normas Técnicas da ABNT.

O Prêmio Qualidade Sinaprocim/Sinprocim acontece há 14 anos e tem por objetivo reconhecer e divulgar o trabalho e a dedicação das empresas na melhoria de seus sistemas de qualidade e produtividade.

52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



Diretor Técnico do IBRACON, Prof. Carlos Campos, explica aos estudantes as regras dos concursos técnicos na Arena Engemix

Vencedores dos Concursos Técnicos IBRACON 2010

O Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON organiza anualmente competições entre estudantes de engenharia e arquitetura, com o objetivo de incentivá-los a aprender na prática, aplicando os conhecimentos teóricos das salas de aula.

Durante o 52º Congresso Brasileiro do Concreto, maior fórum técnico-científico nacional sobre o concreto e seus sistemas construtivos, realizado de 13 a 16 de outubro de 2010, no Centro de Convenções de Fortaleza, Ceará, além dos tradicionais concursos Aparato de Proteção ao Ovo - APO, CONCREBOL e OUSADIA, foi promovida a primeira edição do Concurso *High Performance Color Concrete - HPCC 2010*. Confira as equipes campeãs!

Concursos Estudantis IBRACON

52º Congresso Brasileiro do Concreto

17º APO

Aparato de Proteção ao Ovo

- 16 INSTITUIÇÕES
- 27 APARATOS
- 137 PARTICIPANTES

O Concurso desafia os estudantes de engenharia a projetar e construir um pórtico em concreto armado, denominado Aparato de Proteção ao Ovo. Vence a equipe que construir o pórtico mais resistente, capaz de proteger o ovo colocado sob ele, submetido a impactos com cargas verticais progressivas.

1º LUGAR



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Equipe Alécio, Andressa, Diego, Fernanda, Janine, Leonardo

Orientador Marcelo H. F. de Medeiros

2º LUGAR



URI - CAMPOS DE SANTO ÂNGELO - RS

Equipe Lincoln Grass

Orientador Nelson Seidler

3º LUGAR



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU

Equipe André, Elias, Gabriel, Everton, Leonardo, Ismael, Tiago, Antônio, Mariana, Juliana, Joshua, Thiago, Ênio

Orientadores Lucio Flavio da Silveira Matos e Édimo Celso Rudolf



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



7º Concrebol

- 22 INSTITUIÇÕES
- 40 BOLAS
- 168 PARTICIPANTES

O Concurso requer conhecimento e técnica na construção de uma bola de concreto. Seu objetivo é o de testar a habilidade dos competidores no desenvolvimento de um método construtivo e na produção do concreto com parâmetros determinados. A esfericidade é testada no deslocamento da bola até o gol sobre uma plataforma especialmente construída. Ganha o concurso a bola esférica com maior resistência à compressão.

1º LUGAR



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Equipe Rômulo, Cintya, Diego, Lucas, Luiz e Viviane

Orientador Luiz Roberto Prudêncio Jr

2º LUGAR



CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

Equipe Augusto, Vítor, Eduardo, André, Bruno e Guilherme

Orientador Kurt Pereira Amann

3º LUGAR



UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PELOTAS

Equipe Leandro, Rodrigo, Vinicius e Mauro

Orientador Eduardo Azevedo de Azevedo

6° Ousadia

- 3 INSTITUIÇÕES
- 4 PROJETOS
- 25 PARTICIPANTES

O Desafio
Ousadia 2010

consistiu na elaboração de um projeto arquitetônico, com viabilidade técnica demonstrada, de uma estação subterrânea de metrô, com túneis paralelos em nível e uma única plataforma central. A Estação, denominada Centro de Eventos, é uma das 12 projetadas para a Linha Leste do Metrofor (Metrô de Fortaleza).

O projeto foi avaliado em termos das condições de acessibilidade ao Centro de Eventos de Fortaleza, em implantação no local, assim como em termos de sua adequação ao entorno, de sua originalidade e funcionalidade.



1° LUGAR

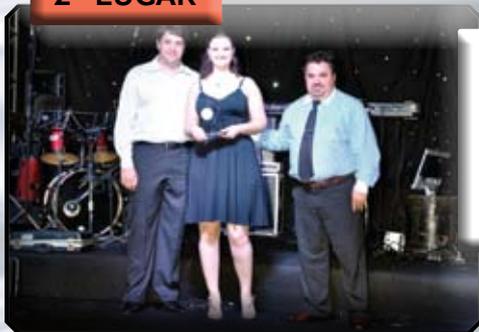


UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB

Equipe Lucas, Clarissa, Júlia, Carina, Carolina, Athos

Orientador Janes Cleiton Alves de Oliveira

2° LUGAR



UNIVATES

Equipe Rodrigo, Marcos, Eduardo, Renata

Orientadores Alex Carvalho Brino e Leandro Marquette

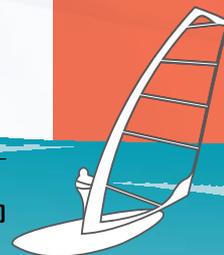
3° LUGAR



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS

Equipe Eric, Rodrigo, Felipe, Leonardo

Orientadores Bernardo Fonseca Tutikan e Carlos Bahima



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



1º HPCC

High Performance Color Concrete

- 23 INSTITUIÇÕES
- 44 CORPOS DE PROVA
- 185 PARTICIPANTES

Moldar um corpo de prova com concreto de alto desempenho colorido, com dimensões preestabelecidas, que seja capaz de atingir altas resistências à compressão. Este é o desafio do Concurso, que objetiva testar a habilidade dos competidores na produção do concreto colorido.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL



Equipe Camila, Ana Carolina, Anderson, Guilherme, Josué, Marcos Vinícius, Mauro e Raquel

Orientadores Abrahão Bernardo Rohden, Ana Paula Kirchheim e Denise Carpena Dal Molin

2º LUGAR



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Equipe Alécio, Andressa, Diego, Fernanda, Janine e Leonardo

Orientador Marcelo H. F. de Medeiros

3º LUGAR



CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

Equipe Augusto, Vítor, Eduardo, André, Bruno e Guilherme

Orientador Kurt Pereira Amann

Os Concursos Técnicos IBRACON foram patrocinados pela empresa Engemix, que construiu o palco especialmente montado no Centro de Convenções para acomodar as torcidas das equipes participantes. A Engemix também promoveu no 52º Congresso Brasileiro do Concreto a final do ConcrePower, lançado oficialmente pela empresa no ConcreteShow. ■

Pesquisa e desenvolvimento

controle tecnológico do concreto

Influência dos procedimentos de cura na resistência e na absorção do concreto

MARCOS DE OLIVEIRA VALIN JR - TECNÓLOGO EM CONTROLE DE OBRAS
LOTUFO ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA

SANDRA MARIA DE LIMA - PROFESSORA-DOCTORA E CHEFE DE DEPARTAMENTO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO

1. INTRODUÇÃO

Boas práticas construtivas, como a boa cura, são essenciais para produzir uma estrutura de concreto durável, que minimize gastos com manutenção e reparos e reduza a utilização de novos recursos naturais. O termo cura do concreto envolve uma combinação de condições que promovem a hidratação do cimento, como tempo, temperatura e umidade, consideradas imediatamente depois do lançamento (Mehta e Monteiro, 2008).

Terzian (2007) relata a importância de se conhecer as condições climáticas para estabelecer os procedimentos adequados de cura do concreto; por exemplo, a proteção da obra em situações de ventos intensivos, com o objetivo de minimizar a evaporação da água de amassamento. Os cuidados com a cura do concreto influenciam a sua estabilidade volumétrica e melhoram o seu desempenho mecânico e a sua resistência aos agentes agressivos do meio ambiente. Embora o fator água/cimento

seja importante na resistência do concreto, fatores como adensamento e condições de cura (grau de hidratação do cimento) têm também efeitos importantes.

O objetivo deste artigo é avaliar as resistências à compressão diametral e axial, a absorção de água por imersão e o índice de vazios de concretos, à idade de 28 dias, submetidos a condições de cura ao ar e de cura úmida, verificando a influência de diferentes ciclos de cura nas características do concreto.

A dosagem proposta e a execução do concreto têm como princípio reproduzir ao máximo as condições climáticas das obras, que, dificilmente, são as mesmas do laboratório, como temperatura ambiente, temperatura do concreto, umidade relativa do ar, velocidade do vento e preparo dos agregados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método adotado para atingir o objetivo deste trabalho consistiu em moldar corpos de prova de concreto com as mesmas dosagens (i.e. traço unitário),

Figura 1 – Corpos-de-Prova: idade de 28 dias



para submetê-los a diferentes condições e ciclos de cura (10 corpos de prova para cada condição). Foram duas as condições de cura analisadas: cura úmida em tanque, com água e cal; e cura ao ar, buscando-se similaridade de condições com os ambientes de obra.

Os ciclos de cura adotados foram:

- 28 dias submerso em água com cal (tanque com temperatura constante $20^{\circ} \pm 2^{\circ}$);
- 7 dias submerso em água com cal e 21 dias ao ar;
- 28 dias ao ar (temperatura média de 28°C e umidade média de 58%).

Após o período de cura, foram realizados os seguintes ensaios: resistência à compressão axial (NBR 5739:2007); resistência à tração por compressão diametral (NBR 7222:1994); absorção de água por imersão; e índice de vazios (NBR 9778:2005).

Para o estudo, foram utilizados corpos de prova de concreto cilíndricos com 10cm de diâmetro e 20 cm de altura, dosados com os seguintes materiais:

- Cimento Portland CP II E 32;
- Aditivo plastificante do tipo naftaleno-sulfonado;
- Agregados graúdos: optou-se pelo empacotamento de britas com diferentes dimensões, sendo: 70% $D_{\max} = 19\text{mm}$; 21% $D_{\max} = 9,5\text{mm}$; 9% $D_{\max} = 4,8\text{mm}$; a massa unitária e a massa específica são, respectivamente, $1,47\text{g/cm}^3$ e $2,78\text{g/cm}^3$;

- Agregado miúdo: dimensão máxima, massa unitária, massa específica são, respectivamente: $2,4\text{mm}$, $1,55\text{g/cm}^3$ e $2,64\text{g/cm}^3$;
- Água.

A massa total de agregados em relação ao aglomerante foi de 1:M, $M=5$; o teor de argamassa foi de 52%; e a relação água-aglomerante (a/agl) foi de 0,43.

O método de dosagem utilizado foi o de Helene e Terzian (1987).

3. RESISTÊNCIA

Após a realização da dosagem do concreto e moldagem dos corpos de prova (figura 01), os mesmos foram curados, segundo a análise experimental proposta e, posteriormente, foram submetidos aos ensaios de resistência à compressão (NBR 5739:2007) e de resistência à tração por compressão diametral (NBR 7222:1994).

Na figura 2, são apresentados os resultados do ensaio de resistência à tração por compressão diametral, que apresentaram valores crescentes, respectivamente, para 28 dias de cura ao ar; 7 dias de cura úmida e 21 de cura ao ar; e 28 dias de cura úmida. O desvio padrão para os resultados da resistência à compressão diametral foi de 0,29 MPa.

No resultado do ensaio de compressão axial (figura 3), comprova-se a importância da cura úmida, pois, na condição de 28 dias de cura ao ar, a resistência à compres-

Figura 2 – Compressão Diametral (valores médios) em função da condição de cura



Figura 3 – Compressão Axial (valores médios) em função da condição de cura



são foi 27% menor do que a média das duas outras condições.

A resistência aos 28 dias, após cura úmida, apresentou valor menor em relação ao da condição de 7 dias de cura úmida e 21 dias ao ar. O menor valor de resistência foi obtido para o concreto curado 28 dias ao ar, que foi 49% menor do que o valor de resistência obtida para o concreto curado 7 dias em água com cal e 21 dias ao ar (figura 3). O desvio padrão para os resultados da resistência à compressão axial foi de 4,80MPa.

O mesmo fato é observado por Battagin et al (2002), onde os concretos com os fatores a/agl de 0,30, 0,45 e 0,65 apresentaram os maiores valores de resistência à compressão, quando curados, inicialmente, 7 dias em cura úmida e 21 dias ao ar. A pesquisa desenvolvida por Battagin et al (2002) investigou o

Figura 4 – Influência dos ciclos de cura na resistência à compressão dos concretos – BATTAGIN et AL (2002)

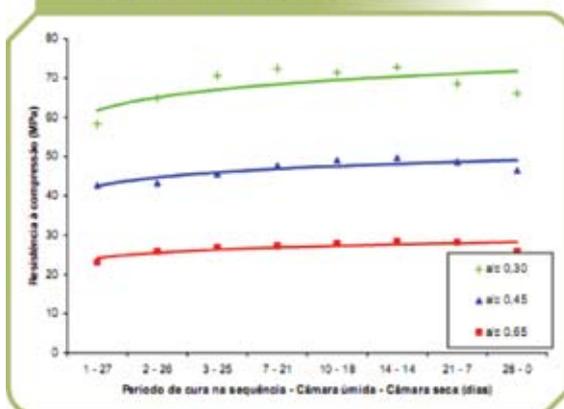


Figura 5 – Absorção, após imersão (valores médios), em função da condição de cura



comportamento mecânico de concretos com diferentes relações a/agl para diferentes condições de cura (figura 4).

4. DURABILIDADE

Para analisar a durabilidade nas diferentes condições de cura, realizou-se o ensaio de absorção de água por imersão.

A absorção, após imersão, deixa clara a importância da cura para diminuição da absorção, pois o índice de absorção foi 38% maior para a condição de 28 dias de cura ao ar e 29% maior na condição de 7 dias de cura úmida e 21 ao ar, em relação à cura úmida por 28 dias, conforme figura 5. O desvio padrão para os resultados da absorção, após imersão, foi de 0,77%.

Distribuição de valores similar ocorre com o Índice de Vazios (9,47% na cura ao ar e 5,99% com 28 dias de cura úmida, com desvio padrão de 1,79%).

Figura 6 – Índice de Vazios (Valores médios) em função da condição de cura



5. CONCLUSÕES

A análise experimental demonstrou a importância e a influência dos procedimentos de cura no desempenho mecânico e na durabilidade dos concretos.

Dentre os procedimentos adotados, a cura úmida, durante 28 dias foi o ciclo de cura com maior eficiência para a durabilidade, uma vez que, tanto o índice de vazios quanto o índice de absorção, foram os menores, atingindo a significativa diferença de 58% no índice de vazios, em relação ao ciclo de cura com 28 dias ao ar.

Na análise da absorção, pode-se observar um acréscimo de 14% do índice, entre os procedimentos de cura com 7 dias em água e 21 dias ao ar e os procedimentos de cura com 28 dias em água.

Somente a resistência à compressão axial apresentou valor maior para o procedimento de cura com 7 dias em água e 21 dias ao ar. Neste caso, houve um acréscimo de 5,4% de resistência para os concretos curados 7 dias em água e 21 dias ao ar.

Entretanto, somente na resistência à compressão houve este acréscimo. Na resistência à tração por compressão diametral, o melhor resultado obtido foi para os concretos curados durante 28 dias em água.

Pensando em sustentabilidade, é interessante analisar o consumo de cimen-

to para se produzir 1MPa, levando-se em consideração os procedimentos de cura. O cálculo do consumo de cimento para os traços estudados foi de 385kg por m³. Para os corpos de prova curados 7 dias em água e 21 dias ao ar, obteve-se a resistência à compressão de 31MPa. Dividindo-se o consumo de cimento por esta resistência, concluímos que consumiu-se 12,4kg de cimento para se produzir 1MPa. Seguindo o mesmo raciocínio, consumiu-se 5,1kg de cimento a mais, para se produzir 1MPa nos concretos, cujo procedimento de cura foi de 28 dias ao ar, em relação ao procedimento de 28 dias em água. A diferença entre os procedimentos de 7 dias ao ar e 21 dias em água e o de 28 dias em água foi de apenas 0,7kg de cimento por 1MPa obtido.

Isso posto, evidencia-se um acréscimo considerável de 40,8% no consumo de cimento para produção de 1MPa. A diferença entre os procedimentos de 28 dias de cura úmida e 7 dias de cura úmida seguida de 21 dias ao ar é reduzida para 5,7%.

Sabe-se que nem sempre as condições de execução permitem o processo de cura úmida por 28 dias; entretanto, a segunda alternativa, de 7 dias em cura úmida, apresentou resultados satisfatórios do ponto de vista de resistência mecânica, de durabilidade e sustentabilidade.

Referências Bibliográficas

- [01] VALIN JR, M. O., LIMA, S. M.. Influência do Clima Tropical na Cura do Concreto. II Jornada da Produção Científica da Educação Profissional e Tecnológica da Região Centro-Oeste. Cuiabá, CEFET-MT, 2008.
- [02] METHA, P. K., MONTEIRO, P. J. M.. Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais. São Paulo, IBRACON, 2008.
- [03] TERZIAN, P. Prevenção de fissuras por retração plástica de origem climática em pavimentos, pisos e lajes de concreto. Concreto e Construções, São Paulo, n.46, p.38-41, abr-mai-jun, 2007.
- [04] LIMA, S.M.DE. Concreto de alto desempenho em ambientes com baixas temperaturas. 2006. 216 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia de Estruturas, EESC, Universidade de São Paulo, 2006.
- [05] BATTAGIN, A. F., et al.. Influência das Condições de cura em algumas propriedades dos concretos convencionais e de alto desempenho. 44º Congresso Brasileiro do Concreto. Belo Horizonte, IBRACON, 2002. ■

52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

Seminário de Barragens aponta as soluções para as questões pendentes no setor elétrico brasileiro

As barragens desempenham importantes papéis para as sociedades humanas atuais: elas armazenam água e resíduos; contêm inundações e enchentes;

proveem energia elétrica de uma forma sustentável. No Brasil, 85% da eletricidade é gerada através de usinas hidrelétricas. A importância dessas estruturas, cuja construção, operação e manutenção envolvem processos complexos com a natureza, tem mobilizado a comunidade técnica brasileira, neste momento de retomada dessas obras no país, a discutir os problemas e questões pendentes do marco regulatório para o projeto, construção e operação desses grandes empreendimentos, como também a propor soluções e providências que precisam ser tomadas pelos agentes envolvidos no processo.

Para contribuir com essa mobilização e intercâmbio dos barrageiros, como são conhecidos os profissionais envolvidos com o projeto e construção de barragens, o Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON promoveu mais uma edição do Seminário

Eng. Rubens Bittencourt aborda a gestão da qualidade em usinas hidrelétricas



CONCRETO COMPACTADO COM ROLO: CONCEITOS E MÉTODOS

Em sua apresentação no Seminário de Barragens, o Eng. Bernardo Martinez, da Cemex, expôs os conceitos e as tecnologias relativos ao concreto compactado com rolo (CCR). Segundo ele, na busca por um novo material que combinasse a segurança de barragens de concreto com a rapidez e economia de barragens de enrocamento e núcleo de terra, chegou-se ao concreto compactado com rolo, cujas especificações básicas são:

- Agregados graúdos com tamanho máximo de 2 polegadas
- Conteúdo de finos de 4 a 10% da massa
- Uso de baixas quantias de cimento (60 a 150 kg/m³)
- Água dosificada sem ter em conta a Lei de Abrams (em alguns casos)
- Porcentagem de adições superiores a 45% do material cimentante

“O CCR é ao mesmo tempo novo material construtivo e um novo método construtivo, na medida em que essa mistura possibilitou seu transporte, lançamento e compactação por equipamentos usados para transportar, lançar e compactar terra”, conceituou. Martinez descreveu o processo construtivo em CCR - a barragem é construída em camadas, que são confinadas por blocos de concreto convencional. O método demanda um rigoroso controle tecnológico, tendo em vista que as juntas horizontais são os pontos mais vulneráveis desse método, tanto do ponto de vista estrutural como do da permeabilidade.



Etapa de produção de barragem em CCR: seu espalhamento por um trator

de Barragens na programação de seu congresso anual (52º Congresso Brasileiro do Concreto), desta vez ocorrido em Fortaleza, de 13 a 16 de outubro. A seguir, um retrospecto do que foi debatido.

A construção de barragens, principalmente para a geração de energia elétrica, teve grande impulso nas décadas de 50 e 60. Neste período, o setor público financiava o projeto, contratava os fornecedores (projetistas, construtoras, montadoras, fabricantes de equipamentos etc.) e operava a usina depois de pronta. Neste modelo, havia forte fiscalização de todas as etapas do processo de

construção, cuja evolução dependia da fiscalização do governo, proprietário da obra, por meio de suas subsidiárias. “Havia uma forte preocupação do proprietário da obra com a qualidade e a durabilidade do produto final”, salientou o Eng. Rubens Machado Bittencourt, diretor de Furnas, que palestrou sobre a gestão da qualidade de barragens.

Com as crises econômicas dos anos 80 e 90, houve o esgotamento do modelo estatal para a construção e operação das barragens, sendo o governo levado a mudar a regulamentação e privatizar as concessões de geração de energia do setor elétrico. À iniciativa privada foi concedida a oportunidade de participar diretamente da gestão desses empreendimentos, restringindo ao mínimo a participação do Estado. Com o novo modelo, o investimento e o financiamento pas-



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

saram a ser providos pelos investidores públicos e privados (bancos, indústria de eletrointensivos, construtoras, fundos de pensão, empresas privadas de energia elétrica etc.) e pelas instituições financeiras nacionais e internacionais. Surgiram os contratos EPC (Engenharia-Fornecimento-Construção, tradução do termo em inglês) a preços globais fixos. Nesta modalidade de contrato, a empresa individual ou consórcio de empresas vencedor do leilão para a concessão fica responsável por todos os fornecimentos e serviços (projeto, construção, montagem, equipamentos, controle de qualidade etc.), contratados a um preço fixo e com prazos determinados, estabelecidos no momento do leilão. O empreendedor (consórcio vencedor) aloca os riscos da engenharia do projeto para os fornecedores, cabendo àquele fornecer o projeto básico de instalação da usina hidrelétrica, enquanto o empreiteiro contratado fica encarregado de detalhar o projeto e fornecer os serviços e equipamentos

para a implementação da obra. Essa forma de alocar riscos e responsabilidades, transferindo-os do empreendedor para os fornecedores diminui as responsabilidades do empreendedor, facilitando com que ele consiga viabilizar a liberação do financiamento.

Se, por um lado, o EPC tem as vantagens de simplificação da estrutura de gerenciamento, previsibilidade de custos, controle de prazos, maior facilidade de obtenção de financiamentos e menor risco para o empreendedor; por outro, implica o menor controle do proprietário sobre a obra, o desinteresse do contratado em buscar soluções inovadoras (que possam aumentar os custos da obra) e a busca por resultados financeiros otimizados, que, com frequência, põe o projetista em conflito com o consórcio (a participação acionária do projetista é quase sempre desproporcional à sua responsabilidade técnica na obra). “A forte preocupação com prazos e com os preços contratados, aliada ao perfil dos novos investidores, pessoas, em geral, sem conhecimento técnico das peculiaridades envolvidas na construção de uma barragem, especialmente aquelas de médio e longo prazo, leva a uma redução da preocupação dos envolvidos com a qualidade e a durabilidade das obras, reduzindo os gastos com o controle tecnológico”, completou Bittencourt.

Outro modelo de contratação surgido a partir de 1995, com as privatizações, é o da empreitada a preço unitário na forma de uma sociedade de propósito específico (SPE). Nesta sociedade, os empreen-



dedores assumem os riscos comerciais e operacionais do projeto, e os preços são contratados por partes da obra, fase a fase de sua execução, podendo ser reajustados em relação aos inicialmente previstos, conforme as necessidades surgidas no empreendimento. Dessa forma, existe um maior controle sobre o empreendimento, com possibilidades de otimizações no decorrer do projeto e de maior atuação do empreendedor na garantia da qualidade da obra. As desvantagens dessa modalidade de contratação são: menor previsibilidade de custos e de prazos; exigência de estrutura de gerenciamento e acompanhamento maior e mais qualificada; maior risco para o empreendedor; e maior dificuldade para a obtenção de financiamento. “Esta forma de contratação reforça a engenharia do proprietário, os serviços técnicos de engenharia perpetrados pelo empreendedor diante o construtor, resguardando sua responsabilidade de acompanhamento das obras”, destacou Bittencourt.

Segundo ele, apesar da predominância dos contratos EPC a preços globais, onde o empreendedor responsabiliza-se apenas pelos licenciamentos ambientais, pelas gestões fundiárias e por programas ambientais, transferindo os riscos de execução para os fornecedores, existe uma tendência atual de incluir preços unitários em partes do projeto mais sensíveis a previsões equivocadas, por serem muito antecipadas, devido a serviços adicionais imprevisíveis que se façam necessários, a necessidades de alterações no projeto; em suma: a situações reais distintas das previstas nos projetos básicos. “A experiência tem mostrado que preços globais fixos não eliminam, por completo, as possibilidades de pleitos posteriores por reequilíbrios econômico-financeiros”.

Por outro lado, o palestrante destacou que o empreendedor tem assumido



Técnico opera densímetro para verificar a compactação entre as camadas de CCR

cada vez mais sua atribuição de exigir a implantação da gestão de qualidade nos processos de fornecimento, obrigando os fornecedores a implantarem sistemas de garantia de qualidade baseados na NBR ISO 9001/2008.

“Evoluções têm sido percebidas, mas há ainda oportunidades de melhoria nos modelos de contratação e de alocação de responsabilidades e de riscos”, concluiu Bittencourt.

CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL E GESTÃO DO CONHECIMENTO

As mudanças do marco regulatório no setor elétrico brasileiro, com o advento das privatizações, não trouxeram apenas problemas de gestão dos empreendimentos elétricos. Outras questões despontam no horizonte, parte delas advindas do período de crise econômica que antecedeu a mudança das formas de contratação dos empreendimentos elétricos. “As equipes treinadas no período de grande impulso das construções de barragens foram desmanteladas no período seguinte, de crise econômica, criando, atualmente, uma necessidade de desenvolvimento rápido e sustentado de novas equipes, para assumirem as obras em andamento. Os currículos dos cursos de engenharia estão atualmente voltados para a formação profissional que atende o projeto e a construção de edificações, não preparando o profissional para obras de maior envergadura e complexidade, como as barragens. A



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

legislação incipiente do setor elétrico e de barragens em geral não prevê investimentos adequados para a manutenção da infraestrutura existente, no conjunto, envelhecida, nem estabelece processos claros para a verificação das condições de operação dessas barragens”, listou o Prof. José Marques Filho, da Universidade Federal do Paraná, que abordou o cenário atual do empreendimento de barragens.

Para ele, as soluções para os problemas apontados já existem. Trata-se, basicamente, de melhorar o aprendizado das gerações atuais e futuras de engenheiros civis, bem como de comprometê-los nos novos projetos, como também de aperfeiçoar a gestão do conhecimento no setor.

Entre as providências que precisam ser tomadas com urgência, foram citadas:

- Investimento na qualificação profissional, por meio da atualização dos currículos das escolas de engenharia; da promoção de uma pesquisa e desenvolvimento focada na capacidade criativa do aluno e em sua disciplina para a resolução de problemas complexos; da criação de cursos de especialização demandados pelo mercado, inclusive com residência técnica;
- Aperfeiçoamento da gestão do conhecimento no setor de barragens, melhorando sua produtividade e compartilhamento nas empresas e instituições do setor, com o envolvimento dos profissionais que possuem o conhecimento técnico necessário e com o comprometimento entre as gerações;



- Lançamentos de livros-texto, de manuais sobre as boas práticas em projeto, construção e controle de qualidade de barragens, aumentando as referências bibliográficas sobre o assunto; neste quesito, o presidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho, comprometeu-se a envolver os barrageiros na produção de um livro sobre as boas práticas nos empreendimentos hidráulicos, com apoio do IBRACON, para ser lançado no próximo Congresso Brasileiro do Concreto, a ser realizado em Florianópolis;
- Promoção de palestras técnicas, seminários e eventos técnicos em geral para sensibilizar a comunidade técnica sobre a importância das investigações preliminares, do projeto e do sistema de garantia da qualidade nos empreendimentos de construção de barragens;
- Certificação de projetos, processos, produtos e mão de obra, com a participação das entidades técnicas para o desenvolvimento de programas de qualificação;

TIPOS E NÍVEIS DE PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO DE ARMADURAS

A corrosão das armaduras é um problema grave nas estruturas de concreto porque implicam a diminuição de sua vida útil. E a maior durabilidade das obras de concreto tem enorme potencial em reduzir o impacto humano sobre a biosfera, seja pela construção de estruturas mais duráveis, seja pela extensão da vida útil das estruturas existentes.

Para abordar os sistemas disponíveis de proteção das armaduras contra corrosão, a Anchartec trouxe para o Seminário de Barragens o Eng. David Whitmore, da Vector Corrosion Technologies.

Os tipos de sistema de proteção abordados foram:

- Galvânicos: utiliza anodos galvânicos para fornecer proteção à corrosão do aço, distribuídos local ou globalmente nas armaduras;
- Corrente catódica impressa: utiliza uma fonte de alimentação externa; os anodos inertes são utilizados para distribuir a corrente;
- Tratamentos eletroquímicos: altera a química do concreto ao redor do aço para obter sua proteção.

Segundo Whitmore, os níveis de proteção consistem em:

- Prevenção catódica: previne ou retarda início de novas atividades de corrosão em ambientes contaminados por cloretos (pesquisas têm demonstrado que 0,25 a 2mA/m² é suficiente para prevenir o início da corrosão)
- Controle de corrosão: reduz significativamente atividade de corrosão em curso (taxa de corrosão) - corrente tipicamente aplicada de 1 a 7mA/m² (pesquisas têm demonstrado que apenas 1mA/m² alcançou 96% de redução no crescimento da delaminação)
- Proteção catódica: interrompe a atividade de corrosão em curso (reduz taxa de corrosão praticamente a zero) - 100mV de diferença de potencial; corrente tipicamente aplicada de 5 a 15mA/m²

Para saber mais, acesse: www.ibracon.org.br



- Normalização técnica: está atualmente em discussão no Comitê de Estudos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) um projeto de norma brasileira de barragens, para o qual todos os interessados estão convidados a contribuir.

“Este Seminário, diferentemente do anterior, olhou menos para o diagnóstico dos problemas e das dificuldades do setor elétrico nacional e mais para as soluções possíveis. Ele declarou os desafios que precisam ser enfrentados e a maneira de enfrentá-los, fechando com os compromissos assumidos pelo presidente do IBRACON neste sentido”, avaliou o coordenador do Seminário, Eng. Flávio Salles, da Companhia Energética de São Paulo - CESP. ■



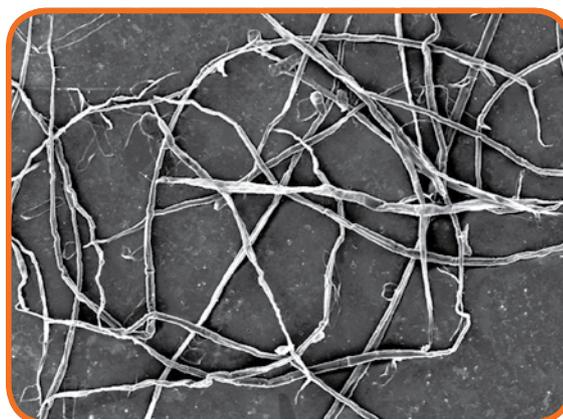
mantenedor

Estudos com materiais alternativos são destaque no prêmio Holcim-Antac 2010

Pesquisas com enfoque no uso de materiais alternativos para a construção civil foram as grande vencedoras do Prêmio Excelência em Construção Sustentável Holcim-Antac. Everton José Da Silva, da Universidade Estadual Paulista, conquistou o primeiro lugar na categoria *Mestrado*; e Gustavo Henrique Denzin Tonoli, da Universidade de São Paulo (São Carlos), foi o vencedor na categoria *Doutorado*.

Promovida pela Holcim Brasil, quinta maior fabricante de cimento do País, em parceria com a Associação Nacional Tecnologia do Ambiente Construído (Antac), a premiação foi realizada no dia 8 de outubro, durante o Entac - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, em Canela (RS).

O Holcim-Antac é realizado bianualmente e está em sua segunda edição. O prêmio tem como principal objetivo fomentar a pesquisa acadêmica que enfoque a sustentabilidade na cadeia da construção. Neste ano, além das categorias *Mestrado* e *Doutorado*, o prêmio também reconheceu graduandos com a categoria *Iniciação Científica*. Robson Arruda dos Santos, da Universidade Federal da Paraíba, foi o premiado nessa categoria com o projeto “Reaproveitamento dos resíduos



*Fibras de eucalipto
(imagem com 300 x de aumento)*

de britagem de granito: uso como agregado artificial na construção civil”.

A seleção dos vencedores foi feita por um corpo de jurados composto por representantes do meio acadêmico e do meio profissional. Foram eles: Lucila Chebel Labaki (Unicamp); Rosa Maria Sposto (UnB); e Rosana Maria Caram (EESC-USP); Olavo Kucker Arantes (Spheraquatro); e Renata D’Agostino De Marchi (Holcim).

Os trabalhos foram avaliados a partir dos seguintes quesitos: grau de inovação e capacidade de transferência; desenvolvimento social e ética; eco-eficiência; desempenho econômico; adequação ao contexto e estética; e excelência acadêmica.



Fibras de eucalipto dentro do cimento (sendo arrancadas) - 150 x de aumento

Os três vencedores receberam como prêmio um certificado e uma viagem para Buenos Aires, Argentina, com acompanhante.

PROJETOS VENCEDORES

Na categoria *Doutorado*, o ganhador foi Gustavo Henrique Denzin Tonoli, de 31 anos, com sua tese “Fibras curtas de eucalipto para novas tecnologias em fibrocimento”. O objetivo da tese defendida por Gustavo Tonoli é encontrar uma fibra que substitua o amianto, as fibras de pinus e as fibras sintéticas, normalmente utilizadas na produção de fibrocimento. Os resultados de sua pesquisa mostram que o uso da fibra de eucalipto resulta em uma produção mais competitiva, por ter um menor custo do que as fibras de pinus e também por permitir economia de, pelo menos, 50% no tratamento mecânico (refino) da polpa celulósica, antes de sua inserção no processo de manufatura do fibrocimento.

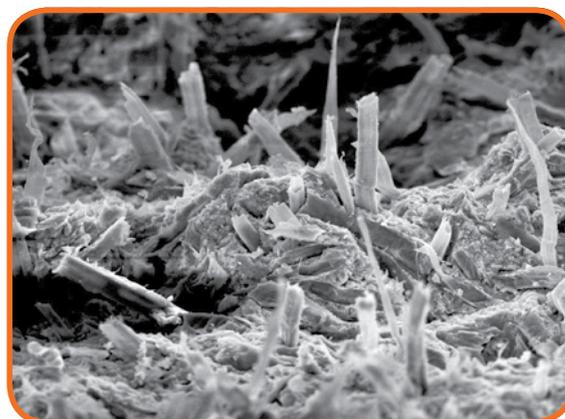
Indústrias de polpa celulósica de eucalipto e indústrias de fibrocimento poderão ser diretamente beneficiadas por essa pesquisa. “Além disso, a disseminação do uso da polpa de eucalipto se adéqua à necessidade por matérias-primas mais baratas e permite a substituição parcial das fibras derivadas do petróleo (fibras de álcool polivinílico - PVA e de polipropileno - PP, entre outras), que representam em torno de 40% do custo da matéria-prima para

produção do fibrocimento sem amianto”, comenta Tonoli. O trabalho contou com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e da Fibria Celulose S.A.

Tonoli é graduado em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Lavras (Ufla), com mestrado em Zootecnia na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA-USP), e doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP). Atualmente, é Professor Adjunto no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (Ufla) em Lavras/MG.

Na categoria *Mestrado*, o vencedor foi Everton José da Silva, de 25 anos, que inscreveu o projeto “Contribuição para utilização de cinza de casca de arroz na construção civil” pela Unesp - Universidade Estadual Paulista - Campus de Ilha Solteira. Em sua pesquisa, Dias analisa dois aspectos importantes para determinar a utilização da cinza da casca de arroz (CCA) na construção. O primeiro envolveu a qualidade do CCA, a partir da influência da forma de plantio do cereal, incluindo aspectos como o clima, solo e uso de fertilizantes, entre outros. O segundo aspecto estudado pelo engenheiro foi a aplicação do CCA em pastas, argamassas e concretos de alto desempenho.

O autor é engenheiro civil com mestrado na área de estruturas com ênfase em



Fibras de eucalipto dentro do cimento (sendo arrancadas) - 300 x de aumento



Telha comercial feita sem fibras de amianto

materiais de construção pela Unesp e, atualmente, é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus Eunápolis, ministrando aulas no curso Técnico em Edificações.

MENÇÕES HONROSAS

Quatro trabalhos foram premiados com menção honrosa pelos jurados do Holcim-Antac:

- **Categoria Doutorado**
“Modelo de gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas”, de Clarice Menezes Degani, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- **Categoria Mestrado**
“Diretrizes para projetos de loteamentos urbanos considerando os métodos de avaliação ambiental”, de Lara Negreiros, da Escola Politécnica de São Paulo; e *“Processo de Projeto Integrado para melhoria do desempenho ambiental de edificações: dois estudos de caso”*, de Francisco Gitahy de Figueiredo, da Universidade Estadual de Campinas.
- **Categoria Iniciação Científica**
“Caracterização tecnológica de areias recicladas a partir de resíduos da construção civil”, de Gustav Hawlitschek, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. ■



Programa IBRACON de Qualificação e Certificação de Pessoal



Acreditado pelo INMETRO para certificar mão de obra da construção civil



O IBRACON é Organismo Certificador de Pessoas, acreditado pelo INMETRO.

Como primeira etapa desta conquista, o Instituto vem certificando **auxiliares, laboratoristas, tecnologistas e inspetores** das empresas contratantes, construtoras, gerenciadoras e laboratórios de controle tecnológico.

O certificado atesta que o profissional domina os conhecimentos e as práticas requeridos na atividade de controle tecnológico do concreto, entre os quais as especificações e os procedimentos de ensaios prescritos nas normas técnicas.

É a **garantia da qualificação do pessoal** de sua empresa!

Inscrições abertas!

PARA MAIS INFORMAÇÕES

Acesse: www.ibracon.org.br | Ligue: 11-3735-0202 | Email: qualificacao@ibracon.org.br



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

Seminário debate as causas da RAA e seu diagnóstico, as medidas preventivas e as técnicas de recuperação das estruturas afetadas

A reação álcali-agregado (RAA) é uma reação química entre os álcalis solúveis presentes no concreto e as fases reativas dos agregados, em presença de água, que origina um gel expansivo que pode causar sua fissuração, entre outros problemas para as obras de concreto em geral, tais como: redução da resistência do concreto à compressão e à tração, além da redução do módulo de elasticidade; abertura ou fechamento de juntas de contração, bem como abertura de juntas de construção. Para o caso específico de barragens de usinas hidrelétricas, os problemas são ainda maiores: inclinação do eixo do conjunto formado pela turbina e pelo gerador; ovalização do anel de descarga da turbina; alteração

das folgas entre o anel de descarga e o rotor da turbina; redução de folgas nas guias das comportas; entre outros (figura 1).

Por seu impacto estrutural, operacional e econômico, a RAA é tema freqüente em congressos, seminários, simpósios e palestras voltadas para os engenheiros civis. O objetivo dessas discussões é sempre o mesmo: conhecer melhor o fenômeno para evitá-lo em obras novas e remediá-las em uso.

Com este objetivo, o Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON promoveu no 52º Congresso Brasileiro do Concreto, maior fórum nacional de debates sobre o concreto e seus sistemas construtivos, ocorrido de 13 a 16 de outubro, em Fortaleza, o Seminário “A Reação Álcali-Agre-



Prof. Cláudio Sbrighi Neto, intermediado pelo Prof. Yushihiro Kihara (esq.) e Eng. Selmo Kuperman (dir.), abre o Seminário RAA

gado: causas, diagnóstico e soluções”. A coordenação do seminário ficou a cargo do diretor do IBRACON, Prof. Cláudio Sbrighi Neto, do conselheiro do IBRACON, Eng. Selmo Kuperman, e do gerente de tecnologia da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, Prof. Yushihiro Kihara.

A RAA é uma reação entre os álcalis do concreto - encontrados nas soluções presentes nos poros do mesmo - e alguns minerais deletérios em condições de pH alto (igual ou maior do que 12,4), formando um gel expansivo, na presença de água. Sua expansão progressiva gera tensões internas na estrutura, provocando sua fissuração, bem como deslocamentos horizontais e verticais relativos, que podem trazer

para cá, os casos só aumentaram. Hoje, sabe-se que a RAA é uma manifestação patológica espalhada pelo mundo, sobre a qual já se produziram milhares de artigos, recomendações para sua prevenção e manuais de orientação para a recuperação de obras afetadas. Desde 1974, é organizada uma conferência internacional sobre a RAA (ICAAR), havendo, inclusive, uma proposta por parte do comitê organizador de que o Brasil sedie a 15ª Conferência Internacional, em 2016.

“Na década de 70, poucas pesquisas abordavam o tema da RAA no Brasil, porque não se acreditava nessa reação. Hoje, passamos ao oposto: vemos RAA em tudo!”, comentou o relator do seminário, Prof. Vladimir Paulon, da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp. Pesquisa bibliográfica apresentada pela pesquisadora de Furnas, Dra. Nicole Hasparyk, revelou aos cerca de 300 profissionais presentes no Seminário a quantidade e qualidade de pesquisas sobre a RAA realizadas, atualmente, em instituições de pesquisa brasileiras.



Figura 1: Folga em comporta fechada de barragem devido à RAA

52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



Apesar de haver dois tipos de reações - a álcali-silica e a álcali-carbonato - o primeiro tipo é o mais comum, sendo objeto de maior número de pesquisas. Há casos registrados da ocorrência do segundo tipo apenas no Canadá, Estados Unidos, China e Áustria. Mas, atualmente, uma corrente de pesquisa avalia se a reação álcali-carbonato não seria um tipo da reação álcali-silica.

Em média, a RAA pode apresentar suas manifestações (figura 2) num tempo que varia de menos de dois anos a mais de 25 anos, dependendo da reatividade dos agregados, da quantidade de álcalis presentes nos poros do concreto e da quantidade de água presente no meio ambiente onde está a obra (umidade relativa do ar; contato direto com a água; etc.).

“No Brasil, há bem pouco tempo, a RAA concentrava-se em obras hidráulicas de grande porte - barragens de usinas hi-



Figura 2: Gel expansivo, produto da reação álcali-agregado, em estrutura de concreto

drelétricas. Recentemente, em Recife, foram comprovados vários casos de fundações com RAA”, observou o palestrante Eng. Leandro Sanchez, doutorando da Universidade Laval, que abordou a evolução dos ensaios laboratoriais para detecção da RAA. Hoje, sabe-se de casos de RAA em pontes, pavimentos, viadutos, túneis, entre outras obras de concreto.

Mas, a RAA pode causar a necessidade de demolição de uma obra? De acordo com os palestrantes, poucos são os casos de estruturas que tiveram que ser demolidas em razão da taxa de expansão da RAA. Na maioria dos casos, a expansão da fissuração decorrente da reação traz problemas de durabilidade à obra - como a corrosão de armaduras - ou movimentos diferenciais na estrutura - como em pontes e barragens - que levam a altos custos de mitigação da expansão da RAA, bem como de recuperação e reforço da estrutura.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Todavia, a despeito da disseminação da patologia nas obras de concreto no Bra-



Prof. Cláudio Sbrighi Neto comenta os pontos debatidos numa das sessões do Seminário RAA

Tabela das Ações Preventivas preconizadas pela ABNT NBR 15577

Dimensões e condições de exposição	Estruturas provisória	Estruturas correntes	Estruturas especiais
Não maciço e seco	Desnecessária	Desnecessária	Minima
Maciço e seco	Desnecessária	Moderada	Forte
Não maciço e exposto a umidade ou em contato com água	Desnecessária	Moderada	Forte
		Forte	Forte
Maciço e em contato com água	Minima	Forte	Forte

de arte da engenharia, estádios, barragens, etc.), em que o concreto ficará em contato permanente com a água ou com a umidade, bem como em obras em que os elementos maciços de menor dimensão apresentam seção transversal igual ou maior a um metro, a ação preventiva é forte (tabela).

sil e no mundo, o problema é contornável na visão dos especialistas do Seminário. “Em 2010, não há razões para se construir estruturas de concreto que possam vir a apresentar RAA”, asseverou Fournier. As medidas preventivas apresentadas foram:

NÃO USAR AGREGADOS REATIVOS, QUANDO POSSÍVEL

Recomendação nem sempre possível de seguir, seja porque não existem agregados não reativos disponíveis, seja porque o transporte de agregados não reativos é muito custoso.

SELEÇÃO QUALITATIVA DOS AGREGADOS

O agregado conhecido por apresentar um histórico de ocorrência de RAA pode ser usado, desde que se utilize medidas preventivas.

AVALIAÇÃO SOBRE ONDE O AGREGADO VAI SER USADO

Neste caso, a primeira avaliação é determinar onde será usado: se em estruturas provisórias, correntes ou especiais; se em estruturas expostas à umidade ou em contato permanente com a água.

A norma brasileira ABNT NBR 15577 - guia para avaliação da reatividade potencial dos agregados e para a tomada das medidas preventivas necessárias, em vigor desde 2008, classifica as ações preventivas a serem tomadas em relação à RAA, segundo o tipo de estrutura em que o agregado será usado: para estruturas provisórias e estruturas correntes (edifícios habitacionais, comerciais, industriais; artefatos de concreto; etc.), a ação preventiva é desnecessária; para estruturas especiais (obras

CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS QUANTO À SUA REATIVIDADE POTENCIAL

Em seguida, faz-se necessária a classificação do agregado quanto ao seu grau de reatividade potencial, por meio de ensaios laboratoriais; diversos ensaios foram abordados, entre eles:

- A **análise petrográfica** é a análise visual, microscópica e estereoscópica para a identificação dos minerais deletérios no agregado; é uma primeira análise, em geral, não suficiente para assegurar sozinho se o agregado pode vir a contribuir ou não para o aparecimento de manifestações patológicas;
- O **Método Acelerado de Barras de Argamassa (AMBT)** é o mais utilizado no Brasil e no mundo, por possibilitar a rápida classificação dos agregados em potencialmente reativos ou não; consiste na imersão de barras de argamassa em solução alcalina (NaOH), numa temperatura de 80°C, por 28 dias - este método foi desenvolvido a partir do Método de Barras de Argamassa (MBT), numa tentativa para tentar resolver as discrepâncias entre os dados de campo e os do laboratório;
- O **Método de Prismas de Concreto (CPT)** é o mais confiável na atualidade, porque apresenta melhor correlação com os dados de campo; no entanto, este método requer o período de um ano para a



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



análise dos dados e para a classificação dos agregados em potencialmente reativos ou não, inconveniente para o andamento de uma obra, segundo as regras do mercado;

- Dentre outros métodos apresentados por Leandro Sanchez no Seminário, destaque foi dado ao **Método Brasileiro Acelerado de Prismas de Concreto (ABCPT)**,

que como o próprio nome diz procura acelerar o CPT, mantendo sua confiabilidade, mas reduzindo o tempo para a análise dos dados, por meio da elevação da temperatura.

Segundo Sanchez, as correlações dos dados mostram a maior confiabilidade dos métodos de concreto, inclusive os acelerados, em relação aos métodos de argamassa; mas, para os métodos acelerados de concreto é necessária ainda a análise de um maior número de amostras, bem como sua normalização.

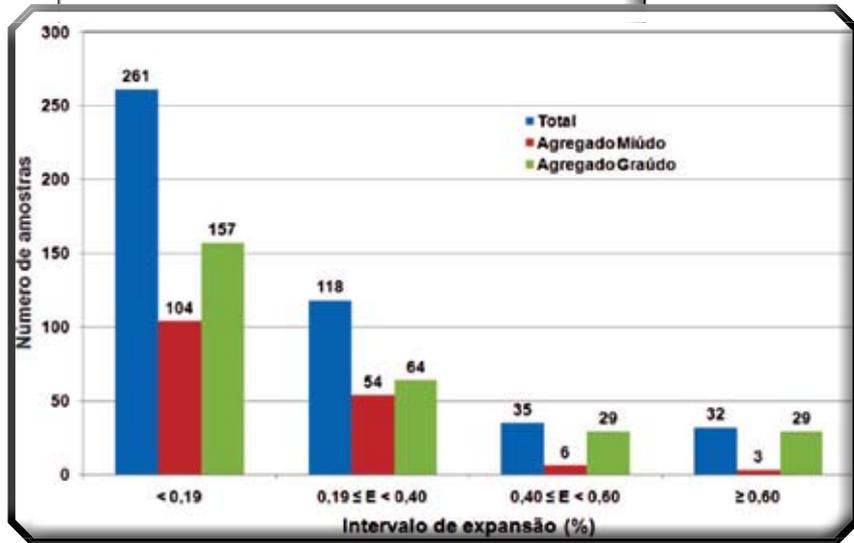
Dados trazidos pelo chefe dos laboratórios da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, Geol. Arnaldo Battagin, apontam que houve no país um aumento progressivo do número de ensaios realizados para a classificação da reatividade potencial dos agregados desde 2004, quando ocorreu o episódio do colapso do Edifício Areia Branca, na região metropolitana de



Prof. Benoit Fournier apresenta palestra sobre o estágio atual do conhecimento sobre a RAA

Recife, atribuído erroneamente à época à reação álcali-agregado em um dos blocos de sua fundação. Segundo Battagin, metade das solicitações de ensaios feitas à ABCP veio de construtoras, 18% de outros laboratórios, 10% de concreteiras, outros 10% de pedreiras, 7% da indústria de pré-fabricados e 5% das consultorias. As solicitações vieram de todos os estados da federação, mas o destaque ficou por conta de São Paulo, Pernambuco e Piauí. Das 446 amostras ensaiadas, divididas em 167 amostras de agregado miúdo (37%) e 279 amostras de agregado graúdo (63%), 104 amostras de agregado miúdo foram classificadas como potencialmente inócuas (62%), enquanto outras 63 amostras de agregado miúdo foram classificadas como potencialmente reativas (38%); 157 amostras de agregado graúdo foram classificadas como potencialmente inócuas (56%) e as demais 122, como potencialmente reativas (44%). (gráfico 1)

Gráfico 1: Classificação do grau de expansão dos agregados (446 amostras)



“Os laboratórios de Furnas e da ABCP são os mais importantes no país no estudo da RAA. Por isso, as contribuições trazidas pelo Arnaldo Battagin, para o aperfeiçoamento da NBR 15577, devem ser levadas em consideração”, avaliou o relator Paulon sobre as conclusões apresentadas pelo palestrante com relação ao aperfeiçoamento técnico da norma brasileira NBR 15577, com base nos dados levantados pela ABCP sobre os ensaios para classificação da reatividade potencial dos agregados.

PROCEDIMENTOS PARA MITIGAR A RAA

Por fim, com base nessas informações, lança-se mão de medidas de mitigação da RAA, procurando eliminar, pelo menos, um dos parâmetros condicionadores de sua ocorrência: limitação do teor de álcalis no concreto (pela escolha do cimento adequa-

do, assim como de sua correta dosagem); utilização de materiais inibidores da RAA, tais como: sílica ativa; cinzas volantes; metacaulim; produtos à base de lítio; etc; impermeabilização de elementos estruturais, com vistas à reduzir o ingresso de água na estrutura. (figura 3)

Para avaliar se as medidas preventivas serão suficientes para conter o avanço da RAA na estrutura, os ensaios acima são repetidos, agora para mensurar a taxa de expansão da RAA. Se for comprovado



Leandro Sanchez (esq.), Alberto Cavalcanti, José Figueroa, Yushiro Kihara e Arnaldo Battagin compõe a mesa de debates no Seminário RAA



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



que as medidas de mitigação surtiram o efeito desejado, o agregado é usado; caso contrário, ele é recusado e substituído por um agregado de outro tipo.

“As medidas preventivas devem estar sempre relacionadas com os materiais (tipos de agregados e de cimento), com o traço da obra, com o tipo de estrutura e com o ambiente de sua inserção. Assim, quando os alunos vêm me perguntar: ‘- Professor, o basalto é bom para fazer concreto?’

Eu respondo: - ‘É bom para quê? Para que tipo de concreto? Para que tipo de estrutura? Qual o meio de inserção?’”, resumiu Sbrighi Neto num de seus momentos de mediação no Seminário.

REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS DETERIORADAS

Se a concordância é geral quanto à compreensão global do fenômeno da RAA e às medidas preventivas a serem tomadas para evitar a patologia na estrutura a ser construída, não há consenso quanto



Figura 3: Bloco de fundação impermeabilizado, numa tentativa de impedir o acesso de água para o interior do concreto

à efetividade das medidas de reabilitação das estruturas afetadas pela RAA. Segundo Sanchez, “os métodos atualmente utilizados são caros, de difícil aplicabilidade e, muitas vezes, não se mostram eficientes”.

Os passos a serem tomados para a reabilitação de uma estrutura afetada, debatidos no Seminário, consistem em resumo:

AValiação PERIÓDICA DA EXPANSÃO DA RAA NA ESTRUTURA

A RAA é generalizada ou pontual? Qual é o grau de deformação causado pela RAA nas estruturas? Existe risco de colapso? Em que taxas a RAA expande-se ao longo do tempo?

Entre as ferramentas apresentadas para essa avaliação, foram citados:

- A análise petrográfica para avaliação da reatividade potencial dos agregados;
- A análise visual, com especial atenção para os padrões de fissuração, a descoloração superficial próxima das fissuras e as exsudações;
- Medidas das larguras e de outras variáveis de um conjunto delimitado de fissuras para o cálculo do índice de fissuração superficial;
- Medidas das mudanças dimensionais dos elementos estruturais para verificação de deformações, através de instrumentação, monitoramento e de testes diversos;
- Avaliação da deterioração da rigidez do concreto (figura 4) e cálculo do índice de deterioração do concreto;
- Avaliação do teor de álcalis solúveis; ensaio de expansão residual para avaliar o potencial de expansão da RAA; entre outros.

Se após essa batelada de testes, houver indícios suficientes de que uma intervenção para mitigação da RAA na estrutura seja necessária, no sentido de estender a vida útil da estrutura e assegurar sua segurança em serviço, então, passa-se para as medidas inibidoras da RAA.

MEDIDAS INIBIDORAS DA RAA

As medidas remediadoras foram divididas naquelas que atacam a causa da RAA (tratamento químico com produtos à base de lítio e outros produtos; drenagem; seladores e impermeabilização) e naqueles que atacam as conseqüências (preenchimento de fissuras com microcimento; proteção da estrutura contra o ingresso de cloretos; técnicas de reforço da estrutura; técnicas de alívio das tensões e de acomodação de movimentos na estrutura).



Após sua aplicação, faz-se necessário o acompanhamento do comportamento da estrutura, justamente para avaliar em que medida as intervenções estão sendo eficazes quanto à contenção da RAA.

O Eng. José do Patrocínio Figueroa, da Engedata, apresentou um estudo de caso de um edifício público com 12 anos de construção, com problema de RAA em bloco de fundação. Entre as técnicas de reabilitação e reforço tomadas para o caso, foram abordadas a injeção de microcimento nas fissuras, o anel de reforço, a armadura de pele e a protensão das barras Dywidag. Por sua vez, Fournier apresentou diferentes técnicas de reabilitação de estruturas de concreto com o uso de produtos à base de lítio, que, no entanto, na avaliação de Paulon, são, em geral, muito caros. (figura 5)

De um modo geral, segundo os palestrantes, mais informações são necessárias para lidar com as estruturas afetadas pela RAA, pois as ferramentas atuais para estimar a taxa de expansão da RAA, bem como as medidas para sua mitigação, estão ainda em estágio preliminar, demandando mais ensaios e resultados para que se possa avaliar com mais segurança suas correlações e sua efetividade. “O quanto as medidas de recuperação funcionam?”, deixou em aberto Fournier.

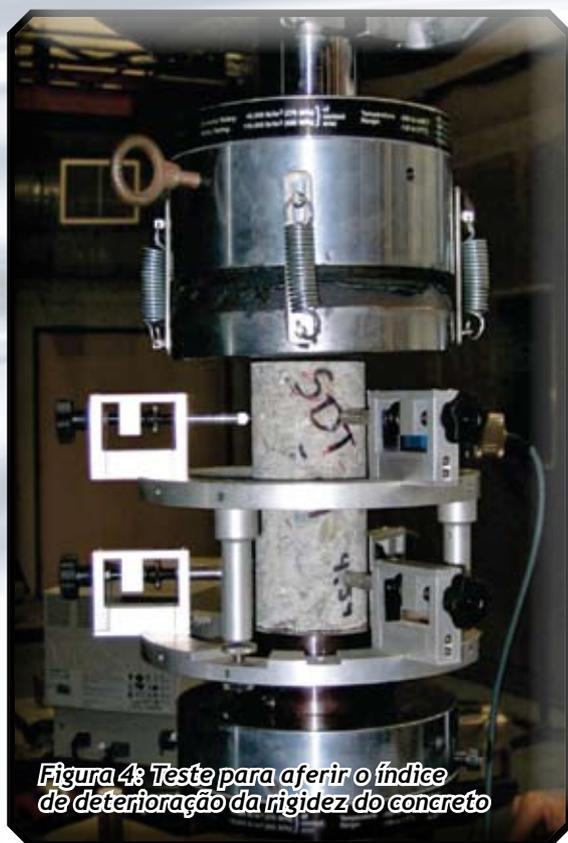


Figura 4: Teste para aferir o índice de deterioração da rigidez do concreto



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



“Existe uma lacuna nas publicações brasileiras quanto aos resultados de desempenho dos reparos executados em obras afetadas por RAA no Brasil. Fala-se muito dos programas de reparo, mas quase nada do desempenho destes”, complementou Paulon.

Divergências à parte, o clamor geral foi de que as estruturas afetadas pela RAA precisam ser monitoradas, em especial, as barragens, para que se acompanhe a evolução da expansão da reação na estrutura, justamente porque suas conseqüências implicam em medidas de recuperação sempre custosas, que aumentam proporcionalmente ao grau de expansão da RAA e, por conseguinte, ao grau de deterioração do concreto da estrutura. Esses aspectos foram objeto de debate e tratados particularmente nas palestras do Eng. Flavio Salles, da

Companhia Energética de São Paulo - CESP (“*O monitoramento e a identificação da RAA em estruturas de concreto*”), do Eng. Alberto Jorge Cavalcanti, da Companhia Hidroelétrica do São Francisco - Chesf (“*O impacto da RAA nas usinas hidroelétricas brasileiras*”), e do Prof. Eduardo Fairbairn, da Coppe/UFRJ (“*Simulação dos efeitos da RAA em estruturas de concreto*”).

“Nós temos obras no Brasil que sofreram intervenções por causa da RAA. São obras que exigem estudos, que demandam acompanhamento. Dizem que o Brasil é o terceiro país do mundo com mais obras afetadas pela RAA. Eu tenho minhas dúvidas, pois não temos o cadastramento das obras afetadas na proporção que os Estados Unidos e o Canadá têm”, alertou Paulon.

O Seminário contou com o apoio institucional da Associação Nacional de Entidades Produtoras de Agregados para a Construção Civil - ANEPAC, e com o patrocínio de dois de seus associados: a Embu SA Engenharia e Comércio e a Basalto Pedreira e Pavimentação Ltda.

Para saber mais sobre o assunto, as apresentações de alguns dos palestrantes citados encontram-se no hotsite do 52º Congresso Brasileiro do Concreto, em www.ibracon.org.br. ■



Figura 5: Aplicação tópica de silano

entidades parceiras

Brasileiros conquistam o terceiro lugar na *Egg Protection Device Strength Competition 2010*

Durante a realização da ACI FALL CONVENTION 2010, em Pittsburgh, Pennsylvania, Estados Unidos, a equipe de estudantes do curso de engenharia civil da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), no Rio Grande do Sul, conquistou o terceiro lugar da Competição EGG Protection Device Strength (EDP), promovido pelo American Concrete Institute (ACI).

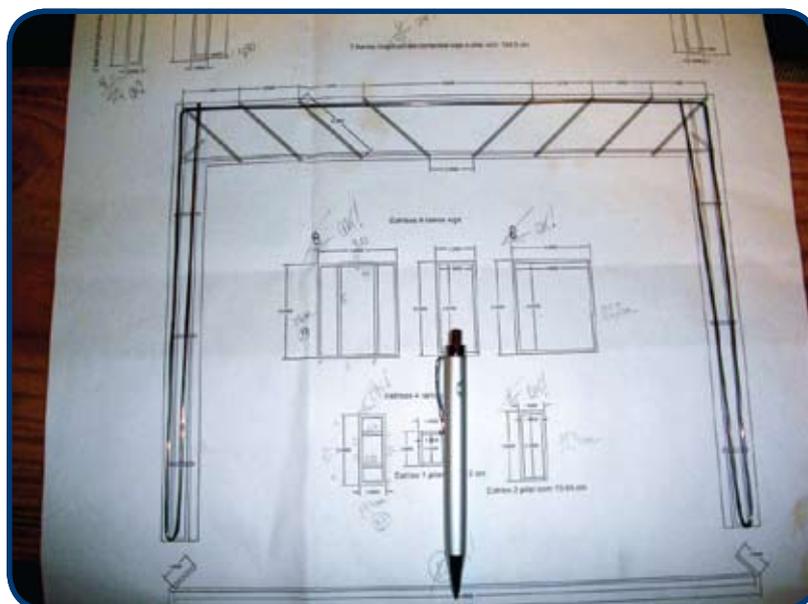
A Competição EDP 2010 contou com a participação de 19 instituições de países como Estados Unidos, México, Brasil e Peru. É a primeira vez que a URI participa do concurso, similar ao concurso técnico promovido pelo IBRACON, conhecido como Aparato de Proteção ao Ovo (APO).

OBJETIVO GERAL DO CONCURSO

Projetar e construir um pórtico de concreto armado denominado Egg Protection Device - EPD que resista ao maior número de impactos. A competição enfatiza a importância dos estudantes em aprenderem a elaborar um relatório técnico, em dimensionar estruturas de concreto armado solicitadas ao im-

pacto e, principalmente, em cuidarem dos aspectos reais que a EPD representa para a segurança da vida. “Na simbologia, tanto do IBRACON com o APO, como na EPD pelo ACI, o pórtico é a representação de uma edificação e o ovo colocado sob a sua proteção tem o significado da vida humana, e estes princípios provocam nos estudantes competidores uma reflexão sobre a real importância que necessitam ter as estruturas de concreto armado”, explica Lincoln Grass Viapiana, aluno da equipe brasileira vencedora, formada por ele e por seu orientador, Prof. Nelson Seidler.

Um ponto muito importante a se des-



Projeto de estrutura do EDP

Principais diferenças entre o APO do IBRACON e a EPD do ACI

APO do IBRACON	EPD do ACI
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Carga de impacto de 15 Kg. ➤ Alturas das quedas do cilindro: 1 m; 1,5 m; 2 m e 2,5 m, com a última queda podendo ocorrer até três vezes caso o APO resista. ➤ O IBRACON não limita o número de participantes em cada equipe. ➤ Diâmetro máximo permitido para as armaduras 1,65 mm. ➤ O número máximo de barras longitudinais a serem utilizadas no APO é limitado a 12 barras. ➤ O IBRACON permite a utilização de estribos espaçados de no mínimo 2 cm entre eixos, resultando assim devido a forma do APO em 35 estribos a serem utilizados para armar a estrutura ao esforço cortante. ➤ Peso máximo permitido para o APO é de 4 kg. ➤ No APO o dimensionamento deve ser realizado com base nos esforços de flexão, cortante e de torção. ➤ O carregamento de impacto no APO é direcionado no centro do vão do pórtico. ➤ O IBRACON preconiza a utilização das Normas Brasileiras para todos os procedimentos envolvidos na elaboração do APO. ➤ O IBRACON limita a seção da viga do APO em 5 cm de altura por 5 cm de espessura, e no pilar 5 cm de comprimento por 5 cm de espessura. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Carga de impacto de 8,39 Kg. ➤ Alturas das quedas do cilindro: 0,5 m; 1 m; 1,5 m; 2 m e 2,5 m e 3,0 m com a última queda podendo ocorrer até cinco vezes caso a EPD resista. ➤ O ACI limita o número de participantes em 5 estudantes para cada equipe. ➤ Diâmetro máximo permitido para as armaduras 1,6 mm. ➤ O número máximo de barras longitudinais a serem utilizadas na EPD é limitado a 8 barras. ➤ O ACI permite a utilização de estribos espaçados de no mínimo 2,5 cm entre eixos, limitando sua utilização em 15 estribos em toda a EPD para armar a estrutura ao esforço cortante. ➤ Peso máximo permitido para a EPD é de 3 kg. ➤ NA EPD o dimensionamento deve ser realizado com base nos esforços de flexão e de cortante. ➤ O carregamento de impacto na EPD tem uma excentricidade de 2,5 cm do centro do vão do pórtico. ➤ A ACI possibilita a utilização de diversas normas mundiais, porém estas devem ser comparadas e justificadas com as Normas Americanas. ➤ A ACI limita a seção da viga da EPD em 4 cm de altura e sua largura variável até a medida máxima de 20 cm, limitando também a espessura máxima do pilar que é 5 cm de comprimento por até 20 cm de espessura.

tacar é o prêmio opcional que o ACI oferece aos competidores do concurso Egg Protection Device Strength Competition, denominado Relatório de Sustentabilidade, o qual visa desafiar as equipes a explorar o modo como suas estratégias utilizadas na concepção e na construção da EPD podem ser usadas em aplicações mais

amplas de concreto no desenvolvimento sustentável.

DETALHES DA EQUIPE DA URI - 3º LUGAR
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Curso de Engenharia Civil - Campus de Santo Ângelo - Rio Grande do Sul

Detalhes das alturas de impacto resistidas pelos ganhadores do concurso *Egg Protection Device Strength - 2010*

Alturas do ensaio de ruptura (m)	Universidad Autónoma de Nuevo León – Equipe 1 México	Universidad Autónoma de Nuevo León – Equipe 2 México	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Brazil
0,5	Resistiu	Resistiu	Resistiu
1,0	Resistiu	Resistiu	Resistiu
1,5	Resistiu	Resistiu	Resistiu
2,0	Resistiu	Resistiu	Resistiu
2,5	Resistiu	Resistiu	Resistiu
3,0	Resistiu	Resistiu	Rompeu
2º de 3,0	Rompeu	Rompeu	-



EPD URI pronta para ensaio de rompimento



EPD da URI após o impacto de três metros

INTEGRANTES DA EQUIPE

Aluno: Lincoln Grass Viapiana

Orientador: Prof. Msc. Nelson Seidler

Detalhes técnicos da EPD

da URI - 3º Lugar

- Utilização de arame com diâmetro máximo de 1,6 mm.
- Número máximo de barras longitudinais utilizadas 8 , utilização de 14 estribos em toda a EPD, sendo 8 estribos utilizados para armar a viga e 3 estribos em cada pilar.
- Utilização de concreto de Alto Desempenho, apresentando uma resistência à compressão de 90 MPa aos 3 dias.
- Utilização do nosso cimento Brasileiro, Cimento CP - V - Marca ITAMBÉ, condizente com a NBR 5733.
- Projeto estrutural elaborado de acordo com as principais diretrizes das normas:
 - ACI 318-08: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary
 - EHE-08 : Instrucción Española del Hormigón Estructural
- A estrutura mais esbelta e a mais leve de toda a competição. Apresentando na viga uma seção de 3,8 cm de altura

por 5 cm de espessura e nos pilares uma seção de 2 cm de comprimento por 5 cm de espessura, pesando aproximadamente 2 kg, 1 Kg a menos que o limite máximo de peso estipulado pelo ACI.

- Utilização do gancho sísmico nas armaduras longitudinais das vigas e ancoragem reta nos estribos, confinando melhor o concreto naquela área e garantindo uma melhor ductilidade a estrutura.

CLASSIFICAÇÃO GERAL DO CONCURSO: EGG PROTECTION DEVICE STRENGTH COMPETITION - ACI - 2010

1º LUGAR

Universidad Autónoma de Nuevo León - UANL - México

2º LUGAR

Universidad Autónoma de Nuevo León - UANL - México

3º LUGAR

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI - Campus de Santo Ângelo - RS - BRAZIL ■



Primeiro impacto de três metros na EPD



Vista de alguns competidores

52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



O desafio de conceber a arquitetura da Estação Centro de Eventos

JANES C. A. DE OLIVEIRA - PROFESSOR DOUTOR

CARINA B. DE MEDEIROS

CLARISSA R. DE LIMA BARBOSA

CAROLINA A. VIEIRA

JÚLIA P. CINQUINI

LUCAS E. S. PARAHYBA

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CAMPUS DARCY RIBEIRO

A proposta deste ano para o concurso “Ousadia”, realizado pelo Instituto Brasileiro do Concreto, nos

remete à cidade de Fortaleza com o desafio de conceber a estação “Centro de Eventos”, que faz parte do complexo da linha

*Vista da Sede Administrativa
a partir do Canteiro Central*





Vista aérea da Estação Centro de Eventos

leste do METROFOR. Ela será implantada no eixo da Avenida Washington Soares, na altura da Rua Romeu Aldiguery, atendendo uma área em grande desenvolvimento e visa proporcionar condições de acessibilidade ao Centro de Convenções de Fortaleza, em implantação no local.

Sendo Fortaleza uma cidade com uma arquitetura tão diversificada, a presente proposta enveredou-se para formas que apresentassem um caráter compatível com a identidade local. Foi escolhido um único marco visual, que remete à cobertura do Hospital Sarah Kubitschek - Fortaleza, de autoria do arquiteto João Figueiras Lima. Assim, a silhueta de toda a proposta se definiu pelo marco formado por uma seqüência de arcos interligados, duas caixas horizontais de acesso à estação e uma caixa vertical que serve como ícone do prédio administrativo.

A inspiração maior surgiu do trançado tão característico da renda cearense, que se resume na trama de vigas em concreto protendido, com seção transversal “I” cobrindo a estação. Esta opção atende não somente a questões de composição estética, bem como ventilação, iluminação e integração entre ambientes externos e internos. O mezanino da plataforma é sustentado por vigas invertidas que delimitam as jardineiras e totalmente sustentado por tirantes circulares. Neste ambiente são posicionados bancos tipo mão-francesa, próximos às jardineiras, influenciando na permanência de pessoas nesse espaço, criando um ambiente de interação e descanso.

Outra vantagem a destacar é o grande vão livre no nível da plataforma, região de fluxo intenso de pessoas, preservando um visual desimpedido e esteticamente mais agradável. Como citado, nessa região de densa passagem, o uso de portas de plataforma torna as operações de embarque, desembarque e a estadia na estação mais segura para seus usuários. O ícone do prédio administrativo é formado por uma caixa retangular apoiada em duas paredes paralelas. Essas paredes determinam um pórtico de passagem para o acesso sobre o prédio administrativo, ao mesmo tempo em que esse prisma retangular abriga as instalações hidráulicas da caixa d’água da edificação.

No jardim externo estão previstas as mais diversas atividades culturais como exposições, mostras, apresentações artísticas ao vivo, etc. Optou-se pelo o uso de diversas espécies de plantas regionais que se adaptassem às condições climáticas da cidade de Fortaleza, cada qual com sua peculiaridade, tamanho, tipo de folha, etc. Algumas espécies sugeridas para utilização nesse jardim são: Pau Branco (*Auxemma onocalyx*), Aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva*), Palmeira-leque (*Licuala grandis*), Caête metálico (*Calathea eximia*), Camarão-amarelo (*Pa-*



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



Trançado de vigas no interior da plataforma

chystachys lutea) e o Caetê vermelho (*Heliconia pendula*).

O PROCESSO CONSTRUTIVO ESCOLHIDO

Durante a concepção estrutural de todo o projeto, optou-se por um sistema de racionalização do processo construtivo, de forma a utilizar elementos pré-moldados, evitando-se o desperdício em obra e minimizando a utilização de fôrmas de madeira. Essa decisão colabora para a preservação de recursos naturais, além de diminuir a produção de resíduos durante a construção.

Quando da escavação da estação, a solução escolhida para a contenção do solo é a parede com estacas justapostas.

Esse método construtivo é vantajoso por três fatores: apresenta maior segurança nas escavações para os operários, diminuindo os riscos de acidentes de trabalho; permite que a obra seja executada de cima para baixo, minorando a interferência no trânsito da Avenida Washington Soares; além de mostrar-se como técnica apropriada para solos com predominância arenosa

como ocorre em Fortaleza.

Ao nível térreo, a estrutura que predomina é uma grelha de vigas em seção transversal “I”, em concreto protendido. Essa trama de vigas objetiva fazer o contraventamento da parte superior da cortina da estação, propicia a sustentação à laje da ciclovia, além de servir de apoio aos tirantes que sustentam o mezanino. Sob o ponto de vista arquitetônico, a grelha de vigas segue um trançado de tal forma que sua disposição cria um efeito de luz e sombra interessante para quem observa a estação da plataforma ou da ciclovia. Ao nível do mezanino, optou-se por um conjunto de lajes alveolares e planas, sendo a primeira aplicada na região que envolve a bilheteria, salas técnicas, banheiros e catracas.



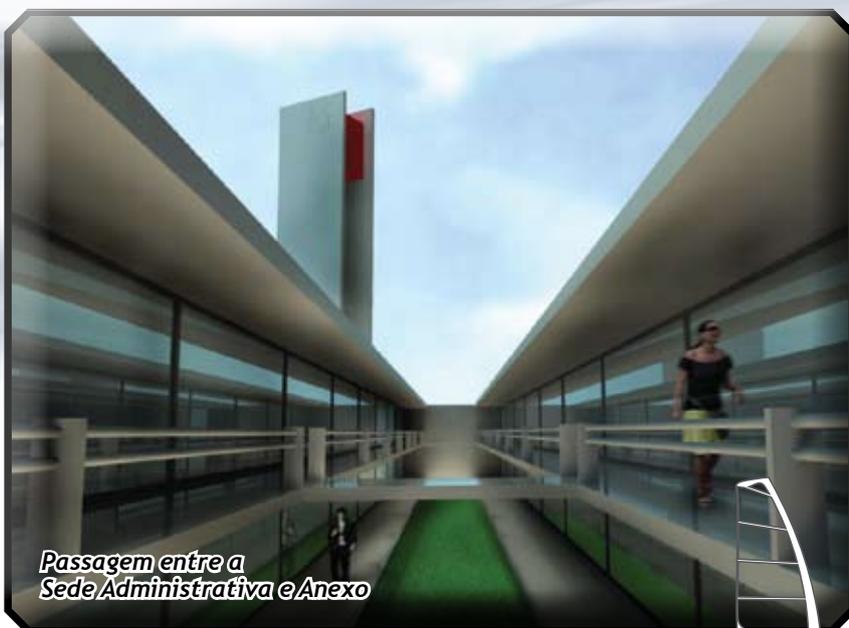
Iluminação natural no mezanino, interior da plataforma

O arranjo estrutural do edifício administrativo juntamente com as lojas é formado basicamente por lajes planas protendidas, com espessura de 25 cm, apoiadas diretamente sobre pilares com seções transversais predominantemente circulares e retangulares. As lajes planas associadas ao uso de paredes em gesso acartonado (*dry-wall*) possibilitam uma maior flexibilidade ao ambiente permitindo várias opções de layout e modificações futuras, de acordo com as necessi-

dades locais. A segurança do edifício com relação à estabilidade global é garantida por pórticos de contraventamento, formados por pilares alinhados trabalhando em conjunto com as lajes planas.

A ACESSIBILIDADE E A SUSTENTABILIDADE COMO FOCO PRINCIPAL

A questão da acessibilidade foi levantada em muitas etapas do desenvolvimento da proposta e, por isso, procurou-se dimensionar os ambientes de estar e de passagem com o intuito de atender às mais diversas necessidades dos usuários tanto do prédio quanto da estação, uma vez que, um dos acessos à estação, é também acesso às lojas, ao prédio administrativo e ao anexo dos mesmos. Com isso, admitiu-se o emprego de elevadores em todos os acessos e uma rampa entre o jardim externo e a en-



Passagem entre a Sede Administrativa e Anexo



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



trada para a estação que obedecesse às recomendações da norma brasileira NBR 9050 - “Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência a edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos”.

Além de todos esses fatores técnicos, uma forma encontrada para atender ao quesito acessibilidade foi desenvolver o projeto de forma fluida, com passagens sem muitos impedimentos e linhas claras que direcionem o visitante da estação de forma explícita tanto para as lojas quanto para a entrada da estação de metrô. A fluidez das passagens é inerente ao próprio conceito de toda a proposta: uma arquitetura de linhas claras, de silhueta simples e bem definida.

Com intuito de se ter uma estação iluminada, ventilada e sustentável, aprovei-

tu-se a inércia térmica da terra para garantir uma menor variação de temperatura interna da edificação. Além disso, procurou-se desenvolver um método de ventilação e iluminação naturais formado por um sistema de dois elementos seqüenciados de arcos de tamanhos diferentes. Esse sistema serviu de pórtico para quem passa pela ciclovia e, com a diferença de altura entre esses dois elementos, surge uma fresta entre os mesmos. Esse espaçamento é suficiente para direcionar o vento predominante vindo de Leste para dentro da estação, da mesma forma que, por diferença de temperatura, o ar quente vindo da estação tende a subir e sair por este espaço. Com esta abertura sob a ciclovia, a estação recebe iluminação e ventilação natural durante todo o dia, diminuindo os gastos com energia elétrica para fornecimento de luz artificial e renovação de ar da mesma.

Na concepção do prédio administrativo aproveitou-se também a inércia térmica da terra, por esse estar a seis metros abaixo do nível da calçada e ter suas fachadas Norte e Sul voltadas para uma cortina de contenção de terra. O posicionamento desta edificação não é favorável à incidência



direta de radiação solar em sua fachada Oeste, devido à sua proximidade com o anexo (logo, o mesmo raciocínio serve para a fachada Leste do anexo). Já, a fachada Leste do prédio administrativo principal está protegida por um painel em madeira de reflorestamento afastado da parede 0,8 m, criando, assim, um colchão de ar entre um elemento e outro e, com isso, não há o



Arcos sobre a ciclovia da Estação

aquecimento excessivo da parede que separa o meio externo do interno. Enquanto que a fachada Oeste do anexo é voltada para um fosso de ventilação, que somente, no térreo, é substituído por uma grelha de concreto. Com um afastamento

de 4 metros da fachada Leste, evita-se a variação térmica em excesso no interior das lojas e também permite que haja um espaço considerável para seus potenciais consumidores transitarem ali e observarem as mercadorias expostas. ■



01 a 04 de novembro de 2011
 CENTROSUL - Florianópolis/SC



TEMAS

- | | |
|---|--|
| 1 Gestão e Normalização
<i>Management and Standardization</i> | 5 Análise Estrutural
<i>Structural Analysis</i> |
| 2 Materiais e Propriedades
<i>Materials and Properties</i> | 6 Materiais e Produtos Específicos
<i>Specific Products</i> |
| 3 Projeto de Estruturas
<i>Structural Design</i> | 7 Sistemas Construtivos Específicos
<i>Specific Construction Systems</i> |
| 4 Métodos Construtivos
<i>Construction Methods</i> | |

DATAS IMPORTANTES

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| Envio de Resumos | → até 14/março/2011 |
| Aceitação de Resumos | → até 31/março/2011 |
| Envio de Artigos | → até 27/junho/2011 |
| Aceitação de Artigos | → até 30/agosto/2011 |
| Envio de Revisão de Artigos | → até 12/setembro/2011 |
| Evento | → 01/11 a 04/11/2011 |

Fique atento para não perder os prazos! As datas estabelecidas não serão prorrogadas!

INFORMAÇÕES

Site → www.ibracon.org.br
 email → office@ibracon.org.br

COMISSÃO ORGANIZADORA

Rua Julieta do Espírito Santo Pinheiro, 68 Fone/Fax → **+55 11 3735-0202**
 Bairro Jardim Olímpia Fax → **+55 11 3733-2190**
 São Paulo - SP - Brasil e-mail → office@ibracon.org.br
 05542-120

Influência do capeamento de corpos de prova cilíndricos na resistência à compressão do concreto

FRED R. BARBOSA - PROFESSOR

JOÃO M. F. MOTA - PROFESSOR

FACULDADE DO VALE DO IPOJUCA - CARUARU-PE

ANGELO J. COSTA E SILVA - PROFESSOR-DOCTOR

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - UNICAP

ROMILDE A. OLIVEIRA - PROFESSOR PERMANENTE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL, UFPE

1. INTRODUÇÃO

Dentre as formas empregadas para avaliação das características do concreto, identificam-se ensaios de determinações mecânicas destrutivas e não destrutivas. O ensaio mais consagrado para avaliação do desempenho mecânico do concreto é destrutivo - ensaio de resistência à compressão, onde este parâmetro é obtido por meio de ensaios de compressão uniaxial de corpos de prova moldados especificamente para esta finalidade. (SCANDIUZZI e ANDRIOLO, 1986; MARCO, REGINATTO e JACOSKI, 2003).

Alguns fatores que podem afetar o resultado relativo à qualidade intrínseca do material são relacionados com as características dos corpos de prova. São os casos da geometria, dimensões, grau de adensamento, tipo de molde utilizado, processo de cura empregado e forma de preparação



Detalhe do corpo de prova faceado no topo superior com borracha e capacete metálico

dos topos e ainda aqueles relacionados às características de execução do ensaio, através da influência da rigidez da máquina de ensaio e da velocidade de aplicação da carga (BEZERRA, 2007).

O presente trabalho resulta de um estudo comparativo entre diferentes formas de preparação de topos de corpos de pro-

va, relacionando-os e buscando possíveis correlações entre eles.

2. PREPARAÇÃO DOS TOPOS DOS CORPOS DE PROVA

No ensaio de compressão axial, as faces devem ser ortogonais ao eixo do corpo de prova. Pequenas irregularidades na superfície já são suficientes para provocar excentricidade, pelo carregamento não uniforme e, conseqüentemente, uma diminuição da resistência final. (BEZERRA, 2007).

Para minimizar o efeito desta excentricidade, efetua-se um tratamento para a superfície, tal que os desvios de planicidade não ultrapassem 0,05 mm e que o desvio entre as faces paralelas e o eixo longitudinal seja inferior a 0,5°. Para o tratamento das superfícies, a norma NBR 5738/2008 (ABNT, 2008) recomenda a utilização de processo por retífica ou capeamento.

A NBR 5738/2008 recomenda a utilização de um dispositivo auxiliar, denominado capeador, que garanta a perpendicularidade da superfície, obtida com a geratriz do corpo de prova, e que esta superfície deve ser lisa, isenta de riscos ou vazios e não ter falhas de planicidade superiores a 0,05mm em qualquer ponto. Destaca, ainda, que outros processos podem ser empregados, desde que sejam submetidos à avaliação prévia por comparação estatística com corpos de prova capeados pelo processo tradicional.



Retífica utilizada para o corte superficial do topo do corpo de prova

Existem basicamente três sistemas de regularização das faces: sistemas de capeamento colado, sistemas de capeamento não colados e sistemas de desgaste mecânico (BEZERRA, 2007).

Os sistemas colados compreendem aqueles que utilizam materiais que formam uma camada regular que adere física ou quimicamente à superfície da base do corpo de prova. Nesta categoria, destacam-se: a utilização de capeamento com mistura de enxofre; e o capeamento com pasta ou argamassa de cimento. A NBR 5738/2008 recomenda o emprego de pasta de cimento para o capeamento de corpos de prova cilíndricos de concreto fresco e de argamassa de enxofre ou desgaste mecânico para os de concreto endurecido.

O enxofre vem sendo utilizado para capeamento dos corpos de prova desde o início do século XX, inicialmente através da uma mistura com ‘filler’ inerte e, atualmente, sem adições. Apresenta como vantagens o endurecimento rápido, atingindo elevada resistência à compressão em poucas horas; a alta produtividade em um dado espaço de tempo; e a boa aderência.

A grande desvantagem da utilização do enxofre no capeamento de corpos de prova encontra-se na liberação de gás sulfídrico durante a fusão do enxofre em pó, quando contaminado com materiais como parafina ou óleos. A inalação do SO₂ representa substancial risco à saúde, uma vez que representa produto altamente tóxico e irritante para as mucosas das vias respiratórias. A combinação deste gás com a água e o oxigênio forma ácido sulfúrico. A aplicação deste sistema requer cuidados especiais, a fim de evitar acúmulos deste gás e possíveis danos aos operadores.

SCANDIUZZI e ANDRIOLO (1986) realizaram um trabalho comparativo de resultados entre os capeamentos por mistura de enxofre e pasta de cimento e observaram melhores resultados e menores variações para os corpos de prova capeados por mistura de enxofre.



Detalhe da aplicação do enxofre nas faces do corpo de prova



Vista do equipamento de serra mármore utilizado para o desgaste dos tops

Os sistemas não colados caracterizam-se pela utilização de um material como almofada para as bases do corpo de prova, podendo este material estar confinado ou não. Dentre os materiais mais empregados, destacam-se: os elastômeros como o neoprene; areia confinada também se presta para este fim.

O capeamento com almofadas elásticas está sendo amplamente utilizado no Brasil e no mundo, mas, ainda, existem poucos estudos a respeito do seu emprego (BEZERRA, 2007). O principal elastômero utilizado tem sido o Policloroprene, comercialmente conhecido como Neoprene. Ele pode ser utilizado na forma não confinada ou confinada; contudo, a primeira apresenta inconsistência de resultados quando comparada à utilização do enxofre (MARCO, REGINATTO e JACOSKI, 2003).

Na forma confinada, utiliza-se uma base metálica, cuja função é restringir a deformação lateral do elastômero. Não é

recomendável a utilização deste sistema para concretos com resistência abaixo de 10MPa, ou acima de 85MPa, embora existam pesquisas com resultados satisfatórios para concretos de até 130MPa. A tabela 1 apresenta as considerações da norma ASTM C 1231 (ASTM, 2000) para almofadas de neoprene.

A borracha tem um período de utilização de até 1.000 vezes, desde que sejam observados alguns cuidados como não inverter o lado de aplicação da carga na borracha dentro da base metálica e trocá-la ao primeiro sinal de desgaste nas bordas (VIEIRA apud BEZERRA, 2007).

No caso do desgaste mecânico promove-se a remoção de uma fina camada de material do topo a ser preparado, proporcionando uma superfície lisa e livre de ondulações e abaulamentos; contudo, durante este processo, deve-se garantir a integridade estrutural das camadas adjacentes à camada removida.

Tabela 1 - Condições para uso de almofadas de Neoprene (adaptado de ASTM C 1231, 2000)

Resistência à Compressão do corpo de-prova (MPa)	Dureza Shore A	Teste de Qualificação	Número Máximo de Reuso
10 a 40	50	Não	100
17 a 50	60	Não	100
28 a 50	70	Não	100
50 a 80	70	Necessário	50
Acima de 80	-	Não Permitido	-

Tabela 2 – Resultados do ensaio de resistência à compressão para diferentes tipos de preparação de topo de corpos de prova (adaptado de MARCO, REGINATTO e JACOSKI, 2003)

Parâmetro	Tipo de Preparação de Topo			
	Neoprene confinado (MPa)	Neoprene não confinado (MPa)	Enxofre (MPa)	Pasta de Cimento (MPa)
Média	24,08	16,26	25,36	19,73
Desvio Padrão	1,13	2,22	0,90	0,70
COV	4,7 %	13,65 %	3,55 %	3,55 %

COV – Coeficiente de variação

MARCO, REGINATTO e JACOSKI (2003) realizaram uma avaliação da eficiência de diversos métodos de preparação de topo para corpos de prova para um concreto de 20 MPa, distribuído em 11 lotes de amostras. Os resultados por eles obtidos são apresentados na tabela 2.

3. MATERIAIS UTILIZADOS E METODOLOGIA

Foram utilizados, nesta pesquisa, os cimentos CP II Z 32 RS e CP III 40 RS BC. Os agregados utilizados, tanto miúdos quanto grãos, possuem natureza mineralógica quartzosa. Ambos são comercializados na região metropolitana da cidade do Recife. O agregado grão foi caracterizado quanto à sua granulometria e densidade de massa aparente no estado seco.

O traço utilizado (Tabela 3) foi especificado para atender a classe de agressividade II, conforme os parâmetros prescritos na NBR 6118. Em ambos os casos, procurou-se utilizar o mesmo abatimento e a mesma relação água/cimento, o que obrigou

o emprego de diferentes relações água/materiais secos para compensar a maior finura do cimento CPIII40 (área específica Blaine: CPIII 40 - 4.640 cm²/g; CPIIZ32 - 3540 cm²/g).

No arranjo experimental, o trabalho consistiu em avaliar a influência de diversas metodologias para regularização da superfície de corpos de prova de concreto na resistência à compressão desses elementos. A primeira fase do experimento consistiu na confecção, cura e realização de ensaios laboratoriais dos corpos de prova. Com este objetivo foram preparadas duas famílias de concreto, ambas com o mesmo traço, diferindo entre si pelo tipo de cimento empregado na confecção do concreto.

Para cada família, foram moldados 60 corpos de prova de 10cm x 20cm. A moldagem seguiu os procedimentos da NBR 5738 (ABNT, 2008) e o adensamento mecânico foi executado em duas camadas. Todos os CP's moldados foram imersos em tanque de cura, após 24 horas da moldagem, e permaneceram neste estado até 24 horas antes da realização dos ensaios. O traço

Tabela 3 – Informações referentes às dosagens utilizadas no estudo

FAMÍLIA	Traço Unitário em Peso (TUP)				A(%) = Água / mat secos	Consumo cimento (kg/m ³)
	Cimento	Areia	Brita	a/c		
CPIII 40	1,0	2,10	3,15	0,55	8,8%	283
CPIIF 32	1,0	2,19	3,28	0,55	8,5%	277



Amostra preparada para ruptura na prensa hidráulica

utilizado foi especificado para atender a classe de agressividade II.

Para cada uma das famílias estudadas, foram avaliadas as seguintes condições de preparação dos topos dos corpos de prova: capeamento por pasta de enxofre; capeamento com almofada de neoprene confinada; desgaste mecânico por ação de retífica; e corte do concreto por ação de serra para cortar mármore. Para cada um desses parâmetros, foram utilizados os resultados de 15 espécimes.

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados na idade de 28 dias. O equipamento utilizado foi uma prensa eletromecânica com carga máxima de 100 toneladas, com sistema de medição digital, acoplado a um microcomputador com impressora, para processamento e obtenção dos resultados.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Figura 1 apresenta os resultados dos ensaios de resistência à compressão para as famílias estudadas, segundo o tipo de preparação de topo dos corpos de prova.

Nas duas famílias estudadas, pode-se perceber evidente influência da forma de capeamento das amostras nos resultados finais. A partir dos valores obtidos, algumas considerações importantes podem ser efetuadas:

- As menores variações entre os métodos

estudados foram observadas no capeamento com enxofre e com o uso de disco de corte com retífica, ambos considerados aceitáveis para esse tipo de avaliação, seguido da utilização de borracha confinada com neoprene e, por fim, com corte para serra de mármore. Esse comportamento indica uma menor influência desses procedimentos nos resultados, já que se trata de corpos de prova de uma mesma família;

- Quanto aos valores absolutos dos resultados de resistência, observa-se uma tendência inversa entre os métodos em relação ao desempenho, considerando apenas o aspecto da variação. A explicação encontrada para esse comportamento decorre do fato de que as falhas ocorridas durante as operações de preparação dos topos dos corpos de prova tendem a reduzir os valores de cargas de ruptura, pois podem provocar excentricidade e desequilíbrio na distribuição das cargas;
- As diferenças nos valores absolutos encontrados entre as duas famílias decorrem do fato de terem sido adotados tipos de cimento com diferentes classes de resistência (CPIII 40 e CPIIZ 32), ambos com mesma relação água/cimento. Com isso, os concretos fabricados com o cimento tipo CPIII40 apresentaram maiores níveis de resistência, embora

Figura 1 – Gráfico: resumo dos resultados encontrados no ensaio de resistência à compressão



apresentem também maiores consumos de cimento, decorrentes da sua maior finura, já que as famílias foram dosadas com o mesmo abatimento.

Para os ensaios na família 2, com a utilização de um cimento CP III 40 RS BC, procurou-se obter informações para os casos onde ocorresse um adensamento das matrizes cimentícias, proporcionando um leve aumento nos resultados de resistência para traços semelhantes e com os mesmos materiais.

Também neste caso, o melhor desempenho ficou a cargo do capeamento por enxofre; mostrando um resultado satisfatório para o desgaste por retífica (melhor ainda que no primeiro caso: ~ 94% e dispersão de 4,48%).

Por fim, deve-se considerar uma outra forma de preparação de topos, analisada neste caso, como uma forma alternativa para a ação da retífica, ou seja, a utilização de corte do corpo de prova por ação de serra para corte de mármore.

Os resultados obtidos neste caso não apresentaram bom desempenho, uma vez que seus índices se mostraram quase 30% inferiores aos valores obtidos para o capeamento com enxofre e, também, demonstraram os maiores índices de dispersão das amostras em ambos os casos estudados.

5. CONCLUSÕES

O capeamento influencia os resultados dos ensaios de resistência à compressão axial de corpos de prova cilíndricos. Verificou-se que o melhor desempenho obtido foi com a utilização de pasta de enxofre. Outros métodos também fornecem resultados satisfatórios, onde, nos casos estudados, a diferença foi inferior a 10% em relação aos obtidos com capeamento de enxofre.

Nessa categoria, incluem-se: os preparos através de desgaste superficial por meio de retífica; e a utilização de sistemas com neoprene confinado. Ambos representam uma boa alternativa de execução; principalmente, no caso da utilização de neoprene, por ser de fácil manuseio e, ainda, contribuir para a eliminação de riscos à saúde dos operadores e laboratoristas. Entretanto, o neoprene exige cuidados especiais, principalmente no tempo de vida útil do material.

Verificou-se, ainda, que a proposta alternativa de corte do corpo de prova por meio de utilização de serra de mármore não é adequada, por proporcionar um nível de agressão ao sólido que interfere negativamente no desempenho mecânico das amostras.

Referências Bibliográficas

- [01] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C 1231/C 1231M - Standard practice for use of unbonded caps in determination of compressive strength of hardened concrete cylinders, 2000.
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738/2008 - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 2003.
- [03] BEZERRA, A. C. S. Influência das Variáveis de Ensaio nos Resultados de Resistência à Compressão de Concretos: uma análise experimental e computacional. Dissertação. UFMG. Belo Horizonte. 2007.
- [04] MARCO, F. F.; REGINATTO, G. M. e JACOSKI, C. A. - Estudo comparativo entre capeamento de neoprene, enxofre e pasta de cimento para corpos de prova cilíndricos de concreto. 45º Congresso Brasileiro do Concreto, IBRACON, Vitória, 2003.
- [05] SCANDIUZZI, L. e ANDRIOLO, F. R. - Concreto e seus materiais: propriedades e ensaios. Pini, São Paulo, 1986. ■



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

Seminário mostra as iniciativas sustentáveis no setor construtivo brasileiro



*Prof. José Marques Filho
abre o Seminário Copel de
Sustentabilidade na Cadeia
Produtiva do Concreto*

Nos últimos três séculos, o desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade foi capaz de realizar o que o homem não havia sido capaz de fazer em milênios de evolução. Até 1712, quando foi criada a primeira máquina a vapor, o homem usava basicamente a energia proveniente do Sol, capturada pelas plantas no processo de fotossíntese, e passada aos homens e aos animais, sendo, então, despendida para arar a terra, para fabricar peças de cerâmica e de metal, para construir habitações e obras de infraestrutura, para guerrear, entre outras atividades. Mas, a capacidade de realização humana estava limitada pelo uso da energia solar, inclusive seu uso dos recursos naturais disponíveis.

Com a máquina a vapor, onde houve a troca da força física pela força gerada pela queima de um combustível fóssil, a capacidade humana de transformação de seu meio natural aumentou exponencialmente: o vapor gerado pela queima de carvão

mineral podia realizar o trabalho equivalente àquele feito por 500 cavalos.

Não parou por aí a busca do homem em aumentar seu poder sobre a natureza, como bem sabemos. Depois do vapor, veio a eletricidade, o petróleo e o gás natural e, mais recentemente, a energia atômica.

Concomitantemente, ao incremento tecnológico e à melhora das condições de vida da humanidade, ocorreu o aumento vertiginoso da população mundial, que, nos dias de hoje, atingiu a marca de sete bilhões de pessoas. Aumentou também a concentração de CO₂ na atmosfera: este passou de pouco mais de 260 partes por milhão, em 1750, para mais de 360 partes por milhão, em 2000. O homem descobriu que os recursos naturais não são inesgotáveis. A par dos recursos renováveis, como a água, havia recursos não renováveis, como o petróleo, o gás natural, a areia e a brita, cujas reservas começaram a ficar escassas. Os próprios recursos renováveis são a uma taxa, levando algum tempo para poderem ser repostos pela natureza. Hoje, segundo o relatório “Planeta Vivo - 2008”, da WWF, a humanidade consome 30% mais recursos naturais do que o próprio planeta é capaz de repor, com algumas regiões do planeta já enfrentando o problema da escassez de água.

O desenvolvimento tecnológico trouxe também a deposição de resíduos e a poluição da terra, das águas e do ar para além da capacidade de assimilação da biosfera. Ilustrativo desse aspecto é o aquecimento global como resultado da ação humana, em razão do aumento da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera, por conta de atividades produtivas e industriais. Ao aquecimento global são creditadas mudanças dramáticas no equilíbrio físico-químico-biológico da Terra, que têm provocado eventos drásticos, ameaçando as vidas sobre o pla-



Prof. Haroldo Mattos de Lemos fala da invenção da máquina a vapor

queta, tais como: ondas de calor e propagação de enfermidades, que afetam a saúde em todo mundo; transtornos em ecossistemas, levando à extinção de espécies; derretimento das geleiras, com o decorrente aumento do nível do mar e sua ameaça para as populações litorâneas; aumento da frequência e magnitude dos eventos climáticos violentos, como furacões e inundações, no planeta; entre outros.

Diante dos prós e contras do desenvolvimento tecnológico, um novo desafio coloca-se para a humanidade: o desenvolvimento sustentável, a produção de bens que atenda às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de terem também atendidas suas necessidades.

Para debater como cadeia produtiva do concreto e o setor construtivo brasileiro têm encaminhado a questão, as iniciativas que têm sido tomadas pelos diferentes segmentos no que concerne ao desenvolvimento sustentável, o Instituto Brasileiro do Concreto promoveu, no interior da programação do 52º Congresso Brasileiro do Concreto, maior fórum nacional de debates sobre o concreto e suas aplicações em obras civis, que ocorreu de 13 a 16 de outubro,



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



o Seminário Copel de Sustentabilidade da Cadeia Produtiva do Concreto.

“O modelo atual de negócios está esgotado - o *business as usual*. O desafio do século XXI é construir um novo modelo de negócios - *business as unusual*, que respeite a capacidade de biosfera de repor os recursos naturais, que encontre fontes alternativas para os recursos não renováveis, que não ultrapasse os limites da natureza em assimilar resíduos e poluição e que também busque reduzir a pobreza no mundo”, delineou o presidente do Instituto Brasil PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), Eng. Haroldo Matos de Lemos, em sua palestra de abertura no Seminário, justificando-o.

CONSTRUÇÃO CIVIL E A SUSTENTABILIDADE

O setor construtivo brasileiro tem tri-

lhado o caminho divisado. No quesito da diminuição do consumo de recursos naturais (areia, brita e madeira), bem como da diminuição da geração de resíduos, a solução técnica imediata apresentada pelos palestrantes foi a do aumento da durabilidade das obras. Entre as ações preconizadas para esse fim, o maior cobertura das armaduras em peças de concreto, medida contemplada pela norma brasileira de projetos de estruturas de concreto (ABNT NBR 6118), desde 2003, é solução simples de ser adotada, que por si já garante de pronto uma vida útil maior à obra, implicando a economia de recursos naturais e a redução de entulhos provenientes de demolição ou reformas.

“O projeto apropriado de edifícios pode ter grande peso na preservação do meio ambiente e na conservação da água e da energia; ele deve se basear na diretriz de disposição eficiente e eficaz dos recursos naturais, a cada dia mais escassos e mais caros”, enfatizou o pesquisador mexicano do Centro de Investigações e Estudos Avançados do Instituto Politécnico Nacional, Prof. Pedro Castro Borges, que abordou a influência das mudanças climáticas globais na durabilidade e o desenvolvimento sustentável das construções em concreto. Seu estudo



de caso apontou que o comportamento dos cloretos, sua maior ou menor difusão no interior da estrutura, principal causa da corrosão de armaduras em estruturas de concreto, é regido pelos ciclos anuais (relativos às estações do ano) e multianuais (relativos aos ciclos das manchas solares) de temperatura máxima do microclima da obra analisada, “fatores que precisarão ser conside-

rados, a partir de um maior número de dados, nos modelos de predição do ciclo de vida útil de uma obra”, defendeu.

Para contribuir com a biosfera no sentido de não ultrapassar seus limites de assimilação de resíduos e de entulho, outra solução economicamente viável e tecnicamente comprovada tem sido o emprego de agregados reciclados de construção e demolição (RCD), tema freqüente de seminários sobre a sustentabilidade na cadeia do concreto. Estudo apresentado pelo professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Eng. José Marques Filho, apontou a viabilidade técnica do uso de determinada porcentagem finos de britagem, pó decorrente da britagem de agregados graúdos, na substituição da areia natural no concreto massa e no concreto compactado com rolo, duas técnicas construtivas empregadas nos projetos de barragens. “O concreto é o material construtivo mais empregado no mundo. Sua produção utiliza insumos não renováveis. Por isso, seu uso deve ser responsável, no sentido de otimizar os processos que o empregam e de inovar sua produção. O fino de britagem mostra-se como uma alternativa, na medida em que preenche os espaços na massa de concreto, aumentando sua integridade, ao mesmo tempo que diminui o trabalho de separação e destinação de resíduos”, concluiu a partir dos dados da pesquisa apresentada.

Uma iniciativa para diminuir o desperdício, inclusive por motivos econômi-



cos, foi apresentado pelo engenheiro da Engemix, Eng. Luiz de Brito Prado Vieira. Antes da implantação de um modelo sustentável de gestão em centrais dosadoras de concreto, a Engemix amargava o prejuízo de 8000m³ de concreto desperdiçado mensalmente, ao custo de R\$ 4,7/m³. Noventa e oito por cento desse desperdício relacionava-se com descarte de lastro, material que sobra no interior da betoneira após seu total descarregamento, e com sobras, concreto não utilizado, seja por causa de problemas na obra, seja por causa de problemas com o concreto. Com a implantação do modelo, que objetivou reduzir o volume de devoluções (através do treinamento de motoristas e operadores, da adequação das filiais e da capacitação de clientes), reciclar o concreto devolvido e reenviá-lo à obra (por meio de aditivo estabilizador de pega) e reutilizar o concreto não aproveitado (com a produção de blocos de baia e pisos das filiais), o prejuízo virou lucro (R\$ 2,13/m³), trazendo benefícios adicionais, tais como: a maior qualidade na produção do concreto; a maior satisfação do cliente; e a redução no consumo de água para a limpeza do lastro no caminhão betoneira.



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



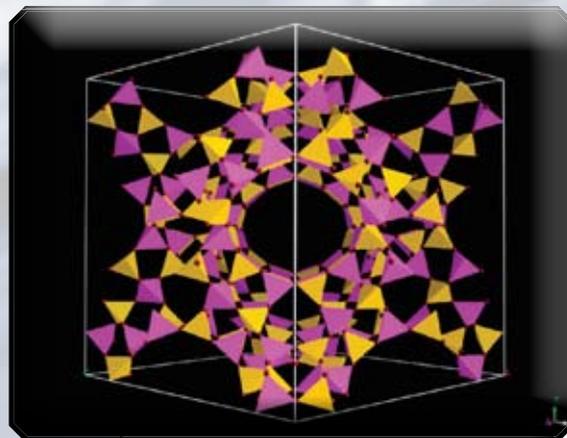
Produção de cimento por grupos empresariais em 2009

Empresa	Produção (mt)
Votorantim	20,9
João Santos	5,9
Camargo Correa	5,2
Cimpor	4,5
Holcim	3,7
Lafarge	3,5
Ciplan	1,4
Itambé	1,3
Outros	5,3
Total	51,8

A indústria cimenteira tem também tomado ações para contribuir com o desenvolvimento sustentável. Atualmente, ela é depositária de uma imensa gama de subprodutos de outras indústrias: solventes, óleos usados, lama de processos químicos e industriais, resíduos de fábricas de borracha, pneus usados, resíduos têxteis e plásticos, lama de esgoto municipal e industrial, grãos de validade vencida, escórias. Todos esses resíduos entram nos fornos de cimento, como combustíveis alternativos, sendo queimados para a produção de cimento. “Atualmente, são coprocessados 950 mil toneladas por ano de resíduos nas 35 plantas brasileiras licenciadas. Mas, a indústria cimenteira nacional tem capacidade para mais, para coprocessar 2,5 milhões de toneladas de resíduos”, destacou o chefe de laboratórios da Associação Brasileira de Cimento Portland, Arnaldo Battagin.

Por outro lado, a indústria cimenteira tem feito sua lição de casa para diminuir suas emissões de gases do efeito estufa. Seis

grupos cimenteiros no Brasil são membros da Iniciativa de Sustentabilidade do Cimento (CSI), representando mais de 70% da produção nacional de cimento. Essas empresas - Votorantim, Camargo Correa, Liz, Lafarge, Holcim e Cimpor - têm metas próprias de redução da quantidade de emissão de CO₂ por cimento produzido para os próximos anos. Entre as medidas que têm sido tomadas para esse fim, foram apresentadas as relacionadas com o ganho em eficiência energética (substituição do sistema de via úmida para o sistema de via seca, uso de preaquecedores e precalcinadores, maçaricos ecológicos, moinos e separadores de alta eficiência) e as relacionadas com a diminuição da produção de clínquer (uso de adições na produção de cimento). O Brasil produz cimentos com adições desde 1952, substituindo de 1 a 70% do clínquer na composição final do cimento Portland por cinzas volantes, escórias de alto-forno, gesso, entre outros materiais (cimentos compostos). As vantagens aqui também não se relacionam apenas com a preservação



Estrutura tridimensional do FCC

das jazidas minerais, com a redução da quantidade de CO₂ emitida do processo de produção e com o consumo de subprodutos de outras indústrias, mas também com questões técnicas e econômicas: as adições contribuem para a economia de energia na produção do material e melhoram suas características relativas à durabilidade da obra.

Um estudo de caso de uma adição empregada na produção de cimento - o lodo da indústria petroléira, conhecido por FCC (fluid catalytic cracking) - e que teve como resultado, por suas atividades pozolânicas, o aumento de sua resistência à compressão, de sua eficácia cimentante e de sua trabalhabilidade, foi trazido ao Seminário pelo palestrante espanhol da Universidade Politécnica de Valência, Prof. Jordi Payá Bernabeu.

Os resultados dessas iniciativas já começam a aparecer. Segundo inventário nacional de gases de efeito estufa, feito em 2010, pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia, com abrangência para o período 1990-2005, a emissão média da indústria cimenteira nacional contribui para 1,1% das emissões totais de CO₂, enquanto a média mundial é de 5%; e as emissões de CO₂ por tonelada de cimento produzido é de 600kg/t, enquanto a mundial é de 850kg/t.

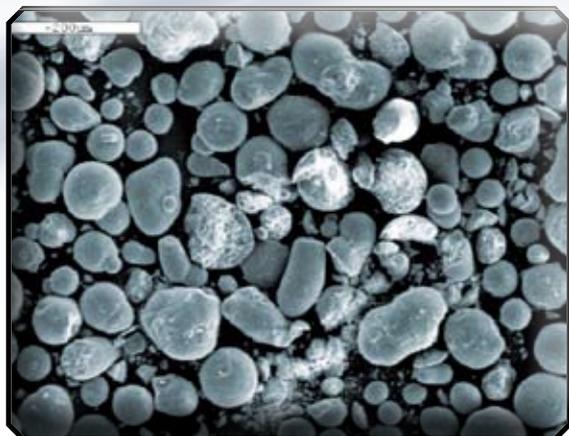


Prof. Jorge Juan Paya Bernabeu apresenta seus estudos sobre o uso de resíduos na fabricação de cimento

Outras empresas do setor têm também se preocupado com a questão da sustentabilidade. A Companhia Paranaense de Energia - Copel adotou uma gestão empresarial orientada para a sustentabilidade. Desde 2000, a empresa é signatária do Pacto Global da Organização das Nações Unidas, documento referencial para a busca da responsabilidade social plena, cuja meta declarada é a construção de uma economia global mais inclusiva e sustentável. Dentre os resultados obtidos, em 2009, pelas iniciativas tomadas pela companhia, foram citados pela superintendente de sustentabilidade e cidadania empresarial da Copel, Sônia Maria Alcântara: a reciclagem de 1280 toneladas de sucata de cabo de alumínio, gerando 970 km de cabo isolado e 400 toneladas de cabo nu; a recuperação de 94.709 medidores danificados; a recuperação de 2868 transformadores; entre outros.

PERSPECTIVAS SUSTENTÁVEIS NA CADEIA PRODUTIVA DO CONCRETO

Mas, as iniciativas que vêm sendo tomadas pelo setor como um todo precisam



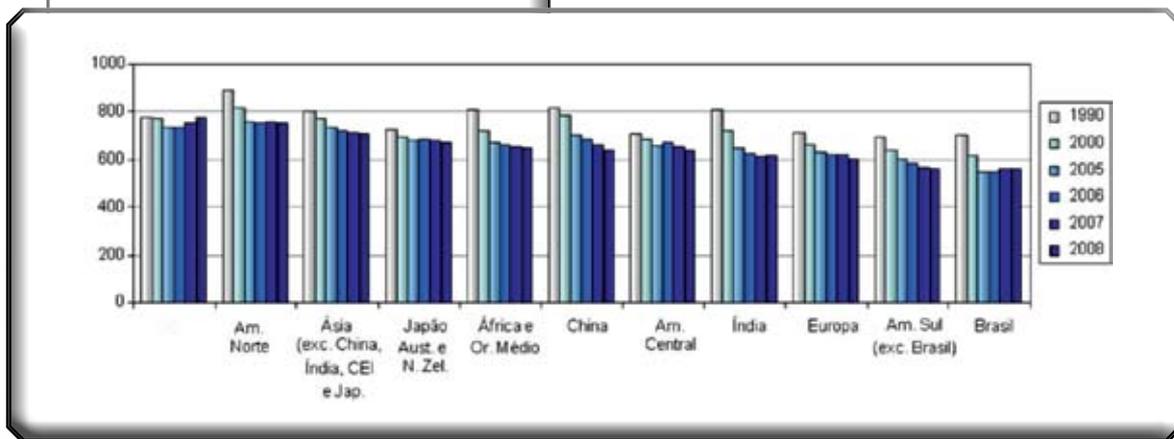
Microscopia do FCC



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



Emissões de CO₂ por tonelada de cimento produzido (kg/ton), no mundo



avançar. Dados apresentados pelo professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), Prof. Vanderley Jonh, dão conta de que o equilíbrio necessário para se atingir o desenvolvimento sustentável ainda não foi atingido. Segundo ele exemplificou, a evolução da demanda mundial do cimento, que deve crescer 2,5 vezes até 2050, não poderá ser acompanhada pelo crescimento da oferta de adições. Por isso, mais inovações tecnológicas serão necessárias.

Novos estudos de dosagens do concreto, com empacotamento de agregados, com redução da variabilidade água/cimento, com maior controle granulométrico, com novos aglomerantes, podem contribuir para diminuir a necessidade de insumos, como o calcário, a areia, a pedra e a água. “Será necessário garantir a reação de hidratação completa dos aglomerantes, ao mesmo tempo que se minimiza a água para assegurar a trabalhabilidade do concreto”, asseverou John.

Segundo ele, o próprio modo de se misturar o concreto, por meio de caminhões betoneiras, terá que mudar. “A betoneira é uma idéia de 120 anos”, ressaltou. Como também devem mudar a aplicação do concreto, por meio de pesquisas que desenvolvam a moldagem do concreto sem as fôrmas, contribuindo para sua maior produtividade e, sobretudo, para a preservação de florestas.

Para dar conta de um concreto melhor dosado, mais facilmente transportado, com maior produtividade em sua aplicação e acabamento, uma área de pesquisa promissora é o da reologia do concreto. Até agora, a pesquisa sobre o concreto concentrou-se em suas propriedades no estado endurecido, com especial atenção para suas características de resistência mecânica e de durabilidade. Daqui por diante, a pesquisa na área precisa focar o estado fresco, as características do concreto fluido, com vistas assegurar não apenas, como hoje, sua boa

trabalhabilidade, mas, sobretudo, seu melhor desempenho na mistura (potencializando os insumos e um material de qualidade superior) no transporte (evitando perdas do material por atrasos), na aplicação (dispensando o uso de fôrmas) e no acabamento (economizando energia e mão de obra). “Justamente porque, atualmente, não é apenas a componente da produtividade na concretagem que deve ser levada em consideração, mas a ela juntam-se as componentes social e ambiental, as propriedades do concreto no estado fresco passam a ser relevantes no sentido de caminharmos para concretos mais ecoeficientes”, explicou o professor da Universidade de São Paulo, Prof. Rafael Pileggi.

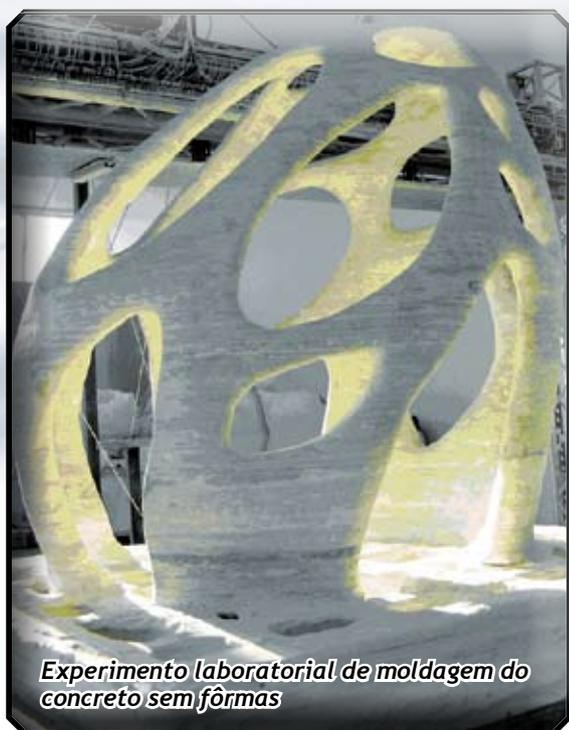
Elemento estratégico para a equação do desenvolvimento sustentável, porque responsável por aumentar ou diminuir significativamente o consumo de insu-



Eng. Sonia Maria Capraro Alcântara fala sobre o conceito de sustentabilidade empresarial na Copel

mos, a quantidade de materiais descartados no meio ambiente e a durabilidade das obras, é o fator humano. A qualificação da mão de obra é a contrapartida necessária de qualquer solução tecnológica existente e que venha a aparecer, para que se potencialize a aplicação dessas tecnologias, empregando-as sustentavelmente. Por isso, as iniciativas de programas de qualificação e de certificação de pessoal, como as do IBRACON e da Petrobras, apresentadas aos cerca de 300 profissionais presentes no Seminário pelo diretor de certificação de mão de obra do IBRACON, Eng. Julio Timerman, e pelo coordenador da Gerência de Certificação, Qualificação e Inspeção da Petrobras (Sequi), Eng. Joaquim Santos, devem ser multiplicadas por toda cadeia.

“O IBRACON vai ser mover para tentar criar um índice holístico da cadeia produtiva do concreto, por meio de um estudo de avalie os pontos fortes e fracos da cadeia com relação à sustentabilidade, justamente para que possamos agir criteriosamente nos pontos fracos”, comprometeu-se ao final do Seminário o presidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho. ■



Experimento laboratorial de moldagem do concreto sem fôrmas



Proposta de avaliação em laboratório do lascamento explosivo do concreto em situação de incêndio

ADRIANA APARECIDA AMBROSIO DE SOUZA - DOUTORANDA

ARMANDO LOPES MORENO JR - PROFESSOR-DOUTOR

DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS, FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO,
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

1. O FENÔMENO DO LASCAMENTO EXPLOSIVO DO CONCRETO: DEFINIÇÕES, CAUSAS E IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

Sabe-se que as estruturas de concreto possuem uma boa resistência ao fogo em virtude das características térmicas do material. O concreto é um material incombustível, não exala gases tóxicos e, assim sendo, os produtos de sua combustão não são prejudiciais à saúde humana.

Outras das qualidades do concreto que lhe conferem uma boa reputação, quando em situação de incêndio, é a baixa condutividade térmica e sua elevada massividade, quando comparado aos metais, por exemplo.

Por outro lado, em situação de incêndio, o concreto apresenta redução da resis-

tência mecânica e do módulo de deformação, levando a estrutura de concreto a uma perda de capacidade portante e de rigidez, tornando-a apta a um provável colapso.

Outros aspectos a considerar sobre o comportamento do concreto, durante um incêndio, são as reações da macroestrutura do material, como os “lascamentos”, que podem contribuir para acelerar eventual ruína da estrutura, seja pela exposição da armadura ou pela diminuição da seção dos elementos estruturais, após o lascamento. Este lascamento ocorre em distintas intensidades, incluindo, desde pequenos lascamentos superficiais até o desprendimento de grandes partes do elemento estrutural, de maneira explosiva. Internacionalmente, o fenômeno do lascamento explosivo do concreto é conhecido como “spalling”.

O fenômeno do lascamento explosivo do concreto tem início na exposição do

Figura 1 – Lascamentos explosivos, com perda de material, de concreto de resistência à compressão de 75MPa, observados no LEMC-UNICAMP



concreto a elevadas temperaturas, com a consequente criação de altos gradientes térmicos e tensões associadas. Com a elevação da temperatura, tem início, também, a vaporização da água livre e combinada interna. Enquanto alguns desses vapores resultantes escapam, outros, em sua maioria, ficam contidos nos poros de gel e, neste caso, o incremento da pressão internas nos poros é iminente. A magnitude dessas pressões internas nos poros depende, principalmente, da taxa de elevação de temperatura e da resistência e permeabilidade do concreto.

Essas tensões térmicas, combinadas com as pressões nos poros, incrementam a energia de deformação no poro de gel do concreto que, dependendo de sua resistência mecânica e permeabilidade, pode alcançar magnitudes elevadas, bem próximas ao limite de resistência da matriz. O lascamento explosivo nada mais é que uma eventual falha repentina nesta matriz, com liberação rápida e violenta de energia.

Os mais recentes estudos sobre o lascamento explosivo do concreto têm enfoque causas e procedimentos de prevenção ou atenuação do fenômeno. Muitos fatores foram identificados como intervenien-

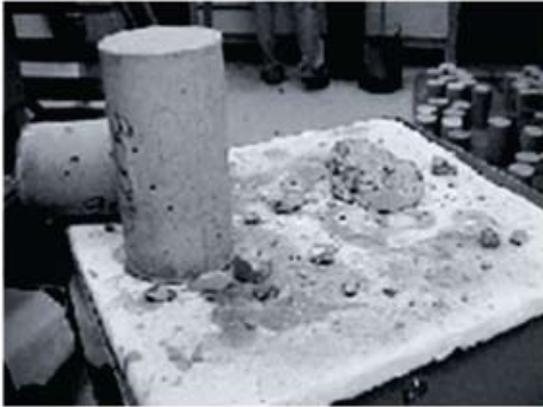
tes, como a idade do concreto, o teor de umidade, o tipo de agregado, processo de cura, taxa de elevação de temperatura, nível de carregamento, restrições à deformação (lateral e axial), entre outros.

É válido observar que esses mesmos estudos, sejam nacionais ou internacionais, apresentam divergências em relação ao grau de influência de um ou mais fatores identificados como intervenientes na ocorrência do fenômeno. Essas divergências observadas só reforçam a importância de mais e mais estudos sobre o fenômeno.

Entretanto, após décadas de discussões entre os pesquisadores da área, existe o consenso de que o fenômeno é de incidência imprevisível e tem grande probabilidade de ocorrência em concretos extremamente densos; sendo o concreto de alta resistência à compressão enquadrado, na maioria das vezes, nessa categoria.

Nesses concretos extremamente densos, o fenômeno do lascamento explosivo tem sido observado com grande frequência em exposições à situação de incêndio, naturais ou simuladas em laboratório. Portanto, na medida que esses concretos têm sua utilização incrementada na in-

Figura 2 – Lascamento explosivo, com total desagregação da amostra e perda de material, de concreto de resistência à compressão de 85MPa, observados no LEMC-UNICAMP



dústria da construção civil atual, a importância do estudo do fenômeno está mais que justificada.

2. SIMULAÇÃO DO FENÔMENO DO LASCAMENTO EXPLOSIVO DO CONCRETO EM LABORATÓRIO

Do concreto, espera-se um comportamento físico e mecânico que o torne adequado para o uso em diferentes aplicações. Esse comportamento pode, indiretamente, ser testado em laboratório. O custo de testar algumas propriedades do concreto pode ser muito grande, especialmente, se testes, em escala real, são especificados.

Se um teste em pequena escala, rápido e barato, apresenta resultados próximos a um teste em escala maior, pode-se reduzir tempo e custos nesta indústria tão carente de recursos, que é a indústria da construção civil.

Logicamente, um teste em laboratório, em escala real, em um pilar de concreto, com vistas à avaliação da tendência ao lascamento explosivo seria uma condição ideal. Entretanto, além dos custos extre-

mamente elevados, ressalta-se o fato da existência, atualmente, de apenas um ou dois laboratórios nacionais aptos a simular condições de carga e incêndio em um pilar de concreto.

Dessa forma, um teste do material (concreto) em relação à tendência ao lascamento explosivo, que seja rápido e de execução possível pela maioria dos laboratórios nacionais, seria de grande valia ao meio técnico. Entretanto, muito ainda deve ser feito até que um teste, com esta finalidade, tenha consenso geral entre os pesquisadores da área. Muitos foram os testes em pequena escala executados; com divergências em sua metodologia e, conseqüentemente, nos resultados obtidos.

As divergência observadas são mais que justificáveis em área de pesquisa tão inóspita e, ainda, por desbravar. São inúmeras as variáveis envolvidas no fenômeno e muitas delas estão inter-relacionadas.

Um fato a ser destacado na avaliação dos trabalhos de pesquisa sobre o lascamento explosivo do concreto é a maneira de quantificar o fenômeno. Na maioria dos trabalhos experimentais avaliados, quando feita, esta quantificação está baseada na observação de fissuras e na ocorrência de destacamentos de

Figura 3 – Lascamento explosivo, observado no LEMC-UNICAMP para concreto leve (argila expandida como agregado graúdo)



partes da superfície exposta da amostra à situação de incêndio padrão.

Quanto à comparação dos resultados nacionais sobre o lascamento explosivo, observam-se, principalmente, divergências em relação à forma e tamanho das amostras e em relação ao tempo de exposição e taxa de elevação de temperatura com o tempo. A inexistência de um padrão torna, a princípio, difícil uma comparação entre os poucos resultados experimentais nacionais obtidos até o momento.

Na Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, existe um grupo de pesquisadores particularmente interessados no estudo do fenômeno do lascamento explosivo do concreto.

Desde 2003, este grupo tem presenciado e observado a ocorrência do fenômeno em laboratório. Confirmando os relatos internacionais, o fenômeno foi observado, em sua maioria, em concretos extremamente densos e de alta resistência à compressão (Figura 1 e 2). Entretanto, não raras foram as vezes em que o lascamento explosivo foi observado em concretos leves (Figura 3).

Atualmente, este mesmo grupo de pesquisadores tem se empenhado na busca de uma metodologia para avaliação, em laboratório, da tendência ao lascamento explosivo do concreto.

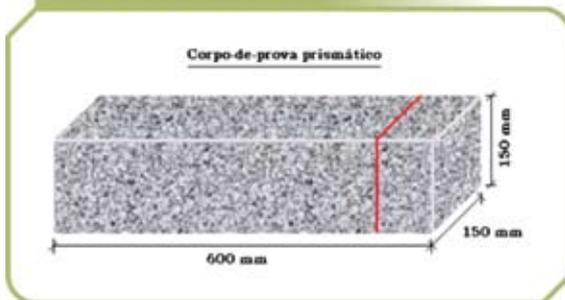
3. PROPOSTA DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO FENÔMENO DO LASCAMENTO EXPLOSIVO DO CONCRETO EM LABORATÓRIO

Atualmente, não existe um procedimento de ensaio normatizado para avaliação, em laboratório, da tendência ao lascamento explosivo no concreto. Nada está definido, por exemplo, em relação a equipamentos, tempo de exposição e taxa de elevação de temperatura com o tempo, durante o ensaio.

Como forma de contribuição ao meio técnico e como forma de iniciar as discussões sobre uma proposta de padronização de uma metodologia nacional, existe na FEC-UNICAMP (Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP) um projeto de pesquisa em desenvolvimento, apoiado pela Fapesp e CNPq, com o objetivo específico de desenvolver e de testar um procedimento para avaliação, em laboratório, da tendência ao lascamento explosivo do concreto em situação de incêndio.

Um teste desse tipo seria de grande valia aos tecnologistas do concreto no

Figura 4 – Prisma de concreto de emprego usual para avaliação da resistência à tração na flexão



utilizando-se elemento de uso comum nos laboratórios nacionais.

As pequenas placas para avaliação da tendência ao lascamento explosivo serão obtidas do corte (Figura 5) desse prisma, em espessuras convenientes (50 mm, 75 mm ou 100 mm).

Somente uma das faces dessa pequena placa de concreto será submetida ao chamado “incêndio padrão”, que nada mais é do que a elevação de temperatura com o tempo, de acordo com o especificado na

Figura 5 – Dimensões das placas de concreto empregadas na avaliação da tendência ao lascamento explosivo do concreto



descarte, por exemplo, de uma ou outra mistura de concreto, antes que a mesma seja especificada para uso na indústria da construção. Esta metodologia é descrita a seguir.

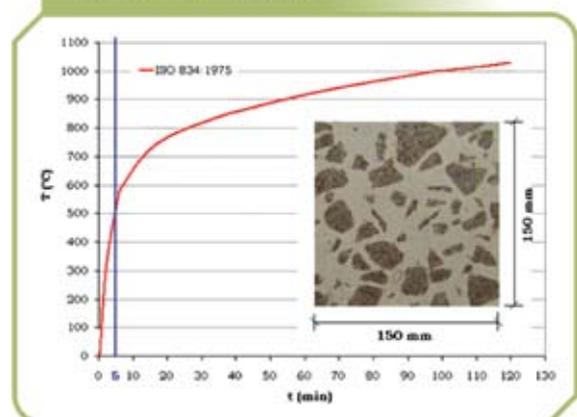
3.1 DIMENSÕES DOS CORPOS DE PROVA

Para verificação da ocorrência do lascamento explosivo, optou-se por corpos de prova constituídos por pequenas placas de 15 cm x 15 cm de área e espessura variável.

De forma a padronizar a execução dessas amostras, optou-se pela obtenção das mesmas a partir do corte de prisma (15cm x 15cm x 50 cm), já padronizado para o ensaio de avaliação da resistência à tração na flexão do concreto (Figura 4). Com esse artifício, resolveu-se o problema de padronização de execução dos corpos de prova,

Norma ISO 834 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - Fire-Resistance Tests - Elements of Building Cons-

Figura 6 – Curva ISO 834:1999, de elevação da temperatura com o tempo, e detalhe da superfície da placa de concreto obtida do corte do prisma



truction - *Part 1: General Requirements*), também já adotada nacionalmente como padrão (Figura 6).

Outro fato que deve ser destacado é que, com o procedimento de corte proposto, os agregados e argamassa envolventes estarão expostos e, conseqüentemente, poderão ser melhor avaliados em situação simulada de incêndio.

3.2 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS (CORPOS DE PROVA)

As amostras serão avaliadas em situação saturada, julgando ser essa a condição que mais favorece a ocorrência do lascamento explosivo.

As amostras serão ensaiadas aos 28 dias de idade, um vez que a resistência à compressão do concreto, variável das mais importantes na ocorrência do fenômeno, tem sua resistência de projeto especificada para essa idade de avaliação.

O tempo de exposição das amostras foi estabelecido como 120 minutos.

3.3 EQUIPAMENTO DE ENSAIO (FORNO) E INSTRUMENTAÇÃO

Um equipamento para avaliação do lascamento explosivo do concreto deve

ser capaz de simular a curva de elevação de temperatura com o tempo (ISO 834 ou similar).

Neste projeto de pesquisa foi solicitado recurso financeiro para adaptação de forno elétrico já existente no Laboratório de Estruturas e Materiais de Construção Civil da FEC-UNICAMP. O sistema eletrônico de controle e aquisição de dados (temperatura ao longo do ensaio) foi totalmente reformulado, o conjunto de resistências internas foi refeito e ampliado em potência e aberturas foram feitas na tampa, para encaixe das amostras, e no fundo, para observação do ensaio (Figura 7).

A elevação de temperatura com o tempo ao longo do ensaio, deve ser controlada de forma a seguir a curva da ISO834, a uma distância de 10 cm (+ ou - 5 cm) da face da amostra, de acordo com padrão de ensaio já fundamentado nacional e internacionalmente para elementos estruturais em situação de incêndio.

Nesses ensaios preliminares, optou-se por registrar, também, as temperaturas nas faces interna (submetida ao incêndio padrão) e externa (fora do forno) das amostras (Figura 8).

Figura 7 - Forno elétrico adaptado para avaliação do lascamento explosivo no concreto. Detalhe das aberturas para observação (fundo) e posicionamento da placa de concreto (tampa)

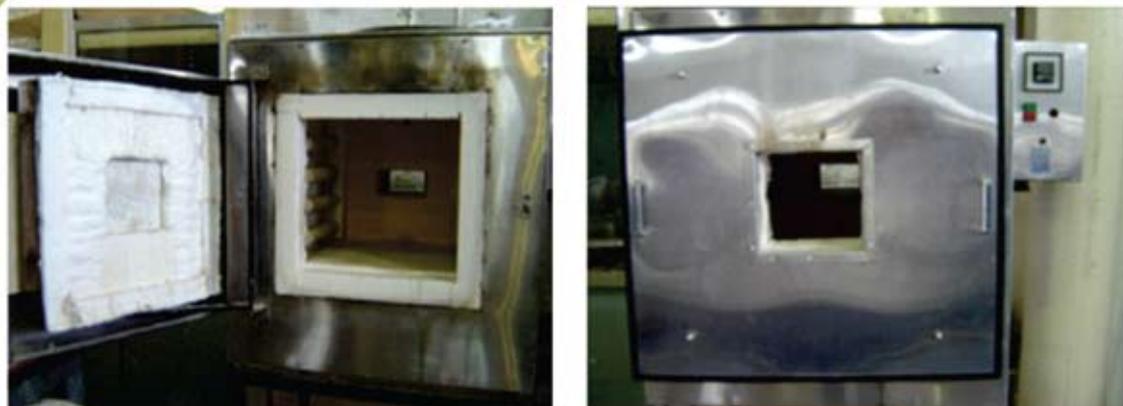


Figura 8 – Posicionamento dos instrumentos para medida de temperatura (TERMOPARES) na face da amostra de concreto e a 10 cm desta face (TERMOPAR DE CONTROLE)



3.4 PROPOSTA DE QUANTIFICAÇÃO DO FENÔMENO

A quantificação do fenômeno, nesta proposta, será obtida pela avaliação da fissuração e lascamentos apresentados pela face aquecida da amostra, após o ensaio. Essa quantificação engloba as duas das formas mais usuais empregadas pelos pesquisadores do fenômeno.

Um “índice de fissuração” (IF) está sendo proposto como a relação entre o comprimento total das fissuras e a área da superfície da amostra exposta ao incêndio padrão. Ou seja:

$$IF = \frac{LF}{S} \quad (\text{mm/mm}^2) \quad (3.1)$$

Onde:

IF: índice de fissuração (mm/mm²);

LF: comprimento total de fissuras na área exposta (mm);

S: área da face da amostra exposta ao incêndio padrão (mm²).

No caso da quantificação do lascamento do concreto em situação de incêndio, propõe-se uma “Índice de Perda de Massa” (IPM), definido a seguir.

$$IPM = \frac{M_0 - M_f}{M_0} \times 100 \quad (\%) \quad (3.2)$$

Onde:

IPM: índice de perda de material (%);

M₀: massa inicial das amostras, antes do aquecimento (g);

M_f: massa final das amostras após o aquecimento (g);

Convém observar que a massa inicial e final dos corpos de prova deve ser obtida após secagem do material em estufa, de forma que a umidade presente na amostra não interfira nos resultados.

Por fim, resta observar que o ensaio proposto, além da avaliação da tendência ao lascamento explosivo do concreto, pode indicar o nível de degradação de uma mistura de concreto quando exposta à situação de incêndio. Pode ser, por exemplo, que em um ensaio desse tipo, nem ocorra o lascamento, mas ocorra uma fissuração da amostra tão intensa que a desabone quanto à aplicação, com relação à sua segurança em situação de incêndio, na indústria da construção civil.

3.5 BUSCA POR UMA ESCALA DE DEGRADAÇÃO DO CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

A proposta de metodologia de avaliação do lascamento explosivo deste projeto de pesquisa envolve, também, a definição de uma escala, com “níveis” de degradação do concreto em situação de incêndio. Essa escala terá níveis que variarão, desde a inexistência de fissuras (nível 0) até o completo destacamento da superfície aquecida (nível 10).

Em uma escala deste tipo como enquadrar os concretos usuais? Ou seja, a calibração da escala proposta deve estar antecedida por extenso trabalho experimental.

Misturas e mais misturas de concreto, usuais ou não, e executadas com materiais de emprego corrente em nosso país (cimento, agregados, aditivos, etc) devem ser testadas de acordo com o procedimento metodológico aqui descrito, pois, até o presente momento, não se tem idéia do nível de lascamento dos concretos usualmente empregados na construção civil nacional.

É este trabalho extenso que está sendo desenvolvido, atualmente, na UNICAMP. Existem resultados preliminares de misturas de concreto, com resistência à compressão de 20MPa a 30 MPa, que não sofreram lascamentos (Figura 9); e de outras, confirmando a aplicabilidade da metodologia proposta, cujo lascamento foi observado (Figura 10).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos 50 anos, temos visto o crescente interesse internacional dos pesquisadores na investigação do comportamento do concreto em situação de incêndio. Em nosso país, o interesse é recente.

Figura 9 – Detalhe de amostra de concreto de resistência à compressão de 25MPa, após ensaio de avaliação da tendência ao lascamento explosivo proposto. Notar marcação das fissuras.



Figura 10 – Lascamentos explosivos, com perda de material, de concreto de resistência à compressão de 75MPa, observado no LEMC-UNICAMP, em ensaio de avaliação da tendência ao lascamento explosivo proposto



Recente, também, é a normatização sobre o assunto. O avanço se dá em termos de normatização e simulação numérica, mas, ainda, muito deve ser feito em termos de simulação em laboratório. Talvez, o grande empecilho seja o elevado custo dos equipamentos, tanto é que ainda não existe, em nosso país, grandes fornos para avaliação de elementos estruturais em situação de incêndio. Recentemente, fornos foram construídos na FEC-UNICAMP- Campinas, SP, para avaliação de colunas em situação de incêndio, e um grande forno horizontal, para avaliação de lajes e vigas em situação de incêndio, está sendo construído na EESC-USP (Escola de Engenharia de São Carlos da USP). Caminhamos, a passos lentos, na simulação em laboratório do comportamento de estruturas em situação de incêndio.

A pesquisa aqui descrita tem por finalidade dar uma ferramenta, rápida e barata, aos tecnologistas do concreto na especificação de misturas que tenham um comportamento seguro em situação de incêndio. A discussão está lançada. ■



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



Prof. Jacky Mazars expõe seus modelos teóricos de cargas dinâmicas

Seminário debate as ações dinâmicas em estruturas de concreto

O Seminário “Concreto sob ações dinâmicas”, ocorrido na programação do 52º Congresso Brasileiro do Concreto, de 13 a 16 de outubro, no Centro de Eventos de Fortaleza, procurou trazer as novidades, em termos da pesquisa e do projeto, sobre o conhecimento científico da influência dessas ações sobre as estruturas de concreto em geral.

Numa conceituação bem ampla, as ações dinâmicas são quaisquer cargas aplicadas sobre uma estrutura de um modo não estático, podendo ir de cargas cíclicas, rítmicas, sísmicas e de vento, até as cargas de impacto, colisão e choque. Por suas influências na integridade, segurança e durabilidade das obras, as ações dinâmicas são temas de intensas pesquisas para se saber como elas agem sobre as estruturas, com a intenção de conhecê-las melhor para minimizar seus efeitos. “Uma estrutura de concreto vai se degradando naturalmente, como resultado de um processo inevitável de deterioração da estrutura pelo meio ambiente. No entanto, esse processo acelera-se com o acúmulo de danos provocados na estruturas por cargas ao longo



Prof. Túlio Bittencourt intervém em sessão do Seminário “Concreto sob ações dinâmicas”

do seu uso. Desse modo, é imprescindível conhecer as ações dinâmicas que podem afetar a estrutura, bem como ter um plano de acompanhamento dessas ações”, exem-

POTENCIAL DE FISSURAÇÃO EM CAD E CAA

O Prof. Hani Nassif, da Universidade de New Jersey, nos Estados Unidos, trouxe um estudo de comparação do potencial de fissuração sob condição de retração controlada entre traços de concreto de alto desempenho (CAD) e do concreto autoadensável (CAA). O objetivo da pesquisa foi investigar os efeitos dos principais parâmetros de dosagens desses concretos no potencial de fissuração, para subsidiar um manual de dosagem do CAD e CAA com baixo potencial de fissuração.



Prof. Hani Nassif em momento de sua palestra sobre o potencial de fissuração em dosagens de CAD e CAA

Segundo Nassif, o problema foi suscitado pelas pontes de concreto de alto desempenho nos Estados Unidos, que têm fissurado tão logo o concreto é lançado, por conta da retração a seco, ocasionando altos custos de manutenção e diminuindo a vida útil dessas estruturas.

Os estudos basearam-se no Teste do Anel, desenvolvido pela AASHTO, com algumas modificações para diminuir seu tempo de fissuração e para a melhor compreensão do desenvolvimento das tensões em dosagens que não fissuravam.

As principais conclusões do estudo foram:

Existe uma redução significativa da fissuração de traços de concreto com altas taxas de CA/FA e relativamente alta quantidade de agregados graúdos

O total de aglomerantes tem um efeito direto sobre o desempenho da fissuração: este total não deve ultrapassar 415kg/m³.

plificou o coordenador do Seminário, Prof. Túlio Bittencourt.

Em sua apresentação sobre os diversos tipos de cargas dinâmicas a que uma estrutura pode estar submetida, o Prof. Jacky Mazars, do Instituto Tecnológico de Grenoble, apresentou os modelos teóricos que desenvolveu para explicar as variadas modalidades de influência das ações dinâmicas diversificadas sobre as estruturas de concreto. Segundo concluiu ele, os modelos baseados em danos são boas ferramentas para resolver uma ampla gama de problemas, mas existem pontos a serem solucionados. “Encontrar um modo de simplificar estes modelos teóricos, trazendo-os para o dia a dia da prática da engenharia, bem como o aperfeiçoamento de alguns de seus aspectos por meio de experimentos especí-

ficos, são alguns dos pontos a serem resolvidos pelos pesquisadores”, afirmou.

Uma ação dinâmica bem comentada, mas nem tanto por pesquisadores brasileiros, é a ação sísmica. Segundo o Global Seismic Hazard Map, desenvolvido por um instituto geológico de Postdam, Alemanha, em 1999, o Brasil apresenta alguns regiões com probabilidade de ocorrência de terremotos de baixa a moderada, sobretudo nos estados do Ceará e Natal (moderada) e em regiões do norte e noroeste amazônico (Acre, Rondônia e Roraima). Em outras regiões do globo, entretanto,



52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



como no vizinho Chile, a probabilidade de incidência de abalos sísmicos é muito alta em períodos de 50 anos. O Prof. Roberto Stark, da Universidade do México, trouxe aos cerca de 300 participantes do Seminário a experiência mexicana em projeto de estruturas de concreto considerando-se as ações sísmicas.

Segundo o palestrante, o terremoto de 1985, no México, foi um marco para a engenharia de projetos no país, por causa de seus efeitos devastadores: a infraestrutura da Cidade do México foi muito danificada, o que paralisou a cidade por três semanas; 2,4% dos edifícios da cidade colapsaram e mais de 100 mil construções foram danificadas; além disso, o governo contabilizou um total de 9500 mortos e 30 mil pessoas feridas. Após o terremoto, o governo municipal adotou um Regulamento para as edificações na cidade, que, entre outras coisas, faz recomendações claras sobre como considerar a influência sísmica nos projetos de estruturas de concreto e traz requisitos para os destacamentos e para a ductilidade em algumas peças estruturais. “O Regulamento da

Cidade do México serviu de referência para uma série de outros regulamentos municipais, criando, inclusive, a figura do engenheiro de proteção civil. O princípio anterior ao terremoto de 1985 era somente o de proteger a vida dos ocu-

pantes das edificações. Depois do terremoto, entendeu-se que era importante também minimizar os danos aos edifícios, inclusive daqueles fora de serviço”, salientou Stark.

Para Stark, apesar dos avanços experimentados nos projetos com relação ao modo como a sociedade mexicana passou a lidar preventivamente com os sismos, é preciso ir além, definindo mais precisamente a ação sísmica no projeto, identificando as edificações e as obras de infraestrutura em maior risco, reforçando edifícios prioritários (hospitais, escolas, postos de polícia, centrais de comunicação etc.), providenciando abrigos com todos os serviços necessários a estadia de pessoas e, sobretudo, concebendo um plano de recuperação capaz de entrar em operação tão logo concluídos os serviços emergenciais, após um terremoto.

“Na área sísmica, é preciso desenvolver uma experiência própria, para a qual, infelizmente, o Brasil ainda não acordou. A palestra do Prof. Stark nos alertou que é preciso que tomemos, desde já, o assunto com mais seriedade, no sentido de formarmos um conhecimento mínimo, uma rede de especialistas, para aprofundar nossas pesquisas sobre as ações sísmicas no território brasileiro e para minimizar seus efeitos, na medida do possível. Esta atitude é mais urgente quando se vê que grandes empreendimentos - refinarias, portos, barragens e canais - estão sendo construídos em zonas de maior probabilidade de sismos”, comentou o Prof. Bittencourt sobre a relevância da palestra do Prof. Stark no contexto brasileiro.

Entre outras ações dinâmicas, foi debatida a influência do vento em chaminés esbeltas de concreto armado, a ação de atividades rítmicas humanas sobre as edificações, a ação de cabos de protensão externos em vigas de concreto pré-moldado e os efeitos das vibrações de pontes ferroviárias e rodoviárias, bem como de lajes metroviárias, de concreto armado, com a passagem de trens de carga, caminhões e metrô. ■

Prof. Roberto Stark comenta a situação dos projetos de engenharia no México, antes do terremoto de 1985



A maior do mundo agora no Brasil

A Brasil Máquinas tem mais de 35 anos de experiência internacional e desde 2006 é a distribuidora oficial das mais renomadas marcas de máquinas para construção, entre elas a Zoomlion CIFA, maior fabricante do mundo de equipamentos para concreto.



Distribuidor Master
 **BMC**
brasil máquinas

• Auto Bombas • Bombas Lanças • Bombas Estacionárias • Mastros de Distribuição, em diversas configurações

Com a Brasil Máquinas você encontra equipamentos com:

• Excelente performance com alta durabilidade • Robustez construtiva • Alta tecnologia embarcada, equipadas com PLC e monitoramento funcional • Sistema de autolubrificação • Melhor relação custo-benefício • Baixo custo de manutenção • Material de desgaste com 5 vezes mais durabilidade que as similares • Grande estoque de peças • Suporte ao produto em todo o Brasil.

Distribuidores

CHB / MG
www.chbequipamentos.com.br
Tel.: 31 3395-0666 / 11 2909-1757

DELTA MÁQUINAS / PA / AP / RR / AM / MA
www.deltamaquinas.com.br
Tel.: 91 3344-5001

GUEDES EQUIPAMENTOS / SC / PR
www.guedesequipamentos.com.br
Tel.: 48 3265-8950 / 41 3265-2020

KGC / SP
www.kgcmaquinas.com.br
Tel.: 11 4208-4010

KUNZLER MÁQUINAS LTDA / RS
www.kunzlermaquinas.com.br
Tel.: 51 3061-4488

RID MÁQUINAS / RJ
www.ridmaquinas.com.br
Tel.: 21 3572-7000

MARCONI / MT / RO
www.marconitratores.com.br
Tel.: 65 3665-1333

GLOBAL / ES / BA
www.globalequipamentos.com.br
Tel.: 27 2125-3500

SERPENA / MS
www.serpema.com.br
Tel.: 67 3323-4000 / 67 3342-0227

TESCO / GO / DF
www.tescoequipamentos.com.br
Tel.: 62 3231-5800

VENEZA MÁQUINAS / SE / PE / PB / RN / CE / PI
www.venezamaquinas.com.br
Tel.: 81 3471-1005 / 81 9963-7779

**DISTRIBUIDOR MASTER
BMC - BRASIL MÁQUINAS**
www.brasilmaquinas.com
Tel.: 11 3036-4000

acontece nas regionais

Diretoria Regional do Paraná apóia Campeonato Universitário das Canoas de Concreto

Os professores Cesar Henrique Daher e Luis César De Luca, representantes da diretoria regional do IBRACON no Paraná, estiveram presentes no concurso Universitário Canoas de



Alunos confeccionando as canoas



Campeonato das Canoas



Da esquerda para a direita: Prof. Cláudio Kruger (Coordenador do Curso de Engenharia Civil da Universidade Positivo), Prof. Cesar De Luca (IBRACON-PR), Prof.a Patricia Maggi (Universidade Positivo) e Prof. Cesar Henrique Daher (IBRACON-PR)

Concreto, da Universidade Positivo (UP), em Curitiba.

O campeonato, tradição de mais de duas décadas nos Estados Unidos e Canadá, está em sua oitava edição no Brasil, fazendo parte da grade curricular do curso de Engenharia Civil da UP. Na disciplina obrigatória “Canoas de Concreto”, os alunos, durante quase dois semestres, desenvolvem o projeto, a escolha dos materiais e dosagem do concreto, confeccionam as canoas e, ao final, participam do concurso que consiste em um percurso a remo no lago da Universidade entre as equipes. A disciplina é ministrada e coordenada pela Prof^a Patrícia Lizi de Oliveira Maggi.

Daher e De Luca, que, desde o início do ano passaram a integrar o corpo docente da Universidade, ficaram entusiasmados e impressionados com a qualidade do campeonato interno.

Evento da Regional do Rio Grande do Sul

No último 4 de novembro, a Diretoria Regional do IBRACON do Rio Grande do Sul realizou seu primeiro evento técnico, ocorrido no auditório da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), em São Leopoldo. Participaram mais de 100 pessoas, entre estudantes, docentes e profissionais das áreas de Engenharia Civil e Arquitetura.

O evento contou com as palestras da Prof. Denise Dal Molin (UFRGS/IBRACON-RS), do Prof. Luis Cesar De Luca (Instituto IDD/UP/IBRACON-PR) e foi encerrada com as reflexões do Prof. Cesar Henrique Daher (Instituto IDD/UP/IBRACON-PR). O Prof. Bernardo Tutikian (UNISINOS/IBRACON-RS), diretor da Regional do Rio Grande do Sul, fez a abertura.

A Prof^a Dal Molin apresentou os desafios para o controle tecnológico do concreto neste momento de mercado aquecido, considerando as dificuldades relativas à dosagem do material, uma vez que a escassez e a falta de uniformidade das matérias-primas empregadas na produção do concreto têm um impacto direto na qualidade do produto final. Dal Molin apresentou ainda os resultados reveladores das pesquisas desenvolvidas no NORIE/UFRGS sobre o vencimento do concreto e a retirada de escoramento precoce das estruturas.

O Prof. De Luca abordou os aspectos relevantes sobre as causas das manifestações patológicas em obras civis, apresentando casos desde simples infiltrações em garagens de edificações a outros de maior



Da esquerda para à direita: Prof. Claudio Kazmierczack (IBRACON-RS), Prof^a Denise Dal Molin (IBRACON-RS), Prof. Cesar Henrique Daher (IBRACON-PR), Prof. Bernardo Tutikian (IBRACON-RS) e Prof. Cesar De Luca (IBRACON-PR)

repercussão, como o colapso do Edifício Areia Branca e do Palace II.

Por fim, o Prof. Daher apresentou reflexões sobre o mercado da construção civil e sobre a postura dos estudantes de Engenharia quanto ao aprendizado e à necessidade de especialização, tendo em conta que, apesar da diversidade de vagas para Engenheiros, o mercado se encontra carente de profissionais experientes e especializados nas diversas áreas da Engenharia Civil.

Na ocasião, Tutikian aproveitou para realizar o lançamento da 1^a Edição do Curso de Pós-Graduação em Patologia nas Obras Civas em Porto Alegre, numa parceria entre o Instituto IDD e a Unisinos, que conta com o apoio nacional do IBRACON. Tutikian agradeceu a presença dos convidados e reforçou a parceria entre as regionais do IBRACON no Paraná e no Rio Grande do Sul.

Parceria entre a Regional IBRACON Paraná e o Instituto IDD

A regional Paraná do Ibracon, representada por seu diretor geral, engenheiro Mauricio Bianchini, firmou parceria válida para todo território nacional, com o Instituto IDD, representada por seus diretores Luis Cezar Deluca e



Prof. Mauricio Bianchini ladeado pelos professores De Lucca (esq.) e Daher (dir.)

Cezar Henrique Daher. Os associados do Ibracon, de qualquer estado do Brasil, terão vantagens ao se inscrever nos dos cursos de pós graduação em:

- Tecnologia do Concreto - Rio de Janeiro
- Patologia nas Obras Civis - São Paulo e Fortaleza
- Tecnologia da Pré-fabricação - Curitiba
- Gerenciamento e Execução de Obras - Curitiba
- Gerenciamento de Projetos - Curitiba
- Avaliações e Perícias em Engenharia - Curitiba

Maiores informações podem ser obtidas no site HYPERLINK <http://www.institutoidd.com.br>

Atividades do Núcleo de Qualificação e Certificação de Pessoal

O Núcleo de Qualificação e Certificação de Pessoal (IBRACON/NQCP) participou do 2º Fórum Internacional de Certificação de Pessoas, realizado dos dias 29 e 30 de setembro, em São Paulo, sob organização da Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos (Abendi).

O Fórum promoveu a ampla discussão sobre a importância da certificação como fator de reconhecimento da formação profissional e de inclusão social, com amplas implicações para a própria compe-



Enga. Fabíola Beltrame profere palestra sobre o Núcleo de Qualificação e Certificação de Pessoal do IBRACON

titividade do país. As discussões tiveram curso entre representantes dos Organismos Certificadores de Pessoas (OPCs), do INMETRO, da Petrobras e dos Ministérios do Trabalho e da Educação.

Na ocasião, foi lançado o livro “A certificação profissional e de pessoas - relato de algumas experiências brasileiras”, fruto das respostas geradas por um questionário produzido pelo 1º Fórum Internacional de Certificação de Pessoas.

O NQCP foi também convidado a participar do Seminário Qualidade 2010, nos dias 19 a 21 de outubro, em São Paulo, promovido pela Odebrecht, reunindo engenheiros coordenadores de obras e de pessoal do Brasil e de mais dez paí-

profissionais para futura certificação do NQCP.

O diretor de certificação de mão de obra do IBRACON, Eng. Julio Timerman, proferiu palestra sobre o tema “Certificação de mão de obra como indutor do desenvolvimento sustentável na construção civil no Fórum de Certificação de Pessoas para a Indústria, ocorrido em 9 de novembro, na Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco - FIEPE. Estiveram presentes 50 pessoas.

Timerman participou também da Mesa Redonda “Certificação de Pessoas na Construção Civil”, promovido pela Abendi, em 10 de novembro, na sede do SINDUSCON-GO, em Goiânia.

Curso “Patologias de Estruturas de Concreto: mitos e verdades”

Sucesso de público, as duas versões do Curso “Patologias de Estruturas de Concreto: mitos e verdades”, ministradas pelo professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Prof. Paulo Helene, nos dias 24 de setembro e 19 de novembro, encerraram a temporada de cursos de atualização profissional (Programa Master em Produção de Estruturas de Concreto) promovidos pelo Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON.

Com carga horária de oito horas, o curso se propõe a desmistificar os problemas das estruturas de concreto, expondo suas causas e apresentando as formas de evitá-los ou como corrigi-los.



Prof. Paulo Helene na última edição do curso, ocorrido dia 19 de novembro

O curso foi ministrado no Departamento de Engenharia Civil da USP e contou com o patrocínio da Cauê.

A nova Norma Brasileira ABNT NBR 15146 vai ser publicada este ano

No último dia 23 de novembro, foi aprovado o projeto de revisão da Norma Brasileira para a qualificação de pessoal de controle tecnológico do concreto (ABNT NBR 15146) em reunião de análise de votos. Imediatamente, o texto foi encaminhado à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), para ser homologado, e deve ser publicado até o final deste ano.

Produto de seis meses de trabalhos contínuos, o projeto objetivou reavaliar atividades e requisitos das categorias profissionais responsáveis pelo controle tecnológico do concreto e adequar os seus procedimentos de ensaios com suas respectivas atualizações nas normas técnicas específicas.

A ABNT 15146 tem papel estratégico no contexto atual de crescimento do setor construtivo brasileiro, porque regulamenta a qualificação profissional de quem realiza o controle tecnológico do concreto, exigindo deste profissional os requisitos técnicos mínimos para o bom desempenho ocupacional. Por conta disso, a revisão da Norma tornou-se imperativa, tanto para atender as necessidades crescentes do mercado por profissionais mais qualificados, como para contribuir com ambiente mais saudável de negócios. Neste primeiro momento, foi aprovado o projeto relativo aos requisitos gerais para o controle tecnológico do concreto. Mas, a idéia da Comissão de Estudos é ampliar o escopo da norma,

com a elaboração das partes adicionais. “A Comissão de Estudos já deu início ao trabalho de elaboração da parte 2 da norma, que vai tratar da qualificação de pessoas para o controle tecnológico de pavimentos de concreto”, informa Inês Battagin, superintendente do Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados (ABNT/CB-18).

Participaram das reuniões da Comissão de Estudo do ABNT/CB-18 representantes de toda cadeia produtiva do concreto: construtoras, laboratórios de ensaio, usinas de concreto, fabricantes de cimentos, de aditivos e de outros tipos de materiais constituintes do concreto, instituições de ensino, pesquisa e divulgação, como a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o Núcleo de Qualificação e Certificação de Pessoal (NQCP) e o Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON). A coordenação dos trabalhos coube ao professor da Universidade Mackenzie, Simão Prizskulnik, a relatoria, ao engenheiro da Petrobras, Bruno Alves de Carvalho, e a secretaria, à engenheira da Odebrecht, Roseni Cezimbra.

Depois de publicada, a norma atualizada entrará em vigor em 90 dias, conforme solicitação da Comissão de Estudos, de maneira a possibilitar a necessária adequação do Regulamento de Avaliação da Conformidade (RAC) do INMETRO e, assim, o ajuste do processo de certificação de pessoas à norma brasileira. ■

Revista CONCRETO & Construções



A revista **CONCRETO & Construções** é o veículo impresso oficial do **IBRACON**.

De caráter científico, tecnológico e informativo, a publicação traz artigos, entrevistas, reportagens e notícias de interesse para o setor construtivo e para a rede de ensino e pesquisa em concreto.

Distribuída em todo território nacional aos profissionais em cargos de decisão e gerência, a revista é a plataforma ideal para a divulgação dos produtos e serviços que sua empresa tem a oferecer ao mercado construtivo.



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 consultar o perfil dos profissionais que recebem a revista, acesse o menu **Publicações – Revista Concreto & Construções** no site www.ibracon.org.br

Para anunciar:
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
1 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	3.000,00
1/4 Página Vertical	10,5 x 14,0 cm	2.580,00
Módulo 6 x 8 vertical	6,0 x 8,0 cm	1.850,00
Encarte	Sob consulta	Sob consulta

REVISTA IBRACON DE ESTRUTURAS E MATERIAIS IBRACON STRUCTURES AND MATERIALS JOURNAL



A Revista **IBRACON de Estruturas e Materiais – RIEM** objetiva divulgar os desenvolvimentos atuais e os avanços nas áreas de estruturas e materiais de concreto. A Revista incluirá artigos sobre:

- Normalização
- Projetos estruturais
- Estruturas de concreto
- Estruturas mistas
- Cimento
- Materiais cimentantes e seus derivados
- Concreto e argamassa
- Materiais poliméricos de reforço
- Betuminosos usados na construção civil.

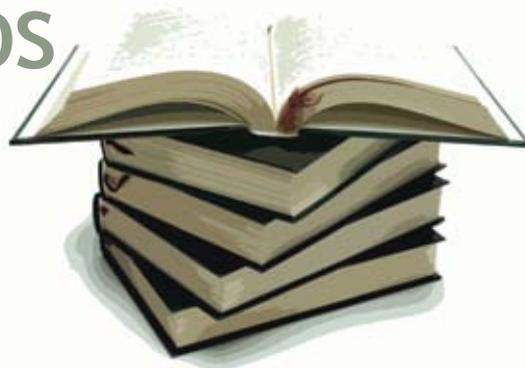
Além de artigos científicos, a revista publica **Comunicações Técnicas, Discussões e Réplicas**. Para saber como colaborar, acesse a página da revista no site www.ibracon.org.br (Menu Publicações/Revista de Estruturas e Materiais). A submissão de trabalhos é feita exclusivamente via internet.

Os artigos e demais trabalhos são revisados pelos membros do Conselho Editorial e da Banca Examinadora, compostas por profissionais nacionais e estrangeiros, selecionados dentre os associados do **IBRACON**, com reconhecida competência nos assuntos específicos.

O acesso a **RIEM** é livre. Todos estão convidados a contribuir com as futuras edições, submetendo artigos, comunicações, discussões e réplicas para publicação. Acesse o Menu Publicações no site www.ibracon.org.br.

mercado editorial

Livros lançados



Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais - edição revisada e ampliada

Geraldo Cechella Isaia
IBRACON

LIVRO-BASE SOBRE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, ESCRITO POR PROFISSIONAIS BRASILEIROS, REFERENCIADO NAS NORMAS BRASILEIRAS E NAS PRÁTICAS NACIONAIS DE ENGENHARIA. DOIS VOLUMES, COM 1776 PÁGINAS, DIVIDIDAS EM 54 CAPÍTULOS.

Site: www.ibracon.org.br
Tel.: (11) 3735-0202

A Certificação Profissional e de Pessoas: relato de algumas experiências brasileiras

ED. ÉRICA/SÃO PAULO

RELATÓRIO DE PESQUISA APRESENTANDO OS DADOS DE IDENTIFICAÇÃO E O HISTÓRICO DOS ORGANISMOS CERTIFICADORES, OS DADOS ESTATÍSTICOS SOBRE AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL E DE PESSOAS REALIZADA EM 2008 E 2009, A ESTRUTURA E O FUNCIONAMENTO DESSES ORGANISMOS

Site: www.editoraerica.com.br

Dicionário de Engenharia Geotécnica e Fundações

ENG. LUIS FERNANDO DE SEIXAS NEVES

COM 432 PÁGINAS E MAIS DE 5500 VERBETES EM CADA LÍNGUA, O LIVRO É ESTRUTURADO DE MODO SIMPLES E INTELIGENTE, FORNECENDO RAPIDAMENTE NÃO APENAS A TRADUÇÃO DO VERBETE PROCURADO, MAS TAMBÉM INÚMERAS PALAVRAS CORRELACIONADAS

Site: www.dicionariogeotecnico.com.br

Exercícios de Fundações 2ª Edição - 2010

URBANO RODRIGUEZ ALONSO
EDITORA BLUCHER

ESTE LIVRO EXPÕE OS CRITÉRIOS BÁSICOS QUE DEVEM SER SEGUIDOS NUM PROJETO DE FUNDAÇÕES PARA ALUNOS RECÉM-FOR-

MADOS DE ENGENHARIA CIVIL E DE ARQUITETURA. ESTÁ DIVIDIDO EM 10 CAPÍTULOS E TRAZ UMA COLETÂNEA DE EXERCÍCIOS SOBRE FUNDAÇÕES RASAS, TUBULÕES, ESTACAS, CAPACIDADE DE CARGA, ESCOLHA DE TIPOS DE FUNDAÇÕES, LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES E ESTIMATIVA DE CUSTOS, ESCORAMENTOS, REBAIXAMENTO DO NÍVEL D'ÁGUA E DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DE SAPATAS E BLOCOS SOBRE ESTACAS.

Site: www.livrosdeengenharia.com.br

6ª Manual Técnico de Aditivos para Concretos e Argamassas

OBJETIVO DE LEVAR MAIS CONHECIMENTO EM RELAÇÃO AOS ADITIVOS E DISSEMINAR SUA TECNOLOGIA

Site: www.vedacit.com.br

Itatinga: a hidrelétrica e seu legado

ANA LUISA HOWARD DE CASTILHO
EDITORA NEOTROPICA

RESULTADO DE UM ANO DE TRABALHO DE PESQUISA, O LIVRO FAZ UM PASSEIO PELOS 100 ANOS DE HISTÓRIA DA USINA HIDRELÉTRICA, CONSTRUÍDA EM BERTIOGA PARA PROVER DE ELETRICIDADE O PORTO DE SANTOS

Site: www.editoraneotropica.com.br

Novo Manual Técnico da Viapol auxilia na formação profissional

COM 240 PÁGINAS E UMA ESTRUTURA BASTANTE DIDÁTICA, INCLUINDO ILUSTRAÇÕES E TABELAS QUE FACILITAM A COMPREENSÃO DOS LEITORES, O MANUAL CONTÉM INFORMAÇÕES DETALHADAS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE CADA UM DOS PRODUTOS FORNECIDOS PELA EMPRESA. DIRIGIDO AOS ESPECIFICADORES E PROFISSIONAIS DA ÁREA DA CONSTRUÇÃO, COMO ENGENHEIROS, MESTRES DE OBRAS, INSTALADORES E ESPECIALISTAS EM CADA UM DOS SEGMENTOS

Site: www.viapol.com.br

Norma técnica

Documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece, para um uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características, para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto.

Esta é a definição dada a Norma Técnica pelo ABNT ISO/IEC GUIA 2 - Normalização e atividades relacionadas - Vocabulário geral, documento internacional adotado pela ABNT.

Muitos são os objetivos da normalização técnica, cabendo destacar: padronização, comunicação, economia, segurança, proteção ao consumidor, eliminação de barreiras comerciais e, particularmente no campo da engenharia civil, a disseminação de boas práticas.

Por registrarem o estágio de conhecimento sobre um determinado tema com base no conhecimento e no domínio técnico e científico da época de sua elaboração, as normas técnicas devem ser periodicamente confirmadas ou ter seu conteúdo revisado, de forma a manterem sua atualidade.

Para situar o leitor com relação aos novos documentos em vigor em sua área de interesse, a partir desta

edição a Revista Concreto & Construções passa a registrar informações sobre a publicação de normas técnicas¹, com esclarecimentos sobre seu conteúdo e aplicabilidade. Vale à pena conhecer:

■ **ABNT NBR 7222 Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos.** O conhecido “Brazilian test”, de Lobo Carneiro, mantém-se atual com a publicação da norma revisada em outubro deste ano. O método de ensaio é referenciado na Norma de Projeto de estruturas de concreto (ABNT NBR 6118) e em diversos outros documentos normativos. Aplica-se a corpos de prova moldados e testemunhos extraídos de estruturas, ambos cilíndricos, de concreto ou argamassa.

■ **ABNT NBR 12142 Concreto – Determi-**

¹ Cumpre salientar que as informações veiculadas não substituem o conhecimento integral do texto das normas citadas, que podem ser obtidas na ABNT ou diretamente pelo site da entidade (www.abnt.org.br). Confira os descontos para associados e aqueles que podem ser obtidos pelos convênios firmados entre a ABNT e algumas entidades interessadas na disseminação da normalização técnica (como CREA/CONFEA/MÚTUA e SEBRAE).

nação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos. Aplicável especialmente à determinação da resistência à tração do concreto destinado a pavimentos, este método de ensaio foi também revisado e a Norma publicada em nova edição está em vigor desde outubro último. Neste caso, os corpos de prova ou testemunhos são prismáticos e o método de ensaio tem como base o princípio da viga simplesmente apoiada com duas forças concentradas nos terços do vão.

■ **ABNT NBR 15894 Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta**

Parte 1: Requisitos

Parte 2: Determinação do índice de desempenho com cimento aos sete dias

Parte 3: Determinação da finura por meio da peneira 45 µm

O Metacaulim é uma pozolana de alta reatividade e capaz de conferir aos compósitos à base de cimento Portland algumas propriedades muito interessantes, especialmente do ponto de vista da durabilidade das estruturas. Até novembro último, o metacaulim encontrava apoio na ABNT NBR 12653, que estabelece os requisitos para materiais pozolânicos de forma geral. Esta nova Norma, específica e pioneira sobre o tema, deve servir de base ao meio

técnico para o melhor conhecimento e uso desse material.

■ **ABNT NBR 15895 Materiais pozolânicos - Determinação do teor de hidróxido de cálcio fixado - Método Chapelle modificado**

Estabelece o método para determinação do índice de atividade pozolânica por meio da determinação do teor de hidróxido de cálcio fixado (método Chapelle modificado) e se aplica a materiais silicosos e sílico-aluminosos (pozolanas naturais, pozolanas artificiais, argilas calcinadas, cinzas volantes, sílica ativa, metacaulim) cuja fase amorfa tenha a capacidade de fixar o hidróxido de cálcio, conforme prescrito no método de ensaio.

■ **ABNT NBR 15873 - Coordenação modular para edificações:** Norma publicada em setembro de 2010 e já em vigor, define os termos, o valor do módulo básico e os princípios da coordenação modular para edificações, cancelando e substituindo 25 (vinte e cinco) antigas normas brasileiras sobre o tema. A industrialização da construção civil passa pela necessidade de padronização de medidas, evitando o tradicional “quebra-quebra” nas obras, a partir da adoção do módulo básico correspondente a 100 mm. Compreender os princípios da coordenação modular e desenvolver projetos utilizando produtos coordenados modularmente pode tra-

zer economia de tempo e material, diminuir o descarte, melhorando o custo/benefício na construção de edificações e preservando o meio ambiente, o que vai de encontro aos princípios da sustentabilidade.

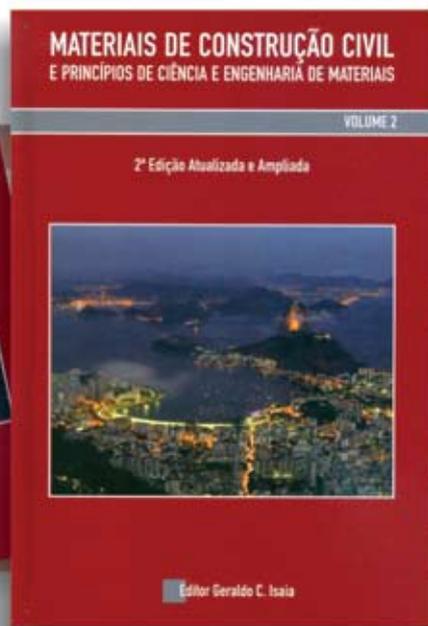
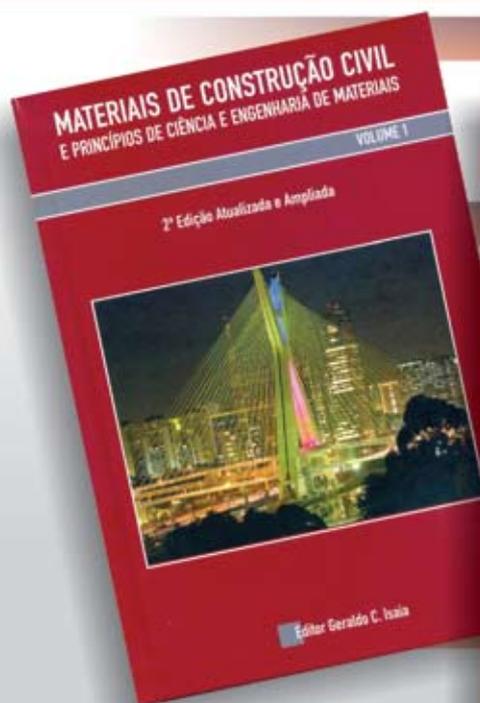
■ **ABNT NBR ISO 12006-2 Construção de edificação – Organização de informação da construção. Parte 2: Estrutura para classificação de informação.** Esta Norma consiste basicamente na tradução da ISO de mesmo número e é um primeiro passo na direção da normalização no Brasil do sistema conhecido como BIM (*Building Information Modeling*). A Norma, que está em vigor desde abril deste ano, define uma

estrutura e um conjunto de títulos recomendados de tabelas, apoiados em definições, mas não traz o conteúdo detalhado dessas tabelas. Ela se destina ao uso por organizações que desenvolvem e publicam sistemas de classificação e tabelas em âmbito nacional ou regional. O sistema BIM é uma ferramenta eletrônica para facilitar o trâmite de informações e a compatibilização dos diversos projetos (arquitetura, estrutura, instalações, etc) pelo registro de grande quantidade de dados relativos a qualquer dos elementos ou partes da edificação e pela integração de diferentes sistemas a partir do estabelecimento de sua compatibilidade. ■

Livro “Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais”

Edição Revisada e Ampliada

Editor: Geraldo Cechella Isaia



SINOPSE

Livro-texto sobre materiais de construção civil, escrito por profissionais brasileiros, referenciado nas normas brasileiras e nas práticas nacionais de engenharia.

PÚBLICO

Estudantes de engenharia civil e de arquitetura; profissionais do setor construtivo; professores e pesquisadores

FICHA TÉCNICA

- 2 Volumes
- 1776 páginas
- Capa dura

VENDA

Loja Virtual no site www.ibracon.org.br

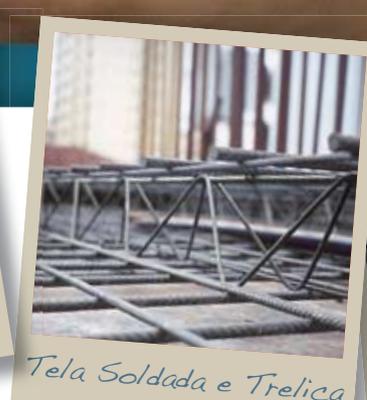
INVESTIMENTO

Não-sócios: R\$ 250,00
Sócios: R\$ 200,00

Vai usar aço na sua obra?



A ArcelorMittal
entrega a solução
sob medida
para você.



A ArcelorMittal ajuda você a realizar o sonho da casa própria com rapidez, economia e segurança. Mais que uma completa linha de produtos para Construção Civil, a ArcelorMittal oferece soluções em aço para obras de todos os portes, como o Belgo Pronto, um serviço que entrega o aço cortado e dobrado na medida certa, de acordo com o projeto. É o máximo de agilidade com o mínimo de desperdício. Tudo com a qualidade e a sustentabilidade do aço ArcelorMittal, que o mundo todo reconhece.

ArcelorMittal é aço.

Central de Relacionamento Aços Longos 0800 0151221

www.arcelormittal.com/br/belgo



ArcelorMittal

transformando
o amanhã



O NOSSO TRABALHO É GARANTIR QUALIDADE PARA O SEU PROJETO.

Com os pré-fabricados T&A, você pode otimizar o tempo da obra, atender prazos e, principalmente, ter a garantia de execução dentro do orçamento previsto. A nossa linha de produtos é reconhecida pela alta performance, estética e durabilidade. Preocupada com a preservação ambiental, a T&A não utiliza fôrmas de madeira, permitindo que todo o processo de fabricação seja ecologicamente correto. Esses são apenas alguns dos muitos motivos que fazem da T&A a escolha certa.



T & A

PRÉ-FABRICADOS

concretizando o futuro

www.tea.com.br