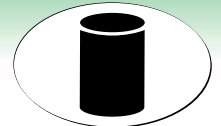


# CONCRETO

& Construções

Ano XXXIX | # 64  
Out. • Nov. • Dez. | 2011  
ISSN 1809-7197  
www.ibracon.org.br



**IBRACON**  
Instituto Brasileiro do Concreto



## PERSONALIDADE ENTREVISTADA



Geraldo Isaia: devoção ao estudo dos materiais de construção

## MELHORES PRÁTICAS



Projeto estrutural de barragens de concreto - Parte II

## AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL



Lajes alveolares em concreto protendido

53º CONGRESSO BRASILEIRO DO  
**CONCRETO**  
IBRACON 2011  
FLORIANÓPOLIS - SC



**53º Congresso Brasileiro do Concreto: pesquisas e inovações para o desenvolvimento sustentável em debate**

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

## ADITIVOS



## EQUIPAMENTOS



## ADIÇÕES



## JUNTAS

**JEMNE**

## ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



**UNIP**

## 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



## 18 53º Congresso Brasileiro do Concreto

Evento traz as pesquisas e inovações para a construção sustentável



## 40 Projeto estrutural

Segunda parte do artigo sobre a engenharia de estruturas no projeto de barragens de concreto

## 49 Premiados e homenageados

Conheça os premiados e homenageados pelo IBRACON em 2011



## 59 Pesquisa & Desenvolvimento

Análises visual e laboratoriais comprovam a maior durabilidade do concreto protendido sobre o concreto armado



## 63 Competições estudantis

Conheça os vencedores dos concursos técnicos APO, CONCREBOL e HPCC



## 71 Avaliação experimental

Procedimentos de ensaio para a avaliação do desempenho de lajes alveolares

## 78 Mercado Editorial

IBRACON lança o livro “Concreto: Ciência e Tecnologia”

## 82 Solucionando problemas

Estudo revela as patologias nas marquises de Recife Velho



## 93 Eleição do Conselho Diretor

Conheça os eleitos para a gestão 2011/2013 do Conselho Diretor do IBRACON

## 95 Gestão por processos

Artigo aborda os conceitos e diretrizes da gestão por processos

## 102 Pesquisa Aplicada

Pesquisa sobre o desempenho de argamassas de revestimento com incorporação de RCD

**Créditos Capa:**  
Foto-montagem a partir de fotos do 53º Congresso Brasileiro do Concreto | Ellementto-Arte



## SEÇÕES

- 5 Editorial
- 6 Converse com IBRACON
- 7 Personalidade Entrevistada: *Geraldo Cechella Isaia*
- 38 Entidades Parceiras
- 56 Mantenedor
- 90 Mercado Nacional
- 99 Concreto Notícias
- 109 Acontece nas Regionais
- III Normas Técnicas
- 114 Mercado Editorial



INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO  
Fundado em 1972  
Declarado de Utilidade Pública Estadual | Lei 2538 de 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 Pedroso - MTB 41728  
fabio@ibracon.org.br

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

**PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**  
Gill Pereira (www.ellementto-arte.com)  
gill@ellementto-arte.com

**ASSINATURA E ATENDIMENTO**  
office@ibracon.org.br

**Gráfica:** Ipsis Gráfica e Editora  
Preço: R\$ 12,00



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

Copyright 2011 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, ABCP, 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  
Luís Carlos Pinto da Silva Filho, UFRGS, Brasil  
Maryangela Geimba de Lima, ITA, Brasil  
Paulo Helene, PCC-EPUSP, Brasil

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



## editorial

# 53º Congresso Brasileiro do Concreto: momentos memoráveis para o meio técnico

Nas páginas desta edição da Revista Concreto & Construções, além de seis artigos técnicos inéditos em temas de interesse, o leitor poderá relembrar ou tomar conhecimento de momentos de grande importância que fizeram parte do 53º Congresso Brasileiro do Concreto, realizado pelo IBRACON, com o tema “Pesquisas e Inovações para a Construção Sustentável”, no início de novembro último, na belíssima cidade de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina.

Novamente recorde de público, o evento maior do IBRACON tem forte papel aglutinador do meio técnico e renova a cada ano o compromisso da entidade na disseminação do conhecimento no campo do concreto. Estudantes universitários, professores, profissionais das áreas de projeto, tecnologia, normalização técnica, construção, representantes dos setores industriais afins; todos encontram no Congresso Brasileiro do Concreto uma oportunidade para aprender, ensinar, fazer contatos e rever amigos.

Essa é a grande festa anual do IBRACON e é também o momento de consecução de muitos dos trabalhos da entidade, como o Livro Concreto: Ciência e Tecnologia, lançado durante o evento, com um profundo e atual cabedal de conhecimentos e contemplando os avanços científicos e tecnológicos que vão de encontro ao tema do Congresso.

Estruturado de forma a possibilitar que palestrantes, autores de trabalhos, participantes dos concursos estudantis e expectadores tivessem a possibilidade de vivenciar o mundo do concreto em sua expressão maior durante os quatro dias do evento, o 53º. CBC teve sete palestras magnas de renomados profissionais de instituições estrangeiras, que abriram a programação de cada dia, e trinta sessões com apresentações orais e pôsteres dos trabalhos que fazem parte dos anais do Congresso.

Alvo de grande empolgação no meio estudantil, os já tradicionais Concursos do IBRACON (APO, Concrebol e HPCC) comprovaram a criatividade e o comprometimento dos futuros engenheiros. O Congresso contou ainda com a realização do Curso Pré-Moldados de Concreto e da VII Feira Brasileira das Construções em Concreto – FEIBRACON, além de sete eventos paralelos: Simpósio



Internacional RILEM/IBRACON, Seminário de Sustentabilidade, Seminário Grandes Construções, Segunda Conferência Internacional sobre Melhores Práticas em Pavimentos de Concreto, Workshop Boas Práticas para Projetos de Edifícios Altos e Seminário de Infraestrutura Ferroviária e Metroviária.

No campo da normalização, além da palestra magna sobre os Eurocódigos e dos trabalhos apresentados na grade do Congresso, foram reativadas duas Comissões de Estudo do Comitê Brasileiro de Cimento Concreto e Agregados (ABNT/CB-18), responsáveis,

respectivamente, pelo desenvolvimento das normas brasileiras relativas a Concreto Massa e a Concreto Compactado com Rolo, e realizada uma reunião da Comissão de Durabilidade do Concreto (CE 18:300.06), aproveitando a presença dos especialistas no evento.

Bons e produtivos momentos foram vividos durante os quatro dias do Congresso. Dos frutos colhidos é possível comprovar o excelente momento da engenharia nacional, as possibilidades que se vislumbra para o País e a importância de instituições técnicas capazes de captar e disseminar o conhecimento, ajudando a fortalecer o meio técnico nacional e preparando-o para os desafios.

Ao Conselho Diretor do IBRACON, eleito durante o evento, cabe dar as diretrizes para o desenvolvimento da entidade dentro do que considerar como metas prioritárias para o Instituto, segundo sua missão de proporcionar aos profissionais e intervenientes do setor de concreto e construção civil, nas áreas de materiais, tecnologia, projeto, gestão, controle, arquitetura, estruturas e construções, maiores conhecimentos, por meio de cursos, eventos, publicações, certificações de pessoal, reuniões tecno-científicas, valorização e incentivos às investigações e pesquisas científicas e tecnológicas e sua respectiva divulgação.

Convido o leitor a vivenciar o que nos foi possível inserir neste número da Revista Concreto & Construções como um relato do 53º Congresso Brasileiro do Concreto, lembrando que o melhor de tudo é justamente fazer engenharia de qualidade em meio a essa grande festa!

ENG<sup>a</sup> INÊS BATTAGIN

DIRETORA DE PUBLICAÇÕES TÉCNICAS DO IBRACON

# Converse com o IBRACON

## Errata

Sobre a reportagem publicada na última edição (CONCRETO & Construções Ano XX-XIX, Nº 63), intitulada “Grandes Barragens Brasileiras e suas Histórias”, o profissional Paulo Amaro, citado na matéria, informa: “Quando da fase de construção, eu exercia as funções de Chefe da Área Técnica da UHE Tucuruí, até março de 1983 e, posteriormente, coordenador do projeto executivo das UHEs Tucuruí e Balbina”.

## Escreva para a CONCRETO & Construções

### *Caros leitores,*

A revista CONCRETO & Construções é periódico impresso de divulgação técnica, científica e informativa do Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON. Objetiva promover o uso correto do concreto, com vistas à segurança, produtividade, durabilidade e sustentabilidade e o intercâmbio entre os agentes do setor construtivo, em especial, desenvolvimento técnico-científico e a cadeia produtiva do concreto.

A cada edição, a revista traz artigos e matérias sobre temas, como: práticas consolidadas em projeto, execução, manutenção e gerenciamento de obras de concreto; tendências construtivas mais eficientes, competitivas e sustentáveis; novidades em termos de pesquisa e desenvolvimento de materiais construtivos e de sistemas construtivos à base de concreto; normalização técnica; informações e atividades de interesse social do setor construtivo.

Todos estão convidados a participar na

produção das edições. As formas de participação podem ser:

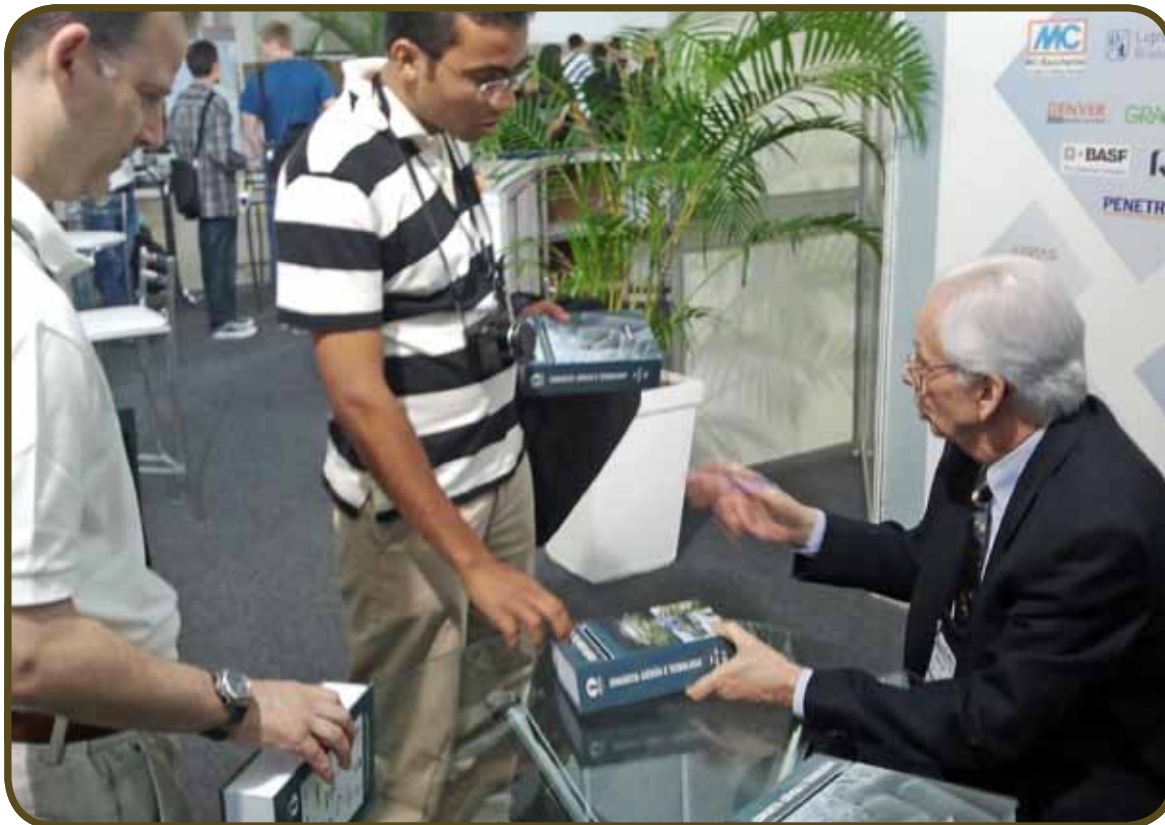
- Sugestões de temas e enfoques a serem abordados na revista;
- Sugestões, críticas, curiosidades, questões e comentários gerais sobre a revista, sobre o IBRACON, sobre o setor construtivo e sobre outros temas de interesse da comunidade técnica;
- Textos informativos sobre as atividades sociais e campanhas realizadas por instituições e empresas do setor construtivo;
- Informações sobre os eventos e atividades realizados nas Regionais do IBRACON ou programados para serem realizados;
- Artigo de análise da conjuntura econômica dos segmentos do setor construtivo;
- Artigo sobre as regulamentações legais do setor construtivo;
- Artigo técnico sobre obras, metodologias construtivas, pesquisas em geral, controle tecnológico, metodologias de recuperação estrutural e normas técnicas relacionadas ao concreto e aos seus sistemas construtivos.

As colaborações são avaliadas, a cada edição, pelo Comitê Editorial da CONCRETO & Construções, segundo critérios, como a pertinência da proposta ao projeto editorial da revista, a importância e o interesse do assunto ao leitor e à comunidade técnica em geral, a adequação da contribuição ao assunto de capa da edição, entre outros.

Participe! Envie sua colaboração para [fabio@ibracon.org.br](mailto:fabio@ibracon.org.br). ■



# Geraldo Isaia



COM 45 ANOS DEDICADOS AO ENSINO E PESQUISA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, NO RIO GRANDE DO SUL, O PROF. GERALDO CEHELLA ISAIA NÃO FAZ SEGREDO DE UM AMOR ANTIGO: SUA PREDILEÇÃO PELO TEMA DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, EM ESPECIAL, O CONCRETO. NESTA ENTREVISTA, ELE NOS CONTA PORQUE FOI O ASSUNTO DA PRIMEIRA E ÚNICA DISCIPLINA QUE ENSINOU, E O OBJETO DE SUAS PESQUISAS ACADÊMICAS - TENDO SUA TESE DE DOUTORADO O PROJETADO INTERNACIONALMENTE.

ISAIA TAMBÉM ACALENTOU DURANTE UM BOM TEMPO EM SUA VIDA PROFISSIONAL O SONHO DE EDITAR UM LIVRO DIDÁTICO SOBRE OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, QUE DESSE AOS ESTUDANTES E PROFISSIONAIS BRASILEIROS UM ACERVO COMPLETO E ATUALIZADO DO CONHECIMENTO NACIONAL CONSOLIDADO SOBRE O ASSUNTO. O SONHO FEZ-SE REALIDADE COM O CONVITE, FEITO À ÉPOCA PELO PRESIDENTE DO IBRACON, PROF. PAULO HELENE, PARA QUE COORDENASSE A EDIÇÃO DO LIVRO “CONCRETO: ENSINO, PESQUISAS E REALIZAÇÕES”, LANÇADA EM 2005. O SUCESSO DA EMPREITADA O RECONDUZIU A SER O EDITOR DO LIVRO “MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E PRINCÍPIOS DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS”, LANÇADO EM 2007, SUA REEDIÇÃO EM 2010, E A EDIÇÃO, NESTE ANO, DO LIVRO “CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA”, QUE FOI GRATUITAMENTE DISTRIBUÍDO A TODOS OS INSCRITOS NO 53º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO.

SÓCIO-FUNDADOR DO IBRACON, DE NÚMERO 007, ISAIA NOS REVELA AS ANGÚSTIAS E RECOMPENSAS EM SE EDITAR QUATRO LIVROS-TEXTO SOBRE OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, OS PORQUÊS DE SUAS ESCOLHAS PROFISSIONAIS, SUA VISÃO SOBRE A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL E A ATUAÇÃO DO INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO.

**IBRACON - POR QUE A ESCOLHA DA ENGENHARIA CIVIL?**

**Isaia** - *Eu não escolhi a engenharia civil, fui escolhido por ela. Desde que eu me conheço por gente eu gosto de números, prédios e obras. Sempre tive um raciocínio lógico muito aguçado. Aprendi a ler, escrever e fazer contas com cinco anos de idade. No ensino fundamental e no colégio (eu estudei em Colégio Marista), apesar de ter desenvolvido a parte das Ciências Humanas, as matérias de Física, Química e Matemática sempre me chamaram mais a atenção. Para mim estava tão claro, pela minha tendência natural, que caiu como uma luva a escolha da profissão de engenheiro, e tinha que ser engenheiro civil.*

*Não sei, também, se não foi genético porque meu pai dizia que era um construtor frustrado. Ele foi um “self made man”.*

*Estudou até o quarto ano primário, mas participou da construção do prédio mais alto de Santa Maria, com 7 pavimentos, isso entre 1945 e 1947. Ele foi um empreendedor, gostava de construir. Eu me criei com a construção de edificações e com as construções de uma maneira geral, como algo que fosse inerente à minha personalidade. Pra mim era claro que*

*tinha que ser engenharia civil, ainda que fosse um curso pouco procurado na época. Quando fiz vestibular, no fim de 1960, a engenharia civil estava muito em baixa. Foi a época do boom da industrialização do Brasil, principalmente da indústria automobilística. Tanto é que, quando eu ingressei na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 140 candidatos escolheram engenharia - era vestibular único para todas as engenharias. Entrei de primeira, não fiz cursinho nem nada, somente com os conhecimentos adquiridos no curso regular. Me lembro que, dos 140 aprovados, praticamente a metade seguiria para a engenharia mecânica;*

*em seguida, para a elétrica; a engenharia civil tinha apenas vinte e poucos candidatos aprovados. Das engenharias, a civil era o patinho feio, optada apenas somente por aqueles que realmente gostavam desta área, bem ao contrário do que se vê hoje, em termos de demanda.*

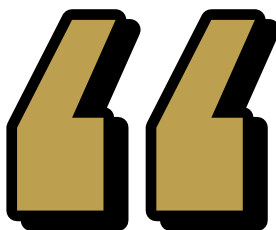
**IBRACON - E POR QUE VOCÊ OPTOU, NA CARREIRA, PELA ÁREA DE MATERIAIS?**

**Isaia** - *Os dois primeiros anos na Escola de Engenharia foram muito teóricos, mas, quando comecei, no terceiro ano, a cursar as cadeiras mais práticas - Ciências dos Materiais e, principalmente, Materiais de Construção, tive a felicidade de ter um professor que deflagrou em mim este gosto pela área de materiais. Fui aluno do professor Eládio Petrucci, em 1963, nas disciplinas de Resistência dos Materiais e em Materiais de Construção. Ele tinha grande vitalidade, era um homem muito dinâmico, ativo, temperamental, que passava vibração e entusiasmo aos alunos. Ele trazia a interface entre a engenharia estrutural e a tecnologia do concreto, o que me fascinou. Outro professor marcante foi Adamastor Urriartt,*

*pessoa muito dada e dinâmica, jovem, mas com uma enorme experiência. Em suas aulas práticas sobre ensaios, eu prestava muita atenção nos detalhes, tinha tomado gosto por aquele tipo de atividade. Perguntava sobre tudo: ‘Está sendo feito dessa maneira, mas este fato aqui (...) não pode ter interferência no resultado?’.*

*Um dia, ele parou a demonstração e falou para mim: “Tu vais ser um bom professor e pesquisador, porque tu fazes perguntas que ninguém faz”.*

*Fiz o curso de Engenharia Civil em Porto Alegre, mas sou natural de Santa Maria, que fica a 300 km de distância. Me formei*



EU ME CRIEI COM A CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES E COM AS CONSTRUÇÕES DE UMA MANEIRA GERAL, COMO ALGO QUE FOSSE INERENTE À MINHA PERSONALIDADE.





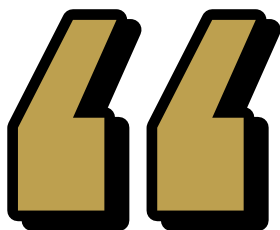
em dezembro de 1965. Em janeiro de 1966, voltei para Santa Maria a convite da Universidade Federal de Santa Maria, recém-fundada. Era uma universidade em construção. A UFSM foi criada junto com a Universidade Federal de Goiás, em 1960. Fui convidado para trabalhar nas obras do campus em implantação, onde havia uma quantidade enorme de obras - era uma mini-Brasília. Fui trabalhar nas obras e também na Escola de Engenharia, chamado Centro de Tecnologia, iniciado em 1962. E a primeira e única disciplina que eu lecionei - adivinha! - **Materiais de Construção!** Então, fui atuar naquele amor antigo, naquela tendência natural que trazia dentro de mim. Até houve uma quiproquó no início - queriam me oferecer a disciplina de Geometria Descritiva - mas, eu disse: 'Não quero isso, quero **Materiais de Construção!**'.

Paralelo a isso, dentro da estrutura do Centro de Tecnologia, existia o Laboratório de Materiais de Construção, para dar suporte às aulas práticas, principalmente para prestar serviços, não somente para o controle de materiais da construção do campus, como para prestar serviços a terceiros.

Ainda era muito incipiente, sem uma organização efetiva, sendo utilizado por professores como suporte às aulas práticas. O laboratório, já na época, prestava serviços em diversas áreas - em aço, madeira, blocos cerâmicos, concreto. Dentro de materiais de construção, eu sempre gostei de concreto, então fui convidado para ser responsável pelo Setor de Concreto do laboratório. E assim ocorreu.

Na época, eu tinha uma jornada dupla na universidade, atuando como engenheiro durante oito horas por dia (a universidade fazia, na época, obras por administração direta; chegamos a ter quase mil operá-

rios no campus), o que foi um aprendizado (ter caído num megacanteiro de obras, com dez, doze, quinze prédios em construção ao mesmo tempo, com três ou quatro engenheiros para dividir todas as tarefas). Foi um aprendizado de aplicação da teoria: ali eu percebi que quem executa a obra tem que ser primeiramente um bom administrador, porque a parte técnica da construção envolve os problemas mais fáceis de serem resolvidos, sendo a questão central a gerencial - controlar os operários, cronograma de obras, planejamento, compra de material - a gente fazia de tudo um pouco. Depois das 8 horas nas obras, eu ia dar minhas aulas. Claro, durante o dia, quando tinha algum problema no laboratório, eu dava uma escapadinha, porque era tudo junto no mesmo local. E assim foi. Eu trabalhei nas obras durante uns 25 anos pelo menos, até 1980, por aí.

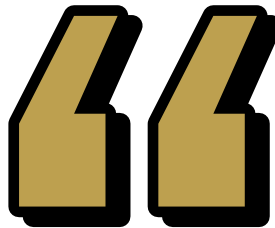


PERCEBI QUE QUEM EXECUTA A OBRA TEM QUE SER PRIMEIRAMENTE UM BOM ADMINISTRADOR, PORQUE A PARTE TÉCNICA DA CONSTRUÇÃO ENVOLVE OS PROBLEMAS MAIS FÁCEIS DE SEREM RESOLVIDOS, SENDO A QUESTÃO CENTRAL A GERENCIAL.



**IBRACON - E QUANDO O SENHOR COMEÇOU A PENSAR EM FAZER PÓS-GRADUAÇÃO?**  
**Isaia** - Quando as obras foram empreitadas, eu fiquei com um trabalho mais burocrático de coordenação de projetos, elaboração de editais e licitações. Aquilo começou a me aborrecer. Nesta época, princípios dos anos 1980, me lembro que saiu uma leva de professores do departamento de estruturas da Universidade para fazer mestrado na COPPE, no Rio de Janeiro. Eu ficava com uma ponta de inveja, pensando comigo "eu também quero fazer isso". Tinha que resolver minha vida. Chegou um ponto em que me convidaram para ficar em tempo integral como professor, em 1984. Pude, então, me dedicar mais ao laboratório. Na época, o laboratório prestava serviço às obras de ampliação da Base Aérea de Santa Maria, para sua pista de concreto. Foi o responsável pela elaboração da dosagem

e controle de qualidade dos 20 mil metros cúbicos de concreto da pista com 3.000m de comprimento, o que era grande coisa para nós na época. Ao mesmo tempo, era consultor da única empresa de concreto pré-misturado em Santa Maria, responsável pela elaboração dos traços fornecidos e controle de qualidade dos materiais. Por minha conta, em função da prestação de serviços, eu comecei a extrapolar os ensaios de rotina, aproveitava o concreto de obra para moldar outros corpos de prova, para fazer pesquisa paralela. Na obra da base aérea, comecei a fazer uma pesquisa sobre as relações entre resistência à compressão e tração por flexão, assim como as influências das dimensões dos corpos de prova nos resultados de resistência à compressão axial, diametral e flexão. Moldava corpos de prova normalizados (15x30cm cilíndricos, 15x15x50cm prismáticos) e também corpos de prova com 10x20cm cilíndricos e 10x10x40cm prismáticos. Foram coisas desse tipo que eu pesquisava por conta própria. Na 23ª Reunião Anual de Pavimentação, ocorrida em Florianópolis, em 1988, promovida pela Associação Brasileira de Pavimentação, ganhei o Prêmio Associação Rodoviária do Brasil pelo trabalho “As Especificações e os critérios de dosagem em pavimentos de concreto”, derivado destas pesquisas que realizava em meu laboratório. Nas consultorias prestadas à concreteira de Santa Maria, acabei por me influenciar pela idéia do uso de cinzas volantes no concreto, propondo à empresa que substituisse parte do cimento por cinza volante no concreto. Em 1986, não era usual as concreteiras misturarem cinza volante na própria central. Fizemos isso, com sucesso de substituição de massa de cimento por até 30% de cinza volante.



MOLDAVA CORPOS DE PROVA NORMALIZADOS (15X30CM CILÍNDRICOS, 15X15X50CM PRISMÁTICOS) E TAMBÉM CORPOS DE PROVA COM 10X20 CM CILÍNDRICOS E 10X10X40 CM PRISMÁTICOS.



**IBRACON - HOJE EM DIA, AS PESQUISAS SOBRE A SUBSTITUIÇÃO DE CIMENTO POR ADIÇÕES APONTAM PARA QUAL DIREÇÃO?**

**Isaia** - Eu tomei gosto pela cinza volante e pelas adições minerais de uma maneira geral. As normas em geral sobre o concreto recomendavam o uso de até 30% ou 35% de cinza volante, porque receavam que acima deste patamar poderia haver ocorrência de corrosão de armadura. Isto porque a adição mineral - a pozolana - consome hidróxido de cálcio, um dos produtos da hidratação do cimento, baixando a quantidade de hidróxido de cálcio na mistura, logo a carbonatação evolui mais rapidamente, o que, consequentemente, pode despassivar a armadura num menor período de tempo, abrindo a porta para a corrosão. Este era o pensamento dominante na época. Mas, eu não estava muito convencido daquilo, não! Resolvi fazer uma pesquisa para o projeto do Prof. Helio Adão Greven, de Porto Alegre. Quando ele soube que eu estava trabalhando com isso, ele me convidou a participar da pesquisa, pois precisava dos resultados para prestar contas do projeto. Eu aceitei e desenvolvi toda a pesquisa para ele. Por minha conta, adicionei teores de 0, 15, 20, 30, 45 e 60% de substituição de cimento pela cinza volante. Isso aconteceu em 1988/1989. Eu queria ver como essa substituição funcionava no concreto de alta resistência. Fiz concretos com resistências elevadas. Na época, dosei concretos com relação água/aglomerante de 0,4; 0,3; e 0,25. Obtive resistências aos 28 dias, com 30% de substituição, de 90MPa; aos 90 dias, a resistência atingiu mais de 110MPa. Pensei comigo: ‘Acho que chegou o momento. Com esta pesquisa na mão, que era algo que ninguém tinha feito (concretos de alta resistência com altos teores de adi-



ções minerais). Acho que minha dissertação de mestrado já está pronta! Vou fazer os créditos”.

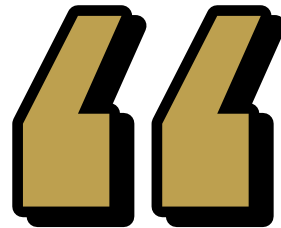
Saí de Santa Maria para fazer mestrado em Porto Alegre em 1990, com a parte experimental concluída. Naquela época, o Prof. Paulo Helene estava orientando dissertações em Porto Alegre. Perguntei se ele queria ser meu orientador e apresentei minha pesquisa. Ele disse: “Eu vou ser orientador apenas ‘pro forma’, porque o teu trabalho já está pronto!”. Foi o curso de mestrado mais curto da história do NORIE, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Em treze meses (abril de 1991) a dissertação estava defendida.

Comecei a fazer o doutorado em março de 1991, antes de defender a dissertação, a convite do professor Paulo Helene. Como ele era coordenador de um projeto temático sobre durabilidade do concreto com vistas à corrosão da armadura, entrei neste projeto guarda-chuva, fiz um esboço do que eu intencionava, mostrei para ele, sobre o que se poderia estudar sobre durabilidade do concreto com altos teores de adição mineral (cinza volante, sílica ativa, cinza de casca de arroz).

Por outro lado, comecei a publicar os resultados da minha dissertação de mestrado. A primeira publicação foi em um dos primeiros números da Revista do IBRACON, em 1992. Um dos integrantes do Comitê Editorial (não me lembro quem era) vetou a publicação do meu artigo, porque ele apontava em direção contrária aos códigos e normas então vigentes. Por fim, exigiram que eu colocasse uma nota no final dizendo que o artigo estava em desacordo com as normas, o que foi recusado por mim. Apesar disso, publicaram o artigo com o adendo no final redigido pelo Conselho Editorial, o que me deixou irado. Eu já havia lido muito sobre o

assunto, de variadas fontes. Aliás, a ciência avança assim. Quando se trata de pesquisa científica, você não pode ficar restrito ao que dizem os códigos, as normas. A ciência avança quando tu supera, quebra barreiras, vai na frente, extrapola limites. Eu por natureza sempre fui uma pessoa arrojada, no sentido intelectual, de sempre estar perscrutando coisas diferentes, superando limites. Pedi direito de resposta ao Comitê Editorial, que me foi concedido, se não me engano na revista nº 4 do IBRACON de 1992. Voltando ao doutorado. Como na minha dis-

sertação de mestrado eu tinha estudado apenas as propriedades mecânicas, no doutorado havia chegado a hora de estudar as propriedades de durabilidade, voltadas para a corrosão. Pesquisei misturas que, na época, eram raras: as misturas ternárias (cinza volante com sílica ativa; cinza volante com cinza de casca de arroz; etc.). Fiz misturas binárias e ternárias, o que era uma inovação, para efeito de comparação de efeitos. Hoje já existem misturas até quaternárias. Então, desenvolvi vários estudos não só de microestrutura, especialmente voltada para a corrosão de armaduras: penetração de cloretos, difusão de água, carbonatação, todos os ensaios mecânicos, obviamente, a relação Cl-/OH.



QUANDO SE TRATA DE PESQUISA CIENTÍFICA, VOCÊ NÃO PODE FICAR RESTRITO AO QUE DIZEM OS CÓDIGOS, AS NORMAS.



**IBRACON - E OS RESULTADOS APRESENTARAM UM LIMITE IDEAL?**

**Isaia** - Vai depender da compacidade do concreto. Bem, tanto minha dissertação de mestrado como tese de doutorado voltaram-se para os concretos de alta resistência, chamado posteriormente de concreto de alto desempenho (CAD), ou seja, concretos com resistência à compressão de 50MPa para cima. Foi nesta faixa que eu pesquisei. Obviamente que para concretos de resistência mais baixa e com

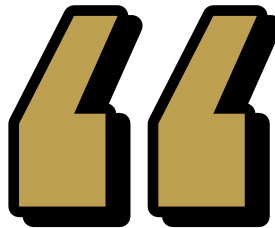
relações água/aglomerante maiores, pode haver problemas de corrosão, mas tudo vai depender da estrutura de poros, ou seja, da facilidade da difusão, dos mecanismos de transporte de agentes agressivos na camada de cobertura da armadura. Fiz minha tese de doutorado na época que o Prof. Paulo Helene fez seu pós-doutorado em Berkeley. Então, durante um período, fiquei praticamente sozinho e desenvolvi todos os ensaios em Santa Maria, o que era mais cômodo para mim. Outros ensaios foram realizados no IPT e ABCP.

Fiz umas análises bem originais na época. Designei o termo “efeito sinérgico” para o fenômeno descoberto: a cinza volante e a sílica ativa separadamente apresentam, cada uma, um efeito; as duas misturadas, no mesmo teor total, apresentam efeito maior do que a soma algébrica delas separadas. A tese teve uma boa repercussão. Fiquei muito satisfeito porque todo mundo da banca elogiou muito o trabalho. Deram-me grau 10 com louvor, o que, na época, já fazia um bom tempo que não acontecia. Defendi a tese em 1995. Tinha feito o mestrado em um ano, eu queria fazer o doutorado em três, de tal sorte que, até 1994, estivesse pronto. Mas, devido ao falecimento de meu pai, tive que voltar a Santa Maria e resolver uma porção de questões familiares. Em seguida, em 1997, no 10º Congresso Internacional de Química do Cimento, em Gothenburg, na Suécia, apresentei o trabalho sobre o efeito sinérgico, a maior contribuição da minha pesquisa. Foi meu debut internacional. Representando o Brasil estavam a Maria Alba Cincotto, o Arnaldo Battagin, o Yushiro Kihara, a Gladis Camarini, o Arnaldo Carneiro e mais alguns outros brasileiros. No jantar de encerramento, eu não sabendo de nada porque não conhecia a sis-

temática do evento, nomearam os melhores trabalhos por continentes. O meu trabalho foi escolhido como o melhor das Américas.

**IBRACON - PROFESSOR, MUDANDO UM POUCO DE ASSUNTO. O SENHOR TEM ACOMPANHADO A EVOLUÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA NO PAÍS? LÁ, EM SANTA MARIA, O CURSO DE ENGENHARIA CIVIL ESTÁ PREPARANDO BEM SEUS ALUNOS PARA O MERCADO DE TRABALHO? A GRADE CURRICULAR PRECISA SER MELHOR ADAPTADA?**

**Isaia** - Cada caso é um caso. Lá em Santa Maria, eu posso dizer que sim, pois nós já fizemos a reforma curricular já faz algum tempo. Faz uns cinco anos. A nossa avaliação pelo Ministério da Educação tem sido boa. Se não me engano na última avaliação nosso curso ficou na faixa 4.



NO 10º CONGRESSO INTERNACIONAL DE QUÍMICA DO CIMENTO APRESENTEI O TRABALHO SOBRE O EFEITO SINÉRGICO, A MAIOR CONTRIBUIÇÃO DA MINHA PESQUISA.

**IBRACON - QUAL É A NOTA DE AVALIAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL?**

**Isaia** - Em pós-graduação, estamos também com nota 4. É uma nota que, pelo nosso corpo docente, até nos qualificaria para solicitar um doutorado. Mas, falando da graduação, acho que nossos alunos de graduação são muito bem aceitos. Hoje, não há problemas de rejeição,, porque o

mercado está comprador, vamos dizer assim. Ou seja, quem sai já está empregado. Mas, mesmo em épocas anteriores, nós fomos qualificados com um curso muito forte, que não dá um pouco de cada assunto, mas oferece muito de muito. A nossa carga horária é

mais alta que a média dos cursos por aí. Os mestrandos egressos se saem muito bem nos cursos de doutorado, seja na USP, seja aqui em Santa Catarina. Enfim, eu acho que temos um curso muito bem aparelhado e com bons professores.

Bem, voltando a minha história de professor, eu ascendi na carreira sempre por concurso. Entrei como auxiliar, assistente,



adjunto e titular. Me aposentei em 1996 como professor titular, logo depois do meu doutorado. Mas, mesmo aposentado, eu continuei lecionando, porque achei que eu deveria dar um retorno por todo tempo em que eu fiquei fora da instituição. Em 1998, tinha a oportunidade de reingresso: apareceu uma vaga, fiz concurso e fui recontraído. No fim do ano que vem, vai ser meu canto do cisne porque vou entrar na compulsória (70 anos). Poderei continuar na pós-graduação como professor colaborador, voluntário, sem ganhar nada. Que é o que vai acontecer, porque eu não vou deixar de fazer pesquisa.

**IBRACON - QUAIS SÃO AS TENDÊNCIAS FUTURAS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL NO PAÍS?**

**Isaia** - Eu acho que a engenharia, em geral, é muito semelhante à medicina, que é a tendência de formar profissionais generalistas. Ou seja, o aluno tem que entender de tudo um pouco. Não adianta eu focar apenas uma área - eu sou engenheiro tecnologista, sou especializado em tecnologia do concreto. Não! Eu tenho que ter o horizonte bem mais amplo. Claro que o engenheiro vai se especializar, mas nunca deve perder o interesse pelas áreas de entorno e mesmo por aquelas que não são de entorno, porque, para um profissional, quanto mais de mente aberta for, mais condições terá de trazer novas idéias, mais aplicações e inovações. Deve estar sempre bem informado, ler muito, o que hoje em dia é facilitado pela internet, fazendo parte de chats, de grupos de discussão, isso é fundamental.

**IBRACON - O MERCADO TEM FORNECIDO UMA COMPLEMENTAÇÃO ADEQUADA AOS ENGENHEIROS EGRESSOS DA UNIVERSIDADE?**

**Isaia** - Acho que sim. Hoje em dia tem uma

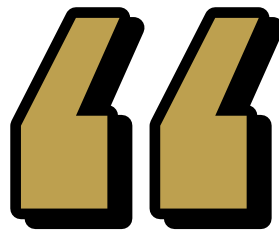
gama de cursos, de curta e média duração. E hoje existe uma grande facilidade que é o EAD, o Ensino à Distância. Claro que a presença física dá algo mais, mas nem sempre há essa necessidade por limitações de tempo e de custo. Isso não apenas no aspecto acadêmico, mas também na formação profissional. E, para completar, temos ótimos cursos de Pós-Graduação, tanto em nível de Mestrado quanto Doutorado.

**IBRACON - PROFESSOR, FALANDO AGORA DOS LIVROS EDITADOS PELO IBRACON. O SENHOR PARTICIPOU,**

COMO EDITOR, DAS QUATRO EDIÇÕES DOS LIVROS - DUAS RELACIONADAS AO CONCRETO E DUAS REFERENTES AOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO EM GERAL.

**QUAL SUA VISÃO DA INICIATIVA DO IBRACON EM LANÇAR ESSES LIVROS?**

**Isaia** - Tudo começou na primeira gestão do professor Paulo Helene como presidente do IBRACON, que aproximou mais o Instituto da academia. Ele me convidou para organizar um livro didático sobre o concreto, porque este era um sonho antigo que ele e eu tínhamos. Por quê? Os livros que existiam sobre Materiais de Construção, que estão ainda no mercado, eram: o do professor Eládio Petrucci, pela primeira vez publicado nos fins dos anos 1960, reeditados várias vezes, que consistia em ser uma coletânea de suas aulas, que eu me lembro muito bem, por ter sido seu aluno; e o livro do Falcão Bauer, uma coletânea de vários assuntos compilados por ele. Por isso, nas reuniões do antigo COPMAT - Comitê Brasileiro dos Professores de Materiais de Construção, um dos assuntos sempre recorrentes era o de escrever um livro sobre os materiais de construção. Tanto o livro do professor Petrucci, da década de 60, quanto do Falcão Bauer, da década de 70, apesar de serem reeditados, em essência não mudaram. Claro, tem certos temas



PARA UM PROFISSIONAL,  
QUANTO MAIS DE  
MENTE ABERTA FOR,  
MAIS CONDIÇÕES  
TERÁ DE TRAZER  
NOVAS IDÉIAS, MAIS  
APLICAÇÕES E INOVAÇÕES.





básicos que não mudam, mas, os materiais de construção evoluíram, assim como as normas técnicas, que são muito dinâmicas. Por que nós lançamos o livro de Materiais de Construção em 2007 e, em 2010, lançamos outra edição? Porque neste interregno houve modificações ou lançamento de normas nacionais e internacionais. Então, tinha essa carência. E isso eu vivi, porque eu lecionava Materiais de Construção e participava das reuniões do COPMAT.

Então, quando o Prof. Paulo Helene assumiu o IBRACON, propondo dar um acento mais acadêmico, na idéia de lançar publicações didáticas, ele me chamou, perguntando se queria assumir essa responsabilidade. Realmente, confesso, levei quase um mês pensando, porque imaginava o trabalho que iria dar, porque sou uma pessoa centralizadora, que gosta de dominar todo o processo. Mas, disse: 'Paulo, você está fazendo algo que eu sempre achei que deveria haver: um livro sobre Concreto. Vou te ajudar nesta tarefa, porque o IBRACON deve dar uma resposta mais efetiva para a academia'. E abracei essa ideia. Primeiramente, porque a vivência desses anos nessa área, todo esse trânsito que eu tive, não só de laboratório, em sala de aula, em obras, me deu uma visão mais sistêmica, mais abrangente, então me senti capaz de abraçar a idéia. Em segundo lugar, eu sou uma pessoa muito determinada, quando coloco uma idéia na cabeça, eu vou até o fim. É aquela história da mensagem a Garcia: a entrega da mensagem durante a batalha, apesar de todas as dificuldades, ele tem que ser entregue ao destinatário, apesar dos percalços e dificuldades.

**IBRACON - QUAL SUA AVALIAÇÃO DO RESULTADO DAS EDIÇÕES?**

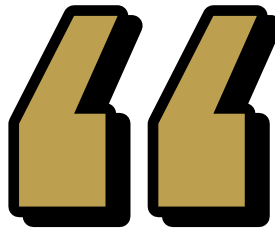
**Isaia** - Nessas quatro edições, tivemos pou-

co tempo para desenvolver os projetos. Entre um Congresso Brasileiro do Concreto e outro, são doze meses. Tem que fazer a estrutura do livro, seu arcabouço, escolher os autores, fazer os convites, revisar os textos... Isso demanda tempo. Quer dizer: o tempo é muito curto. Por isso que o trabalho é muito grande, condensado, o que leva a uma jornada diária de pelo menos 8 a 10 horas, quase todos os dias da semana.

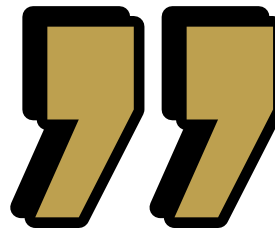
Quando recebo o texto de um capítulo de um autor, me coloco no lugar do leitor, como ele pode estar recebendo o que está escrito. Este é um problema que grande parte de nossos autores apresentam. Estão mais acostumados a escrever trabalhos científicos, não didáticos. O texto científico é mais duro, presumido, porque o 'bê-á-bá' não é dito e sim presumido. Num livro didático, os assuntos devem ser apresentados desde o início, de modo concatenado. A linguagem, a maneira de se expressar, é diferente. Essa é a leitura que eu faço durante processo de elaboração dos capítulos e a principal crítica construtiva que eu fiz para grande parte dos autores. Como sou uma pessoa muito metódica, enviei as regras de

como deveriam ser redigidos os textos, como é que o autor devia expressar-se, evitando expressões da oralidade. Tem que dizer tudo com poucas palavras. Outro cacoete dos autores: muitas citações. O que é básico, que é conhecido por todos, não precisa ser citado, porque é texto didático, não texto científico. Algumas vezes, o mesmo autor é referenciado com três, quatro citações seguidas. Mas, por mais que tu faças a este respeito, tentando modificar o texto, no final, o livro sai com uma linguagem mais acadêmica, de trabalho científico.

Por outro lado, os que não são pesquisadores, em alguns casos descambam para o



POR MAIS QUE TU FAÇAS A ESTE RESPEITO, TENTANDO MODIFICAR O TEXTO, NO FINAL, O LIVRO SAI COM UMA LINGUAGEM MAIS ACADÊMICA, DE TRABALHO CIENTÍFICO.



outro lado: são simplistas demais, apresentam o texto mais para o lado prático, sem fundamentação teórica, e, algumas vezes com dificuldade de redação. Se bem que o livro passa por uma revisão de português, de sintaxe e gramática, mas assim mesmo essas coisas permanecem no livro. Chega a um ponto que eu leio o texto e digo: 'Fica como está, porque se for levar muito tempo nessas idas e vindas, o livro não sai'.

Está certo: o livro não é apenas para a graduação, é também para a pós-graduação. Mas, se cai nas mãos de quem está fora da academia, quem é engenheiro de obras, eles não estão acostumados a todas essas referências bibliográficas e tudo o mais. Chega ao ponto de ter capítulo com quatro a seis páginas de referências bibliográficas! Por isso, elas foram colocadas na letra menor possível em todas as edições dos livros, para não ocupar muito espaço, porque, senão, teria uma enormidade de páginas apenas com citações.

**IBRACON - QUAL É A DIFERENÇA ENTRE O LIVRO AGORA EDITADO "CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA" E OS OUTROS?**

**Isaia** - O livro "Materiais de Construção" abrange todos os materiais de construção: cerâmicos, madeira, metálicos, poliméricos, compósitos, toda a gama de materiais utilizados na construção. Já, o livro "Concreto" aborda apenas o concreto. Agora, qual é a diferença entre a primeira e a segunda edição? Porque mudou o título? Porque é um livro novo.

Essa foi uma proposição minha: formar um Conselho Editorial, com a Eng<sup>a</sup> Inês Battagin e o Prof. Paulo Helene, para que o processo fosse mais democrático e para que eu fosse ajudado nas tarefas de escolha dos autores, temas a serem abordados, revisões, etc.. No primeiro livro, de 2005, lançado em Olinda, como foi o primeiro,

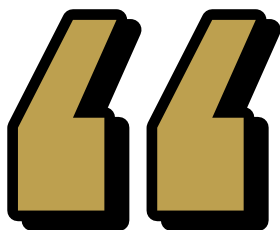
não saiu exatamente como a gente queria, principalmente por causa do tempo. O seu conteúdo está voltado mais para estruturas de concreto, pois tem capítulos de projeto estrutural, sobre fôrmas, sobre armaduras. Ou seja, é um livro cujo enfoque são as estruturas de concreto. De 2005 até hoje, o livro se esgotou, razão para se fazer novo compêndio. Passaram-se seis anos, muitas alterações aconteceram neste interregno: normas novas, maior quantidade de assuntos que, em 2005, alguns estavam ainda em fase de pesquisa, com pouca utilização em

obras, como o concreto autoadensável, concreto com agregado reciclado, mas que, agora, estão mais disseminados.

Primeiro, resolvemos então retirar tudo o que não fosse sobre o material concreto; então, este novo livro é somente sobre este material. Houve uma mudança muito grande no enfoque editorial, de conteúdo, tendo sido tirado tudo o que não era sobre o concreto em si, sendo acrescentados outros assuntos novos, tais como: normas, cimentos fabricados no Brasil, e outro assunto que quase ninguém escreve sobre ele - a água, que é a gata borralheira do

concreto, parodiando o professor Neville, porque é a maior responsável pela qualidade e pela falta de qualidade do concreto. Eu trouxe o assunto para o livro, principalmente porque novas normas brasileiras e internacionais sobre a água foram recentemente publicadas.

É um livro novo. A escolha dos autores foi feita por nós três. O enfoque do livro ficou centrado no material, com muitos novos assuntos: água, monitoramento de estruturas, sustentabilidade, o grande mote que eu insisti em todos os capítulos, e a nanoestrutura, além do último capítulo, sobre os últimos avanços na nanotecnologia



O ENFOQUE DO LIVRO FICOU CENTRADO NO MATERIAL, COM MUITOS NOVOS ASSUNTOS: ÁGUA, MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS, SUSTENTABILIDADE, O GRANDE MOTE QUE EU INSISTI EM TODOS OS CAPÍTULOS, E A NANOESTRUTURA.



do concreto. Ele trata de assuntos que não foram abordados na primeira edição, de coisas bem atuais. Apesar de muitos dos autores serem os mesmos, o conteúdo é novo, as normas são atualizadíssimas. A Eng<sup>a</sup> Inês Battagin fez um trabalho excelente! Não há nenhuma especialista como ela no que tangue a normalização.

Posso dizer, sem falsa modéstia, é um livro novo, que mostra o concreto como ele é. O concreto é um material, que eu chamo, camaleão, que serve para tudo. Porque ele muda de composição, de forma, de geometria, tu fazes o que quiseres com ele. Digo camaleão porque muda de cor, pode fazer a cor que quiseres. É um livro de consulta com os temas mais atuais até agora publicados. Ouso dizer que não existe um livro didático igual no mundo, com essa dimensão, profundidade, tamanho, com quase 2000 páginas. Você vai encontrar livros que são compêndios, com 300 a 500 páginas. Você pode dizer que tamanho não é documento, mas, neste caso, tamanho é documento porque cada capítulo, escrito pelos maiores especialistas brasileiros, apresenta o que temos de mais atualizado.

Tu não encontras nenhum livro acadêmico com esta qualidade de apresentação, da beleza da diagramação, e a beleza do conteúdo. O leitor pode achar que é o pai falando do filho, mas acho que essa opinião não é somente minha.

**IBRACON - POR QUE UM GRUPO DE PROFISSIONAIS REVOLVEU FUNDAR O IBRACON?**

**Isaia** - Instituições semelhantes já existiam no mundo todo. Um ano antes da fundação do IBRACON, em 71, estive em Santa Maria, dando um dos famosos cursos da ABCP sobre tecnologia do concreto, o professor Francisco de Assis Basílio. Ele era um cidadão do mundo, fazia parte da RILEM, do ACI, CEB,

enfim, ele transitava por todas essas áreas, era um apaixonado pelo concreto, especialmente pela sua durabilidade. Ele me dizia na época, me lembro bem, que estava na hora de fundar uma instituição brasileira semelhante ao ACI, uma associação para divulgar o material entre nossos técnicos, para trazer gente de fora, trazer idéias novas, despertar novos talentos no Brasil. E disse: 'O ano que vem vamos fundar o IBRACON em São Paulo e eu quero que tu estejas lá!'. Ele destacava a necessidade de congregar nossos engenheiros e arquitetos tecnologistas, nossos engenheiros estruturistas, nossos acadêmicos numa única entidade.

Já tinha havido uma tentativa anterior - a ABC - Associação Brasileira do Concreto - que não foi adiante. Praticamente, a fermentação do IBRACON começou no COPMAT. Então, em 72, em vim a São Paulo, para o primeiro colóquio. Eu estava sentado bem na frente, no auditório do IPT, quando chegou na hora de assinar a ata de fundação, fiquei com a filiação nº 007.

**IBRACON - O IBRACON TEM CUMPRIDO SUA MISSÃO?**

**Isaia** - Claro que sim! Ele tem acompanhado o tempo. No princípio, não foi nada fácil. Tinha poucos membros. O deslocamento era mais difícil. E praticamente as reuniões eram em São Paulo. Foi, inclusive, acusado de ser paulista, porque a diretoria era quase toda de São Paulo. Depois, nos anos 80, come-

çou a fazer suas reuniões em outros locais. Hoje, neste Congresso Brasileiro do Concreto, quantas entidades nós temos? E eventos paralelos? Veja quantos conferencistas do exterior estão presentes! Isso enriquece, traz novidades. A gente pode conhecer um assunto pela leitura, mas nada como a apresentação pessoal, direta. E principalmente os debates, as discussões.



CADA CAPÍTULO,  
ESCRITO PELOS  
MAIORES ESPECIALISTAS  
BRASILEIROS, APRESENTA  
O QUE TEMOS DE  
MAIS ATUALIZADO.





Outro salto no cumprimento de sua função foi o lançamento da revista, que agora se chama RIEM. Ontem eu estava falando com o professor José Antunes (editor da RIEM), que me disse que estamos em via de obter o SCIELO e, para isso, já temos mais de 40 artigos publicados sequencialmente, temos regularidade. É isso que traz a diferença.

Quando da produção do primeiro livro, em 2005, comentei com alguém “leigo”: ‘Olha, eu estou editando um livro com 1600 páginas sobre o concreto. A pessoa me questionou: ‘Mas tem tanto assunto assim sobre concreto?’ Respondi : “Tem!”.

Por isso, digo que o IBRACON está no caminho certo. O Brasil está na vanguarda em obras de infraestrutura - em barragens, prédios com boa qualidade, viadutos, pavimentos, apesar de sermos ainda um país em desenvolvimento, com pouca quantidade de engenheiros. Temos que dobrar a formação de 50 mil para 100 mil engenheiros por ano. Quem traz o desenvolvimento para um país é a Engenharia, é ela quem constrói a infra-

estrutura para o país crescer e, dentro da engenharia em geral, o concreto é o material mais industrializado no mundo. Neste contexto, o IBRACON está dando sua contribuição com muita propriedade.

Todos nós da Diretoria e Conselheiros do IBRACON estamos doando nosso tempo, somos voluntários. Mas, o número de quem leva o IBRACON no coração tem aumentando cada vez mais. Notamos o entusiasmo dos estudantes nos concursos e dos professores jovens no interesse sobre os livros publicados pelo IBRACON. Eu, que já estou chegando no fim de carreira, estou vendo que está havendo a reposição de pessoas no Instituto, que elas estão se engajando no espírito dos nossos ancestrais. Porque a nossa geração está no fim. Ano que vem o IBRACON faz quarenta anos. Não sei quantos são remanescentes da época da fundação, mas não devem ser muitos, não. Devem ainda existir, quem tinha ao redor de 30-40 anos de idade na época de fundação. Eu tinha 29 anos. Acho que era um dos mais jovens, entre os presentes. ■

## 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](http://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.



# 53º Congresso Brasileiro do Concreto debate as novidades em termos de pesquisa e inovação sobre o concreto

FÁBIO LUÍS PEDROSO

**R**ealizado de 1º a 4 de novembro, na paradisíaca Florianópolis, no CentroSul, o 53º Congresso Brasileiro do Concreto, evento técnico-

-científico promovido pelo Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), contou com a participação de 1290 congressistas, que tiveram a oportunidade de conhecer e debater as pesquisas, desenvolvimentos e ino-



*Eng. Joélcio Stocco (diretor regional), Prof. José Roberto Cardoso (diretor da EPUSP), Eng. Celso Ternes Leal (presidente da ACE), Eng. João Reus de Camargos (presidente do CREA-SC), Prof. José Marques Filho (presidente do IBRACON), Eng. Hélio César Bairros (presidente do SINDUSCON/SC), Prof. Mark Snyder (presidente do ISCP) e Eng. Luiz Prado (diretor de eventos do IBRACON)*



vações relacionadas ao concreto e seus sistemas construtivos.

Sob a bandeira das “Pesquisas e Inovações para a Construção Sustentável”, no 53º Congresso Brasileiro do Concreto foram apresentados 524 trabalhos técnico-científicos em 29 sessões plenárias e pôsteres, de autores brasileiros da maioria dos estados da Federação e de autores estrangeiros dos cinco continentes. Os temas debatidos nessas sessões foram: gestão e normalização (13); materiais e propriedades (263); projeto de estruturas (49); métodos construtivos (14); análise estrutural (114); materiais e produtos específicos (41); sistemas construtivos específicos (15); e infraestrutura metroviária e ferroviária (15).

Para se ter uma boa idéia do que o número representa basta fazer uma conta simples: os 524 artigos, com uma média de 13 páginas por artigo, equivalem a quase sete volumes impressos de anais do evento, cada qual com 1000 páginas. “Como avaliar tantos artigos e controlar revisões em prazos tão apertados? Somente contando com o esforço da Comissão Científica, de 74 profissionais abnegados, companheiros e amigos, pertencentes ao quadro de sócios do IBRACON. Para cada um, “sobrou” oito artigos, em média, para serem avaliados.”, reconheceu o diretor de eventos do IBRACON, Eng. Luiz Prado Vieira Jr.

Trabalhando voluntariamente, a Comissão Científica, formada por associados ao IBRACON, vindos de todos os setores da cadeia produtiva do concreto, foi coordenada por



uma equipe composta pela professora da Pontifícia Universidade Católica (PUC-Campinas), Ana Elisabete Jacintho, pela professora da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP-Ilha Solteira), Mônica Pinto Barbosa, pela professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Ângela Masuero, e pelo diretor de eventos do IBRACON, Luiz Prado Vieira Júnior.

Marcado por uma programação diversificada, com vários seminários, workshops e conferências ocorrendo simultaneamente às sessões científicas, o 53º Congresso Brasileiro do Concreto fez jus à qualificação de ser o maior fórum técnico nacional de debates sobre o concreto e seus sistemas construtivos. “Hoje, neste Congresso Brasileiro do Concreto, quantas entidades do setor construtivo estão presentes? Veja quantos conferencistas do exterior estão presentes! Isso enriquece, traz novidades. A gente pode conhecer um assunto pela leitura, mas nada como a apresentação pessoal, direta. E principalmente os debates, as discussões!”, avaliou o professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Geraldo Cechella Isaia, que participou de sessão de autógrafos no lançamento do livro “Concreto:





Prof. Geraldo Isaia autografa o livro recém-lançado no evento "Concreto: Ciência e Tecnologia"

Ciência e Tecnologia", editado por ele, distribuído como cortesia aos inscritos no evento.

## CONFERÊNCIAS PLENÁRIAS

Ocupando a programação matutina do evento, como atração principal, as sete conferências plenárias trouxeram renomados especialistas vindos de institutos de ensino, pesquisa e divulgação do exterior, com destaques para o presidente do American Concrete Institute (ACI), Keneth Hover, o presidente da União dos Laboratórios e Consultores em Materiais, Sistemas e Estruturas da Construção (RILEM), Peter Richner, e o presidente do Laboratório de Engenharia Civil (LNEC) de Lisboa, Carlos Pina. Eles apresentaram as novidades em termos de pesquisas científicas e tecnológicas em projeto e análise estrutural, execução e controle de qualidade de obras de concreto, materiais, suas propriedades e aplicações, normalização, gestão e manutenção de obras, entre outros temas.

Abrindo o 53º Congresso Brasileiro do Concreto, Bryan Perrie, engenheiro do Instituto de Concreto da

África do Sul, trouxe detalhes de projetos e de construção dos estádios da última Copa do Mundo, ocorrida naquele país, em 2010. Ele mostrou aos congressistas o estado da arte mundial na construção de estádios de futebol, assunto relevante no contexto nacional de preparação para a Copa de 2014.

A maioria das obras civis no Brasil encontra-se fora dos níveis desejáveis de segurança e desempenho, em razão de seu envelhecimento e da ausência de um programa de manutenção periódica. Esta situação não é típica de nosso país, mas comum a muitos países no mundo, inclusive os Estados Unidos.

Em razão disso, é cada vez mais relevante o conhecimento sobre o desempenho de sistemas estruturais envelhecidos. Dan Frangopol, professor da Universidade Lehigh, nos Estados Unidos, sócio-fundador da Associação Internacional para a Segurança e a Manutenção de Pontes (IABMAS) e da Associação Internacional para a Engenharia Civil do Ciclo de Vida (IALCCE), apresentou os mais recentes métodos de avaliação do desempenho estrutural das obras ci-



Eng. Bryan Perrie, do Instituto do Concreto da África, em palestra de abertura do Congresso sobre os estádios da Copa 2010

vis no decorrer do seu ciclo de vida e o modelo de gerenciamento e monitoramento de estruturas antigas, tema que tem ocupado a comunidade técnica nacional e internacional devido à necessidade, por vezes negligenciada, de inspeção periódica e de manutenção das obras de concreto.

Na mesma linha de avaliação de estruturas, Willian Price-Agbodjan, professor do Instituto Nacional de Ciências Aplicadas (INSA de Rennes), na França, apresentou estudos sobre as inovadoras aplicações dos métodos não destrutíveis, como a permeabilidade ao gás e a emissão acústica.

Keneth Hover, presidente do American Concrete Institute (ACI), abordou algumas pesquisas sobre o comportamento do concreto em sua passagem da fase líquida para sua fase sólida, nova fronteira no campo das pesquisas sobre o material, numa abordagem leve e humorada de um assunto duro e chato, como ele mesmo definiu. Partindo do princípio de que o estado de concreto fresco é de curta duração, sendo que a taxa de transição importa porque os cuidados tomados nesta fase assegurarão a maior ou menor durabilidade do concreto em seu estado endurecido, Hover apresentou alguns estudos sobre as primeiras idades do concreto, que procuram estabelecer parâmetros para melhor entender sua fase de transição.



As pontes ferroviárias, por estarem sujeitas a cargas móveis de elevada intensidade, são estruturas em que os efeitos dinâmicos podem atingir valores muito significativos. Estes efeitos assumem na atualidade uma importância crescente devido ao incremento da velocidade de circulação, quer nas vias existentes, quer em novas vias, como é o caso das destinadas a comboios de alta velocidade.

O conhecimento destes efeitos dinâmicos é da maior importância pelos seguintes motivos: as vibrações induzidas

induzidas pela passagem dos comboios sobre a ponte originam, em geral, deslocamentos ou esforços na estrutura maiores do que aqueles que seriam provocados caso as cargas fossem aplicadas de uma

forma estática; vibrações excessivas da estrutura podem conduzir a um agravamento dos fenômenos de fadiga; as deformações e acelerações da ponte devem ser controlados dentro de determinados valores limite para que seja assegurada, em qualquer instante, a estabilidade da via e do contato roda-carril; as acelerações nos veículos deverão ser limitadas de forma a garantir o conforto dos passageiros.

Procedimentos para a avaliação destes efeitos foram incluídos recentemente nos Eurocódigos estruturais,



Eng. Dan Frangopol responde pergunta sobre tema de sua palestra em Conferência Plenária, ladeado pelos professores Rui Calçada (esq.) e Tulio Bittencourt

na sequência da investigação conduzida pelo European Rail Research Institute sobre os efeitos da alta velocidade em pontes ferroviárias.

Estes foram os principais tópicos presentes na palestra do professor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em Portugal, Rui Artur Bártolo Calçada, responsável pelo subgrupo de investigação na área de alta velocidade ferroviária do Centro de Estudos da Construção.

## SIMPÓSIO INTERNACIONAL RILEM/IBRACON

Estimular e disseminar a pesquisa e o conhecimento sobre os materiais e os sistemas construtivos, pelo desenvolvimento e normalização de ensaios, com vistas a promover a construção sustentável, segura, de bom desempenho e de menor custo.



Presidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho, na abertura do Simpósio RILEM/IBRACON

Essa é a missão da associação europeia denominada RILEM, sigla que pode ser traduzida como União dos Laboratórios e Consultores em Materiais, Sistemas e Estruturas da Construção, composta por 1700 membros e presente em 66 países. Similares a RILEM no mundo existem a ASTM - Sociedade Americana para o Ensaio de Materiais e a ABRATEC - Associação Brasileira dos Laboratórios de Controle Tecnológico do Concreto.

No ano passado, o IBRACON e a RILEM assinaram um acordo de cooperação internacional para a realização conjunta de eventos técnicos, para a participação recíproca de seus membros em seus Comitês Técnicos e para a aquisição, com desconto, de suas publicações. Como fruto dessa parceria, as entidades organizaram conjuntamente, sob coordenação do professor da Universidade Federal de Goiás (UFG), Enio Pazini, o Simpósio Internacional RILEM/IBRACON sobre avaliação, proteção e reabilitação de estruturas de concreto com corrosão de armaduras, realizado como evento paralelo ao 53º Congresso Brasileiro do Concreto. “O relacionamento entre as duas entidades é especialmente importante para o nosso país, no atual momento de retomada da construção de nossa infraestrutura, porque se reflete, como se verá neste primeiro simpósio, em obras de engenharia bem feitas”, assinalou o presidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho, na abertura do Simpósio RILEM/IBRACON.

Comprovando sua observação, Peter Richner, presidente da RILEM,



trouxe para o Simpósio, em sua palestra de abertura, alguns casos sobre catástrofes envolvendo edificações e obras civis ocorridas na Suécia no decorrer do último século, seu país de origem, devido a falhas de projeto e construtivas, para que, em suas palavras, servissem de alerta como exemplos a não serem seguidos em construções futuras. Segundo ele, apesar de o país possuir obras de engenharia estrutural marcantes, legado de engenheiros, como Robert Maillart (1872-1940), Othmar Ammann (1879-1965), Heinz Isler (1926-2009), Giovanni Lombard (1926) e Christian Menn (1927), o país tem observado casos de colapso em obras em anos recentes. A explicação oferecida por Richner, também muitas vezes ouvida em eventos técnicos nacionais sobre casos de ruína em obras em nosso país, é a desvalorização pela qual tem passado a engenharia civil nos últimos trinta anos, seja em termos da diminuição de sua importância técnica nas decisões dos empreendedores, seja em termos de seu status social, sua procura por estudantes e dos baixos salários pagos aos engenheiros.

Em sentido oposto, apontando para aquilo que deve ser seguido, o professor da Universidade de Turim, na Itália e presidente de honra da fib (Federação Internacional do Concreto), Giuseppe Mancini, detalhou para o público no Simpósio as recomendações contidas na

*Peter Richner, presidente da RILEM, em sua exposição no Simpósio*



norma europeia sobre estruturas de concreto (EN 1992), em termos das classes de resistência do concreto e suas propriedades, do cobrimento necessário das armaduras em função do ambiente e do propósito da obra, dos tipos de análise estrutural recomendados e suas aplicações e dos parâmetros relacionados aos estados limites últimos e de serviço. Em complementação, a pesquisadora do Centro de Segurança e Durabilidade Estrutural e de Materiais (CISDEM), da Espanha, Carmen Andrade trouxe os mais recentes avanços em termos de modelagem de estruturas de concreto com vistas a assegurar maior durabilidade das obras.

Recomendações também foram feitas para o caso de obras existentes em termos da avaliação de sua segurança e das intervenções necessárias e apropriadas a serem



*Prof. Giuseppe Mancini responde questionamento sobre tema de sua palestra no Simpósio, ao lado dos professores Luis Lima, Enio Pazini e Eliana Monteiro*



Prof. Enio Pazini em sua palestra sobre a avaliação da durabilidade do Estádio do Maracanã

tomadas para assegurar o prolongamento de sua vida útil. Neste aspecto, o Prof. Mancini apresentou as discussões que vem tomando forma nos Grupos de Trabalho da fib e que devem fazer parte da futura norma técnica fib para estruturas existentes. Já, o engenheiro da empresa canadense Vector Corrosion Technologies, David Whitmore, abordou os fundamentos e os casos práticos da realcalinização eletroquímica e da proteção galvânica para estruturas de concreto armado. Por sua vez, a engenheira da empresa portuguesa ZetaCorr, Zita Lourenço, apresentou os fundamentos e casos práticos da extração eletroquímica de cloretos e da proteção catódica de estruturas.

Outros temas presentes no Simpósio foram: a avaliação da durabilidade do Estádio do Maracanã, apresentada pelo Prof. Enio Pazini Figueiredo, e uma proposta de códigos latino-americanos sobre segurança estrutural, trazida pelo professor da Universidade Nacional do Noroeste da Província de Buenos Aires, na Argentina, e coordenador do Grupo Latino-americano da RILEM, Luis Lima.

## SEMINÁRIO DE SUSTENTABILIDADE

Em sua terceira edição, o Seminário Copel de Sustentabilidade da Cadeia Produtiva do Concreto deu ênfase à discussão dos Eurocódigos, na figura do presidente do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal, Carlos Alberto de Brito Pina, quem abriu o Seminário ocorrido no dia 4 de novembro.

Os Eurocódigos estruturais constituem um conjunto de normas europeias para projetos de estruturas de edifícios e de outras obras de engenharia civil, realizadas com diferentes materiais. São o resultado de um processo de harmonização técnica em andamento nos últimos 25 anos no âmbito da União Européia, no domínio da construção civil. Tudo começou por iniciativa da Comissão Européia, em 1975, passando pela criação do Comitê Europeu de Normalização (CEN), em 1989, cujo Comitê Técnico CEN/TC 250 ficou responsável pela elaboração dos Eurocódigos Estruturais. Desde 2007, o CEN publicou 58 Normas Europeias, que constituem, atualmente, os Eurocódigos. Dentre eles, cabe destacar: Eurocódigo 0 (EN 1990 - Bases para projetos de estruturas); Eurocódigo 1 (EN 1991 - Ações em Estruturas); Eurocódigo 2 (EN 1992 - Projeto de Estruturas de Concreto); Eurocódigo 8 (EN 1998 - Projetos de estruturas para resistência aos sismos); entre outros.

A importância de sua discussão no Seminário é por eles incorporarem aspectos sustentáveis, como a durabilidade das estruturas, reci-

clagem de produtos de construção e análise de custos considerando os ciclos de vida das obras civis, em seus objetivos normativos. Nas palavras do presidente do IBRACON, José Marques Filho, “os Eurocódigos são hoje a referência obrigatória para balizar as normalizações sobre o concreto”.

Atualmente, os Eurocódigos estruturais seguem a Diretiva dos Produtos de Construção, instrumento jurídico da União Européia, de caráter obrigatório, mas que deixa espaço aos Estados-membros quanto à sua forma e meio de implantação. As principais exigências feitas pela Diretiva dizem respeito à resistência mecânica e estabilidade e à segurança em caso de incêndio. Segundo Pina, a Diretiva dos Produtos de Construção será, em 1º de julho de 2013, substituída pelo Regulamento da União Européia, que adiciona nova exigência aos produtos de construção no mercado europeu: a utilização sustentável dos recursos naturais.

A transposição dos Eurocódigos para os Estados-membros é feita por meio de publicações das normas nacionais, traduções dos Eurocódigos originais em inglês, francês e alemão, que podem ainda incluir anexos nacionais, que dão conta de especificidades culturais na adoção das normas européias. Nos Anexos Nacionais são definidos parâmetros determinados a nível

nacional (NDP - Nationally Determined Parameters), que correspondem aos parâmetros deixados em aberto nos Eurocódigos para a escolha nacional. De acordo com o palestrante, nos 1504 NDPs contidos nos 58 Eurocódigos, 70% seguem as recomendações feitas nos próprios Eurocódigos. Dados apresentados mostraram que 2/3 dos países da União Européia já têm publicada a maioria das normas nacionais traduzidas dos Eurocódigos.

Os próximos passos da Europa com relação aos Eurocódigos serão: revisão das normas; maior harmonização entre elas, com a redução do número de NDP; promoção e divulgação dos Eurocódigos; e elaboração de novos Eurocódigos ou de partes dos Eurocódigos existentes.

Na avaliação final de Carlos Pina, “os Eurocódigos formam um conjunto coerente e abrangente de normas relativas à verificação da segurança de estruturas; representam, no seu todo, uma evolução da regulamentação européia sobre o assunto; favorecem o desenvolvimento de ferramentas de projeto; facilitam trocas de serviços de engenharia en-



*Prof. Carlos Pina em sua apresentação sobre os Eurocódigos no Seminário de Sustentabilidade*





Prof. Vanderley John em momento de sua palestra no Seminário

tre países; e constituem um quadro de referência para a investigação europeia na área de Engenharia das Estruturas”.

Nas palavras da mediadora do Seminário, a superintendente do Comitê Brasileiro de Cimentos, Concretos e Agregados da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/CB-18), Eng<sup>a</sup> Inês Battagin: “A bagagem europeia com relação à normalização é grande e antiga, de modo que, quando não se tem o texto-base, em âmbito nacional, as normas europeias têm servido de referência”.

Atacando o problema da sustentabilidade na cadeia produtiva do concreto por outro ângulo - o da inovação nos materiais e nos componentes da construção - o professor da Universidade de São Paulo (USP), Vanderley John, abriu sua palestra sinalizando um dos caminhos já possível de ser trilhado: o da industrialização do canteiro de obras, transformando-o num canteiro de montagem. As vantagens advindas seriam: aumento da produtividade; uso eficiente dos recursos materiais, energéticos, humanos e financeiros; melhor controle dos prazos; e aumento do lucro.

Segundo ele, a inovação no setor construtivo já vem sendo adotada, principalmente pelas grandes construtoras, com a melhoria contínua dos processos construtivos, com a incorporação de soluções vindas dos fornecedores, mas é difícil de ser mensurado e ainda é incipiente. No entanto, “é um caminho sem volta, porque a inovação possibilita o aumento da escala de produção, traz vantagens competitivas, reduz incertezas no processo construtivo, tem disponível recursos financeiros e incentivos governamentais, atende a demanda por obras sustentáveis e de melhor desempenho e por edifícios cada vez mais altos, entre outros motivos”, afirmou.

Neste sentido da inovação, o engenheiro da Engemix, Luiz de Brito Prado Vieira, apresentou algumas possíveis soluções para a redução do descarte de resíduos em Centrais Dosadores de Concreto. Segundo ele, em média, são devolvidos para a central 1,22% do volume fornecido, representando desperdício anual 59 mil metros cúbicos de concreto e prejuízo anual de 15 milhões de reais. Entre os motivos para a devolução, 74% dos casos é por ser o pedido maior do que necessário na obra, 13% são de concreto vencido, 8% é em razão da obra não estar preparada para o recebimento do concreto, 3% referem-se ao slump alterado, entre outros.

Dentre as soluções apontadas por ele, citam-se: redução do desperdício por meio de controles mais eficientes; reutilização da sobra para fabricação de artefatos de concreto



ou para uso interno no pátio; reciclagem da sobra na forma de agregados reciclados ou do uso do material para aterro; e a reutilização do concreto por meio da redosagem com aditivo.

Outra inovação tecnológica apresentada no Seminário foi a argamassa estabilizada, aquela já pronta para ser usada, que não requer nenhum tipo de manipulação e que, por isso, difere da argamassa ensacada, que requer a adição de água. É um produto industrializado úmido, cujos componentes são dosados por massa e misturados em uma central dosadora até se obter uma mistura homogênea. Segundo o palestrante espanhol Arturo Godes Schmid, consultor em aplicação de produtos químicos na construção, “a argamassa estabilizada tem contribuído nos últimos 30 anos para melhorar a qualidade, a produtividade, a racionalização do trabalho e a redução de resíduos na obra”. Entre as razões apresentadas, destacam-se: produto acabado,

pronto para uso; composição desenhada na central de produção; controle de qualidade dos componentes e do produto final; ajuste da composição às condições climáticas; fornecimento em recipientes sob medida; possibilidade de preparo com diferentes tempos de aplicação; possibilidade de preparo de argamassas com diferentes resistências; e redução dos resíduos nas obras.

Na mesma linha de materiais inovadores, o professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Maurício Mancio, apresentou a promessa de futuro em termos de aglomerantes: os eco-cimentos, materiais cimentantes alternativos ao cimento Portland, com reduzido impacto ambiental, por não emitirem CO<sub>2</sub> ou por reduzirem consideravelmente sua emissão. Mancio apresentou alguns estudos sobre os eco-cimentos, particularmente sobre os cimentos geopolímeros (produzidos e comercializados por empresa australiana Zeobond & E-crete), os cimentos à base de fosfatos (pesquisa e desenvolvimento feitos pela empresa norte-americana CalStar) e os cimentos à base de carbonatos amorfos.



Um terceiro tema relacionado à sustentabilidade foi o da durabilidade das estruturas de concreto. Em sua palestra, a professora da UFRGS, Denise Dal Molin, frisou a necessidade de se construir obras mais duráveis, destacando as principais medidas a serem tomadas neste sentido (relação água/cimento, tipo de aglomerante, cobrimento das armaduras etc.), para se garantir a redução dos impactos advindos do reparo, da recuperação, reforço e demolição de obras com vida útil curta. Segundo ela, cada uma dessas intervenções implica consumo de matérias-primas escassas, geração de resíduos, emissões de gases do efeito estufa, consumo de energia e custos, todos fatores associados ao impacto da atividade humana sobre o meio ambiente. Por isso, segundo ela, “o desenvolvimento sustentável depende necessariamente da maior qualidade e durabilidade de estruturas de concreto”.

## SEMINÁRIO DE GRANDES CONSTRUÇÕES

O que tem sido construído atualmente no Brasil em termos de grandes obras? Quais os detalhes de projeto e de execução dessas grandes obras espalhadas pelo país? O que tem a dizer sobre elas as pessoas diretamente envolvidas? Responder essas questões foi o propósito do Seminário de Grandes Construções, organizado paralelamente ao 53º Congresso Brasileiro do Concreto.

“O Brasil é uma potência em termos de engenharia civil, porque temos feito obras formidáveis. No entanto, a recente retomada do investimento na

infraestrutura nacional fez com que não houvesse a natural passagem do bastão de uma geração de engenheiros à outra. Por isso, o Seminário de Grandes Construções é oportunidade valiosa para se fazer essa transferência de conhecimento, contribuindo, assim, para manter no país no topo de realizações de grandes obras”, contextualizou o presidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho, na abertura do Seminário. A seguir, os destaques da programação.

### Usina de Belo Monte

Situado na Volta Grande do Rio Xingu, entre os municípios de Altamira e Vitória do Xingu, no Pará, o Complexo Hidrelétrico de Belo Monte será composto por dois sítios: Pimental, composto por seis turbinas do tipo Bulbo (com capacidade de geração de 233,1MW), e Belo Monte, composto por 18 turbinas do tipo Francis (com capacidade de geração de 11.000MW), distantes 40km. Entre os dois sítios, será construído um Canal de Derivação com 20km de extensão, sistema de adução que levará a água do Rio Xingu para à Casa de Força Principal, em Belo Monte. Depois de totalmente construída, em 2019, a obra será a terceira maior usina hidrelétrica do mundo.

“A obra revive o desafio de Itaipu. Diria que é mais complexa e difícil, por ser na Região Amazônica e por não ser implantada em um único sítio. Além do mais um canal de derivação de 20km é algo inédito na engenharia mundial”, ressaltou o coordenador de obras em Belo Monte, engenheiro da Norte Energia, concessionária da





construção, Hélio Franco.

Os estudos de inventário no Rio Xingu foram iniciados na década de 70, com relatório técnico emitido em 1979. Os estudos de viabilidade foram realizados, numa primeira fase, na década de 80, e numa segunda fase entre 2000 e 2002. O Relatório do Estudo de Impacto Ambiental foi emitido em 2010, ano em que o contrato de concessão foi assinado. A Licença de Instalação, que marca o início das obras, foi emitida em janeiro de 2011. “Os estudos de viabilidade da década de 1980 foram modificados na fase seguinte, com a finalidade de diminuir o tamanho do reservatório, de se deslocar o bar-

ramento, justamente para preservar as áreas indígenas que seriam afetadas caso se mantivesse o estudo de viabilidade original”, comentou Franco. “Com isso, houve uma perda de carga de 2,68m, da cota 97 para a cota 94,32”, completou.

No Sítio Pimental, além do barramento do rio para suportar uma vazão máxima de 62.000m<sup>3</sup>/s e da casa de força suplementar, com queda de 11m, estão previstos um sistema de transposição de embarcações e um sistema de transposição de peixes. O Canal de Derivação será formado com execução de escavação em rocha e solo, em seus primeiros 20km, com seu leito sendo revestido com concreto compactado com rolo. O restante a ser vencido da distância entre os dois sítios comporá o reservatório até a tomada de água da casa de força principal, no Sítio Belo Monte. Seu enchimento se dará de jusante à montante e demorará cerca de 27 dias. Está prevista ainda no Canal de Derivação um sistema de transposição de igarapés. A tabela 1 ilustra os quantitativos da obra.

Tabela I – Quantitativos do Complexo de Belo Monte

DESCRIÇÃO	UNID.	CONSOLIDADO
ESCAVAÇÃO COMUM	m <sup>3</sup>	119.638.740
ESCAVAÇÃO EM ROCHA	m <sup>3</sup>	40.983.664
ATERROS (BARRAGENS E DIQUES)	m <sup>3</sup>	52.433.555
ATERROS DE CONFORMAÇÃO		
Canal de Derivação e Reservatório Intermediário	m <sup>3</sup>	11.027.750
ENSECADEIRAS	m <sup>3</sup>	7.599.438
CONCRETO CONVENCIONAL (CCV)	m <sup>3</sup>	2.569.600
CONCRETO COMPACTADO COM ROLO (CCR)		
Canal de Derivação		925.585
Tomada d'água e muros	m <sup>3</sup>	835.330
Total		1.760.915
REVESTIMENTO DE ENROCAMENTO		
Canal de Derivação e Reservatório Intermediário	m <sup>3</sup>	7.866.649

## Usina Hidrelétrica de Santo Antonio

Outra obra de peso em construção na Amazônia, no Rio Madeira, é a Usina Hidrelétrica de Santo Antonio. Com reservatório de apenas 346,5km<sup>2</sup>, a Usina de Santo Antonio será capaz de gerar 3150MW. Comparando-a com outras usinas: a Usina de Manso possui um reservatório similar, de 397km<sup>2</sup>, mas sua capacidade geradora é de apenas 210MW; o reservatório da primeira etapa da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, com 2414km<sup>2</sup> gera 4000MW de potência.

Segundo o gerente de engenharia da Santo Antonio Energia, concessionária da construção, Eng. Delfino Gambetti, a aplicação de tecnologia adequada - no caso de Santo Antonio, o uso de turbinas Bulbo alimentadas por reservatório de fio d'água - possibilitou a redução da área alagada em oito vezes, implicando um menor impacto ambiental na região.

O estudo de inventário no Rio Madeira foi realizado conjuntamente por Furnas Centrais Elétricas e pela Odebrecht, em 2001 e 2002. As empresas desenvolveram, entre 2003 e 2005, os estudos de viabilidade do empreendimento. Em 2006, o EIA/Rima foi aprovado pelo IBAMA. Em 2007, o consórcio Santo Antonio Energia venceu o leilão, obtendo a Licença de Instalação em 2008. A primeira unidade geradora tem operação inicial prevista para o fim de 2012.

Como em Belo Monte, o projeto da Usina de Santo Antonio prevê também um sistema de transposição de peixes, para garantir que os alevinos desçam o Rio Madeira, em di-

reção ao Brasil, e os peixes subam o rio, em direção a Bolívia, e um sistema de manejo de troncos.

## Usina Nuclear de Angra III

Com previsão de entrega para 2015, a Usina Nuclear de Angra III, que gerará 10,0MW de potência, é uma 'obra de paciência' na visão do engenheiro da Construtora Andrade Gutierrez, responsável por sua construção, Antonio André Muniz Pontes. Isso porque, segundo ele, a obra passa por um sistema de garantia de qualidade que prevê, entre outras coisas: a obediência da forte regulamentação do Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN); o controle rígido da execução da obra em três níveis (por parte da Andrade Gutierrez, por parte do Governo Federal e por parte de uma auditoria independente); revisões freqüentes e sucessivas do projeto, para redução ou solução de interferências, riscos e omissões; autorizações parciais para concretagens, que impactam no cronograma e planejamento da obra; qualificações de processos, procedimentos, pessoal e equipamentos; controle de



Eng. Antonio André Muniz Pontes expõe as estruturas da usina de Angra III

qualidade extensivo e rigoroso, com ensaios não destrutivos, ensaios de traços de concreto, ensaios de jazidas, além de tratamento estatístico do concreto e análise de segurança das estruturas, segundo recomendações do American Concrete Institute (ACI); entre outros.

“Num projeto de alta complexidade, com uma usina hidrelétrica, a qualidade é primordial, porque uma falha ou mau funcionamento pode resultar em exposições indevidas à radiação para o pessoal da instalação e para o público em geral. Por isso, o maior desafio é a implantação de um sistema de garantia da qualidade que atenda todas as regulamentações pertinentes”, frisou.

### **Obras pré-moldadas**

Apresentados como solução disponível para agilizar a construção de estádios de futebol para a Copa 2014, de pontes e viadutos, de túneis e valas, e de portos no país, os sistemas construtivos com pré-moldados foram detalhadamente expostos, na tipologia de seus elementos fabricados no país e em sua forma correta de execução, pelo engenheiro da EGT Engenharia, empresa envolvida em projeto de construção de estádios (Arena Grêmio, em Porto Alegre; Arena de Cuiabá; Arena de Recife; e Arena do Corinthians, em São Paulo), pontes (Rodoanel; Ponte sobre o Rio Guamá, em Belém), portos (Porto de Santos), Fernando Stucchi.

Em sua apresentação, Stucchi expôs os projetos das arenas esportivas nas quais seu escritório participa, con-



ciliando-os com a solução pré-moldada disponível no país, para que as obras sejam entregues dentro do cronograma. “A Arena do Grêmio e a Arena do Corinthians são muito similares, optando pelo sistema pré-moldado em tudo, com exceção dos elementos desajeitados”, comentou Stucchi.

Apesar de ser uma solução viável no país, a pré-fabricação, segundo ele, está atrasada em 30 anos. Como exemplo citou um sistema construtivo usado na Espanha para a construção de aqueduto, indisponível no país, mas que poderia estar sendo utilizado nos canais de transposição das águas do Rio São Francisco, no Nordeste. Segundo ele, o mesmo sistema empurrado, poderia também ser usado nas obras da Ferrovia Transnordestina.

Sintomático neste sentido foi a palestra do professor da Universidade Politécnica de Madri, na Espanha, no Seminário, Prof. Davi Fernández Ordóñez, abordando as aplicações de estruturas pré-fabricadas de concreto em obras de infraestrutura na Espanha, onde puderam ser vistas peças pré-moldadas de até 200 toneladas, ainda não fabricadas no Brasil.





Professores José Tadeu Balbo, Mark Snyder, Tatiana Cervo, José Roberto Cardoso e José Marques Filho em mesa de abertura da Conferência

## SEGUNDA CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE AS MELHORES PRÁTICAS EM PAVIMENTOS DE CONCRETO

Trazendo um grupo de especialistas de várias partes do mundo (apresentaram trabalhos pesquisadores da Alemanha, Argentina, Bélgica, Brasil, Chile, China, Estados Unidos, Holanda, Inglaterra, Peru, Suécia e República Tcheca), a segunda edição da Conferência Internacional sobre as Melhores Práticas em Pavimentos de Concreto expôs, em 26 trabalhos técnico-científicos, as práticas inovadoras e sustentáveis em projeto e construção de pavimentos de concreto e as tecnologias mais modernas para sua manutenção.

Os destaques da programação foram:

- Bernhard Lechner, pesquisador no Institute for Road, Railway and Airfield Construction Technische Universität München, na Alemanha, abordou os detalhes técnicos a serem considerados no projeto e na execução de pavimentação para o suporte de linhas ferroviárias;
- David Brill, coordenador do programa de pesquisa sobre a tecnologia de pavimentos aero-



Eng. Bernhard Lechner em momento de sua apresentação na Conferência

portuários na Federal Aviation Administration, dos Estados Unidos, apresentou uma revisão dos estudos realizados nos últimos 10 anos sobre pavimentos de concreto aeroportuários no Programa Nacional de Ensaios de Pavimentos Aeroportuários de Concreto (NAPTF) e o planejamento da entidade para os estudos a serem realizados nos próximos 10 anos com vistas a prolongar a vida útil dos pavimentos aeroportuários para 40 anos;

- Jamshid Armaghani, pesquisador na Global Sustainable Solutions, nos Estados Unidos, abordou a tecnologia inovadora para pavimentos de concreto sustentáveis: o concreto permeável, tipo de concreto com pouca ou nenhuma areia, que pode ser produzido em diferentes cores, solução para o



Prof. Jamshid Armaghani palestra sobre o pavimento com concreto permeável

problema cada dia mais comum das enchentes nas grandes cidades, cuja aplicação já foi feita em estacionamentos, passeios e ruas;

- Lev Khazanovich, professor na University of Minnesota, nos Estados Unidos debateu a teoria e a prática das juntas em pavimentos de concreto, com especial atenção para os benefícios, o projeto e a execução dos dowels e tie bars;
- Shiraz Tayabji, engenheiro na Fugro Consultants, dos Estados Unidos, palestrou sobre os pequenos passos e grandes ganhos que podem ser feitos e obtidos em termos de sustentabilidade na construção e manutenção de pavimentos de concreto.

O evento premiou em sua sessão de encerramento a pesquisa sobre a experiência com o pavimento de concreto com fibras de aço compactado com rolo, de autoria dos pesquisadores ingleses Kyriacos Necoceous, Kypros Pilakoutas, Angela Graeff e Kostas Koutselas

O evento, coordenado pelo professor da Universidade de São Paulo, José Tadeu Balbo, contou com a promoção

do IBRACON, representado no evento pelo seu presidente José Marques Filho, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), representada pelo seu diretor José Roberto Cardoso, e da Sociedade Internacional para Pavimentos de Concreto (ISCP), representada por seu presidente, Mark Snyder, que apresentou trabalho indicado à premiação.

## WORKSHOP “BOAS PRÁTICAS PARA PROJETOS DE EDIFÍCIOS ALTOS”

No cenário nacional de crescimento do mercado imobiliário, onde têm sido freqüente as notícias de acidentes envolvendo edificações (durante a realização do 53º Congresso Brasileiro do Concreto, ocorreu a queda de shopping em construção na cidade de São Bernardo do Campo), os estruturalistas Dácio Carvalho (diretor da empresa DCSE, de Fortaleza), Luiz Aurélio Fortes da Silva (sócio da empresa SIS Engenharia, do Rio de Janeiro) e Luiz Carlos Gulias Cabral (sócio da CG Engenharia, de Blumenau, em

Santa Catarina), e os pesquisadores do Laboratório de Aerodinâmica das Construções, ligado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Marcelo Rocha e Acir Mércio Loredo-Souza debateram os conceitos e as práticas para o bom projeto estrutural de edifícios altos.





Diretor técnico do IBRACON, Carlos Campos (esq.), ao lado dos engenheiros Luiz Cabral e Dácio Carvalho, ouvem comentário sobre suas palestras no Workshop

Algumas das dicas passadas ao auditório:

- Exigir das empresas a realização de número suficiente de sondagens geotécnicas: “É barato e evita gastos maiores durante a construção” (Dácio Carvalho);
- A fase de projeto deveria ser a melhor aquinhoadada em termos financeiros, pois 50% das causas de patologia em edificações relacionam-se com erros de projeto (Dácio Carvalho);
- O projeto de estruturas precisa ser bem detalhado, com informações claras para o executor das estruturas (Luiz Cabral);
- Não se deve restringir ao que o software fornece; é preciso melhorar os resultados e revisá-los com cuidado (Luiz Cabral);
- As versões mais recentes dos softwares precisam ser verificadas e calibradas antes de ser liberadas para a área de produção da empresa (Dácio Carvalho);
- As normas com R (NBR 6118, por exemplo), são registradas e, portanto, valem como lei pelo Código de Defesa do Consumidor (Dácio Carvalho);
- A interação entre engenheiro e arquiteto deve ser pautada pela participação recíproca na definição do projeto estrutural: “Se você, como engenheiro estrutural, não concorda com o sistema estrutural proposto pelo arquite-

to, você deve propor sua alteração” (Dácio Carvalho);

- É preciso aprimorar a normalização relacionada à ação do vento em edificações: “A ABNT NBR 6123 não contempla a torção promovida pela ação do vento na edificação” (Acir Loredo);
- Com o vento atuando numa edificação existe, além das pressões positiva e negativa, o efeito de ressonância, uma força pequena repetida ritmicamente é capaz de uma ampliação cada vez maior do deslocamento da edificação (Marcelo Rocha).

## SEMINÁRIO DE INFRAESTRUTURA METROVIÁRIA E FERROVIÁRIA

Com a apresentação de 15 trabalhos técnico-científicos sobre temas, como pavimento ferroviário, poços secantes múltiplos, pontes ferroviárias de concreto, desempenho de componentes elastoméricos, análises dinâmicas em pórticos espaciais, ensaios com protótipos de sistemas de atenuação de vibrações e ruídos, dormentes de concreto protendido, o



Eng. Luiz Aurélio em momento de sua apresentação no Workshop





Eng. Thomas Ripper em sua palestra no Seminário de Infraestrutura Metroviária e Rodoviária

Seminário de Infraestrutura Metroviária e Ferroviária abordou o projeto, a execução e o controle tecnológico de estruturas de concreto para obras ferroviárias e metroviárias.

A palestra de abertura do Seminário foi sobre as estratégias de intervenção em estruturas existentes apoiadas no conceito de análise de risco, ministrada pelo português Thomas Ripper, da empresa Leb Thomaz Ripper, onde foram apresentados o projetos de recuperação e reforço do tabuleiro de uma ponte metálica centenária sobre o Rio Tejo e o estudo técnico-econômico para a definição da intervenção nas obras especiais do Adutor de Castelo do Bode.

## CURSO “PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO”

Ministrado pela presidente-executiva da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), Íria Lícia Oliveira Doniak, pela professora da Universidade Tuiuti (Paraná), Daniela Gutstein, e pelo professor da Universidade Politécnica de Madrid (Espanha), David Fernández-Ordoñez, o curso apresentou uma visão sistêmica do sistema construtivo com pré-moldados de concreto, desde a fase



Eng. Davi Fernández Ordóñez ministrando curso sobre pré-moldados de concreto

de sua contratação e projeto até a montagem das estruturas, incluindo-se o controle de qualidade, normalização e sustentabilidade.

## CONCURSOS ESTUDANTIS

Nesta edição do Congresso, houve três modalidades de competição entre estudantes dos cursos de engenharia civil, arquitetura e tecnologia: o 18º Concurso “Aparato de Proteção ao Ovo” (APO), o 8º Concurso “Concrebol” e o 2º Concurso “High Performance Color Concrete” (HPCC).

Do APO, competição que desafia os alunos a projetar e construir uma peça de concreto armado (aparelho de proteção ao ovo), participaram 25 instituições de ensino, com 44 aparelhos de proteção ao ovo, totalizando 239 participantes.

Do Concrebol, concurso que exige dos alunos a construção de uma esfera de concreto simples, com dimensões pré-estabelecidas, participaram 32 instituições de en-



Estudantes na arena de competições estudantis aguardam sua vez com seus pórticos

sino, com 63 bolas, num total de 272 participantes.

Do HPCC, cuja meta é moldar um corpo de prova com concreto de alto desempenho colorido, participaram 28 instituições de ensino, com 54 corpos de prova, totalizando 243 participantes.

## VII FEIRA BRASILEIRA DAS CONSTRUÇÕES EM CONCRETO - FEIBRACON

Espaço de exposição das empresas nas áreas de energia, construção, materiais e produtos para a construção, ferramentas e equipamentos, onde foi exposta uma variedade de produtos e soluções para a construção de obras de concreto, a VII FEIBRACON contou com 43 expositores e 20 patrocinadores.

A realização de um evento do porte do 53º Congresso Brasileiro do Concreto tem sido possível em razão do apoio financeiro de patrocinadores e expositores do evento (Tabelas 2 e 3).

## OUTROS EVENTOS

O 53º Congresso Brasileiro do Concreto contou ainda com 16 palestras técnico-comerciais, onde as empresas patrocinadoras puderam expor as novidades de seus produtos e serviços para obras de concreto.



Visitas técnicas foram feitas, durante a realização do evento, ao Continente Park Shopping e à Fábrica da Cassol, na Região Metropolitana de Florianópolis, pelos congressistas interessados em conhecer a obra em construção e a fábrica de pré-moldados.

O Continente Park Shopping contará com 113 mil metros quadrados de área construída, estando as obras na etapa dos trabalhos de terraplanagem, com desmonte e britagem de rochas, de lançamento das fundações (45% das fundações profundas prontas) e montagem da estrutura pré-moldada (5% da estrutura montada). A obra, empreendimento da Construtora Almeida Júnior, consumirá 35 mil metros cúbicos de concreto.

A fábrica da Cassol em São José, Santa Catarina, tem capacidade de produção de 4000 m<sup>3</sup> de concreto por mês, 1000 lajes por dia, 50 mil estacas por mês e 300 m<sup>2</sup> de telhas por dia, tendo sido inaugurada em 1976.

Houve o lançamento de dois livros técnicos no evento:

- “Concreto: Ciência e Tecnologia”, coordenado pelo professor Geraldo Cechela Isaia, livro-texto completo e atualizado sobre a tecnologia do concreto, escrito por especialistas brasileiros;
- “O Concreto no Brasil - obras especiais e contos concretos”, do engenheiro Augusto Carlos de Vasconcelos, quarto volume da tradicional coleção com o título “O Concreto no Brasil”, que foi vendido na estande da TQS Informática.

**Tabela 2 – Patrocinadores do 53º Congresso Brasileiro do Concreto**

Patrocinadores Diamante
Eletronorte
Itaipu Binacional
Patrocinadores Ouro
Camargo Corrêa
Cauê
Construtora Andrade Gutierrez
Odebrecht
Patrocinadores Prata
Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem - ABESC
Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP
BMC
BPM Pré-Moldados
Brasecol
Cassol Pré-fabricados
Cimento Nacional
Concrebras
Copel
Copex
Engevix
Gerdau
Grace
Itambé

**Tabela 3 – Expositores na VII FEIBRACON**

Alto QI Tecnologia Aplicada à Engenharia
Arcelor Mittal
Atex do Brasil
Caex
Carpi Brasil
Companhia Energética de São Paulo – CESP
CREA/SC
Denver Impermeabilizantes
Diretoria Regional de Alagoas
Editora 3
Editora PINI
Emic – Equipamentos e Sistemas de Ensaios
Engemix/Votorantim
GEEA
Grupo Andretta
Impacto Protensão
Multiplus Tecnologia
Otto Baumgart
Pires Geovanetti Guardia
Revista FCI
Sika
Tecnosil Materiais de Construção
TQS Informática

O evento ainda abarcou reuniões de comissões técnicas de estudo da Durabilidade do Concreto e do Concreto Compactado com Rolo, reuniões das diretorias regionais e do comitê editorial da Revista IBRACON de Estruturas e Materiais (RIEM), além da As-

sembléia Geral do IBRACON, reunida no dia 3 de novembro, a qual deliberou sobre a apuração da eleição do Conselho Diretor do IBRACON para a gestão 2011/2013, encerrada poucas horas antes.

Fora da programação técnica do evento, os participantes do 53º Congresso Brasileiro do Concreto puderam desfrutar, em coquetéis, jantares e coffee-breaks, do convívio com expoentes da engenharia civil nacional e internacional e com seus amigos e colegas de profissão de todos os cantos do Brasil e do exterior.

“Os esforços despendidos pela Regional IBRACON de Santa Catarina na organização do evento foram enormes, mas recompensados pela participação ativa dos congressistas durante seu desenrolar, na busca por informações e pelo aperfeiçoamento pessoal”, avaliou Joélcio Stocco, diretor regional do IBRACON em Santa Catarina. ▀



*Estande da TQS Informática onde foram realizados sorteios de softwares e a venda do livro “O Concreto no Brasil - obras especiais e contos concretos”, do prof. Augusto Carlos de Vasconcelos*



*Eng. Joélcio Stocco, diretor regional do IBRACON em Santa Catarina faz a entrega do barco ao diretor regional de Alagoas, Eng. Flávio Barbosa de Lima, local de realização do 54º Congresso Brasileiro do Concreto, no Jantar de confraternização*

53º CBC 2011





## A Engenharia “Ça Bouge”

JOSÉ ROBERTO CARDOSO - DIRETOR  
ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

Imagine um país que, em certo momento, identifica que sua produção de inovações não está adequada para garantir sua liderança mundial em alguns segmentos estratégicos, apesar dos vários incentivos de toda ordem oferecidos. E, mais ainda, seu produto interno mais querido e que se tornou a imagem do país, resultante de uma grande inovação no início dos anos 1980, está hoje reproduzido em vários países, dentre os quais alguns asiáticos, que o vendem ao exterior a preços bem menores que os seus.

Não entre em pânico, este país não é o Brasil, embora o exemplo se aplique bem ao nosso caso.

Estamos falando da França, cujo trem de alta velocidade (TGV) deixou de ser sua marca exclusiva há anos e, como país, vem observando grande declínio de sua influência intelectual no mundo devido a tradições não mais aplicadas nos dias atuais.

Focando na educação superior, a tradição das “Grandes Ecoles” está em xeque. Primeiro pelo fato de que, por ser pequena,

não consegue ter visibilidade nos rankings internacionais, o que limita sua internacionalização, uma vez que os estudantes que buscam formação no exterior se balizam nestes indicadores para escolher seu destino; em segundo, sua alta especialização está jogando contra a tão procurada busca pela inovação, pois é patente que a inovação é típica do ambiente multidisciplinar.

Alguns exemplos desta evidência podem ser encontrados em eventos marcantes, que mudaram o mundo. Em recente artigo, citamos a IBM, que apesar de sua grande especialização na fabricação de computadores, não foi a criadora do microcomputador, concebido em uma garagem por alguém que de especialista não tinha nada. Citamos também o caso de que algumas empresas fabricantes de telefones celulares enfrentam sérias dificuldades por não imaginar que o celular poderia fazer algo mais do que colocar em contato duas pessoas.

Uma autocrítica muito bem feita levou o governo francês a tomar decisões radicais que estão mudando completamente o cená-

rio da educação superior francesa. As universidades daquele país, que, no passado, não eram consideradas, com raríssimas exceções, instituições de primeira linha, ocupam agora uma posição de destaque neste novo cenário da educação superior francesa.

Em um movimento sem precedentes, o governo francês promoveu aglutinações de várias “Grandes Ecóles” em torno de uma universidade, reunindo-as em *campus* imensos, cuja consequência será, possivelmente, colocá-las no cenário internacional das grandes universidades de classe mundial, aquelas classificadas pelos principais rankings internacionais entre as 100 melhores do mundo.

As reações foram grandes, pois as medidas retiraram da zona de conforto um contingente enorme de professores e pesquisadores que precisarão trabalhar longe de sua residência e se adaptar a um novo sistema de governança. Enfim, os franceses descobriram o valor de uma grande universidade.

O impacto dessas ações nas engenharias foi interessante, pois agora a palavra

de ordem é a inovação, e esta precisa ser conquistada a todo custo por meio de ambiente multidisciplinar que só uma grande universidade pode oferecer.

Como resultado deste movimento, laboratórios de engenharia elétrica foram fundidos com laboratórios de biologia para explorar o biomagnetismo; laboratórios de estruturas fundidos com laboratórios de materiais e de computação para explorar novas tecnologias construtivas de toda a ordem; entre outros.

Assim, a engenharia francesa está se transformando, de modo que é importante observar seus resultados, visto que poderemos extrair grandes lições.

Agora, e a engenharia brasileira? Continuará a se sujeitar aos mesmos paradigmas da década de 1970? Esta é uma questão importante que precisamos colocar na mesa de discussões, pois nos parece que as nossas escolas de engenharia continuam a imaginar cada habilitação como um campo do conhecimento isolado com pouca ou nenhuma comunicação com as demais. ■



## 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](http://www.ibracon.org.br) | Ligue: 11-3735-0202 | Email: [qualificacao@ibracon.org.br](mailto:qualificacao@ibracon.org.br)

# Projeto estrutural de barragens de concreto

SÉRGIO CIFU - GERENTE DE ÁREA CIVIL  
THEMAG ENGENHARIA

## 7. INTRODUÇÃO

O projeto, planejamento e construção de grandes obras de geração teve um enorme desenvolvimento tecnológico a partir da segunda metade do século passado, mais precisamente no início da década de 60, em razão das necessidades cada vez maiores de recursos energéticos que o país exigia para o seu crescimento industrial. Nesta época houve um acentuado aumento do número de construções e projetos de grandes usinas hidrelétricas, em especial aquelas situadas em importantes bacias hidrográficas, tais como as dos rios Paraná, Grande, São Francisco e Paraíba.

Os projetos de elementos de barramentos constituídos de estruturas de concreto de grandes dimensões como Vertedouros, Tomadas D'Água e Casas de Força, exigiram um aprimoramento cada vez maior dos profissionais envolvidos e uma busca incessante de uma metodologia adequada, de tal forma a garantir a sua qualidade e segurança. A partir do final da década de 70 e início dos anos 80, o surgimento das ferramentas computacionais com base no Método dos Elementos Finitos permitiu a adoção de modelos matemáticos cada vez mais completos na representação e simulação do comportamento das estruturas e o seu emprego passou a fazer parte integrante da metodologia empregada no desenvolvimento destes projetos. No início, as dificuldades para o emprego de modelagem matemática em projeto fo-

ram enormes, face à capacidade limitada dos computadores da época, bem como da falta de recursos computacionais gráficos que permitissem agilizar a construção dos modelos e facilitar a interpretação dos seus resultados.

Ao mesmo tempo, a definição de critérios de projeto mais consistentes e completos, passou a ter uma importância cada vez maior na garantia e segurança das estruturas, servindo de base e orientação aos inúmeros profissionais integrantes das equipes alocadas nestes projetos.

Hoje em dia, a definição prévia de critérios de projeto, bem como o emprego de modelos matemáticos mais próximos da representação geométrica e do comportamento real das estruturas, estão totalmente inseridos e fazem parte obrigatória da metodologia empregada no desenvolvimento de grandes projetos estruturais, em especial aqueles ligados à engenharia de barragens. Deve-se ressaltar que o emprego cada vez mais frequente de modelos estruturais completos só se tornou viável graças ao acelerado desenvolvimento a que as ferramentas computacionais foram submetidas, principalmente aquelas ligadas à computação gráfica, permitindo o desenvolvimento de programas de cálculo automático mais eficientes, não só na construção destes modelos, como também na rapidez da sua resolução e interpretação dos seus resultados.

Na primeira parte deste trabalho, apresentada na edição 63 da revista CON-



CRETO & Construções, se discorreu sobre as etapas de estudo e projeto de aproveitamentos hidrelétricos, abordando-se ainda os aspectos ligados à segurança das estruturas de concreto a partir da definição dos critérios de projeto estrutural, descrevendo e classificando as ações atuantes nas estruturas. Nesta segunda parte, serão abordados os aspectos ligados à segurança das estruturas de concreto, indicando-se as condições a serem garantidas em relação aos estados limites possíveis e mostrando-se os modelos estruturais a serem utilizados no projeto dos elementos de um dado aproveitamento, com a exemplificação de estruturas de concreto de barragens já projetadas.

A numeração dos itens, equações, figuras e gráficos prosseguirá da estabelecida no artigo anterior referido.

## 8. SEGURANÇA DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

A verificação da segurança das estruturas deve ser feita tendo em conta os estados limites último e de utilização, para todas as condições de carregamento definidas para as diversas estruturas do aproveitamento que fazem parte dos critérios de projeto.

A seguir, são indicadas as condições de segurança a serem respeitadas relativamente aos estados limites de perda do equilíbrio como corpo rígido, ao estado limite último por ruptura ou deformação plástica excessiva e aos estados limites de utilização por formação e abertura de fissura.

### 8.1 ESTADO LIMITE ÚLTIMO DE PERDA DO EQUILÍBRIO COMO CORPO RÍGIDO

A segurança das estruturas em relação ao Estado Limite Último de Perda do Equilíbrio como Corpo Rígido corresponde à avaliação da sua segurança global em relação aos três movimentos de corpo rígido e é realizada a partir das análises clássicas de estabilidade, determinando-se os fatores de segurança ao tombamento, deslizamento e flutuação, para as diversas combinações de ações que

caracterizam os carregamentos normais, excepcionais, limites e de construção.

Assim, são definidos:

#### FATOR DE SEGURANÇA AO TOMBAMENTO (FST)

O Fator de Segurança ao Tombamento  $FST$  é definido para cada tipo de carregamento, como sendo a relação entre o momento estabilizante e o momento de tombamento, calculados em relação ao ponto ou eixo efetivo de rotação e considerando-se os valores característicos das ações, ou seja:

$$FST = \frac{G_{sk} - G_{nk}}{Q_{nk}} \quad (5)$$

onde

$G_{sk} - G_{nk}$  - somatória dos momentos das cargas verticais estabilizantes ( $G_{sk}$ ) e não estabilizantes ( $G_{nk}$ ), sendo consideradas as cargas de peso próprio das estruturas, as cargas permanentes de peso próprio de aterro/enrocamento e as cargas permanentes mínimas correspondentes ao peso próprio de todos os elementos construtivos e dos equipamentos fixos.

$(Q_{nk})$  - somatória dos momentos das demais cargas externas atuantes sobre a estrutura, estabilizantes ou não, tais como pressões hidrostáticas de montante e jusante, sub-pressões, etc.

A Figura 8 ilustra o exemplo de determinação do FST, onde:

$$G_{sk} - G_{nk} = Pa$$

$$Q_{nk} = \frac{\gamma h_M^3}{6} - \frac{\gamma h_J^3}{6} - \frac{\gamma h_J b^2}{6} + \frac{\gamma h_J c^2}{2} + \frac{\gamma (h_M - h_J) c^2}{3} \quad (6)$$

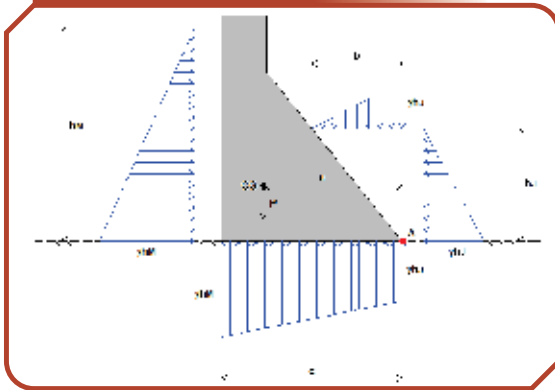
#### FATOR DE SEGURANÇA AO DESLIZAMENTO (FSD)

O Fator de Segurança ao Deslizamento FSD é determinado, para cada tipo de carregamento, tendo em conta a identificação das possíveis superfícies potenciais sobre as quais a estrutura possa sofrer movimento de deslizamento como corpo rígido.

As superfícies potenciais de deslizamento são, em geral, o contato concreto-fundação, ou eventualmente planos de descontinuidade da própria fundação.

Os esforços resistentes, ou seja, que se opõem ao deslizamento, dependem das

**Figura 8 – Determinação do FST – Exemplo**



condições de atrito e coesão a serem mobilizados nas superfícies potenciais.

Assim, o FSD é calculado a partir dos valores característicos das ações, impondo-se a segurança por meio dos fatores de redução das resistências mobilizadas por atrito e coesão.

Desta forma, tem-se:

$$FSD = \frac{\sum N_k \operatorname{tg} \Phi + \sum A \cdot c}{\sum H_k} \cdot \frac{FSD_\Phi + FSD_c}{FSD_\Phi} \quad (7)$$

onde:

$\sum N_k$  - resultante de todas as forças normais à superfície de deslizamento

$\sum H_k$  - resultante de todas as forças paralelas à superfície de deslizamento

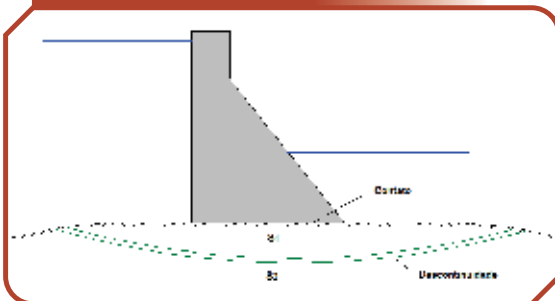
$\Phi$  - ângulo de atrito característico da superfície de deslizamento

$A$  - área efetiva de contato

$c$  - coesão característica da superfície de deslizamento

$FSD_\Phi$  - fator de redução da resistência por atrito

**Figura 9 – Superfícies Potenciais de Deslizamento**



$FSD_c$  - fator de redução da resistência de coesão.

### FATOR DE SEGURANÇA À FLUTUAÇÃO (FSF)

O FSF é determinado, para cada tipo de carregamento, como a relação entre o total das forças gravitacionais estabilizantes e o total das forças de subpressão, ou seja:

$$FSF = \frac{\sum N_{rk}}{\sum N_{sk}} \quad (8)$$

### GARANTIA DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA

A segurança em relação ao tombamento e flutuação é garantida desde que respeitados, para os diversos casos de carregamento, os fatores de segurança mínimos indicados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Coeficientes FST e FSF**

	Normal Construção (CN)	Excepcional (CC)	Limite (CE)	Limite (CL)
FST ≥	1,5	1,3	1,2	1,1
FSF ≥	1,3	1,2	1,1	1,1

A segurança em relação ao deslizamento é garantida, para os diversos casos de carregamento, desde que respeitada a desigualdade  $FSD \geq 1,0$  e utilizando-se os fatores de minoração das resistências por atrito e coesão, indicados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Coeficientes  $FSD_\Phi$  e  $FSD_c$**

	Normal Construção (CN)	Excepcional (CC)	Limite (CE)	Limite (CL)
$FSD_\Phi$	1,5	1,3	1,1	1,1
$FSF_c$	3,0	2,0	1,5	1,3

A verificação da segurança em relação ao estado limite último de perda de equilíbrio como corpo rígido deve ser complementada por uma verificação das tensões

no contato estrutura-fundação. Consideram-se, principalmente nas barragens do tipo gravidade, na avaliação das tensões no contato, as hipóteses da resistência dos materiais de distribuição linear de tensões, levando-se em conta ainda a condição de que, no contato, a resistência à tração é nula. Desta forma, além da garantia da segurança imposta pelas análises de estabilidade global, deve-se garantir, a partir das avaliações das tensões no contato, as condições abaixo indicadas:

- Limitação das tensões efetivas no pé de jusante da barragem em comparação com as tensões admissíveis na fundação;
- Para a condição de carregamento normal, não se permite descolamento do contato estrutura-fundação no pé de montante.

Para as condições de carregamento excepcional e limite:

- Permite-se o descolamento do pé de montante, porém com uniformização do diagrama de subpressão, no trecho descolado. Caso o descolamento se deva exclusivamente a uma ação de curta duração, por exemplo sismo, não se procede à uniformização do diagrama de subpressão.

- Permite-se um comprimento máximo de descolamento, tal que a distância entre o final do trecho descolado e a linha de drenos não ultrapasse a 5% da carga hidráulica de montante. Caso este limite não seja respeitado, deve-se desconsiderar a eficiência do sistema de drenagem.
- Exige-se que o descolamento seja tal que ainda mantenha o CG da seção de contato comprimido.

Em alguns casos em que se tenha conhecimento completo do modelo geológico da fundação, com indicação das descontinuidades existentes e dos parâmetros de resistência das mesmas, poderá se proceder a uma análise de tensões a partir de modelos matemáticos, levando-se em conta as fases construtivas.

## 8.2 ESTADO LIMITE ÚLTIMO POR RUPTURA

As estruturas de concreto armado com comportamento nítido de flexão, como vigas, paredes, lajes e cascas (peças lineares ou de superfície), são dimensionadas na ruptura, para todos os carregamentos obtidos a partir das combinações de ações possíveis de nelas ocorrerem. É importante que os critérios de projeto definam os fato-

Tabela 3 – Fatores de majoração

Combinações Normais		
Ações Permanentes ( $\gamma_g$ )	Desfavoráveis	Favoráveis
peso próprio	1,3 (*)	1,0
pressão hidrostática (NA normal)	1,3 (**)	1,0
subpressões (NA normal)	1,4	0,9
empuxos de terra	1,4	0,9
assoreamento	1,4	0,9
pressão intersticial	1,0	0,9
retração	1,2	0,0
recalques de apoio	1,2	0,0
Ações Variáveis ( $\gamma_q$ )		
pressões hidrostáticas (NA máximo normal, mínimo normal)		1,3 (**)
subpressões (NA máximo normal, mínimo normal)		1,4
pressões hidrodinâmicas		1,4
vento como variável secundária (valor de $\gamma_q \cdot \psi_o$ )		1,4 x 0,6
efeito temperatura como variável secundária (valor de $\gamma_q \cdot \psi_o$ )		1,2 x 0,6
cargas acidentais móveis		1,4

(\*) considerada como ação de pequena variabilidade e portanto condicionada a controle a ser garantido durante a execução; caso contrário  $\gamma_g = 1,4$  (0,9).

(\*\*) se os níveis normais forem considerados como médios dos níveis variáveis:  $\gamma_g = 1,4$  (0,9) ou  $\gamma_g = 1,4$ .



res de majoração a serem considerados em cada ação, tendo em conta os tipos de carregamento considerados nas verificações na ruptura. A tabela 3 lista os valores dos fatores de majoração a serem empregados para as combinações normais.

No caso de ações variáveis que acompanham uma dada ação variável principal, deverão ser adotados, para os primeiros, os fatores de combinação  $\psi_0$  indicados na tabela 6 da NBR-8681.

### COMBINAÇÕES EXCEPCIONAIS. COMBINAÇÕES LIMITES

Na definição das combinações excepcionais, as ações permanentes e variáveis, que acompanham tais combinações, deverão ser ponderadas com  $\gamma_f = 1,2$ , enquanto que, nas combinações limites, a ponderação será feita com  $\gamma_f = 1,1$ . Para ambos os casos, as ações excepcionais que as definem deverão ser ponderadas com  $\gamma_f = 1,0$ .

### COMBINAÇÕES DE CONSTRUÇÃO

Na definição das combinações de construção, as ações permanentes e variáveis que as compõem, deverão ser ponderadas com  $\gamma_f = 1,2$ .

Independente do tipo de combinação, a ação correspondente à pressão intersticial deverá ser ponderada sempre com  $\gamma_f = 1,0$ .

## 8.3 ESTADO LIMITE DE UTILIZAÇÃO

Nas verificações correspondentes aos estados limites de formação e abertura de fissura e deformações excessivas, só serão consideradas combinações de ações normais obtidas a partir dos seus valores característicos, ou seja, adotando-se  $\gamma_f = 1,0$ . Compõem, portanto, estas combinações as ações permanentes e as ações variáveis.

O Estado Limite de Utilização correspondente ao Estado Limite de Abertura de Fissura adota, para valor característico da abertura máxima,  $w_k=0,4$  mm; este limite atende às exigências de durabilidade relacionadas à fissuração que é recomendada pela NBR 6118- 2008, para as estruturas de concreto armado com classe de agressividade ambiental CAA1, utilizada para ambientes rurais e estruturas submersas.

## 8.4 ESTADO LIMITE DE FORMAÇÃO DE FISSURA POR RETRAÇÃO DO CONCRETO

Para todas as estruturas de concreto será feita a determinação da armadura mínima para controle da fissuração, adotando-se, para valor característico da abertura máxima da fissura,  $w_k=0,4$  mm.

## 9. MODELOS MATEMÁTICOS

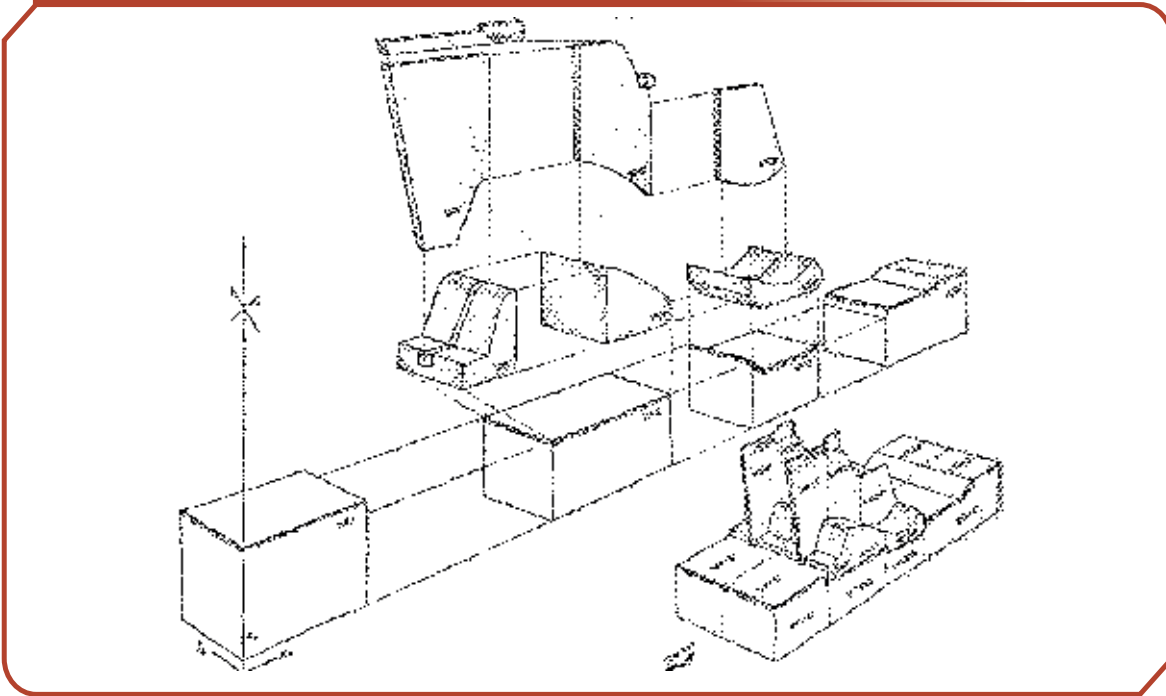
### 9.1 UM POUCO DE HISTÓRIA

Atualmente, a metodologia empregada no desenvolvimento de projetos de obras de grande porte e, em especial, na etapa de projeto executivo de aproveitamentos hidrelétricos, tem adotado modelos matemáticos com base no Método dos Elementos Finitos, cada vez mais completos quanto à representação geométrica e simulação do comportamento das estruturas.

Foi no final da década de 60 que começou a se utilizar a modelagem matemática na resolução de problemas estruturais, com base na Análise Matricial de Estruturas, o que veio a permitir o desenvolvimento de programas de cálculo automático para a resolução das estruturas reticuladas planas (pórticos e grelhas) ou tridimensionais. Apesar da limitação da capacidade de memória dos computadores daquela época, já surgiam alguns programas comerciais para a resolução destas estruturas, como, por exemplo, o STRESS, que veio, em 1968, junto com os computadores IBM-360.

No início da década de 70, algumas das mais importantes empresas de consultoria na área de engenharia civil começaram a desenvolver programas de cálculo automático para a resolução de problemas da mecânica dos sólidos deformáveis, em particular aqueles ligados aos modelos planos, axissimétricos e tridimensionais da Teoria da Elasticidade. Estas ferramentas computacionais “caseiras” começaram a ser aplicadas principalmente em projetos de engenharia, como túneis e barragens, porém com enormes dificuldades, devido principalmente à pequena capacidade de memória dos computadores da época, exigindo

Figura 10 – Perspectiva do bloco do Vertedouro



artifícios numéricos, como a utilização de subestruturação que viabilizavam a resolução de sistemas de equações lineares de grandes dimensões envolvidos na resolução do modelo estrutural.

Outra dificuldade enfrentada na época era a representação gráfica do modelo estrutural a partir de sua geometria discretizada e a obtenção e codificação dos dados de entrada correspondentes, principalmente das coordenadas dos pontos nodais

e da definição dos elementos dados pela incidência dos nós. O fato de não existirem ferramentas computacionais gráficas obrigava a se construir o modelo geométrico e a interpretar os resultados da análise de forma manual, demandando um trabalho muito grande e quase que artesanal.

Inúmeros projetos importantes nessa época foram desenvolvidos com o emprego de modelos matemáticos, apesar das dificuldades acima citadas.

Figura 11 – Discretização utilizada na modelagem da soleira

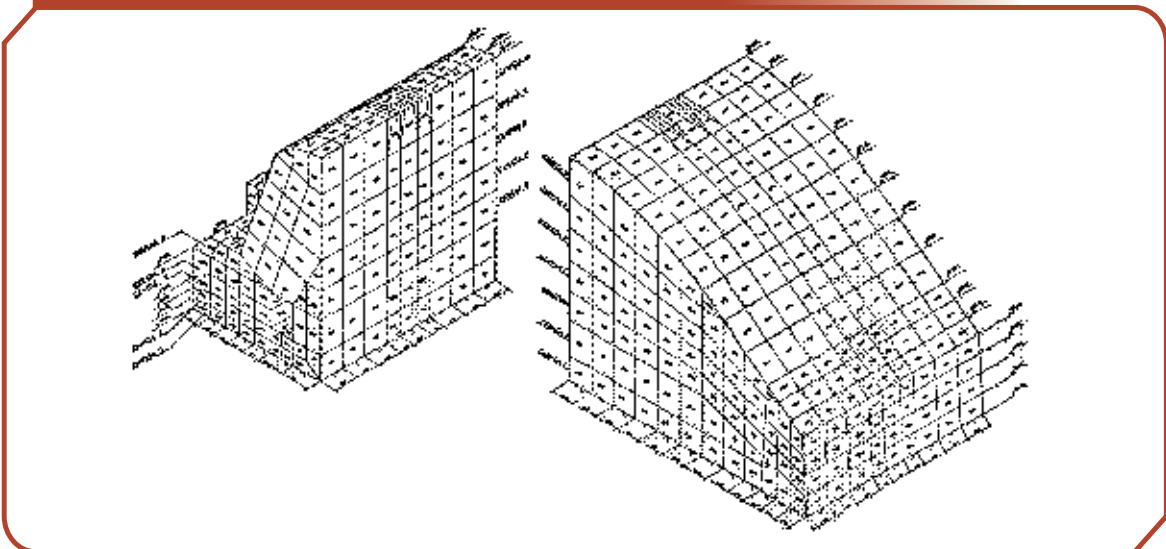
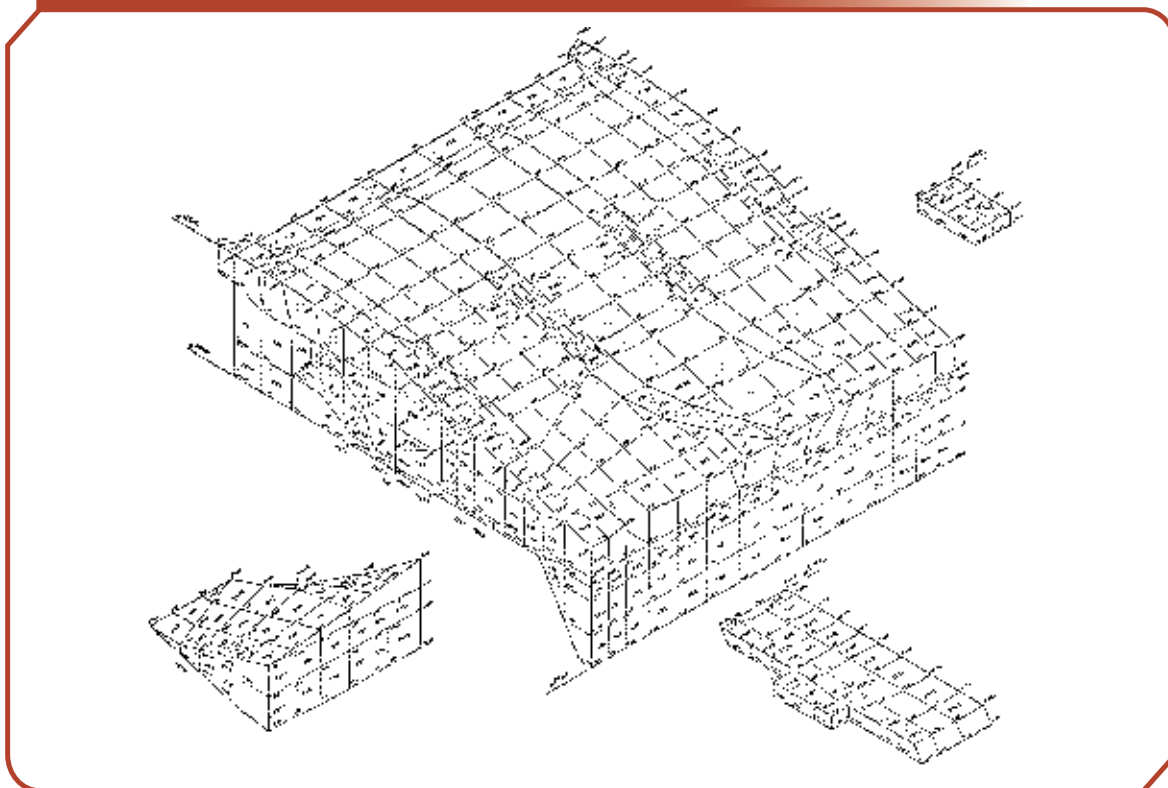


Figura I2 – Discretização da laje de fundo da Tomada d'Água



Como exemplo, podemos citar os modelos estruturais empregados no desenvolvimento do projeto executivo das estruturas de concreto do Vertedouro e do bloco da Tomada d'Água / Casa de Força da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera, da CESP, localizada no Rio Paraná. Este

projeto, que teve início em 1980, foi um dos pioneiros no emprego de modelos tridimensionais completos das estruturas de concreto interagindo com a fundação, empregando elementos isoparamétricos de oito pontos nodais, utilizando em sua resolução, programa de cálculo automá-

Figura I3 – Discretização da parede lateral

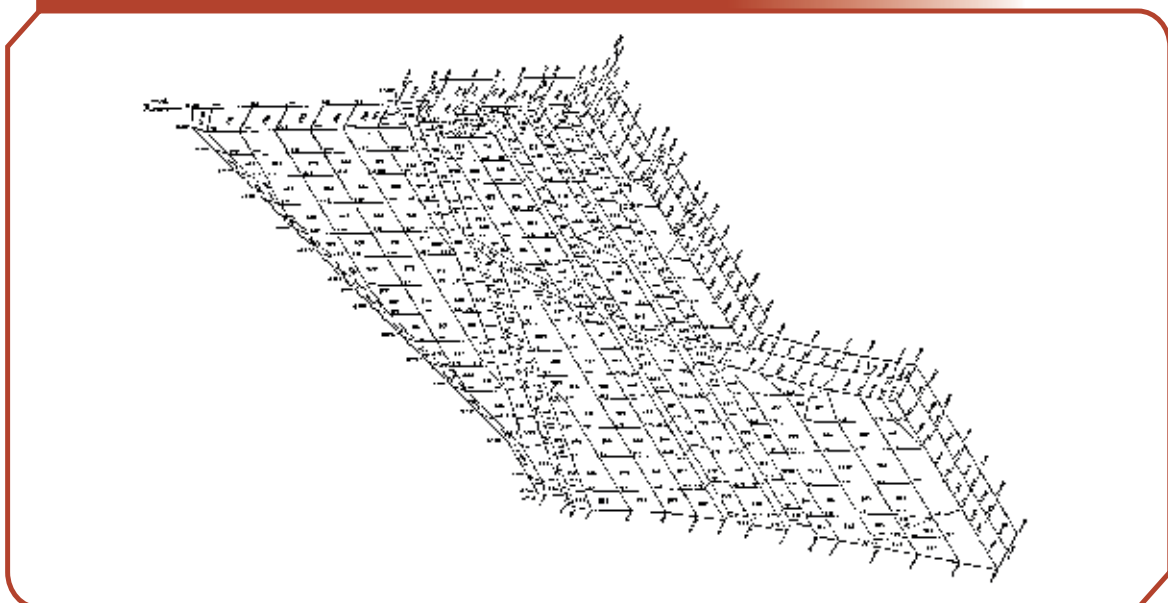
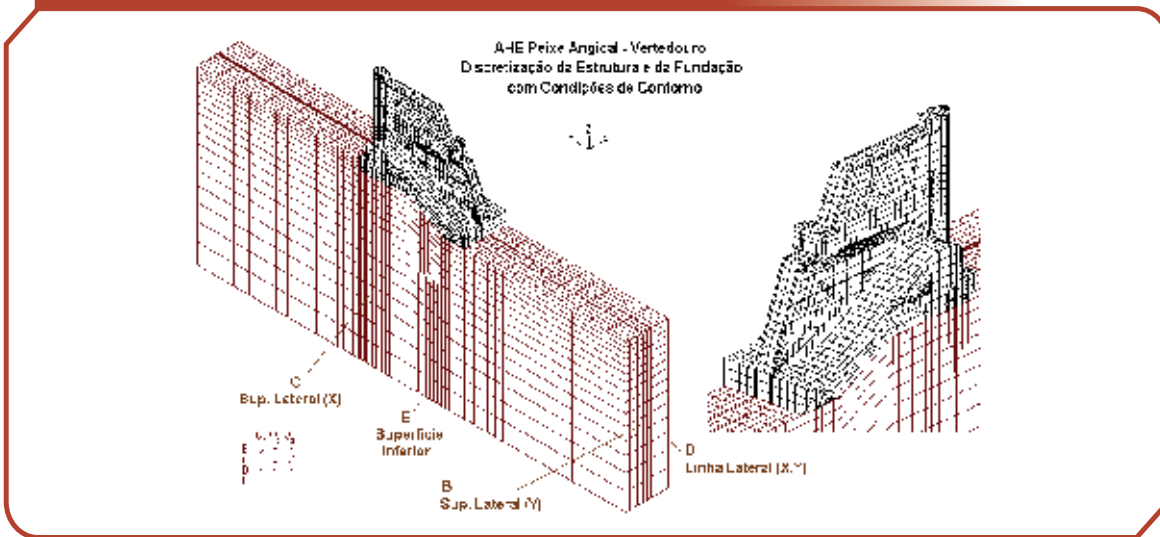




Figura I4 – Modelo do Vertedouro



tico desenvolvido pela equipe técnica da Themag Engenharia.

A Figura 10 mostra uma perspectiva do bloco do Vertedouro incorporado à fundação e que gerou o modelo tridimensional empregado no seu projeto estrutural, enquanto que a Figura 11 ilustra a discretização usada na modelagem da sua soleira.

As Figuras 12 e 13 mostram a discretização da laje de fundo da Tomada d'Água e de uma das paredes laterais, que representam parte do modelo empregado no seu projeto estrutural.

## 9.2 EXEMPLOS ATUAIS DE MODELAGEM ESTRUTURAL

O surgimento dos microcomputadores, com a sua capacidade de memória cada

vez maior e com os recursos de computação gráfica extremamente eficientes, permitiu a disponibilização no mercado de programas de alta qualidade e performance para o emprego em projeto de modelos estruturais completos, com rapidez de resolução e fácil interpretação dos resultados finais.

As Figuras 14 e 15 mostram o modelo empregado no projeto estrutural da UHE Peixe Angical, da Enerpeixe, em que se utilizou elementos isoparamétricos tridimensionais com o auxílio do programa ADINA.

As Figuras 16 e 17 mostram o modelo tridimensional da Tomada d'Água da UHE Corumbá IV, feito com o emprego do programa SAP, onde se utilizou elementos de casca na sua modelagem.

Figura I5 – Tensões Normais na soleira do Vertedouro

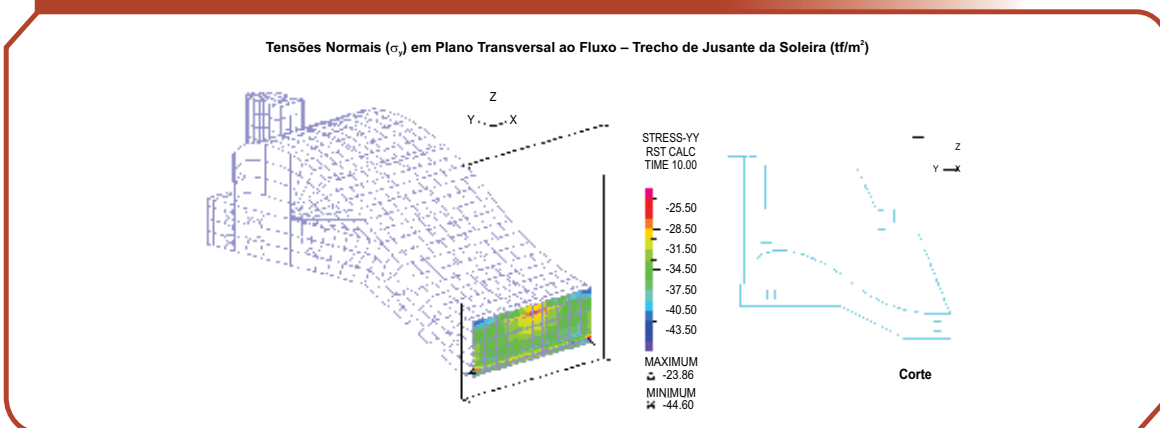


Figura 16 – Modelo da Tomada d'Água de Corumbá IV

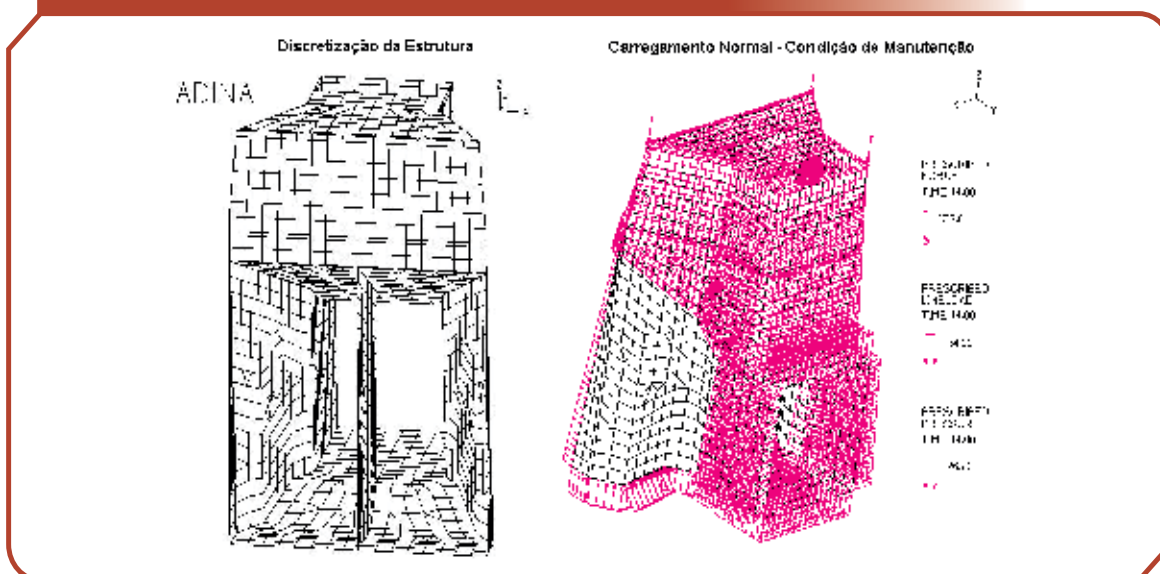
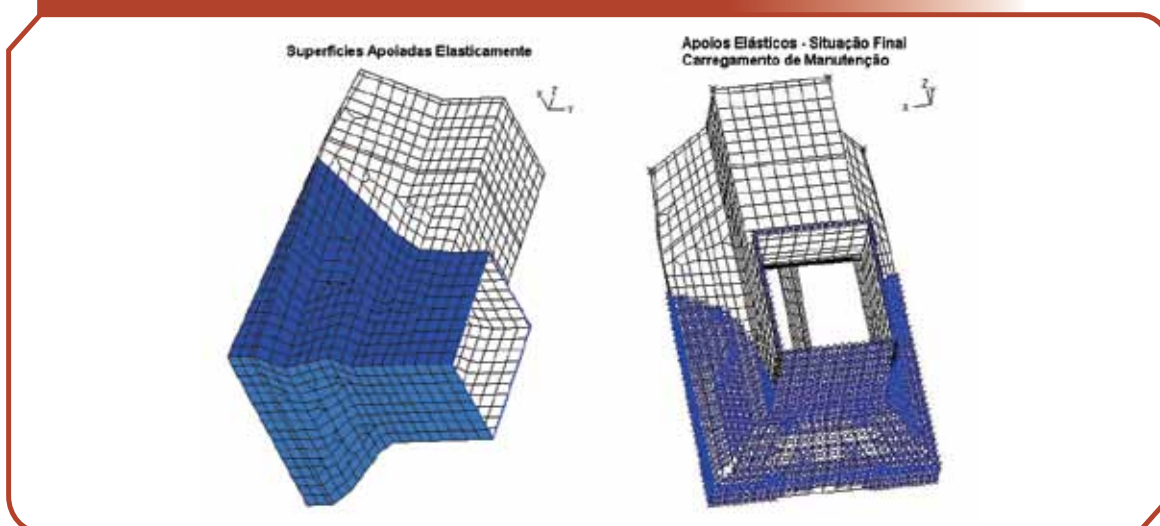


Figura 17 – Apoio elástico da Tomada d'Água



## 10. AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Eng<sup>a</sup> Pollyana Gil

Cunha pelas sugestões apresentadas e pela revisão do texto final.

## Referências Bibliográficas

- [01] Diretrizes para elaboração de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas - Eletrobrás - Outubro, 1995.
- [02] Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas - Eletrobrás - Outubro, 2003.
- [03] NBR 8681 - Ações e Segurança nas Estruturas - ABNT, 2003.
- [04] NBR 6118 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento - ABNT, 2007.
- [05] H. M. Westergaard - Water Pressure on Dams during Earthquakes, ASCE, vol. 98, 1933.
- [06] Dynamic Soil and Water Pressures of Submerged Soils, Journal of Geotechnical Engineering, Volume III, 10/1985.
- [07] Bureau of Reclamation. ■

# 53<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto homenageia os profissionais destacados entre os sócios do IBRACON

FÁBIO LUÍS PEDROSO

**T**radicionalmente, o Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON premia os engenheiros, arquitetos e técnicos que se destacaram no ano corrente por suas pesquisas, realizações e descobertas relacionadas à tecnologia do concreto e aos seus sistemas construtivos. O objetivo é reconhecer os profissionais que têm contribuído significativamente para a divulgação e o progresso do conhecimento sobre o concreto.

Neste ano, nove profissionais foram homenageados na Solenidade de Abertura do 53<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto, fórum nacional de debates sobre o concreto e seus sistemas construtivos, que aconteceu de 1<sup>o</sup> a 4 de novembro, no CentroSul, em Florianópolis.

Além dos premiados 2011, o IBRACON fez, na abertura do 53<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto, uma homenagem póstuma ao engenheiro Érico Bitencourt de Freitas, recém-falecido, concedendo-lhe uma placa de Honra do Mérito, e ao professor aposentado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Péricles Brasiliense Fusco, outorgando-lhe o título de sócio honorário do IBRACON, por suas contribuições à engenharia civil brasileira.

Foram entregues ainda os prêmios do Concurso de Teses e Dissertações 2011, que, neste ano, prestigiou os melhores trabalhos científicos de mestrado na área de estruturas e de materiais sobre o concreto, cadastrados no Banco de Teses e Dissertações do site do IBRACON e defendidos no período de março de 2009 a fevereiro de 2011.



# Destaques do Ano 2011

## PRÊMIO “EMILIO BAUMGART”

### Destaque do Ano em Engenharia Estrutural

#### ■ EDUARDO BARROS MILLEN



Eng. Millen posa com prêmio ao lado do diretor de certificação de mão de obra do IBRACON, Eng. Julio Timerman

PROJETISTA COM LARGA EXPERIÊNCIA EM CÁLCULO ESTRUTURAL E NA COORDENAÇÃO, GERENCIAMENTO E CONSULTORIA DE PROJETOS E CONSTRUÇÕES DE OBRAS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS, AEROPORTUÁRIAS E METROVIÁRIAS.

FORMADO EM ENGENHARIA CIVIL PELA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO(USP), EM 1969, PÓS-GRADUOU-SE EM ESTRUTURAS ESPECIAIS DE CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO PELA USP, BEM COMO EM ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS PELA FGV, NA ÁREA DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES INDUSTRIAIS.

EM SUA CARREIRA PROFISSIONAL, PASSOU PELAS EMPRESAS CINASA - CONSTRUÇÃO INDUSTRIAL NACIONAL (1969-1976), RACIONAL ENGENHARIA (1976-1978) E NORDON INDÚSTRIAS METALÚRGICAS (1979-1996).

ATUALMENTE, É SÓCIO-DIRETOR DA ZAMARION E MILLEN CONSULTORES, EMPRESA DE PROJETOS E CONSULTORIA, FUNDADA EM 1981, E PRESIDENTE DA ASSOCIAÇÃO

BRASILEIRA DE ENGENHARIA E CONSULTORIA ESTRUTURAL (ABECE), ENTIDADE NACIONAL COMPROMETIDA COM A VALORIZAÇÃO DA PROFISSÃO DE ENGENHEIROS ESTRUTURAIS.

## PRÊMIO “GILBERTO MOLINARI”

### Destaque do Ano em Reconhecimento aos Serviços Prestados ao IBRACON

#### ■ JOSÉ LUIZ ANTUNES DE OLIVEIRA E SOUSA



Prof. Antunes (esq.) recebe o prêmio do 2º vice-presidente do IBRACON, Prof. Tulio Bittencourt

EDITOR, DESDE 2006, DA REVISTA CIENTÍFICA IBRACON STRUCTURAL JOURNAL E DE SUA SUCESSORA IBRACON STRUCTURES AND MATERIALS JOURNAL, ASSUMIU O CARGO DE DIRETOR DE PUBLICAÇÕES DO IBRACON NA GESTÃO 2007/2009.

FORMADO EM ENGENHARIA CIVIL PELA ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (1975), OBTVEU SEU TÍTULO DE MESTRADO EM ENGENHARIA PELA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (1984), DE DOUTORADO EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS PELA CORNELL UNIVERSITY (1992) E DE PÓS-DOUTORADO PELA UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE CATALUNYA (2002).

ANTES DE INGRESSAR COMO DOCENTE NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP), EM 1983, ONDE OCUPA ATUALMENTE O CARGO DE PROFESSOR TITULAR, ATUOU, COMO ENGENHEIRO DE PROJETOS, NAS EMPRESAS PROMON ENGENHARIA E MAUBERTEC ENGENHARIA DE PROJETOS.

EM SUA CARREIRA ACADÊMICA, TEM PUBLICADOS 15 ARTIGOS EM PERIÓDICOS ESPECIALIZADOS, 2 CAPÍTULOS DE LIVROS, 62 TRABALHOS EM ANAIS DE EVENTOS TÉCNICOS, E ORIENTOU OITO DISSERTAÇÕES DE MESTRADO, TRÊS TESES DE DOUTORADO E 11 TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NAS ÁREAS DE ENGENHARIA CIVIL E ENGENHARIA DE PETRÓLEO.

COMO PESQUISADOR NA ÁREA DE MECÂNICA DAS ESTRUTURAS, DESENVOLVE OS TEMAS: MECÂNICA DE FRATURAS, ANÁLISE INVERSA, MONITORAÇÃO, CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS, SIMULAÇÃO E ANÁLISE COMPUTACIONAL, FRATURAMENTO HIDRÁULICO E FRATURAMENTO ÁCIDO DE ROCHAS.

## PRÊMIO “ARY FREDERIDO TORRES”

### Destaque do Ano em Tecnologia do Concreto

#### OSWALDO CASCUDO MATOS



*Diretor técnico do IBRACON, Geol. Carlos Campos (esq.), faz entrega do prêmio ao Prof. Cascudo Matos*

PESQUISADOR E CONSULTOR NAS ÁREAS DE TECNOLOGIA DO CONCRETO, DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO E PATOLOGIA E DESEMPENHO DAS CONSTRUÇÕES, COM MAIS DE 150 ARTIGOS TÉCNICO-CIENTÍFICOS PUBLICADOS EM REVISTAS ESPECIALIZADAS E EM ANAIS DE EVENTOS TÉCNICOS, TENDO, EM 24 ANOS DE ATUAÇÃO NO MERCADO PROFISSIONAL, PRESTADO CONSULTORIAS E ASSESSORIAS TÉCNICAS A DIVERSAS EMPRESAS NACIONAIS EM SUA ÁREA DE ATUAÇÃO.

FORMADO EM ENGENHARIA CIVIL PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (CAMPINA GRANDE), EM 1987, FEZ MESTRADO (1991) E DOUTORADO (2000) NA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). DESENVOLVEU SEU PÓS-DOUTORAMENTO NO INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES (INSA/TOULOUSE, FRANÇA), EM 2004.

É PROFESSOR ASSOCIADO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG), ONDE COORDENA: O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO (MESTRADO) EM GEOTECNIA, ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL (GECON); O CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL; O PROJETO CAPES/BRAFITEC - PROGRAMA DE COOPERAÇÃO FRANCO-BRASILEIRA, ENTRE A UFG E O INSA, PARA A FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS; E O PROJETO COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, EM GOIÂNIA.

COORDENA NO MOMENTO UM PROJETO DE PESQUISA SOBRE CONCRETO COM METACAULIM, DESENVOLVIDO EM COLABORAÇÃO COM A UNIVERSIDADE DE AVEIRO (PORTUGAL); E TEM CONDUZIDO PESQUISAS NA LINHA DE DURABILIDADE DO CONCRETO, COM COPARTICIPAÇÕES DO LABORATOIRE MATÉRIEAUX ET DURABILITÉ DES CONSTRUCTIONS (LMDC/INSA-FRANÇA) E DE FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS (PROJETOS FURNAS/ANEEL).

AUTOR DO LIVRO “O CONTROLE DA CORROSÃO DE ARMADURAS EM CONCRETO” (ED. PINI/ED. UFG, 1997) E DE 6 CAPÍTULOS DE LIVRO (4 DELES PELO IBRACON), COORDENA ATUALMENTE O TRABALHO DE TRADUÇÃO PARA O PORTUGUÊS DO LIVRO “DURABILITÉ DU BÉTON”, EDITADO NA FRANÇA PELO PROF. JEAN-PIERRE OLLIVIER.

## PRÊMIO “LIBERATO BERNARDO”

### Destaque do Ano como Tecnologista em Laboratório de Concreto

#### LUIZ DELFINO VIEIRA BERTOLUCCI



*Eng. Flávio Salles (dir.), da CESP de Ilha Solteira, recebe prêmio do assessor da presidência, Eng. Selmo Kuperman, em nome de Luiz Delfino*

INGRESSOU NO LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL DA COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP), EM ILHA SOLTEIRA, EM 1980, NA FUNÇÃO DE LABORATORISTA E, HOJE, OCUPA O CARGO DE TÉCNICO DE LABORATÓRIO IV, TOPO DA FUNÇÃO OPERACIONAL, RESPONSÁVEL PELOS ENSAIOS QUÍMICOS EM AGLOMERANTES E PELOS SERVIÇOS DE COMPILAÇÃO DE RESULTADOS DE ENSAIOS DO NÚCLEO DE TECNOLOGIA DO CONCRETO.

PARTICIPOU DA EQUIPE DE TÉCNICOS DO LABORATÓRIO NO PERÍODO DE CONSTRUÇÃO DOS GRANDES EMPREENDIMENTOS DA CESP: AS HIDRELÉTRICAS DE ÁGUA VERMELHA, NOVA AVANHANDAVA, ROSANA, TIAQUARUÇU, TRÊS IRMÃOS, CANOAS E PORTO PRIMAVERA.

ATUOU, NO INÍCIO DA CARREIRA, COMO LABORATORISTA NA SALA DE ENSAIOS EM AGLOMERANTES - EXECUÇÃO DOS TESTES QUÍMICOS EM

AGLOMERANTES. DEPOIS ASSUMIU A COORDENAÇÃO TÉCNICA DOS SERVIÇOS DE ENSAIOS FÍSICOS E QUÍMICOS EM AGLOMERANTES, EXERCENDO ATIVIDADES DE EXECUÇÃO E ORIENTAÇÃO DOS ENSAIOS.

TEM DESTACADA PARTICIPAÇÃO NO AUXÍLIO ÀS PESQUISAS ACADÊMICAS CIENTÍFICAS DE MESTRADO E INICIAÇÃO CIENTÍFICA, BEM COMO NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE INTERESSE DA CESP.

## PRÊMIO “ARGOS MENNA BARRETO”

### Destaque do Ano em Engenharia de Construções

#### ■ LUIZ DE BRITO PRADO VIEIRA



Eng. Luiz de Brito (esq.) posa com prêmio ao lado de seu pai, Luiz Prado Vieira Júnior, diretor de eventos do IBRACON

COORDENADOR DE PROJETOS E TECNOLOGIA NA ENGENIX/VOTORANTIM, DESDE 1999, É RESPONSÁVEL PELA GESTÃO DE PROJETOS DO GRUPO, DENTRE OS QUAIS:

- PROGRAMA PERDA ZERO: PROJETO DE SUSTENTABILIDADE DA ENGENIX BASEADO NA RECICLAGEM DE CONCRETOS DEVOLVIDOS, PREMIADO COM O TOP ANAMACO 2009;
- PROJETO VCP DE TRÊS LAGOAS, EM MATO GROSSO DO SUL, A MAIOR FÁBRICA DE PAPEL E CELULOSE DO MUNDO
- DIVERSOS PROJETOS DAS ÁREAS DE CONCRETO E AGREGADO,
- IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CAPACITAÇÃO E TREINAMENTOS NAS ÁREAS DE TECNOLOGIA DO CONCRETO, MÉTODOS CONSTRUTIVOS E PROJETOS DE INOVAÇÃO E DE MELHORIAS
- SISTEMA DE EXCELÊNCIA “VCPS” PARA AS UNIDADES DE CONCRETO E AGREGADO.

ANTES DE INGRESSAR NA ENGENIX/VOTORANTIM, COORDENOU EQUIPE EM INSPEÇÃO E PATOLOGIA DE ESTRUTURAS, PELA EPT ENGENHARIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS, PARA O METRO DE SÃO PAULO. PELA MESMA EMPRESA, PARTICIPOU NA FISCALIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE MATERIAIS NAS OBRAS DOS TÚNEIS AYRTON SENNA E SEBASTIÃO CAMARGO, DO RESERVATÓRIO DO PACAEMBU E DE DIVERSAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO SANITÁRIO DA SABESP.

FORMADO EM ENGENHARIA CIVIL PELA UNIVERSIDADE MACKENZIE, EM 1997, OBTVE SUA PÓS-GRADUAÇÃO NO CURSO “PERÍCIAS E AVALIAÇÕES” DA FAAP/IBAPE, EM 2002. É CERTIFICADO COM MASTER BLACK BELT NA METODOLOGIA SIX SIGMA DESDE 2004 E CERTIFICADO COMO PMP PROJECT MANAGER PROFESSIONAL PELO PMI PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE DESDE 2007.

## PRÊMIO “FRANCISCO DE ASSIS BASÍLIO”

### Destaque do ano em Engenharia na região do evento

#### ■ LUIZ ROBERTO PRUDÊNCIO JÚNIOR



Prof. Prudêncio (esq.) recebe prêmio do diretor regional do IBRACON em Santa Catarina, Eng. Joécio Stocco

PROFESSOR TITULAR DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC) E COORDENADOR DO GRUPO DE TECNOLOGIA EM MATERIAIS E COMPONENTES A BASE DE CIMENTO PORTLAND (GTec), ONDE DESENVOLVE PESQUISAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS E COMPONENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

FORMADO EM ENGENHARIA CIVIL PELA UFSC, EM 1981, CONCLUIU SEU MESTRADO EM ALVENARIA ESTRUTURAL NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS), EM 1986; SEU DOUTORADO EM TECNOLOGIA DO CONCRETO NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP), EM 1993; E SEU PÓS-DOUTORADO EM CONCRETO PROJETADO COM FIBRAS, NA LOUGHBOROUGH UNIVERSITY, INGLATERRA, EM 2001.

CONSULTOR DE OBRAS NO BRASIL E NO EXTERIOR NA ÁREA DE CONCRETOS ESPECIAIS, SOBRETUDO NOS ESTUDOS DE DESENVOLVIMENTO E CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO PROJETADO.



## PRÊMIO “EPAMINONDAS MELO DO AMARAL FILHO”

Destaque ao ano em Engenharia no campo do Projeto e Construção de Concreto de Alto Desempenho

### ■ BERNARDO FONSECA TUTIKIAN



Prof. Tutikian (esq.) posa com prêmio ao lado do presidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho

COORDENADOR DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL E PATOLOGIA DAS OBRAS CIVIS NA UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS), ONDE DESENVOLVE ATIVIDADES DE ENSINO E PESQUISA SOBRE TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS, DOSAGEM DE CONCRETOS AUTOADENSÁVEIS, MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, PATOLOGIA, CONCRETO DE ULTRA ALTA RESISTÊNCIA E CONCRETO TRANSLÚCIDO. ATUALMENTE, COORDENA PROJETO, FINANCIADO PELA FINEP, PARA CONSTRUÇÃO DO LABORATÓRIO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS DA UNISINOS.

GERENTE DE OBRAS EM PROJETO E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS NA CONSTRUTORA REX, COM RESPONSABILIDADE TÉCNICA DAS EDIFICAÇÕES “SOLAR PETROPOLIS” E “PUNTAS CARRETAS”.

AUTOR DO LIVRO “CONCRETO AUTOADENSÁVEL”, PUBLICADO PELA

EDITORA PINI EM 2008. FORMADO EM ENGENHARIA CIVIL PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS), EM 2002, ONDE FEZ SEU MESTRADO (2004) E DOUTORADO (2007) EM CONSTRUÇÃO CIVIL.

FOI DISTINGUIDO COM DIVERSAS PREMIAÇÕES, ENTRE AS QUAIS: 1º LUGAR NO PRÊMIO FALCÃO BAUER - CATEGORIA NOVOS MATERIAIS, NOS ANOS DE 2005, 2006 E 2008; 1º LUGAR NO PRÊMIO SINDUSCON-RS - CASE ACADÊMICO, EM 2006 E 2010; 1º LUGAR NO PRÊMIO MELHORES PRÁTICAS DA COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, EM 2007; 1º LUGAR NO 4º CONCURSO OUSADIA IBRACON, EM 2009.

É DIRETOR DO IBRACON REGIONAL RS, MEMBRO DA DIRETORIA DA ALCONPAT BRASIL E COORDENADOR DOS PROCEDIMENTOS RECOMENDÁVEIS DA ALCONPAT INTERNACIONAL.

PRESTA CONSULTORIA PARA EMPRESAS DE PRÉ-FABRICADOS E DE CONSTRUÇÃO NA ÁREA DE CONCRETOS ESPECIAIS, COMO O CONCRETO AUTOADENSÁVEL E O CONCRETO DE ALTA RESISTÊNCIA.

## PRÊMIO “LUIZ ALFREDO FALCÃO BAUER”

Destaque do ano em Engenharia no campo das Pesquisas do concreto e materiais constituintes

### ■ ANTONIO DOMINGUES DE FIGUEIREDO



Prof. Figueiredo recebe prêmio da diretora financeira da Regional IBRACON de Santa Catarina, Eng. Luciana Maltez Lengler Calçada

PROFESSOR DOUTOR DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP), ONDE DESENVOLVE TRABALHOS NAS ÁREAS DE CONCRETOS ESPECIAIS (CONCRETO PROJETADO, CONCRETO COM FIBRAS), TÚNEIS, PAVIMENTAÇÃO E NA ÁREA DE RESÍDUOS APLICADOS COMO AGREGADOS EM CONCRETOS DE CIMENTO PORTLAND.

FORMADO EM ENGENHARIA CIVIL NA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (1987), ONDE OBTVEU TAMBÉM SEU MESTRADO (1992) E DOUTORADO (1997). REALIZOU SEU PÓS-DOUTORAMENTO NA UNIVERSIDADE POLITÉCNICA DE CATALUNHA (2010) E OBTVEU O TÍTULO DE LIVRE-DOCENTE EM 2011.

É COORDENADOR TÉCNICO DO COMITÊ BRASILEIRO DE TÚNEIS DA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS (CBT/ABMS) E REPRESENTANTE BRASILEIRO NAS ATIVIDADES DO GRUPO DE TRABALHO SOBRE QUALIDADE DO INTERNATIONAL TUNNELLING ASSOCIATION (ITA).

EM SUA CARREIRA PROFISSIONAL, TEM ATUADO NAS COMISSÕES DE ESTUDO DE PROJETO DE NORMALIZAÇÃO SOBRE CONCRETO PROJETADO, FIBRAS DE AÇO E TUBOS DE CONCRETO PARA ÁGUAS PLUVIAIS E ESGOTO, TENDO SIDO AUTOR DE ALGUNS TEXTOS-BASE.

# PRÊMIO “LUIZ LOBO BARBOSA CARNEIRO”

## Destaque do ano como Pesquisador na área do Concreto Estrutural

### ■ LÍDIA DA CONCEIÇÃO DOMINGUES SHEHATA



*Profª Shehata posa com prêmio ao lado do secretário do IBRACON, Eng. Nelson Covas*

PROFESSORA TITULAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF) E PROFESSORA COLABORADORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ), ONDE DESENVOLVE PESQUISAS NA ÁREA DE ESTRUTURAS DE CONCRETO, COM DESTAQUE PARA COMPORTAMENTO E PROJETOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO, PROPRIEDADES E COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE CONCRETOS ESPECIAIS, AVALIAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO.

MEMBRO DA DELEGAÇÃO BRASILEIRA JUNTO A FIB (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DO CONCRETO).

FORMADA EM ENGENHARIA CIVIL PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ), EM 1971, ONDE TAMBÉM OBTVEU SEU TÍTULO DE MESTRE, EM 1974; DOUTOROU-SE E PÓS-DOUTOROU-SE PELA THE POLYTECHNIC OF CENTRAL LONDON, EM 1981 E 1989, RESPECTIVAMENTE.

## SÓCIO HONORÁRIO

### ■ PÉRICLES BRASILIENSE FUSCO



*Em sua casa, Prof. Fusco posa com título ladeado pelos professores Tullio Bittencourt e Paulo Helene (dir.)*

FORMADO EM ENGENHARIA CIVIL PELA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP, EM 1952, ONDE OBTVEU SEU TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL (1965) E DOUTOR EM ENGENHARIA NAVAL (1968). EM 1973, CONCLUIU CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO PELO COMITÉ EUROPÉEN DU BÉTON.

PROFESSOR ASSISTENTE, DOUTOR, LIVRE-DOCENTE E TITULAR DE ESTRUTURAS DE CONCRETO NA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP), DE 1954 A 1997, ONDE FOI O RESPONSÁVEL PELA ORIENTAÇÃO DE 21 DISSERTAÇÕES DE Mestrado e de 21 TESES DE DOUTORADO CONCLUÍDAS, CRIADOR E DIRETOR DO LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS E MATERIAIS ESTRUTURAIIS (LEM).

ENGENHEIRO DO DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS DO INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO (IPT), DE 1953 A 1956.

DE 1957 A 1970, PROJETOU, EM ESCRITÓRIO PRÓPRIO,

OBRAS DE EDIFÍCIOS ALTOS, PONTES, VIADUTOS E OBRAS INDUSTRIAIS.

DE 1970 A 1980, EXERCEU O CARGO DE ENGENHEIRO DIRIGENTE DE PROJETOS ESPECIAIS NA THEMAG ENGENHARIA E NA PROMON ENGENHARIA, PARTICULARMENTE EM ESTRUTURAS DE GRANDES USINAS HIDRELÉTRICAS E DO METRÔ DE SÃO PAULO.

AUTOR DE OBRAS DE REFERÊNCIA DA ENGENHARIA NACIONAL, COMO: “ESTRUTURAS DE CONCRETO - FUNDAMENTOS DO PROJETO ESTRUTURAL” (1976); “ESTRUTURAS DE CONCRETO - FUNDAMENTOS ESTATÍSTICOS DA SEGURANÇA DAS ESTRUTURAS” (1976); “ESTRUTURAS DE CONCRETO - SOLICITAÇÕES NORMAIS” (1981); “TÉCNICA DE ARMAR AS ESTRUTURAS DE CONCRETO” (1994); “TECNOLOGIA DO CONCRETO ESTRUTURAL” (2008); E “ESTRUTURAS DE CONCRETO - SOLICITAÇÕES TANGENCIAIS” (2008).

## HONRA AO MÉRITO

### ■ ÉRICO BITENCOURT DE FREITAS



Eng. Humberto Gama, da Eletronorte, faz entrega da honraria à mulher do Eng. Érico Bitencourt, Vera Mamede de Freitas

FORMADO, EM 1971, EM ENGENHARIA CIVIL PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). NA COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG, TRABALHOU, COMO ENGENHEIRO DE OBRAS E COMO GERENTE DA ÁREA COMERCIAL, NA CONSTRUÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE SÃO SIMÃO, DE 1972 A 1975. DE 1975 A 1987, TRABALHOU NA CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL - ELETRONORTE, PRIMEIRAMENTE COMO GERENTE COMERCIAL DO DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÕES NO RIO DE JANEIRO E BRASÍLIA; EM SEGUIDA, COMO ENGENHEIRO RESIDENTE DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ (1976-1982); E, FINALMENTE, COMO CHEFE DO DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO DA DIRETORIA DE ENGENHARIA EM BRASÍLIA,

ONDE FOI RESPONSÁVEL PELAS OBRAS DA USINA HIDRELÉTRICA DE SAMUEL E DE BALBINA.

DE 1987 A 2011, TRABALHOU NA QUEIROZ GALVÃO, NA ÁREA DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA, PARTICIPANDO NA CONSTRUÇÃO DE OBRAS PARA A CEMIG, COMO MIRANDA, QUEIMADOS E AIMORÉS.

## PRÊMIO DE TESES E DISSERTAÇÕES

### Prêmio Melhor Dissertação em ESTRUTURAS

■ **Título:** Análise Experimental de Lajes Lisas Nervuradas de Concreto Armado com Região Maciça de Geometria Variável ao Puncionamento

#### Autor

Nívea Gabriela Benevides de Albuquerque

#### Orientador

Dênio Ramam Carvalho de Oliveira

#### Universidade

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA

### Prêmio Melhor Dissertação em MATERIAIS

■ **Título:** Estudo da Formação da Etringita Tardia em Concreto por Calor de Hidratação do Cimento

#### Autor

Sandra Kurotusch de Melo

#### Orientador

Nicole Pagan Hasparyk

#### Universidade

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS - UFG



Diretor técnico da Regional IBRACON em Santa Catarina, Eng. Denis Fernandes Weidmann recebe prêmio em nome de Nívea Benevides da Engª Calçada



Engª Nicole Hasparyk recebe prêmio do Eng. Flávio Salles, diretor de cursos do IBRACON



# A ecoeficiência da indústria brasileira de cimento

**ARNALDO BATTAGIN - GEÓLOGO**  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP)

A construção civil é um dos principais indicadores de desenvolvimento de uma nação, refletidos pelo seu grau de urbanização, organização dos sistemas de infraestrutura e obras necessárias ao desenvolvimento social. O concreto, que tem o cimento como componente decisivo para sua qualidade, constitui o material mais consumido pela humanidade, depois da água, sendo empregado em diversos tipos de edificações, como pontes, moradias, estradas, barragens.

A produção de cimento no Brasil, que em 2010 foi responsável por 59,2 milhões de toneladas, posiciona o País em quarto lugar entre os 10 países que mais consomem o produto no mundo. O aumento crescente da demanda levou a indústria de cimento a novos investimentos em seu parque industrial para



*Estação de reciclagem: os pneus inservíveis são aproveitados pelo coprocessamento e as cinzas incorporadas ao processo produtivo*

garantir o fornecimento de cimento para as obras de infraestrutura necessárias ao desenvolvimento do País. Estima-se que até 2016, ano dos jogos olímpicos, o Brasil tenha capacidade instalada para produzir mais de 110 milhões de toneladas por ano.

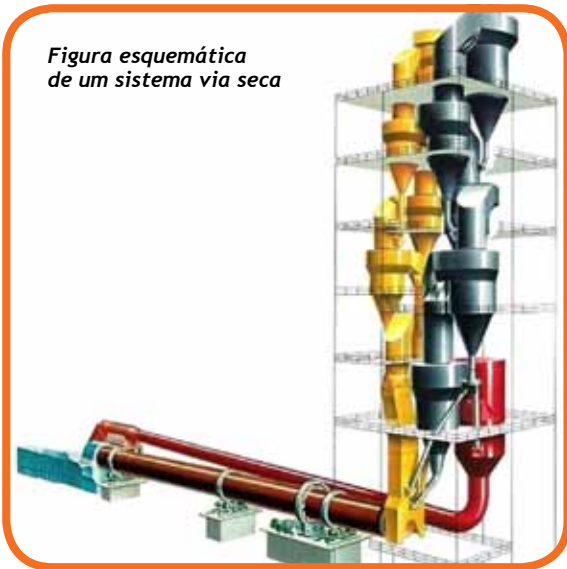
Por outro lado, seu uso crescente implica em atividades impactantes, assim como o próprio desenvolvimento econômico de um país gera situações de impacto ao ambiente. Enfrentar esse desafio é um dever de todo o setor da construção civil.

O cimento Portland como material ligante já atingiu um alto patamar de qualidade, desempenho, competitividade e moderna tecnologia de fabricação. O grande desafio que ora se configura para a indústria de cimento mundial é a diminuição das emissões dos gases de



*Fábrica de coprocessamento no município fluminense de Cantagalo*

Figura esquemática de um sistema via seca



efeito estufa, principalmente o CO<sub>2</sub>, por fazer parte do processo de fabricação desse insumo. Portanto, as inovações e pesquisas têm estado direcionadas à mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>. No Brasil não é diferente e a indústria do cimento brasileira vem dando bons exemplos.

Tanto é assim que o Inventário Nacional dos Gases de Efeito Estufa do Ministério da Ciência e Tecnologia, divulgado em 2010, destaca o Brasil como referência mundial na fabricação de cimento. A indústria doméstica responde por apenas 1,4 % do volume total de emissões de CO<sub>2</sub> contra uma média mundial de 5%.

Para reduzir as emissões, a indústria tem trabalhado em quatro frentes: eficiência energética, combustíveis alternativos, adições ativas ao cimento e captura e armazenagem de carbono.

Dessas áreas, somente a última tem potencial expressivo de crescimento, sendo vista como a solução de futuro para a indústria mundial, mas suas tecnologias ainda não estão plenamente consolidadas, além dos custos, que a torna impraticável atualmente. Isso porque a indústria de cimento no Brasil adota, desde a década de 1970, inovações tecnológicas nas três primeiras frentes e vêm progredindo positivamente.

Hoje, o setor no Brasil apresenta um parque industrial moderno, que opera com 99% dos fornos em sistemas de via

seca, o que garante a diminuição do uso de combustíveis em até 50% em relação aos sistemas via úmida. Para se ter uma idéia, os índices europeus médios são similares aos do Brasil, mas nos Estados Unidos e Rússia, os processos por via úmida respondem por 70% e 87%, respectivamente. Além disso, os altos níveis de eficiência energética são conseguidos por meio de pré-aquecedores e pré-calcinadores, que reaproveitam os gases quentes da saída do forno para pré-aquecer a matéria-prima antes de sua entrada no forno, diminuindo o consumo de combustíveis.

Segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (Snic), multiqueimadores desenvolvidos para a queima simultânea de combustíveis alternativos e convencionais (coque de petróleo, óleo de combustível e carvão mineral e vegetal), sistemas de filtro de alto desempenho, além do monitoramento online de gases para controle ambiental e do processo fazem com que sejam praticados índices específicos de consumo térmico médio de 2.370 MJ/t de cimento ou 825 kcal/kg de clínquer, o que corresponde a menos de 70% da energia térmica específica consumida nos Estados Unidos para produção de uma tonelada de clínquer.

A adoção dessas tecnologias vem colocando o Brasil também como referência mundial nas emissões específicas de CO<sub>2</sub> por tonelada de cimento, com taxas de emissão abaixo de 600 kg/t. De fato,



o setor brasileiro de cimento vem adotando voluntariamente medidas para melhorar o desempenho de seus processos produtivos quanto à emissão de gases de efeito estufa.

A indústria cimenteira nacional aderiu à Iniciativa de Sustentabilidade do Cimento (em inglês CSI), em parceria com o WBCSD (sigla em inglês do Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável), um movimento criado em 1999 pelas dez maiores companhias de cimento do mundo, que atualmente formam um grupo para promover o desenvolvimento sustentável da indústria do cimento.

Em 2010 cerca de 70% da produção brasileira de cimento pertenceu ao universo auditado pela CSI. O início da CSI se caracterizou por uma agenda de metas e compromissos de adesão voluntária para compensar e mitigar os impactos da indústria do cimento ao ambiente, principalmente com relação à redução das emissões dos gases de efeito estufa, tendo como base o ano de 1990.

Paralelo a isso, a indústria de cimento passou a utilizar seus fornos para eliminação de resíduos industriais, numa atividade conhecida como coprocessamento. Para praticar o coprocessamento, o setor vem realizando investimentos para adaptar o processo produtivo para uso dos resíduos quer como combustível alternativo quer como substituto de matéria-prima.

O coprocessamento representa uma integração ambientalmente segura dos resíduos industriais com o processo de elaboração do cimento e é regulamentado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). Isso significa que as fábricas de cimento necessitam de um licenciamento junto às agências ambientais estaduais para desenvolver a atividade, que inclui obediência a limites máximos de emissão de gases e material particulado.

Além dos benefícios ao meio ambiente, a atividade reduz o consumo de combustíveis fósseis e recursos naturais não renováveis, melhora o aproveitamento

das matérias-primas e gera empregos diretos e indiretos.

É uma alternativa economicamente competitiva com relação à disposição em aterros e incineração, e, ao contrário desses processos, caracteriza-se pela destruição total de grandes volumes de resíduos, sem geração de novos passivos ambientais. Por isso está contemplado como técnica de gestão ambiental na nova Política Nacional de Resíduos Sólidos, sancionada pelo governo em agosto de 2010.

No Brasil, os resíduos coprocessados alcançaram a marca de 870 mil toneladas em 2010, dos quais 670 mil foram usados como insumos energéticos e 200 mil como matérias-primas. A capacidade potencial, no entanto, é de 2,5 milhões de toneladas/ano. São pneus inservíveis, resíduos de tintas, borras, lamas contaminadas, resíduos plásticos, lamas de esgoto, grãos de validade vencida, óleos usados, que ao invés da destinação em aterros acabam se transformando em cimento.

Ultimamente várias ações vêm sendo desenvolvidas no Brasil para coprocessar o lixo urbano tratado, o que poderá constituir uma excelente solução para os grandes centros urbanos, onde grande parte dos aterros já está saturada.

Por tudo isso, a indústria cimenteira nacional destaca-se como uma das mais modernas e ecoeficientes do setor em todo o mundo. Mas há muito a ser feito e o consumidor de cimento e concreto precisa estar consciente de seu importante papel para praticar, preferir e exigir menos desperdício nas obras, melhoria da gestão dos canteiros e contratação de profissionais que privilegiem projetos de menor consumo energético, ainda que em detrimento de exigências estéticas.

A mudança climática é tema recorrente de discussão da sociedade moderna, mas o conflito entre desenvolvimento e preservação ambiental tem solução e passa pela inovação tecnológica, mudanças nos hábitos de consumo e visão holística do tema. ■



# Durabilidade do concreto protendido em relação ao concreto armado em ponte situada em ambiente altamente agressivo

**FÁBIO SÉRGIO DA COSTA PEREIRA - DIRETOR**  
ENGEAL-ENGENHARIA E CÁLCULOS LTDA

## 1. HISTÓRICO

**E**m 1988, foi erguida a nova ponte rodo-ferroviária de Igapó, em Natal, Rio Grande do Norte, com comprimento total de 606,50 m e tabuleiro de 12,20 m de largura. A sua superestrutura, em concreto protendido, é formada por seis vigas pré-moldadas protendidas com vão de 34,40 m, seção em duplo T, altura de 2m e peso de 35 t, e por duas vigas do tabuleiro ferroviário, com vão de 34,40m, seção em duplo T, altura de 2,40 m e peso de 45 t. A resistência à compressão da superestrutura é de 26 MPa. As lajes também são protendidas.

A mesoestrutura é constituída de 16 pilares-parede de concreto armado, com espessura de 2,20 m, com superfície superior escalonada. Os apoios das vigas sobre os pilares são todos constituídos de placas de apoio de neoprene fretadas. A resistência à compressão da mesoestrutura é de 18 MPa.

A infraestrutura é constituída de 288

Figura 1 - Vista lateral da Ponte de Igapó, com vigas protendidas sem nenhum indício de corrosão das armaduras



estacas pré-moldadas de seção transversal anelar de concreto armado, com diâmetro interno de 0,30 m e diâmetro externo de 0,60 m, com um comprimento médio de 25 m.

Figura 2 – Vista de um pilar-parede da Ponte de Igapó



Figura 4 – Detalhe da fissura causada pela expansão do concreto devido à corrosão das armaduras em um pilar-parede da ponte



## 2. OBJETIVO

Este artigo tem por objetivo demonstrar através de análises estruturais e visuais a maior durabilidade das estruturas de concreto protendido em relação as de concreto armado. As análises foram efetuadas na ponte rodo-ferroviária descrita acima, localizada em ambiente altamente agressivo, com alta incidência de cloretos, gás carbônico e sulfatos. Como parte de sua estrutura é em concreto armado (mesoestrutura e infraestrutura) e parte é em concreto protendido (superestrutura), foi possível analisar a durabilidade dos dois tipos de concreto, inseridos no mesmo local e com a mesma agressividade.

Figura 3 – Vista lateral de um pilar-parede da Ponte apresentando corrosão das armaduras, com perda de seção e pequeno recobrimento das armaduras (2 cm)



## 3. ANÁLISE ESTRUTURAL

Foram realizados ensaios na estrutura da ponte, visando obter informações sobre o estado de corrosão das armaduras e das estruturas de concreto armado e protendido.

### 3.1 PROBABILIDADE DE CORROSÃO

Foram medidos seis pontos diferentes da estrutura (pilares-parede), utilizando o método do eletrodo de Cobre/Sulfato de Cobre, tendo, por base, a norma ASTM-C 876.

Os valores deram acima de  $-350\text{mv}$ , significando uma probabilidade de cor-

Figura 5 – Detalhe de outro pilar-parede com corrosão generalizada, com perda de seção das armaduras



Figura 6 – Vista da corrosão existente em outro pilar-parede da ponte, com perda de seção das armaduras e expansão do concreto existente



rosão de 95% nas armaduras analisadas (-476mv, -410mv, -452mv, -365mv, -388mv, -434mv).

Não foram realizados ensaios nas vigas protendidas, pois não havia indícios de corrosão nelas, indicando a maior durabilidade das estruturas em concreto protendido.

### 3.2 PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO E PH DO CONCRETO

Foram medidos vários pontos da estrutura (pilares-parede e vigas protendidas) pelos indicadores fenolftaleína e lápis medidor de ph. Observou-se, nos blocos de fundação, que suas estruturas apresentaram carbonatação (coloração do concreto incolor), com ph do concreto igual a 8, obtido pelo lápis medidor de ph, indicando que o concreto dos blocos de fundação não estão mais protegendo as armaduras.

As vigas protendidas não apresentaram carbonatação, apresentando coloração

rosa e ph igual a12, indicando, mais uma vez, a maior durabilidade das estruturas em concreto protendido, justificada, principalmente, pelo fato da não existência de fissuração, evitando, em parte, a penetração dos agentes agressivos.

### 3.3 TEOR DE CLORETOS

Foram feitas medidas com o nitrato de prata (aspersão) indicando, tanto nos pilares-parede como nas vigas protendidas, a presença de manchas brancas e marrons nas superfícies aspergidas, ou seja, presença de íons cloreto nas superfícies do concreto, justificado pela ação das ondas, por ser zona de respingos de maré.

Vale salientar que mesmo com a presença dos cloretos na superfície, as vigas protendidas da ponte não apresentaram nenhum indício de corrosão de suas armaduras (cabos protendidos).

## 4. PROJETO E METODOLOGIAS EXECUTIVAS DE RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL DA PONTE

Após a análise dos resultados dos ensaios realizados descritos anteriormente e exame visual “in-loco”, realizou-se o pro-

Figura 7 – Detalhe do pequeno recobrimento das armaduras em outro pilar-parede da ponte, com apresentação de corrosão com perda de seção das armaduras





jeto de recuperação e reforço da Ponte. Após 23 anos de sua construção, a mesoestrutura necessita de serviços de recuperação e reforço estrutural. Vale salientar que neste estudo não foram analisadas as estacas da ponte.

Na mesoestrutura da ponte (pilares-parede), devem ser executadas as seguintes metodologias executivas:

- Nos pilares-parede, devido ao intenso desgaste das armaduras com corrosão, com perda de seção quase total e pouco recobrimento das armaduras, optou-se, após a remoção do concreto desagregado e liberação das armaduras com corrosão, pela aplicação de um hidrojateamento de areia nas armaduras com corrosão, com posterior pintura de zinco nas armaduras antigas, para, em seguida, aplicar uma tela de reforço de aço em toda extensão dos pilares;
- Após a aplicação da tela de reforço, deverá ser utilizada uma tela de zinco grampeada ao concreto;
- Visando o aumento de durabilidade das estruturas de concreto armado (pilares-parede), e pelo pequeno recobrimento existente, resolveu-se, também, aumentar as seções dos pilares, com aplicação de concreto projetado com aditivos inibidores de corrosão, com 3 cm de espessura, e de argamassa polimérica com 1 cm.

Figura 8 – Vista das vigas protendidas sem nenhum indício de corrosão das armaduras



Figura 9 – Vista lateral da Ponte de Igapó com vigas protendidas sem nenhum indício de corrosão das armaduras



Com aplicação da proteção catódica galvânica (tela de zinco) nos pilares-parede, aplicação de inibidores de corrosão no concreto projetado e a aplicação da argamassa polimérica externa, a vida útil dos pilares-parede terá um significativo ganho de durabilidade. A resistência especificada para o concreto projetado foi de 35 MPa.

## 5. CONCLUSÃO

Foi confirmada, neste artigo, a maior durabilidade das estruturas de concreto protendido em relação às estruturas de concreto armado, pelos resultados dos ensaios efetuados e pelo exame visual realizado “in-loco”.

Com isso, a construção civil tem mais um respaldo científico e prático da maior durabilidade das estruturas de concreto protendido, facilitada sobremaneira pela inexistência de fissuração do concreto protendido, evitando, com isso, uma maior penetração, no interior do concreto, dos agentes causadores da deterioração das estruturas.

Espera-se, com este artigo, que seja sempre analisada a possibilidade de aplicação do concreto protendido nas diversas situações existentes na nossa engenharia nacional, em função de suas excelentes propriedades e resultados obtidos, visando sempre o aumento da durabilidade de nossas estruturas. ■

# Concursos técnicos agitam os estudantes no 53<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto

FÁBIO LUÍS PEDROSO

O Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON organiza anualmente concursos técnicos para os estudantes de arquitetura, engenharia civil e tecnologia, para incentivá-los a pôr em prática o que aprenderam em salas de aula.

Pode participar todo estudante dos cursos de Arquitetura, Engenharia Civil ou Tecnologia, do Brasil e do exterior, reconhecidos pelo Ministério da Educação (MEC) ou órgão regulamentador estrangeiro equivalente, desde que matriculado no ano letivo corrente. Os alunos são estimulados a formarem equipes para participar dos concursos, uma vez que são permitidas apenas duas equipes por instituição de

ensino, sem limitação quanto ao número de membros por equipe. Cada equipe deve contar com um professor da instituição de ensino como responsável em assegurar a conformidade dos trabalhos da equipe com as regras estabelecidas no regulamento de cada um dos concursos do IBRACON.

Durante o 53<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto, realizado de 1<sup>o</sup> a 4 de novembro, em Florianópolis, foram realizados os concursos APO, Concrebol e HPCC. A organização dos concursos coube aos profissionais Carlos Campos (diretor técnico), Janaína Araújo (coordenadora), Andrielli Moraes, Leticia Coelho, Gilberto Coelho, Alécio Júnior, Luiz Rodrigues, Cícero Ferreira e Leonardo Reis.



Nesta edição dos concursos técnicos, pela primeira vez, participaram alunos e professores do exterior, vindos da Universidade Tecnológica Nacional - Facultad Regional Cordoba, da Argentina. A equipe contou com 15 estudantes e dois orientadores.

### **CONCURSO DE APARATO DE PROTEÇÃO AO OVO (APO)**

O Aparato de Proteção ao Ovo (APO) é o concurso mais tradicio-

nal do IBRACON. Em sua 18ª edição, o concurso desafia o estudante a projetar e construir uma peça de concreto armado, que seja a mais resistente possível, dentro das especificações estabelecidas pelo Regulamento, ao impacto vertical de uma carga, um cilindro metálico com diâmetro de 50mm, pesando 15kfg, que cai de alturas crescentes de 1m, 1,5m, 2m e 2,5m. Este pórtico tem a função de proteger um ovo colocado sob ele, daí seu nome e do concurso.

O concurso é formado por duas







etapas. Na primeira etapa, os pórticos têm suas medidas avaliadas e suas massas determinadas. Atendidas as especificações estabelecidas no Regulamento, passam para a segunda etapa, quando são ensaiados para avaliar sua resistência ao impacto. A pontuação obtida por cada equipe é a somatória das energias par-

ciais resistidas pelo APO (carga x altura), que correspondem às energias resistidas antes da dani-ficação do ovo.

Vence o concurso a equipe que conseguir o maior valor nesta somatória. Em caso de empate, a equipe vencedora é aquela com APO com a menor massa.

Participaram do APO 25 instituições de ensino, com 44 aparatos, compondo um total de 239 competidores.



Colocação	Instituição	Equipe	Pontuações
1º lugar	Veris Faculdade – IBTA - Metrocamp	Marcelo Luiz da Silva Aírton Magdal Juscelino Rhis da Costa Willian de Jesus Brandolim Rogério Magdal Alex Rocha de Souza <b>Orientador</b> Prof. Fábio Albino de Souza	Massa (g): 3985,1 Impacto (kgf.m): 105
2º lugar	Centro Universitário Adventista de São Paulo - UNASP	Lucas da Silva Barbosa Raphael Moraes <b>Orientadora</b> Profª Débora Pierini Gagliardo	Massa (g): 3995,6 Impacto (kgf.m): 105
3º lugar	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI  Campus de Santo Ângelo	Lincoln Grass Viapiana André Newinski <b>Orientador</b> Prof. Nelson Seidler	Massa (g): 3677,4 Impacto (kgf.m): 67,5

## CONCURSO CONCREBOL

Em sua 8ª edição, o CONCREBOL desafia o estudante a construir uma bola (esfera) de concreto simples com dimensões pré-estabelecidas, que seja capaz de rolar em uma trajetória retilínea. O concurso testa as habilidades dos alunos em desenvolver um método construtivo e em produzir um concreto com parâmetros de resistência determinados.

O concurso é formado por quatro etapas, nas quais a bola recebeu as respectivas pontuações. A

primeira etapa consiste em medir os diâmetros da bola em seus três planos ortogonais e tirar a média ponderada das medidas aferidas. O coeficiente (C1) 1,0 é atribuído à bola cuja média ponderada esteja entre 217 e 223mm. Recebe 0,7, a bola com média ponderada entre 207 e 216mm, e coeficiente 0,5, a bola com média ponderada entre 224 e 240mm.

A segunda etapa consiste em determinar a massa da bola e extrair a respectiva pontuação pela multiplicação desse valor pelo coeficiente estabelecido no Regula-







mento, segundo as faixas de massa especificadas. Os coeficientes (C2) atribuídos podem variar de 1,0 a 0,5, sendo que recebe 1,0 a bola com massa menor do que 8kg e 0,5 a bola com massa maior do que 12kg.

A terceira etapa avalia a uniformidade física da bola e sua capacidade rolar segundo uma trajetória retilínea. O teste consiste em posicionar a bola na marca do pênalti de um equipamento de impulso, formado por um pêndulo de 20kg de massa com braço de alavanca de 80cm, por uma pista plana de rolamento e por um gol com dimensões de 40x35cm, posicionado a 4m de distância da marca de pênalti. O pêndulo é liberado a um ângulo de  $37^\circ$ , atinge a bola, que rola para em direção ao gol. Se o gol for convertido, à bola é atribuído coeficiente (C3) igual a 1,0; se o gol não é convertido, a bola recebe coeficiente (C3) igual a 0,7.

Finalmente, a quarta etapa consiste no rompimento da bola por compressão, quando é deter-





minada a máxima carga de ruptura, que integra a fórmula para o cálculo da pontuação final.

Venceu o concurso a equipe que conseguiu a maior pontuação final, com precisão de duas casas decimais.

Participaram do 8º CONCREBOL 32 instituições de ensino, com 63 bolas, num total de 272 competidores.

## CONCURSO HIGH PERFORMANCE COLOR CONCRETE (HPCC)

Em sua 2ª edição, o Concurso High Performance Color Concrete - HPCC testa a habilidade dos estudantes em produzir um concreto colorido e resistente, capaz de atingir altas resistências no ensaio à compressão axial.

O concurso é formado por três etapas. Na primeira etapa, são ava-



liadas as dimensões, massa e coloração (tonalidade) dos corpos de prova. Passam para a segunda etapa

### Classificação CONCREBOL

Colocação	Instituição	Equipe	Pontuações
1º lugar	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Ilha Solteira	Leandro Souza Vinícius Castaldelli Juliana Castro Thiago Trentin Leonardo Guimarães João Ricardo Rotta Taís Dias <b>Orientador</b> Prof. Jorge Luis Akasaki	C1: 1 C2: 0,7 C3: 1 Carga (N): 272400 Pontuação final: 2,48594
2º lugar	Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS	Josué Chiés Patrícia Mallmann Suriane da Silva <b>Orientadores</b> Profª Denise Dal Molin; Ana Paula Kirchheim e Abrahão Rohden	C1: 1 C2: 0,5 C3: 1 Carga (N): 365300 Pontuação final: 2,39932
3º lugar	Universidade Federal de Blumenau - FURB	Jonathan Bastos Marcelo de Souza Márcio Antônio Neuburger <b>Orientador</b> Prof. Lúcio Flávio da Silveira Matos	C1: 1 C2: 0,5 C3: 0,7 Carga (N): 532300 Pontuação final: 2,35145



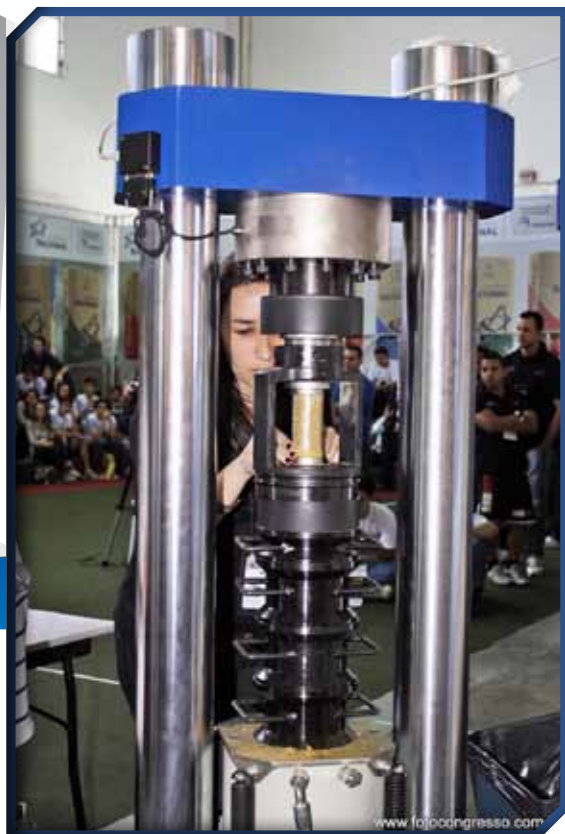
os corpos de prova com dimensões 50x100mm (diâmetro x altura), admitida tolerância máxima de 1% nas medidas, desde que se mantenha a relação  $h=2d$  (medida da altura igual a duas vezes a medida do diâmetro). Ainda nesta etapa são atribuídos coeficientes aos corpos de

prova, segundo os gradientes de cor do concreto, avaliados visualmente pela disposição conjunta dos corpos de prova concorrentes (coeficiente C1, que varia de 1,0 a 0,7, segundo a intensidade da coloração do corpo de prova). A disposição dos corpos de prova, conforme seus gradientes de cor, foi consensuada entre os membros da Comissão Organizadora do HPPC e ficou à mostra do público presente.

Na segunda etapa, os corpos de prova são rompidos por compressão axial, tendo registrada a máxima carga para sua ruptura. Na última etapa, é feita uma inspeção visual do corpo de prova rompido para verificação da conformidade de seus componentes com o Regulamento.

A pontuação final é o resultado da carga de ruptura do corpo de prova multiplicado por seu coeficiente de cor. Vence o concurso a equipe que conseguir a maior pontuação final.

Participaram da competição 28 instituições, com 54 corpos de prova, totalizando 243 competidores.





O recorde de resistência no concurso foi obtido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com a marca de 348MPa (o recorde anterior era de 260MPa, em concurso regional realizado em Goiânia, que permaneceu por cinco anos).

A premiação das equipes vencedoras ocorreu no Jantar de Confraternização do 53º Congresso Brasileiro do Concreto. Cada equipe vencedora, além da placa alusiva ao resultado no Concurso, foi agraciada com valor de R\$ 3000,00. ■

#### Classificação HPCC

Colocação	Instituição	Equipe	Pontuações
1º lugar	Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS	Josué Chiés Patrícia Mallmann Suriane da Silva <b>Orientadores</b> Profª Denise Dal Molin; Ana Paula Kirchheim e Abrahão Rohden	Cor (CI): 0,9 Carga (kgf): 69273,4 Compressão (Mpa): 348,7695913 Pontuação final: 313,89
2º lugar	Universidade Federal do Paraná - UFPR	Aline Ferreira Aline Zornitta Gilberto Kesslerle Jennifer Cavalheiro Lígia Real Marlon Garrido Mauro Tavora Paulo Cesar Veiga Rebecca Kaneko Silvio Cintra <b>Orientador</b> Prof. Marcelo Medeiros	Cor (CI): 0,9 Carga (kgf): 59009 Compressão (MPa): 297,0915938 Pontuação final: 267,38
3º lugar	Faculdade Dinâmica das Cataratas - UDC	Diego Dalrio João Lopes Maurício Ichikawa <b>Orientador</b> Prof. César Winter de Melo	Cor (CI): 0,9 Carga (kgf): 45634,2 Compressão (MPa): 231,2993166 Pontuação final: 208,17



melhores práticas

ensaios de lajes alveolares

# Avaliação experimental de lajes alveolares em concreto protendido

OLIVIA OLIVEIRA DA COSTA - MESTREROBERTO CHUST CARVALHO - PROFESSOR ASSOCIADOFERNANDO M. DE ALMEIDA FILHO - PROFESSOR ADJUNTOMARCELO DE ARAUJO FERREIRA - PROFESSOR ADJUNTO

NETPRE-UFSCAR

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

## 1. INTRODUÇÃO

Lajes alveolares são elementos com comportamento estrutural particular para cada tipo de seção, nível de protensão e processo de produção. Os primeiros desenvolvimentos teóricos para as lajes alveolares foram baseados em simplificações considerando seções protendidas retangulares, com ajustes e calibrações de coeficientes obtidos por meio de verificações experimentais. Por essa razão, existiu uma grande preocupação com a padronização dos ensaios na Europa, nos anos 1980. Devido ao fato de essas lajes não apresentarem armadura transversal, dependendo exclusivamente da qualidade da ancoragem por aderência das cordoalhas protendidas e da resistência do concreto à tração, há necessidade de um rigoroso controle de qualidade para este tipo de produto.

Por essa razão, os manuais da FIB (FIP-CEB) recomendam que os fabricantes de lajes alveolares tenham um procedimento de ensaio reconhecido e instalações para testes regulares, como parte da planta da fábrica. A norma de estruturas pré-moldadas de concreto no Brasil, a ABNT NBR9062:2006, estabelece, para algumas situações específicas, que parte do procedi-

mento de projeto pode se basear em verificações experimentais. Nestes casos, podem ser realizados os seguintes ensaios: para estabelecer diretamente a resistência última ou o comportamento em serviço de elementos estruturais; para obter propriedades específicas de materiais; para teste de novos materiais ou produtos; para reduzir incertezas de parâmetros em carga ou de modelos de resistência. O Manual de controle de qualidade de lajes alveolares da FIP (1992) apresenta indicações para a realização de ensaios de controle de qualidade e de prova de carga, para ensaios de resistência à força cortante e à flexão. Recentemente, a EN-1168:2005+A2:2009 apresenta apenas o procedimento padronizado para o ensaio da resistência à força cortante, mas fornece critérios de desempenho bem definidos. Portanto, tais procedimentos podem ser empregados para a avaliação do desempenho de lajes alveolares produzidas no Brasil, permitindo que ocorra a verificação do projeto a partir de ensaios.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar e discutir os principais procedimentos de ensaios de resistência a cortante e flexão

que podem ser utilizados para a avaliação de desempenho de lajes alveolares, com base em recomendações dos manuais da FIB (FIP-CEB) e da norma europeia para lajes alveolares EN-1168:2005+A2:2009.

Tais procedimentos experimentais padronizados permitem avaliar elementos de lajes alveolares fabricadas no Brasil com materiais e processos peculiares ao país, permitindo a verificação do uso satisfatório das expressões de projeto disponíveis na ABNT NBR 6118:2007 e agora também no projeto de revisão da ABNT NBR 14861:2011.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Do ponto de vista do projeto, os mecanismos de ruptura na laje alveolar são influenciados por diversos fatores, entre eles:

- a geometria da seção transversal;
- o nível de protensão;
- as resistências à compressão e à tração do concreto;
- a qualidade da aderência entre o concreto e armadura ativa;
- comprimento de apoio;
- aderência da laje alveolar com a capa estrutural.

As principais formas de ruptura que as lajes alveolares podem apresentar são as seguintes:

- falha por perda da ancoragem da armadura com a laje;
- falha por tração diagonal que pode ocorrer devido: a) uma força cortante

predominante; b) com força cortante e flexão combinados; c) com tensões de cisalhamento oriundos de esforços de flexão e torção.

- falha por flexão (ELU), com : a) armadura escoando, b) esmagamento do concreto.

### 4. PROCEDIMENTOS PARA AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE LAJES ALVEOLARES

A ABNT NBR 14861:2002 apresenta requisitos gerais para aceitação das lajes alveolares, onde o comprador pode requerer que o desempenho dessas lajes seja comprovado por meio de ensaios de prova de carga. Entretanto, não existem indicações de procedimento padronizado para validação e controle de qualidade dessas lajes.

Segundo a ABNT NBR 9062:2006, o projeto de novos elementos pré-moldados pode se basear na verificação experimental, quando não se dispõe de modelos analíticos validados experimentalmente. Neste caso, os objetivos desses ensaios serão: a) estabelecer a resistência última; b) conhecer o comportamento em serviço de elementos estruturais; c) obter propriedades específicas de materiais; d) testar novos materiais, novos produtos ou reduzir incertezas de parâmetros em carga ou de modelos de resistência.

Provas de carga simples podem ser realizadas nos próprios pátios de fábricas de lajes alveolares. Entretanto, quando

Figura I – Prova de carga realizada em fábrica (esq.).  
Ensaio de flexão realizado em laboratório (dir.).



se pretende avaliar o desempenho destes elementos estruturais, é importante se empregar procedimentos padronizados que possam ser reproduzidos, tanto em laboratórios de pesquisa quanto em instalações para ensaios nas próprias fábricas (ver Figura 1).

Dentro da revisão da ABNT NBR 14861, recomenda-se que, quando for adotada comprovação experimental, sejam considerados os arranjos de ensaio apresentados na EN 1168:2005. Isto pode ser o caso, por exemplo, quando se deseja considerar a contribuição de mais do que dois alvéolos preenchidos, mas também pode ser empregado em outras situações para validação das hipóteses de cálculo.

O Manual de controle de qualidade de lajes alveolares da FIP (1992) apresenta indicações para a realização de ensaios de controle de qualidade e de prova de carga, para ensaios de resistência à força cortante e à flexão. Mais recentemente, a EN 1168:2005+A2:2009 apresenta apenas um procedimento padronizado para o ensaio da resistência à força cortante, mas fornece critérios de desempenho mais bem definidos. Os ensaios de elementos de lajes alveolares (flexão ou cisalhamento) podem ser utilizados no começo da produção, como ensaios de aceitação ou como ensaios de controle de qualidade durante o processo de produção. Em ambos os casos, devem ser utilizados o mesmo arranjo e o mesmo procedimento de ensaio, bem como se deve ter o mesmo critério de aceitação. Esses ensaios podem ser feitos em instituições de pesquisa, em laboratórios privados ou em laboratório da própria fábrica.

A EN 1168:2005+A2:2009 recomenda que a frequência para a realização dos ensaios deve ser de no mínimo 3 elementos para cada novo projeto de lajes (tipo novo de laje a ser produzida), quando houver uma nova linha de produção (novo equipamento), uma alteração significativa no projeto, uma modificação no processo produtivo ou alguma modificação dos materiais (concreto ou cordoalhas). Dentro da avaliação experimental devem ser obedecidos os seguintes requisitos: a) os ensaios devem ser elaborados e os respectivos resul-

tados avaliados de forma que a estrutura ou o elemento estrutural ensaiado tenha o mesmo nível de confiabilidade do que uma estrutura ou elemento estrutural projetado conforme as prescrições de projeto estabelecidas nessa norma, com relação a todos os possíveis estados limites e todas as situações de projeto; b) a amostragem de espécimes a serem ensaiadas bem como as condições durante os ensaios devem ser representativas; c) para fins de validação experimental, a comparação entre resultados experimentais com os valores teóricos de cálculo deve levar em conta os valores característicos dos materiais; d) para fins de validação de novos produtos, os elementos a serem testados deverão ser representativos para pelo menos 75% da capacidade máxima dentro da família de lajes com a mesma seção estudada.

## 5. ENSAIOS PROPRIAMENTE DITOS

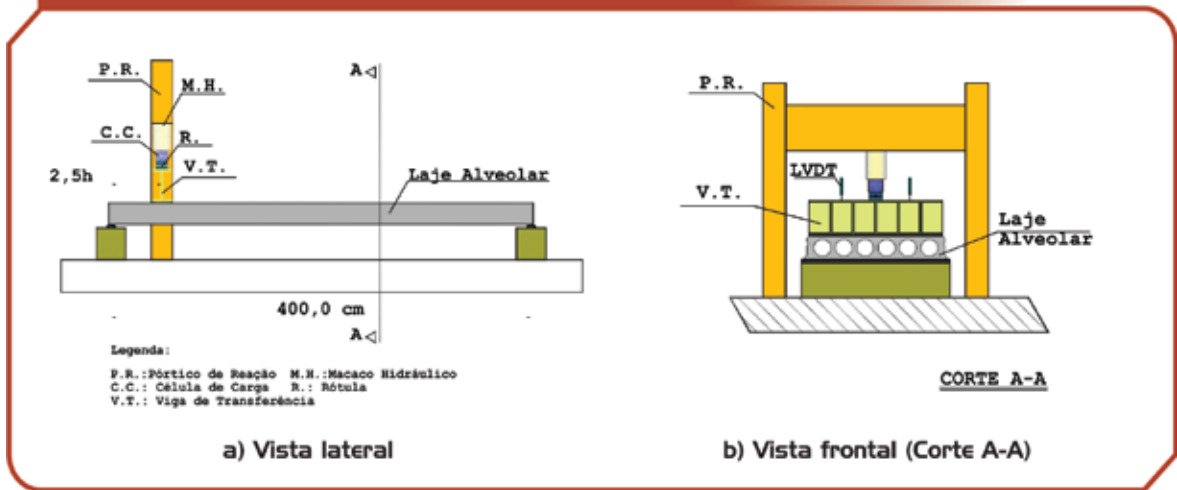
No estudo desenvolvido inicialmente pelo NETPre-UFSCar, verificou-se que, para caracterizar as lajes alveolares no Brasil, bastaria fazer os ensaios de flexão e de cisalhamento, empregando condições padronizadas de carregamento e de apoio. Em COSTA (2009) são detalhados os principais requisitos e critérios de desempenho necessários para a caracterização e avaliação experimental em lajes alveolares. De modo geral, para realização destes ensaios devem ser consideradas medidas preliminares e o registro dos ensaios propriamente ditos: a) medidas preliminares (com indicações de fissuras e sua descrição, etc.); b) registro dos ensaios; c) finalmente, é preciso realizar ensaios que permitam caracterizar as propriedades mecânicas dos materiais empregados na confecção das lajes. Um aspecto enfatizado em COSTA (2009) é a necessidade de, além dos resultados experimentais da resistência, identificar os principais mecanismos que devem ser observados quando os ensaios forem realizados.

### 5.1 ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À FORÇA CORTANTE

Para avaliar a resistência das lajes alveolares ao cisalhamento, utiliza-se o ensaio



Figura 2 – Desenho representativo do setup de ensaio de cisalhamento



padrão indicado no manual da FIP (1992) e na norma europeia EN 1168-2005+A2:2009. Segundo estes documentos, as amostras a serem ensaiadas devem ser produzidas na mesma pista de concretagem e pertencer à mesma classe de concreto. Além disso, a peça ensaiada deve ter sua largura real (120 ou 125 cm), com vão de 4m ou 15 x h, prevalecendo o maior. Na figura 2, é apresentado o esquema de ensaio padronizado, onde uma força é aplicada a uma distância de 2,5h do apoio mais próximo, onde está sendo avaliada a resistência à força cortante. No caso de protótipos com capa estrutural, deve-se considerar a altura total, incluindo a capa, para a aplicação da força. Este arranjo de ensaio, com esta excentricidade do apoio, intenciona criar uma condição desfavorável, onde é possível o aparecimento de fissuras verticais de flexão na região próxima a aplicação da força, que pode coincidir com a zona de transferência da protensão. Neste caso, poderá haver uma forte interação de mecanismos de cisalhamento, flexão e escorregamento das cordoalhas. Os resultados destes ensaios devem ser comparados com modelos teóricos para a resistência à força cortante em regiões com possibilidade de fissuras por flexão, conforme apresentado no texto do Projeto de Revisão da ABNT NBR14861:2011.

Para a aplicação da força na parte superior da laje, de modo que se consiga uma boa distribuição entre as nervuras

verticais, recomenda-se a utilização de uma viga transversal rígida, em perfil metálico com altura mínima de 250 mm (ver Figura 3a). O apoio mais próximo do ponto de aplicação da carga deve ser do tipo móvel (livre para deslocamentos horizontais), de forma que nenhuma força axial seja gerada pela rotação do elemento no apoio. Para o apoio, deve ser empregado um material deformável para uma melhor distribuição da reação do apoio ao longo da largura da laje, compensando as irregularidades da superfície da laje na direção transversal. Como sugestão, pode-se empregar uma faixa de madeira compensada com 100 mm de largura e espessura de 10 mm. O centro do apoio deve estar posicionado a 50 mm da face da laje (ver Figura 3b).

De acordo com do anexo A2:2009 incorporado na revisão da EN 1168:2005, a aprovação da peça ensaiada ou a condição para que a confiabilidade do modelo teórico seja confirmada somente irá ocorrer se forem atendidas as seguintes condições:

- $R_{test} / R_{calc} \geq 0,95$  para cada ensaio
- Proporção  $(R_{test} / R_{calc})_{med} \geq 1,00$  para a média de três ensaios

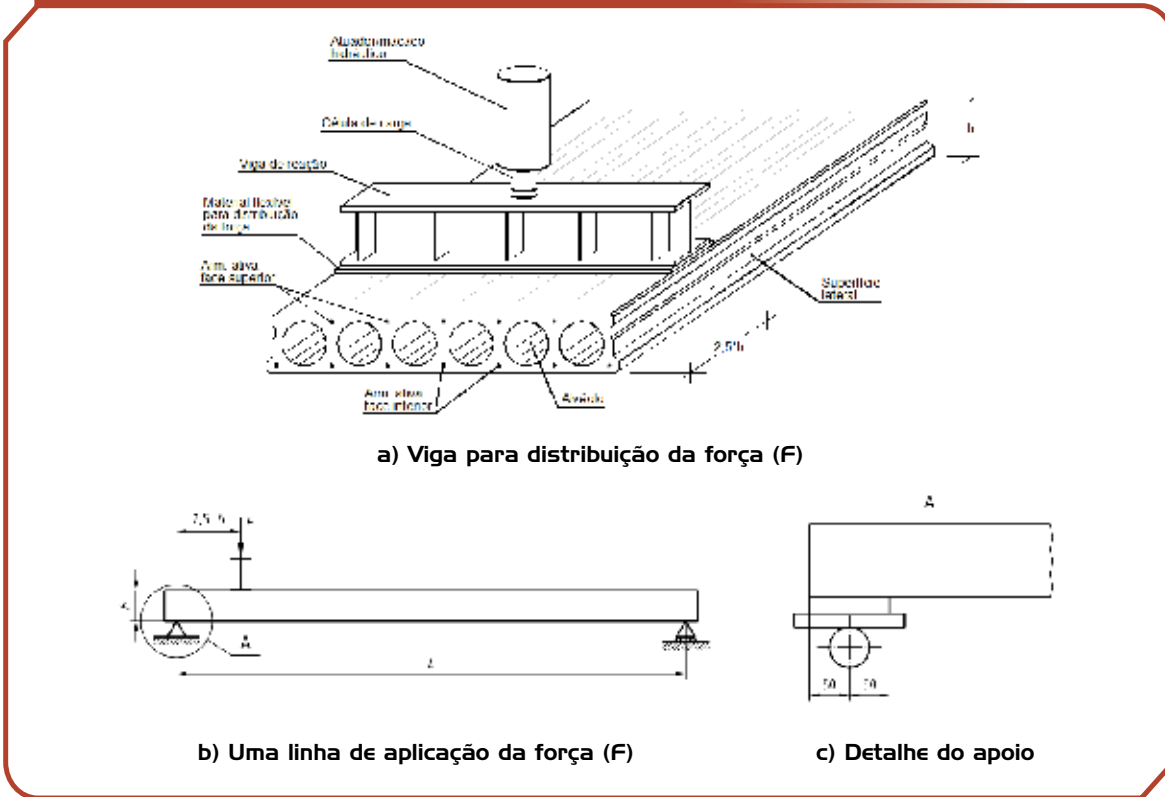
Onde:

$R_{calc}$  é a resistência ao esforço último calculado para cada elemento ensaiado

$R_{test}$  é a resistência ao esforço último atual para cada elemento ensaiado

A proporção  $(R_{test} / R_{calc})_{med}$  é o valor médio dos três valores de cada carga última

**Figura 3 – Detalhes da aplicação da força e condição de apoio no ensaio de cisalhamento**



atual e o correspondente valor esperado da carga última.

## 5.2 ENSAIOS DE FLEXÃO

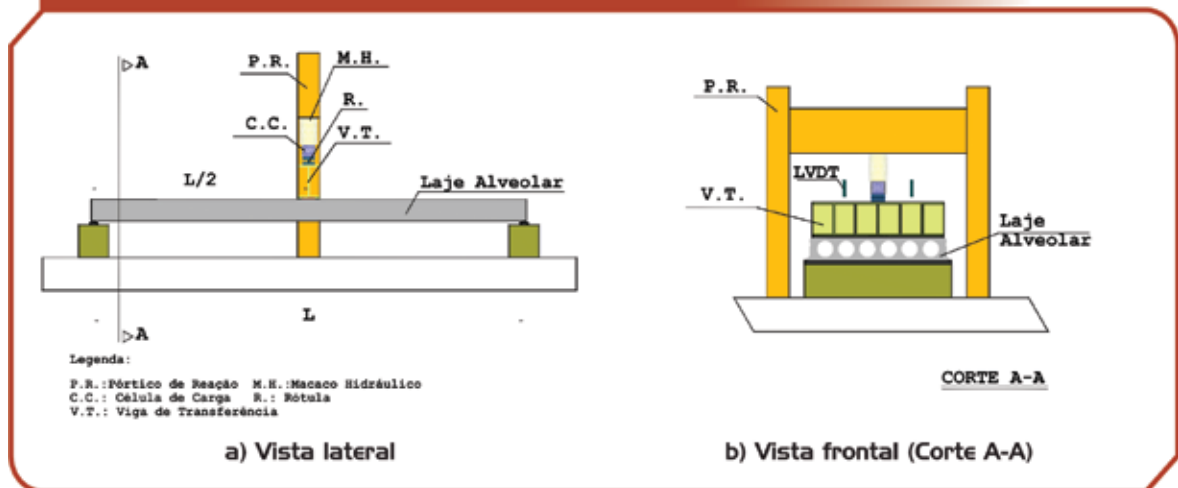
O objetivo deste ensaio é obter informações sobre a força de protensão e a resistência do concreto à tração na flexão. O ensaio de flexão pode ser feito, de acordo com o manual FIP (1992), com a parte remanescente da peça utilizada no ensaio de cisalhamento. De acordo com a FIP (1992), é recomendado um ensaio de flexão padrão, que é realizado com uma laje de vão equivalente a 3m, sendo a força aplicada no meio do vão. Porém, nos estudos desenvolvidos por Ferreira *et al.* (2007), foi observado que, para ensaiar à flexão, sem interferência do esforço cortante, as lajes alveolares tipicamente brasileiras, sem capa e sem nenhum preenchimento de alvéolo, o mais adequado é empregar lajes com 6 m ou 30h de comprimento. Assim, recomenda-se o uso de lajes com no mínimo 5 m de comprimento para o ensaio de flexão. É importante

também que se garanta o giro livre nos apoios e que um dos apoios seja móvel na direção horizontal, a fim de evitar situação de confinamento, a qual pode afetar o resultado dos ensaios contra a segurança. Na Figura 4, é apresentado um desenho representativo do ensaio de flexão com apenas uma linha central de aplicação de força.

## 6. ENSAIOS REALIZADOS E RESULTADOS ALCANÇADOS

Durante cerca de três anos (entre os anos de 2006 e 2009), foram realizados pelo NETPRE (Núcleo de Estudo e Tecnologia em Pré-Moldados de Concreto) em convenio com ABCIC, em colaboração com empresas do setor, cerca de 60 ensaios de flexão e cortante de lajes alveolares. Parte dos resultados foram apresentados nos trabalhos de FERREIRA *et al.* (2007) e COSTA (2009). A partir dos ensaios, foi possível avaliar o desempenho dessas peças. Além do comportamento das lajes, buscou-se estudar o funcionamento da capa,

Figura 4 – Desenho representativo do setup de ensaio de flexão



verificando se os resultados encontrados refletiam as especificações de cálculo da ABNT NBR 6118:2007. Também, procurou-se verificar a dispersão de resultados nos ensaios. Em resumo, concluiu-se que os ensaios apresentaram baixa dispersão de resultados, mostrando-se apropriados, portanto, para o fim a que se destinam. Em varias simulações e para diversos tipos de lajes, podem-se empregar os procedimentos de cálculo preconizados pela ABNT NBR 61118:2007 e, comparando-os com os valores de ensaios, verificou-se uma segurança adequada. De uma maneira geral, foram ensaiadas lajes alveolares de altura de 15 e 20 cm, com ou sem capa de 5 cm. As lajes foram fabricadas com máquinas extrusoras. A título ilustrativo, mostra-se, na figura 5, os resultados obtidos de ensaios de cortante e flexão realizados pelo NETPre.

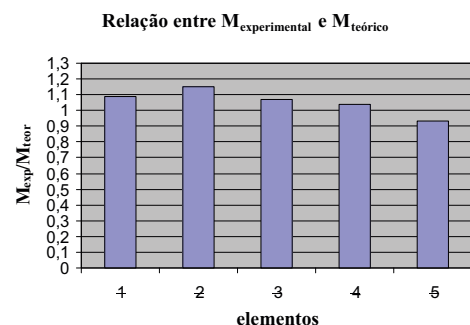
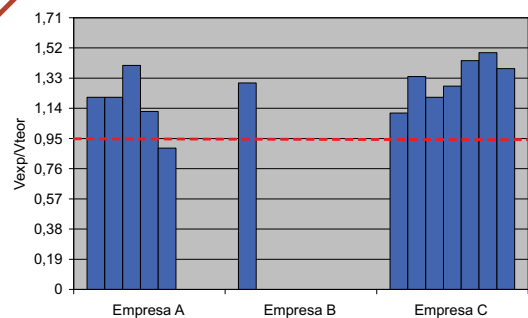
## 7. CONCLUSÕES

A partir da revisão bibliográfica, foi possível identificar os principais mecanismos que devem ser observados quando forem realizados os ensaios. Identificou-se também que era precisa adequar os ensaios para as lajes brasileiras, como foi o caso do ensaio de flexão, que deve ser feito com lajes com vão de 6m.

A partir dos resultados analisados, todos eles com lajes fabricadas e cedidas por empresas associadas da ABCIC, foi possível verificar que a qualidade das

lajes ensaiadas foi satisfatória, demonstrando que os seus fabricantes conseguiram confeccionar peças que funcionem de acordo com os requisitos das normas de cálculo. Esta conclusão, sem dúvida, permite aos projetistas, clientes e

Figura 5 – Comparação entre os valores de cortante obtidos no ensaio e no cálculo teórico para as diversas empresas ( $V_{exp}/V_{teor}$ ) e de momentos experimental (ensaio) e teórico ( $M_{exp}/M_{teor}$ )





mesmo as empresas, a trabalharem com tranqüilidade sabendo que o processo fabril empregado permite obter os desempenhos desejados. Esta afirmação só pode ser feita após a realização de ensaios dos elementos, pois simplesmente

ensaiar os materiais utilizados na produção da laje não é suficiente para avaliar o desempenho e o comportamento da laje. É necessário que o fabricante realize periodicamente ensaios que atestem o funcionamento das lajes alveolares.

## Referências Bibliográficas

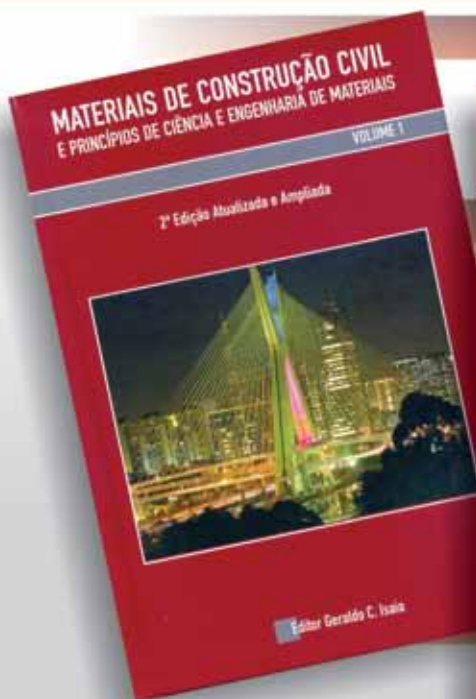
- [01] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062. Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado. Rio de Janeiro - RJ, 2006.
- [03] COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION - CEN. EN 1168:2005+A2:2009 - Precast concrete products - Hollow core slabs: Proposal for Amendment 3. Brussels, 2009.
- [04] COSTA, O. O. Avaliação de desempenho de elementos de lajes alveolares protendidas pré-fabricadas, 141f. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 2009.
- [05] FEDERATION INTERNATIONALE DE LA PRECONTRAİNTE. (FIP). Guide to Good Practice - Shear at the Interface of Precast and In-situ Concrete. Wrexham Springs, 1992.
- [06] FERREIRA, M.A.; FERNANDES, N.S.; CARVALHO, R.C.; ORTENZI, A.. Avaliação de desempenho da resistência ao cisalhamento em lajes alveolares pré-fabricadas em concreto protendido. Revista Concreto e Construções, São Paulo, n.48, p.46-51, out./dez, 2007. ■

# 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](http://www.ibracon.org.br)

### INVESTIMENTO

Não-sócios: R\$ 250,00  
Sócios: R\$ 200,00

# IBRACON lança “Concreto: Ciência e Tecnologia”

FÁBIO LUÍS PEDROSO

**A** engenharia civil brasileira criou obras de concreto que são marcos mundiais, como a Usina Hidrelétrica de Itaipu, a Ponte Rio-Niterói, o Masp - Museu de Arte de São Paulo, o conjunto das obras arquitetônicas de Oscar Niemeyer e muitas outras. No rastro dessas obras, formaram-se gerações de projetistas, construtores, tecnologistas e arquitetos, que alçaram o país no limiar do desenvolvimento científico e tecnológico sobre o concreto e seus sistemas

construtivos. Com a retomada da construção da infraestrutura nacional nos últimos anos tornou-se premente a formação de profissionais competentes no setor construtivo,



que continuassem e aperfeiçoassem o legado até aqui alcançado por nossa engenharia civil.

Neste contexto, o Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON, premido por sua missão de disseminar o conhecimento acumulado sobre o concreto e suas aplicações em obras civis, resolveu editar o livro “Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações” nos idos de 2005, com o intuito de reunir, num único livro, o conhecimento da engenharia brasileira sobre os mais variados aspectos sobre o material industrial mais consumido no mundo.

A edição esgotou-se rapidamente. Decorridos seis anos, a Diretoria do IBRACON sentiu a necessidade de lançar nova edição, mais completa e atualizada, preenchendo as lacunas deixadas pela primeira edição, em vista das manifestações recebidas de associados, da academia e do meio técnico construtivo. Com este propósito, incumbiu novamente o professor do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Santa Maria, Geraldo Cechella Isaia, de ser o coordenador da nova edição. Assessorado pela diretora de publicações técnicas do IBRACON, Eng<sup>a</sup> Inês Battagin, e pelo ex-presidente do IBRACON e responsável pelo lançamento da primeira edição do livro, Prof. Paulo Helene, que formaram o Conselho Editorial da nova edição do livro, os trabalhos de produção foram iniciados em setembro de 2010.

Este Conselho Editorial imprimiu novo rumo à publicação, motivado pelos avanços teóricos e práticos ocorridos na ciência e na tecnolo-



*Autores do livro “Concreto: Ciência e Tecnologia” posam para foto no 53º Congresso Brasileiro do Concreto*

gia do concreto no interregno entre as duas edições, em especial quanto ao estudo da microestrutura e nanoestrutura das pastas cimentícias e à evolução do conceito de sustentabilidade na cadeia produtiva do concreto. “Em vista do lapso de tempo decorrido, inovações tecnológicas consideradas pioneiras em 2005 incorporaram-se às práticas de projeto e execução de estruturas de concreto quando da produção da nova edição”, esclarece o Prof. Geraldo Isaia.

O resultado foi uma obra totalmente reformulada, à qual já não cabia ser denominada reedição. Seria mais apropriado dar-lhe novo título. E o que melhor espelha o conteúdo e enfoque da obra é “Concreto: Ciência e Tecnologia”. Justamente porque a obra se constitui num compêndio do conhecimento existente na academia e no meio técnico brasileiro sobre o concreto e seus sistemas construtivos, sendo ferramenta poderosa para consulta e pesquisa na área de materiais cimentícios e sua aplicação tecnológica em obras civis, sem descuidar de listar as normas técnicas nacionais e internacionais relacionadas aos temas contidos no livro. “Os leitores poderão observar que a abrangência dos temas aborda-



dos extrapola o conteúdo da maioria dos livros de concreto, nacionais ou internacionais, constituindo-se, sem falsa modéstia, numa das obras mais completas já publicadas, de cunho didático, em nível brasileiro e mundial”, destaca Isaia.

## MATERIAL CAMALEÃO

Por sua versatilidade de composição e de uso nos mais diversos tipos de construção - de simples moradias às obras de engenharia complexas, como as barragens de usinas hidrelétricas e os edifícios altos - o concreto não é um material uniforme, mas muito diversificado, tanto em termos de seus componentes e composições quanto em termos de suas aplicações industriais em obras. Por essa razão, é assunto para pesquisas e discussões inesgotáveis.

Escolher temas e autores para compor o livro “Concreto: Ciência e Tecnologia” foi tarefa árdua realizada pelo Conselho Editorial. Desde o princípio seus membros tiveram em mente o propósito maior para o qual o livro fora concebido: oferecer subsídios aos engenheiros, arquitetos e tecnólogos para a execução de estruturas de concreto com maior qualidade e sustentabilidade. Com essa meta em mente, foram definidos 51 temas relacionados à ciência e tecnologia do concreto e escolhidos 67 autores dentre os maiores especialistas brasileiros para abordá-los.

O resultado é uma obra em dois volumes, com 1902 páginas, dividida em sete longas seções:

■ Seção I: seção introdutória,

onde se aborda a história do concreto, as diretrizes de projeto estrutural e as normas técnicas sobre o concreto no Brasil e sua correlação com códigos e normas estrangeiras;

■ Seção II: dedicada aos materiais constituintes do concreto, incluindo-se aí a água, cuja ação é fator de hidratação do cimento, mas pode também ser fator de degradação do concreto;

■ Seção III: aborda as propriedades do concreto fresco, apresentando em detalhes as reações de hidratação e pozolânicas e seus produtos, bem como os estudos de caracterização reológica do concreto;

■ Seção IV: trata das propriedades do concreto endurecido, enfatizando o estudo abrangente e atual da nanoestrutura do concreto e as técnicas disponíveis para o controle do C-S-H;

■ Seção V: dedicada à durabilidade do concreto, traz conceitos sistêmicos de durabilidade e de vida útil, abordagem detalhada sobre as reações álcalis-agregados, capítulo dedicado as ações do fogo nas estruturas de concreto, entre outros;

■ Seção VI: apresenta estudo das patologias e da recuperação das estruturas de concreto, com destaque para o problema da avaliação das estruturas com perda de integridade por fissuração e da monitoração e avaliação das estruturas de concreto durante sua vida útil;

■ Seção VII: mais extensa do livro, é dedicada aos concretos especiais, tipos de concretos que se afastam

do conceito convencional, seja por conterem tipos ou quantidades de materiais distintos, seja por serem produzidos ou aplicados com técnicas especiais.

Cobrimdo os mais recentes avanços na ciência e tecnologia do concreto e sedimentando o conhecimento acumulado por várias gerações de engenheiros, professores e pesquisadores brasileiros, o livro “Concreto: Ciência e Tecnologia” é referência obrigatória para estudantes, pesquisadores e professores dos cursos de Engenharia, Arquitetura e Tecnologia e para os profissionais técnicos do setor construtivo interessados em se atualizar sobre o que há de mais avançado em seu campo de atuação.

Eles são a razão de ser da publicação. “Os novos especialistas de concreto gerados por esta iniciativa serão o pagamento que criará a satisfação de dever cumprido em todos os autores”, saúda o presidente do IBRACON, Prof. José Marques Filho.

## LANÇAMENTO E VENDAS

O livro “Concreto: Ciência e Tecnologia” foi oficialmente lançado no 53º Congresso Brasileiro do Concreto, fórum de debates sobre o concreto e seus sistemas construtivos, promovido pelo IBRACON, evento que ocorreu de 1º a 4 de novembro, em Florianópolis, e do qual participaram 1290 profissionais.

Cada inscrito no evento recebeu, como cortesia, os dois exemplares da publicação e pôde garantir seu autógrafo com o editor Geraldo Cechella Isaia em sessão ocorrida durante o evento.



Comitê Editorial do livro, Paulo Helene, Inês Battagin e Geraldo Isaia, posa para foto, ao lado do presidente do IBRACON, José Marques Filho, no 53º Congresso Brasileiro do Concreto

Tanto a publicação da obra quanto sua doação aos inscritos no 53º Congresso Brasileiro do Concreto só foram possíveis com o patrocínio das entidades e empresas: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (ABESC), Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), Cimento Nacional, Cimpor, ConcreteShow, Engemix, Engeti Consultoria e Engenharia, Grace, Holcim Sistema Microinjet, Itaipu Binacional, Penetron, Schwing Stetter, Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC) e Vedacit.

A publicação está à venda na Loja Virtual do IBRACON, no endereço: [www.ibracon.org.br](http://www.ibracon.org.br).

### FICHA TÉCNICA

- Concreto: Ciência e Tecnologia
- 2 volumes
- 1902 páginas
- Capa dura
- Acabamento luxo
- Tamanho: 15,7 x 23cm

### INVESTIMENTO

- Sócios: R\$ 300,00
- Não sócios: R\$ 350,00 ■

# Como se encontram as marquises do Recife?

ANTONIO CARLOS A. MELO  
JOÃO R. CARVALHO  
TIAGO O. CHAVES  
ELIANA CRISTINA B. MONTEIRO  
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO

PAULO R. L. HELENE  
ESCOLA POLITÉCNICA DE SÃO PAULO  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## 1. INTRODUÇÃO

A modernização dos procedimentos e técnicas construtivas é um assunto bastante atual e que vem crescendo no ramo da construção de edifícios. A preocupação com a qualidade dos materiais empregados, a geração de entulhos, a gestão de projetos, entre outros tópicos, vão abrindo espaços para conceitos, relegados ou menos valorizados no mundo construtivo, como a qualidade dos materiais, a durabilidade e a vida útil das edificações.

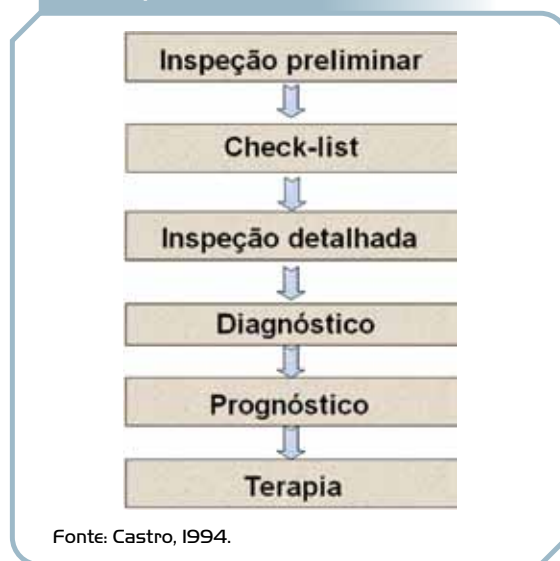
Dentre os elementos estruturais existentes, optou-se por estudar o estado de conservação e a durabilidade das marquises, tendo em vista que este elemento estrutural é bastante presente nas edificações do centro da cidade do Recife, possuindo função de proteção e abrigo para a população, mas, pelo descuido com a sua manutenção, tem tido um acentuado índice de acidentes.

## 2. METODOLOGIA DE INSPEÇÃO

### 2.1 INTRODUÇÃO

Nas inspeções das estruturas de con-

Figura 1 – Atividades envolvidas na rotina de inspeção



creto, muitas são as técnicas envolvidas na detecção, identificação, avaliação, caracterização e monitoramento das patologias. Estas técnicas são de grande importância para o controle do fenômeno, sejam nas operações preventivas, sejam na terapia do problema.

Considerando este último aspecto, as técnicas de inspeção assumem um papel



relevante, uma vez que permitem que seja exercida a idéia do “diagnóstico precoce”, que assegura às operações de recuperação com um prognóstico satisfatório em nível de durabilidade. O fluxograma da Figura 1 mostra a rotina de uma inspeção na estrutura de concreto.

Através de uma metodologia de inspeção pré-definida, conseguiu-se inspecionar 125 marquises que ficam localizadas nas ruas com maior circulação de pedestres, pois são nestas ruas que existe a maior possibilidade do colapso estrutural causar um acidente de maior proporção.

Os estudos qualitativos do estado de conservação de marquises foram feitos em cinco estudos de caso, dos quais apresentamos três, que foram escolhidos em inspeções prévias por apresentarem um estado de conservação baixo, manifestações patológicas ou intervenções peculiares ou representativas, dentre eles, o estudo de caso da marquise localizada na Avenida Marquês de Olinda, que teve o colapso parcial de sua estrutura no dia 27 de fevereiro de 2009. Este acidente repercutiu na mídia por ter ocorrido próximo ao Marco Zero do Recife, pólo carnavalesco da cidade, dois dias depois do encerramento das festividades.

A inspeção nessa pesquisa buscou fundamentar-se nos estudos de Jordy (2006), que foi estruturado a partir do êxito das inspeções realizadas em marquises da Cidade do Rio de Janeiro e que apresentou uma proposta de metodologia de inspeção tipicamente focada na vistoria de marquises.

### 3. PROGNÓSTICO E TERAPIA PARA OS ESTUDOS DE CASO

O estudo realizado buscou quantificar a recorrência de manifestações patológicas, intervenções e outros dados referentes às marquises em estudo, com o intuito de apresentar um quadro geral do estado de conservação das marquises, referenciado por uma quantidade bastante representativa.

O critério de escolha deu-se em função do potencial de risco que a marquise representava para a população em caso de colapso, da acessibilidade às partes da marquise, da zona ambiental à qual está

inserida e do nível de manifestações patológicas que apresentavam, tendo sido realizado quatro estudos de caso onde as mesmas apresentavam falhas construtivas, patologias do concreto e falhas referentes a recuperações executadas.

#### 3.1 ESTUDOS DE CASO 1 (M1)

O primeiro estudo de caso realizado foi de uma marquise localizada na Rua do Bom Jesus no bairro do Recife Antigo, Recife. A marquise com engaste na laje do piso do primeiro pavimento possui 110m de comprimento, 1,5m de largura e 12,5cm de espessura. Esta marquise apresentava cerca de quarenta e três anos de construção, está inserida na classe de agressividade ambiental III da NBR 6118 (2007) e não possuía qualquer rotina de manutenção, apresentando conseqüentemente diversas manifestações patológicas.

Dentre as manifestações patológicas encontradas, observou-se:

- Umidade;
- Desagregação do concreto do cobrimento nominal;
- Fissuras longitudinais e transversais;
- Armadura exposta;
- Corrosão das armaduras.

A exposição das armaduras, uma das manifestações patológicas mais graves, muito encontrada, pode ser ocasionada por falhas de projeto e/ou de execução, por não prever um cobrimento nominal suficiente para armaduras ou, quando previsto, ignorado durante a concretagem devido à irrelevância com que é tratado esse elemento estrutural.

A partir de 2003, quando entrou em vigor a ABNT NBR 6118/2007, passou-se a considerar a agressividade do meio ambiente, porém, continuou-se a permitir as mesmas condições de fissuração do concreto para as marquises, mantendo-se, assim, um dos principais meios para o surgimento de manifestações patológicas. O cobrimento nominal insuficiente, associado ao fissuramento, facilita a entrada de substâncias agressivas, tais como: água proveniente de chuvas ácidas, oxigênio, íons cloreto, dióxido de carbono, entre outras. Estas substân-

Foto 1 – Vista lateral da Marquise M1 no Recife antigo



cias causam a despassivação, corrosão e deterioração do aço, reduzindo a vida útil das estruturas. Uma das mais importantes contribuições da ABNT NBR 6118/2007 consiste na relação entre o cobrimento das peças de concreto com a classe de agressividade, visando aumentar a durabilidade e vida útil das estruturas de concreto armado.

A marquise em questão, a M1, apresentava as armaduras da viga de apoio expostas em diversos pontos (Foto 1).

Vale salientar que muitas das edificações do centro da cidade do Recife foram construídas com cobrimento nominal insuficiente para as normas atuais, porém satisfatórios para as normas vigentes na época de suas construções. Logo, para compensar

Foto 2 – Detalhe da reforma com homens, andaimes e materiais de construção sobre a M2 no centro do Recife



este déficit, estas edificações e suas respectivas marquises devem ser submetidas a uma rotina de inspeção, manutenção e recuperação constante, para assim evitar danos maiores e prolongar sua vida útil.

Observamos, assim, que, para a marquise M1, é recomendável sua recuperação em caráter emergencial, corrigindo-se as deficiências de impermeabilização, drenagem e de recuperação estrutural.

### 3.2 ESTUDO DE CASO 2 (M2)

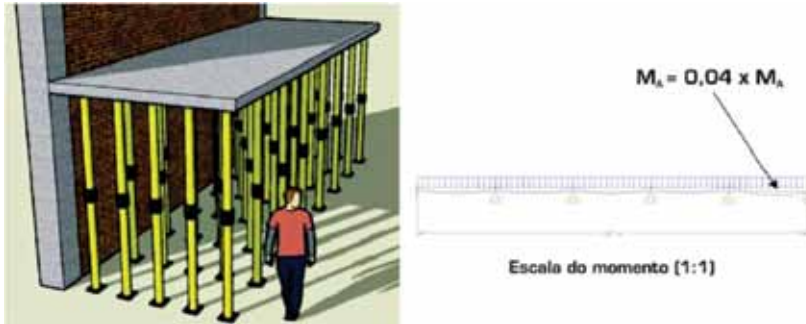
O estudo da Marquise M2 foi fundamental para que pudéssemos apresentar um problema bastante comum, um erro primário, porém, bastante cometido durante a fase de recuperação e manutenção de marquises ou das edificações: execução errada do escoramento.

Localizada na Avenida Rio Branco, no bairro do Recife Antigo, o prédio desta marquise realizava serviços de manutenção na fachada e recuperação da marquise que apresentavam armaduras expostas. Foi executado um escoramento na marquise para sua manutenção e para que a mesma pudesse servir de apoio para os andaimes que seriam necessários para a manutenção da fachada da edificação. A marquise M2, uma estrutura em balanço, apresentava escoramento na extremidade do balanço e sobre a mesma foi apoiado os andaimes, trabalhadores e materiais, mudando a sua condição de apoio e aumentando a sobrecarga.

Foto 3 – Escoramento incorreto da M2 no centro do Recife



Figura 2 – Marquise com escoramento correto e seu diagrama de momento (Fonte: Medeiros, Grochoski, Helene, (2006))



Este procedimento provoca a instabilidade da estrutura: o escoramento na extremidade da marquise passa a ser um apoio e a mesma, ao invés de ser apenas engastada em um dos lados, passou a ter um apoio e um engaste, fazendo surgir esforços de tração na face inferior da marquise, que não foi dimensionada para combatê-lo, podendo levá-la a colapsar.

Para a execução de um escoramento de uma marquise, deve-se levar em consideração as sobrecargas existentes, para que seja dimensionado o escoramento que venha a combatê-las e anular ou reduzir a um mínimo necessário os esforços de tração na face inferior da marquise. As escoras devem ser colocadas como mostra a Figura 2, desta forma o momento positivo não será suficiente para danificar a peça. As escoras sempre devem ser colocadas de dentro para fora e retiradas de fora para dentro, garantindo, assim, que a extremidade da marquise fique sempre em balanço.

### 3.4 ESTUDO DE CASO 3 (M3)

A estabilidade estrutural de uma marquise está diretamente ligada ao estado de corrosão das armaduras nas regiões tracionadas. A marquise, para muitos, trata-se de um elemento de pouca relevância, que só serve para proteger o acesso dos imóveis e não necessitam de manutenção e, quando necessita, pode ser executada por profissionais não habilitados e capacitados. Desse modo, até alguns profissionais da engenharia não dão a importância devida a esse

elemento estrutural, sem falar que nem a NBR 6118 (2007) dá a devida importância, permitindo que a mesma seja dimensionada no Estádio II, onde pode ocorrer fissuração entre 0,02 e 0,04mm. Se a principal causa de acidente envolvendo marquises deve-se à corrosão de armaduras, seguida de sobrecarga na estrutura, erro de projeto, mau uso da edificação, falhas na execução e à infiltração de água, é preciso que se busque evitar a ocorrência de fissuras, apesar de não ser apenas uma única manifestação patológica que atua diretamente na marquise deteriorando-a, e sim um conjunto desses agentes degradantes que a levam a atingir seu estado limite último de serviço, sendo encaminhados mais facilmente através das fissuras. Isto demonstra a importância de se combater as fissuras nas marquises, desde

Figura 3 – Planta Baixa e de localização da M3 na Rua do Bom Jesus – Recife

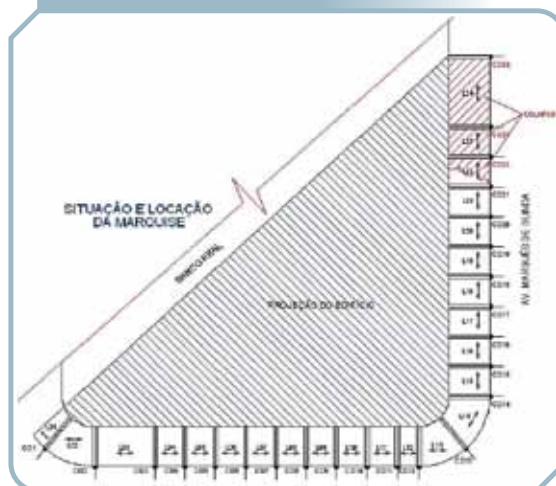




Figura 4 – Corte AB da M3 na Rua do bom Jesus – Recife



a fase de projeto, dimensionando-as no Estádio I, onde o concreto não deve fissurar, até a fase de execução e da realização das manutenções preventivas.

Dois dias após as celebrações do carnaval de 2009, desabou um trecho da marquise M3, localizado na esquina da Avenida Marquês de Olinda com a Rua do Bom Jesus no Bairro do Recife Antigo, Recife - PE. Segundo análises realizadas, constatou-se que a edificação encontrava-se abandonada e não havia qualquer rotina de manutenção.

Durante a inspeção, constatou-se que a marquise, com aproximadamente 2,0m de balanço, apoiava-se em consolos, e estes, por sua vez, eram engastados na estrutura da fachada. Apresentamos a seguir a planta de situação e locação, com a indicação dos elementos estruturais da marquise na Figura 3 e a geometria dos elementos estruturais em concreto na Figura 4.

Foto 4 – Colapso total de parte da marquise M3



Foto 5 – Trecho da marquise M3 que colapsou



Ainda durante a fase de avaliação preliminar, encontrou-se diversas manifestações patológicas; entre elas, pode-se destacar:

- Fissuras longitudinais das lajes e consolos com corrosão das armaduras;
- Perda de seção das armaduras por corrosão e posterior escoamento do aço;
- Armaduras rompidas;
- Infiltrações generalizadas ao longo de toda a laje da marquise;
- Presença de lodo e vegetação nas lajes e consolos.

Na Foto 6, percebe-se um consolo com perda de seção das armaduras inferiores, inclusive nos estribos. As lajes apresentam presença de umidade e fungos resultantes da falta de impermeabilização nessas áreas.

Constatou-se que as águas pluviais provenientes do telhado do edifício vizi-

Foto 6 – Consolo com armaduras corroídas e lajes fissuradas apresentando infiltração generalizada



Foto 7 – Tubulação de queda d'águas pluviais sobre a Marquise M3



nhos caíam sobre a marquise de cerca de 9m de altura. O impacto ocasionado por essa queda d'água foi o suficiente para desagregar a camada de proteção mecânica da impermeabilização e, por conseguinte, danificar a mesma, agravando o estado da impermeabilização, gerando infiltrações e, o que foi pior, atingindo os consoles que vieram a colapso com parte da estrutura (Foto7).

Pode-se afirmar que a falta de manutenção foi um fator essencial para o desmoronamento da estrutura, tendo em vista que as patologias existentes se agravaram pela ausência da mesma.

## 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PATOLOGIAS

Com o espaço amostral das cento e vinte e cinco (125) marquises analisadas, pôde-se, através de gráficos, quantificar as principais manifestações patológicas encontradas. No gráfico apresentado na Figura 5 mostra-se a incidência das patologias nas marquises, ou seja, determina a percentagem de marquises que possuem uma determinada patologia. Observou-se que 100% das marquises analisadas possuíam pelo menos quatro tipos de manifestações patológicas.

A partir da Figura 5 percebe-se que a manifestação patológica mais atuante

é a umidade (86%); seguida de destacamento do revestimento e de pintura (69%) e a incidência de mofo, bolor e limo (64%). Nota-se que essas manifestações estão relacionadas entre si e são provocadas pela presença de umidade, mostrando, assim, que através de uma única manifestação patológica pode desenvolver diversas patologias.

Outra manifestação patológica bastante incidente, encontrada em 56% das marquises analisadas, é o crescimento de vegetações que, devido ao acúmulo d'água em suas raízes, provoca umidade e outras patologias. A desagregação do concreto manifestou-se em 41% das marquises estudadas. Esta patologia é proveniente da expansão do aço oxidado, sendo bastante comum em edificações antigas, visto que existia uma prática de utilizar materiais argilosos e outros materiais como aglomerantes na produção do concreto, fato que reduz a resistência do concreto, aumenta o número de vazios deixando o concreto mais poroso, com um maior grau de absorção e com baixa aderência às armaduras, tornando-se, assim, um ambiente propício para o surgimento da corrosão nas armaduras e posterior destacamento no concreto.

A presença de fissuras e trincas também teve um índice alto, aproximadamente 35%. Existem as fissuras admissíveis por normas, seja por deformação, por dilatação térmica, execução e outras provenientes de patologias diversas, ocasionando, assim, um percentual tão

Figura 5 – Percentagem de manifestações patológicas encontradas nas Marquises do Centro do Recife



elevado. Porém, o que a torna incomum é a falta de um monitoramento técnico e a ausência de manutenção, passando essas fissuras a serem agentes para outras patologias. Vale a pena destacar que uma grande parte das fissuras foi ocasionada por intervenções indevidas na estrutura, provocadas pelos próprios proprietários, mostrando a má utilização das marquises. Foram encontradas muitas fissuras próximas a letreiros, regiões de contato entre marquises, recortes e furos feitos na laje, entre outras intervenções que foram responsáveis por um quadro de fissuração.

Ainda de acordo com a Figura 5, a corrosão das armaduras apresentou-se em apenas 17% das marquises inspecionadas. Entretanto, é importante ressaltar que o dado estatístico deste tipo de manifestação patológica refere-se à corrosão exposta, devendo ser maior quando se submeter à estrutura a ensaios. Foram executadas apenas inspeções visuais para a determinação das patologias e, em alguns casos, o diagnóstico foi dado baseando-se em sinais apresentados pelas marquises, como, por exemplo, manchas avermelhadas e fissuras no sentido das armaduras, conforme Hele- ne (1992) tem considerado.

A eflorescência foi encontrada em 11% das marquises do Centro do Recife. Essa manifestação é formada pela dissolução do hidróxido de cálcio da pasta de cimento devido à penetração de água nos poros do concreto.

#### 4.2 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS ARMADURAS EXPOSTAS E DA EXISTÊNCIA DA ROTINA DE MANUTENÇÃO

Foi realizado um levantamento da quantidade de marquises que se encontram com armaduras expostas, contribuindo, assim, para a aceleração do processo de corrosão das armaduras e, por conseguinte, instabilidade estrutural.

Para essas marquises, foi possível realizar a medição do cobrimento real dessas peças de concreto armado e compará-lo com o cobrimento determinado

pela NBR 6118 (2007). Foi levado em consideração o cobrimento nominal de 2,5cm e 3,5cm para as marquises localizadas, respectivamente, nas Classes de Agressividade Ambiental II e III. Sendo assim, 73% das marquises que apresentam armadura exposta possuem o cobrimento real inferior ao exigido pela norma vigente, o que era esperado, tendo em vista as mesmas terem sido dimensionadas por normatizações passadas.

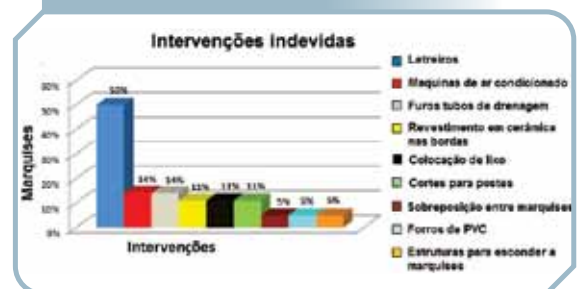
Constatou-se que 76% das marquises analisadas não têm uma rotina de manutenção preventiva, o que veio a corroborar com a necessidade de se adotar medidas visando à realização de vistorias que venham a determinar a execução de serviços de manutenção periódica, buscando, assim, reduzir a ocorrência de novos colapsos.

#### 4.3 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS INTERVENÇÕES NAS ESTRUTURAS DAS MARQUISES

As patologias são muitas vezes ocasionadas pela agressividade do meio ambiente. Porém, muitas surgem ou se intensificam por causa de intervenções executadas sem a orientação de um profissional qualificado. De acordo com o levantamento executado, observou-se que 80% das marquises sofreram algum tipo de intervenção inadequada.

Foram observadas diversas intervenções nas estruturas das marquises sendo constatadas, em média, 1,26 intervenções por marquise inspecionada.

Figura 6 – Percentual das intervenções negativas mais comuns às estruturas das marquises





A Figura 6 mostra as percentagens das intervenções, que são prejudiciais às marquises e são mais comuns no Centro do Recife.

Analisando a Figura 6, os dados que merecem destaque são as percentagens das sobrecargas: ocasionadas por letreiro (50%); ocasionadas por ar condicionado (14%); e ocasionadas por lixo (11%). Estas sobrecargas podem levar as marquises a um quadro de fissuração, tendo em vista a sobrecarga que as mesmas vêm a transmitir, podendo ser agravado caso ocorra acúmulo de água na estrutura devido a entupimentos ou falta de drenagem.

Segundo a Figura 6, 14% das marquises em estudo tiveram sua laje seccionada próximo ao engaste, após a execução, para a passagem da tubulação de drenagem, e 11% tiveram sua laje recortada para instalação de poste da rede de energia elétrica. Qualquer estrutura de concreto armado só pode ser seccionada após a consulta ao calculista responsável pela obra ou outro contratado para tal, de modo que o mesmo determine a localização do furo e a necessidade ou não da execução de algum reforço. Foi constatado que 5% das marquises do espaço amostral desta pesquisa estão revestidas com forro e fachadas de PVC. Esta foi a solução mais econômica encontrada por alguns proprietários para melhorar a estética de suas lojas, escondendo assim as imperfeições do estado de conservação das marquises, solução essa muito perigosa, pois, além de dificultar a inspeção visual da estrutura, muitas vezes impede o acesso do vistoriador, podendo induzir a um diagnóstico incorreto.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que é preciso atentar para a importância da manutenção preventiva nas estruturas das marquises, principalmente nos prédios históricos, principalmente aqueles que se encontram nas regiões cuja zona de agressividade ambiental seja de grau maior que II, pois, além da qualidade do material empregado, existe a falta de recobrimento necessário para as armaduras: existindo um plano de manutenção, se conseguirá o aumento da sua vida útil.

É imperiosa a necessidade de aumentar a fiscalização para esse tipo de estrutura, alertar para a responsabilidade dos proprietários das edificações, tornando obrigatória a manutenção periódica e o cumprimento da regulamentação do uso e de conservação das edificações.

Observou-se que uma marquise passa a ser um elemento estrutural diferenciado, praticamente independente do corpo da estrutura por se encontrar isolada e em uma área externa, sujeita a diversas manifestações patológicas associada à ausência de manutenção e, por ser um elemento que sofre um tombamento brusco, conclui-se pela necessidade do dimensionamento de uma armadura na região de compressão que venha a suportar seu peso, modificando esse modo de tomar.

Espera-se contribuir com o meio acadêmico, principalmente no sentido de mostrar que o elemento estrutural Marquise tem a necessidade de ser dimensionada no Estádio I, não permitindo fissuração no concreto.

## Referências Bibliográficas

- [01] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118/2007: Projeto de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 2007.
- [02] HELENE, Paulo R. L. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. 2ª Edição. São Paulo: Pini, 1992.
- [03] JORDY, J.C. & MENDES, L.C. Análise e procedimentos construtivos de estruturas de marquises com propostas de recuperação estrutural. Dissertação (Doutorado) Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. 2006. ■

# O setor da construção civil em 2011 e perspectivas para 2012

**PAULO CÉSAR DAS NEVES**  
LCA

## PRINCIPAIS INDICADORES MOSTRAM PERDA DE FORÇA DA CONSTRUÇÃO EM 2011

O setor da construção civil experimentou crescimento recorde em 2010: o PIB do setor cresceu 12% em relação a 2009 - o melhor resultado da série histórica, iniciada em 1995. No entanto, a construção caminha para um cenário de significativa desaceleração, associada tanto a um cenário econômico menos benigno como a fatores mais específicos do setor. De acordo com as projeções da LCA, o PIB da construção deverá apresentar altas próximas de 2%, tanto em 2011 como em 2012.

Com efeito, os principais indicadores da construção já vêm mostrando franca desaceleração do setor ao longo deste ano. Os dados de PIB, produção industrial, comércio varejista e mercado de trabalho apontam todos na mesma direção.

Segundo o IBGE, o PIB da Construção Civil no 2º trimestre foi de R\$ 45,2 bilhões (ante R\$ 41,1 bilhões no mesmo período de 2010). Descontada a variação de preços, o indicador apresentou crescimento de 2,1% sobre o 2º trimestre do ano passado e de 0,5% na comparação com o primeiro trimestre do ano. Parte desta forte desaceleração se deve, em grande medida, à forte base de comparação em 2010. Contudo, na comparação na margem (isto é, sobre o trimestre imediatamente

Gráfico 1 – PIB da Construção Civil – em %



te anterior), o PIB da construção civil vem apresentando taxas mais tímidas desde o 3º trimestre de 2010 (ver gráfico1).

A produção de insumos típicos da construção civil (utilizada pelo IBGE como proxy para o cálculo do PIB do setor) também vem apontando fraco desempenho nos últimos meses. No acumulado de janeiro a agosto, a produção de insumos da construção superou em 4% a verificada no mesmo período em 2010 (ante alta de 14,5% nos primeiros oito meses de 2010, sobre o mesmo período em 2009).

Outros indicadores do setor também apontam para uma perda de força da atividade, embora em menor intensidade. As vendas de materiais de construção, apesar de seguirem em ritmo de crescimento bem superior ao da produção industrial, vêm mostrando sinais mais claros de mo-

deração nos últimos meses. O forte crescimento das vendas de materiais, da ordem de 15% ao longo de 2010, deu lugar a taxas mais modestas de expansão nos últimos meses (6,3% e 6,6% em julho e agosto, respectivamente).

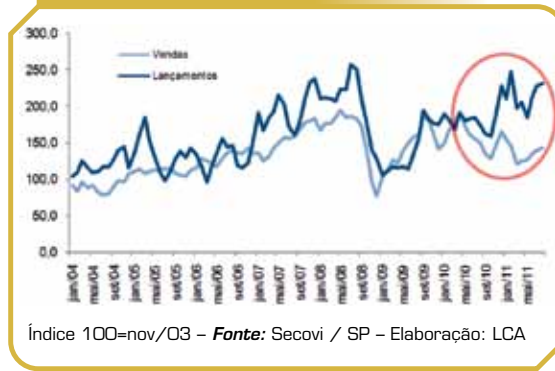
Os dados do mercado de trabalho da construção civil também mostram desaceleração desde fins de 2010. De acordo com o Ministério do Trabalho, o setor gerou 176 mil postos de emprego formal entre janeiro e agosto de 2011 - uma queda de 35% na comparação com o mesmo período em 2010, quando foram criadas em torno de 270 mil vagas. Contudo, vale observar que essa perda de força ainda não foi suficiente para aliviar a pressão da mão de obra sobre os custos do setor. O Índice Nacional da Construção Civil (INCC-DI) subiu 7,7% nos últimos 12 meses terminados em setembro, com alta de 11,2% do grupo “mão de obra”, e de 4,4% dos “materiais e serviços”.

### BOA PARTE DESSA DESACELERAÇÃO ESTÁ ASSOCIADA À PERDA DE FORÇA DA ECONOMIA COMO UM TODO

De acordo com as projeções da LCA, o PIB brasileiro deverá apresentar crescimento de 3% em 2011 e de 3,3% em 2012, após ter crescido 7,5% em 2010.

Parte do arrefecimento da atividade econômica deste ano se deve à reversão de algumas políticas de estímulos. Vale lembrar que, em 2011, o salário-mínimo teve reajuste real muito próximo de zero - ao contrário do observado nos últimos anos, quando o mínimo serviu como uma importante fonte de impulso para a renda dos trabalhadores e aposentados. O impulso fiscal direto também foi consideravelmente menor neste ano. De acordo com estimativas da LCA, os gastos reais do governo central deverão encerrar 2011 com

**Gráfico 2 – Índice de vendas e lançamentos de imóveis de São Paulo – MM3M**



alta próxima de 3%, após terem crescido aproximadamente 9% em 2010.

A redução dos empréstimos do BNDES também teve papel decisivo para a desaceleração da economia brasileira em 2011. O programa especial de financiamento (batizado de Programa de Sustentação do In-

vestimento) contribuiu para um crescimento de mais de 20% dos desembolsos do banco em 2010, que chegaram a 168,4 bilhões de reais no ano. Já, no período de janeiro a setembro de 2011 (último dado disponível), os desembolsos do BNDES apresentaram queda nominal de cerca de 35%, na comparação com igual período de 2010.

Além da menor participação do BNDES, os investimentos também já sofrem com o aumento da incerteza no ambiente econômico global, que se intensificou principalmente na segunda metade de 2011. O risco de uma desaceleração mais abrupta da atividade e a menor disponibilidade de capital tendem a limitar a expansão dos investimentos neste e no próximo ano. Desta forma, a Formação Bruta de Capital Fixo, que cresceu mais de 20% em 2010, deverá crescer menos de 5% em 2011 e em 2012.

### ALÉM DA PIORA DO QUADRO ECONÔMICO, HÁ TAMBÉM O RISCO DE UMA DESACELERAÇÃO MAIS PERSISTENTE DO MERCADO IMOBILIÁRIO, AO MENOS NO CURTO PRAZO

Embora a baixa disponibilidade de informações impossibilite uma avaliação mais ampla, alguns importantes indicadores dão indícios mais claros de perda de força do segmento nos últimos meses.

De acordo com o SECOVI-SP (Sindicato da Habitação do Estado de São Paulo), entre janeiro e agosto de 2011, cerca de 20,4 mil unidades de imóveis foram lançadas na



capital do estado (alta de 27% em relação ao período mesmo período de 2010) - valor bastante superior às 16,6 mil unidades vendidas no mesmo período (e que representaram uma queda de 20% em relação ao ano passado). Parte desta desaceleração pode ser atribuída à moderação do mercado de trabalho. No entanto, também é possível que a forte alta dos preços dos imóveis já tenha efeitos mais visíveis sobre a demanda. Embora seja muito difícil avaliar qual seria o “preço de equilíbrio” dos imóveis, há a sensação de que talvez ele tenha subido demais nas maiores cidades do país, e que, em algum momento, um ajuste para baixo seja necessário.

Outro fator que tende a limitar a expansão do segmento imobiliário em 2011 e 2012 é a contenção no orçamento previsto para a segunda fase do programa habitacional do governo (Minha Casa, Minha Vida). Vale lembrar que a segunda fase do programa recebeu um corte de R\$ 5 bilhões no início do ano. Além disso, o orçamento estimado para 2012, de R\$ 11,1 bilhões,

deverá ser 13% menor que o inicialmente previsto para 2011 (R\$ 12,7 bilhões).

## NO LONGO PRAZO, AS PERSPECTIVAS PARA A CONSTRUÇÃO CONTINUAM POSITIVAS

De fato, diferentes fatores sinalizam que a economia brasileira deverá retomar trajetória sustentada de crescimento. Segundo estimativas da LCA, o PIB brasileiro deverá voltar a apresentar taxas de expansão mais altas, próximas de 4,5%, entre 2013 e 2015.

Tal como ocorrido durante a crise de 2008/2009, os investimentos em infraestrutura logística, energética e de saneamento deverão prosseguir independentemente da evolução da conjuntura internacional, beneficiando a construção pesada nos próximos anos. A expansão do mercado interno também deverá seguir estimulando a expansão dos investimentos produtivos. E, apesar do ambiente incerto no curto prazo, o avanço do crédito e a melhora da distribuição de renda deverão garantir um crescimento da demanda por imóveis. ■

### Publicação Especial

## “Comentários Técnicos e Exemplos de Aplicação da NB-1”

Editor: Fernando Rebouças Stucchi



IBRACON

Elaborada pelo CT-301 – Concreto Estrutural do IBRACON, que objetiva avaliar continuamente o estado do avanço tecnológico do concreto estrutural e elaborar recomendações sobre projeto e execução de obras em concreto estrutural, a Publicação Especial “Comentários Técnicos e Exemplos de Aplicação da NB-1” tem a finalidade de complementar e esclarecer alguns aspectos dos procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 6118-2003, norma brasileira para projetos de estruturas de concreto.

Composta de duas partes – **Comentários Técnicos e Exemplos de Aplicação** – a publicação aborda o projeto estrutural a partir de uma análise específica de alguns requisitos da norma brasileira, finalizando com uma visão global da concepção estrutural de um edifício.

Referência indispensável nos escritórios de projeto de engenharia e nos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia civil.

#### DADOS TÉCNICOS

- Brochura
- 1 volume
- 258 páginas

#### INVESTIMENTO

- Não sócio: R\$ 80,00
- Sócio: R\$ 40,00



# Sócios do IBRACON elegem os membros do conselho diretor

**FÁBIO LUÍS PEDROSO**

**P**or correio, através de cédula de votação encaminhada aos sócios do Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON, ou presencialmente, durante a realização do **53º Congresso Brasileiro do Concreto**, de 1º a 4 de novembro, em Florianópolis, os associados ao IBRACON escolheram os membros do seu Conselho Diretor para a gestão 2011/2013.

Puderam participar da eleição todos os associados ao IBRACON, adimplentes e com mais de seis meses de filiação, excluídos os da categoria estudante de graduação. A votação foi direta e secreta, segundo as normas do Regulamento de Eleição. Nas cédulas de votação, os sócios assinalaram seu voto nos nomes dos associados que desejaram concorrer às vagas do Conselho Diretor ou indicavam um associado de sua preferência no campo em branco.

A cédula poderia ser remetida ao IBRACON pelos Correios (meio no

qual o sócio se identificava no envelope, mas não na cédula) ou depositada nas urnas espalhadas pelo Centro de Convenções de Florianópolis, local de realização do 53º Congresso Brasileiro do Concreto.

As cédulas recebidas pelos Correios tiveram seus envelopes abertos publicamente pelos membros da Comissão de Apuração, formada pelo seu presidente, Flávio Moreira Salles (CESP), e membros, Daniel de Brito Prado Vieira (LA Falcão Bauer), Polyana Gil Cunha (Themag) e Rosiany da Paixão Silva (Intercement),

Tabela I - Classificação dos votos da categoria INSTITUCIONAL (mantenedores e coletivos)

ABCP	119
Escola Politécnica USP	108
IPT	97
Eletrobras - Furnas	84
ABESC	80
ABCIC	74
HOLCIM	70
L.A. FALCÃO BAUER	69
CESP	66
CNO - Norberto Odebrecht	65

e foram depositadas fechadas nas urnas de votação.

A Comissão apurou um total de 176 votos válidos.

Confira os eleitos para a gestão 2011/2013 do Conselho Diretor nas Tabelas 1 e 2.

Órgão máximo deliberativo do Instituto Brasileiro do Concreto, o Conselho Diretor é formado pelos 10 associados mais votados na categoria Institucional e pelos 10 associados mais votados na categoria Pessoa Física. Também fazem parte do Conselho, os ex-presidentes do IBRACON, como conselheiros permanentes. Dentre outras atribuições, cabe ao Conselho a eleição do novo Presidente do IBRACON, que deve ser escolhido entre seus conselheiros da categoria

Tabela 2 – Classificação dos votos da categoria PESSOA FÍSICA (sócios individuais)

Tulio Bitencourt	97
Claudio Sbrighi	93
Augusto Vasconcelos	85
Antonio Figueiredo	81
Waldimir Paulon	81
Geraldo Isaia	79
Nelson Covas	74
Luiz Prado	68
Ana Elisabete Jacinto	67
Antonio Carlos Laranjeiras	64

Pessoa Física. O Presidente escolhido deve ser sócio diamante, além de cumprir uma série de outros requisitos, mas principalmente, apresentar um bom Programa de Trabalho. A eleição do novo presidente do IBRACON está marcada para o próximo dia 15 de dezembro. ■



**IBRACON**  
Há 40 anos  
fortalecendo  
o concreto  
no Brasil

**08 a 11 de outubro de 2012**

Centro Cultural e de Exposições  
Ruth Cardoso – Maceió, Alagoas

**Datas importantes**

Envio de Resumos - 27/02  
Aceitação de Resumos - 19/03  
Envio de Artigos - 07/05

Aceitação de Artigos - 18/06  
Envio de Revisão de Artigos - 06/07  
Aceitação Final de Artigos - 10/08

**Apoio Institucional**





# A gestão de excelência contempla a gestão por processos

**MARCELO PETRELLI - DIRETOR DE PROJETOS**  
ADM GESTÃO DE EMPRESAS

**A**o implementar, manter e desenvolver o sistema de gerenciamento em um escritório de projetos e execução da construção civil, seus gestores devem contemplar o trabalho focado no gerenciamento por processos.

Utilizado nas organizações, independente do porte e ramo de atuação, é com a gestão por processos que se conseguem os padrões de trabalho, ordem exata de execução, formalização dos documentos, a retenção do conhecimento, aplicação do processo de melhoria contínua, pois com os processos atuais padronizados obtém-se um entendimento de suas etapas, as análises pertinentes e as melhorias quando aplicável.

A comunicação com a equipe é facilitada pela padronização das atividades, favorecendo a participação, unindo e levando o grupo ao objetivo comum. Estimula a criatividade, sendo amplamente utilizada no treinamento de novos cola-

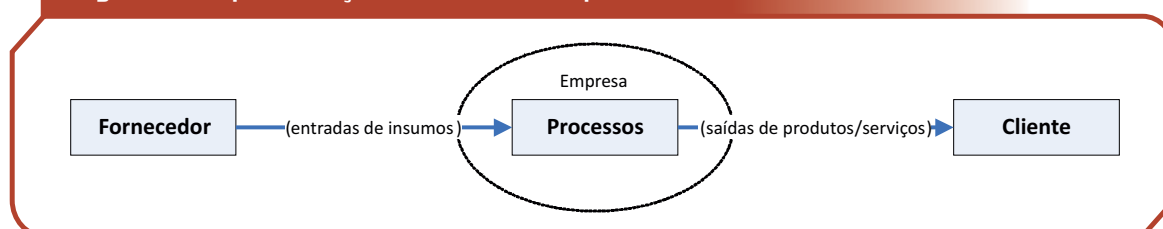
boradores bem como na revisão dos processos pela equipe.

Conforme descrevem Liker e Meier (“O Modelo Toyota - Manual de Aplicação”), *“o estabelecimento de processos e procedimentos padronizados é a maior chave para a criação do desempenho consistente. É somente quando o processo é estável que se pode iniciar a progressão criativa da melhoria contínua”*.

## CONCEITOS

Em gestão, o conceito de processo segundo a Fundação Nacional da Qualidade (FNQ) é “um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas)”, ou seja, iniciado pelo fornecedor (responsável pela matéria-prima, equipamentos, horas de trabalho etc.), recebido, processado e transformado pela organização em produtos ou serviços, que atendem as necessidades do cliente, conforme Figura 1.

Figura 1 – Representação do conceito de processos



**Tabela 1 – Processos principais e processos de apoio**

<b>Processos principais</b>	Processos que estão relacionados diretamente com o cliente, entre eles: suprimentos, produção, distribuição, vendas, pós-vendas e gestão de pessoas.
<b>Processos de apoio</b>	Processos que apoiam as operações do processo principal, entre eles: financeiro, qualidade, responsabilidade social.

Ao desdobrar o conceito de processos, temos os processos principais e os processos de apoio, conforme descrito na Tabela 1.

## A APLICAÇÃO DO PROCESSO DE PADRONIZAÇÃO

No questionário de autoavaliação “Ciclo 2011 - do MPE Brasil - Prêmio de Competitividade para Micro e Pequenas Empresas (MPE)” (<http://www.premiompe.sebrae.com.br/>), são apontadas duas questões (questões 28 e 29) relacionadas diretamente à gestão por processos, conforme a tabela 2.

Na busca do processo de mapear e padronizar, a recomendação é que o

trabalho “*inicie pelas atividades prioritárias*”, conforme orienta Falconi (“Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia a dia”), e pelo que, na visão do grupo, apresenta inconsistência.

Como se trata de uma proposta de mudança da cultura organizacional, este trabalho requer responsabilidades da equipe e apoio formal da liderança da organização.

Na tabela 4, temos as responsabilidades da equipe.

As responsabilidades da liderança (direção) da organização abrangem:

- **Comunicar toda organização sobre o que será executado** - é recomendável reunir toda a equipe com o intuito de comunicar o que será executado e

**Tabela 2a – Ciclo 2011 – do MPE Brasil – Prêmio de Competitividade para Micro e Pequenas Empresas**

<b>Questão 28: Os processos principais do negócio são executados de forma padronizada, com padrões documentados?</b>	
<b>O que deve ser atendido</b>	<b>Detalhamento do que a organização deve executar</b>
<b>Requisitos dos processos</b>	Processos que estão relacionados diretamente com o cliente, entre eles: suprimentos, produção, distribuição, vendas, pós-vendas e gestão de pessoas.
<b>Forma correta de execução</b>	A ordem correta da execução. Deve-se registrar duas situações, conforme exemplo, que são: <b>O que executa</b> – atendimento telefônico. <b>Como executa</b> – passo a passo do atendimento telefônico (registrar cada etapa da ação).
<b>Padrões de execução documentados</b>	Devem existir documentos formais que orientem a ordem correta da execução. A norma ABNT ISO/TR 10013:2002 “Diretrizes para a documentação de sistema de gestão da qualidade” aponta as ações para elaborar a documentação. A representação do processo pelo fluxograma é recomendável, pois apresenta, na forma de símbolos, cada etapa do processo – vide Tabela 3 – Conceito de Fluxograma.
<b>Responsável pela execução</b>	Informa o cargo e a função de quem executa as atividades contempladas nos documentos formais.
<b>Frequência de execução</b>	Aponta a frequência com que as atividades devem ser executadas pelo profissional.

a relevância do projeto (benefícios, dificuldades, prioridades).

- **Definição dos responsáveis pela execução em cada setor** - informar à equipe quem são os responsáveis de cada setor pela execução do trabalho.
- **Acompanhamento sistemático da execução do projeto em relação ao cronograma** - a liderança deve inserir claramente em sua agenda o compromisso de acompanhar o projeto em relação ao cronograma, entender as dificuldades no processo executivo e propor e autorizar (quando aplicável) as adequações das ações.

- **Constância de propósito** - ao demonstrar à equipe que existe coerência, consenso e constância no que foi proposto, a equipe valida e percebe o projeto como item prioritário no processo de execução diário.

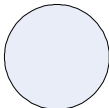
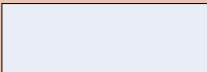
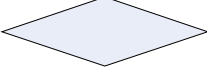

Na aplicação do sistema de gestão de excelência e do gerenciamento por processos, os documentos que norteiam os trabalhos apontam claramente as responsabilidades dos líderes, conforme a norma da ABNT NBR ISO 9001:2008 “Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos” (seção 5 - responsabilidade da direção) e o “Critério de Excelência, 2011,

**Tabela 2b – Ciclo 2011 – do MPE Brasil – Prêmio de Competitividade para Micro e Pequenas Empresas**

**Questão 29: Os processos principais do negócio são controlados para garantir a satisfação das necessidades dos clientes?**

O que deve ser atendido	Detalhamento do que a organização deve executar
<b>Definição de indicadores</b>	O que é relevante medir. Exemplos: quantidade de reclamação de cliente por mês, quantidade de peças produzidas com defeito, quantidade de produtos produzidos.
<b>Define a meta do indicador</b>	Deve medir o nível de desempenho que a organização quer alcançar em determinado período. Qual a quantidade mínima ou máxima que a organização entende como aceitável e que deve servir como orientação e busca do desempenho pela equipe.
<b>Tomadas de ações corretivas</b>	Deve ter um procedimento formal quando os requisitos definidos não são atendidos, quando as etapas do processo não são cumpridas. O entendimento e tratamento das inconsistências têm por objetivo estabilizar o processo e desenvolver na organização um sistema de aprendizado organizacional.

**Tabela 3 – Conceito de Fluxograma**

Símbolo	O que representa?	Como utilizar?
	Início ou fim do processo	No início e ao concluir um processo deve ser inserido este símbolo.
	Processo	Cada etapa do processo deve ser contemplada por este símbolo.
	Decisão	Quando há uma decisão no processo é este o símbolo que deve ser aplicado.
	Registro	Havendo registros (formulários, checklist, etc.) é este o símbolo que deve ser aplicado.



**Tabela 4 – Responsabilidades da Equipe**

Itens que necessitam de definição	Recomendação
<b>Profissionais que participarão dos trabalhos</b>	Informar quem são os profissionais que farão parte do projeto. Exemplo: Gerentes, Supervisores e Equipe.
<b>Dias dedicados para esta atividade</b>	Definir e apontar claramente na agenda os dias da semana para execução do trabalho, que deve ser entre dois a três dias por semana.
<b>Tempo de cada reunião</b>	Estabelecer o tempo de duração de cada reunião, que deve durar entre 50 a 90 minutos. Evite abordar assuntos que não estejam na pauta. Crie a cultura de foco.
<b>Cronograma das atividades</b>	Estabelecer um cronograma, destacando as operações, objetivos, prazos e limites de cada etapa. A criação de um plano de ação é relevante.
<b>Informar o local da reunião</b>	Definir e reservar o local para a execução do trabalho. Uma parte importante do projeto é realizada no ambiente de trabalho, ou seja, na produção.
<b>Apontar como será a execução do processo de mapeamento</b>	Observar como o profissional executa a tarefa. Registro das etapas executadas. Checar se a ordem registrada corresponde ao que é executado. Padronizar a documentação. Vide detalhes na Tabela 2a e 2b - Ciclo 2011 – do MPE Brasil – Prêmio de Competitividade para Micro e Pequenas Empresas.
<b>Recursos necessários para a execução dos trabalhos</b>	Fazer um levantamento detalhado dos recursos que o projeto demanda: físico, financeiro, pessoas, serviços, horas trabalhadas, produtos.

19ª Edição” da FNQ, que contempla o “critério liderança”.

Neste sentido, o papel da liderança é condição essencial para o sucesso do projeto.

## ROTEIRO DE APLICAÇÃO EM 10 ETAPAS

Apesar de inicialmente parecer um projeto de simples implementação, não observar algumas etapas relevantes pode preju-

dicar o resultado final.

O *checklist* apresentado na tabela 5 auxilia o processo de mapeamento dos processos.

Como conclusão, vale ressaltar que normas de gestão da qualidade apontam o que deve ser executado.

O detalhamento do que deve ser executado é aplicado conforme a interpretação e a necessidade de cada organização. ■

**Tabela 5 – Roteiro de aplicação**

O que deve atender	Efetividade	
	Sim	Não
1. Necessidades da organização, definido pela Liderança.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Convocação dos profissionais envolvidos (gerentes).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Apresentação pela liderança do projeto aos gerentes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Identificação das atividades prioritárias (gerentes).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Definição e desenvolvimento do plano de ação – vide o que atender nas Tabelas 2a e 2b, e Tabela 4 (gerentes).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Definição dos grupos de trabalho (gerentes).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Comunicação a toda equipe sobre a importância do projeto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Executar mapeamento conforme a Tabela 2a e 2b.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Padronizar tarefas treinando a equipe conforme a Tabela 2a e 2b.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Apoio sistemático da liderança.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

concreto notícias

## Censo dos Profissionais da Engenharia recolhe dados dos profissionais até dezembro

Launched in September, the Census of Professionals in Engineering aims to know the profile of engineers who work in the Brazilian market. According to the Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea) and the Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), the Census will be used to draw public policies for the development of the country and to promote concrete actions of capacity building and reinsertion of professionals who are not active in the labor market.

They must respond to the Census all registered professionals in the Confea/Crea system, engineers, architects, agronomists, technicians and technologists. The access

to the questionnaire is done through the sites [www.confea.org.br](http://www.confea.org.br) and [www.mdic.gov.br](http://www.mdic.gov.br). Divided into three segments - personal data, academic formation and professional activity - the questionnaire is quickly answered and offers the option to be converted into a professional curriculum.

The census will be carried out until December 31, 2011. The compilation of data and its analysis will be disclosed until March 31, 2012.

The Census of Professionals in Engineering still counts on the support of the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) and the Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

## Projeto brasileiro vence etapa regional do *Holcim Awards*

Os projetos e visões de construção sustentável da América Latina vencedores do 3º concurso internacional Holcim Awards foram anunciados em cerimônia de premiação ocorrida em Buenos Aires, na Argentina, em outubro último.

The Holcim Awards Gold went to the project of a multifunctional public building in the Paraisópolis favela, São Paulo. Titled "Grotão - Fábrica de Música", the project impedes the continuity of the construction process of ero-



são e o possível desabamento de terra em declives da região, levando infraestrutura social e cultural a uma comunidade carente. Chefiado por Alfredo Brillembourg, da Urban Think Tank, o projeto apresenta áreas para agricultura urbana, sistema de gestão de águas, anfiteatro público, escola de música, sala de concertos, instalações desportivas, espaços públicos e infraestrutura de transportes.

O chefe do júri, reitor do Departamento de Arquitetura da Universidad Iberoamericana (UIA), na Cidade do México, Carolyn Aguilar, elogiou a idéia pelo seu conceito unificador, com instalações culturais de grande qualidade, características arquitetônicas e envolvimento integrado da comunidade local, numa abordagem de gestão e planificação inclusivas. “O projeto tem o potencial de contribuir para um enriquecimento da conscientização e coesão sociais na região e aplica traços técnicos de forma exemplar e educativa”, afirmou.

A Holcim Foundation for Sustainable Construction, com sede na Suíça, realiza o concurso em paralelo em cinco regiões do mundo. Mais de 6000 projetos, de 146

países, participaram dos Holcim Awards, que visa promover soluções sustentáveis.

Os projetos Holcim Awards na América Latina foram avaliados por um júri independente sob o patrocínio da UIA na Cidade do México: Carolyn Aguilar (chefe, México), Marc M. Angélil (Suíça), Daniel Bermúdez (Colômbia), Angelo Bucci (Brasil), Vanderley M. John (Brasil), Andreas Leu (Suíça), Michel Rojkind (México), Hans-Rudolf Schalcher (Suíça) e Bruno Stagno (Costa Rica) utilizaram os cinco “temas-alvo” de construção sustentável, criados pela Holcim Foundation para avaliar os projetos. Os “temas-alvo” baseiam-se no conceito fundamentado em três diretrizes - fatores econômicos, ambientais e sociais, em conjunto com a qualidade arquitetônica e o potencial de aplicar a inovação em outros locais.

Os projetos agraciados com o Holcim Awards Gold, Silver e Bronze em cada região qualificam-se automaticamente para o Global Holcim Awards, no próximo ano, que serão anunciados em abril de 2012.

Detalhes sobre a premiação no site [www.holcimawards.org/latam](http://www.holcimawards.org/latam).

## Ponte sobre o Rio Negro é inaugurada em Manaus

Com 3.595 metros de extensão, apoio central com 162 metros de altura e vão central de 55 metros de altura, para possibilitar a passagem de navios de grande porte, a Ponte sobre o Rio Negro, a maior ponte estaiada já construída no Brasil, foi inaugurada no último dia 24 de outubro, data de aniversário da cidade de Manaus, capital do Amazonas.

Antes da ponte, a travessia do Rio Negro pela população da região metropolitana de Manaus era feita por meio de balsa, cada trajeto demorava cerca de 30 a 40 minutos. Com a ponte, o percurso é feito em apenas 5 minutos, facilitando a integração entre municípios e

Tabela I – Características do Projeto

- Comprimento total da ponte – 3.595 m;
- Número de vãos – 73;
- Extensão do trecho estaiado – 400,0 m;
- Extensão do vão central – 2 x 200,0 m;
- Largura do trecho corrente – 20,70 m;
- Largura da seção estaiada – 22,60 m;
- Altura do vão central – 55 m;
- Altura do mastro central – 162 m;
- Número total de estais – 56 m;
- Total de vigas pré-moldadas – 213;
- Número total de estacas escavada – 246;
- Volume de concreto por estaca: variável de 120 m<sup>3</sup> a 415 m<sup>3</sup>.

o desenvolvimento regional.

Os desafios de engenharia e logística



foram grandes. Na execução das estacas de fundação, por exemplo, foram realizadas escavações em grandes profundidades - até 60 metros abaixo do leito do rio - em solos com composição diferentes a cada trecho. Para superar esse desafio, foram utilizadas estacas de até 90 metros de comprimento e guindastes embarcados de 300 toneladas para o içamento de tubos-camisa de 75 toneladas para a execução das estacas.

A obra levou os profissionais da Cargom Corrêa, construtora da obra, a desenvolverem metodologias construtivas inovadoras, como, por exemplo, a implantação de unidades produtivas em balsas, que resultaram na operação simultânea de até 25 canteiros de obras flutuantes. Nestas plataformas, equipes realizaram a montagem e pré-armação de estruturas de aço de até 30 toneladas. Tais procedimentos só foram possíveis após estudos criteriosos, treinamentos permanentes e a utilização de máquinas e equipamentos especiais.

Tabela 2 - Curiosidades

- Concreto Estrutural (m<sup>3</sup>) - 161.710 - equivalente a 25 prédios de 20 andares;
- Aço CA-50 (toneladas) - 21.500
- Aço CP-190 RB (toneladas) - 1.270;
- Cimento - 1.600.000 sacos de cimento;
- Vigas Pré-moldadas 45 metros (peças) - 213;
- Pilares /apoios (unidades) - 74.

Foi necessária ainda a implantação de duas centrais de produção de concreto, cada uma com capacidade de produção de 60 m<sup>3</sup>/h em terra, e uma unidade de usinagem de concreto embarcada com capacidade produtiva de 9 m<sup>3</sup>/h. Para a conclusão da ponte, foram utilizadas quantidades de concreto e aço suficientes para construir três estádios de futebol com as dimensões do Maracanã.

A Ponte Rio Negro é uma obra do Governo do Estado do Amazonas, com financiamento pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). ▀



## 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](http://www.ibracon.org.br)

**Para anunciar:**  
 Tel. 11- 3735-0202 | e-mail: [arlene@ibracon.org.br](mailto:arlene@ibracon.org.br)

### Lista de Preços

Formato	Dimensões	R\$
2ª Capa + Página 3	42,0 x 28,0 cm	9.050,00
Página Dupla	42,0 x 28,0 cm	8.020,00
4ª Capa	21,0 x 28,0 cm	6.130,00
2ª, 3ª 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
1/2 Página Horizontal	21,0 x 14,0 cm	3.000,00
1/2 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

# Avaliação do desempenho mecânico de argamassas de revestimento com a incorporação de resíduos de construção e demolição (RCD)

LAÉRCIO STOLFO MACULAN - MESTRANDO

DR. PEDRO DOMINGOS MARQUES PRIETTO - ORIENTADOR

DRA. ADRIANA AUGUSTIN SILVEIRA - CO-ORIENTADORA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO  
EM MEIO AMBIENTE, UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO - UPF

## RESUMO

A indústria da construção civil é responsável por grande parte dos resíduos gerados em nosso planeta. A reciclagem e/ou reutilização do resíduo de construção e demolição (RCD) é a maneira mais prática de utilização pelas características dos resíduos. Entre as várias aplicações do RCD na indústria da construção civil, a utilização de RCD na confecção de argamassas para revestimento se destaca pelo potencial de utilização. Contudo, uma argamassa de RCD para revestimento deve atender aos mesmos requisitos de qualidade de uma argamassa convencional. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes composições de argamassas de revestimento com a incorporação de RCD. A abordagem utilizada no presente trabalho foi aquela sugerida por Myers e Montgomery (2002). As variáveis in-

vestigadas em seus níveis foram: a relação areia de RCD/areia total (0,25 a 0,75); relação cimento/aglomerante total (0,3 a 0,7); porcentagem de cerâmica na areia de RCD (25 a 75%) e consistência (240 a 280mm). As variáveis de resposta foram: resistência à tração na flexão e resistência à compressão simples. Os resultados obtidos na variável de resposta de resistência à compressão, resistência à tração na flexão e aderência mostraram a quantidade de cimento foi o fator preponderante sobre os resultados. **Palavras-chave:** resíduos na construção e demolição; Argamassas.

## OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E O MEIO AMBIENTE

A questão ambiental, como em outras áreas, também preocupa a indústria da

**Tabela 1 – Variáveis de resposta para a avaliação do desempenho da argamassa de RCD, fatores de desempenho e fatores de ruído**

	Variáveis de resposta	Unidade experimental	Procedimento metodológico
<b>Estado endurecido</b>	Resistência à Compressão Simples	Corpos-de-prova de argamassa	NBR 13279 (ABNT, 2005)
	Resistência à tração na flexão	Corpos-de-prova de argamassa	NBR 13279 (ABNT, 2005)
<b>Fatores de desempenho</b>	(a) origens e características dos agregados e aglomerantes empregados, incluindo a composição do RCD; (b) tipo e tratamento da base ou substrato de aplicação; (c) traço, isto é, a proporção entre aglomerantes, agregados e água; (d) utilização de adições e aditivos; (e) técnica de preparação e aplicação da argamassa; (f) tempo de mistura; (g) tempo, forma e condições ambientais de cura; (h) equipamentos utilizados; (i) qualificação da mão-de-obra; (j) tipo de misturador		
<b>Fatores de ruído</b>	(a) Granulometria do agregado; (b) Tempo de mistura da argamassa e (c) Flutuações nos Fatores de Controle		

construção civil, pois toda a cadeia produtiva consome 40% da energia e dos recursos naturais e geram 40% dos resíduos produzidos por todo o conjunto das atividades humanas (SJÖSTRÖM, 1996). Segundo John (2000), reciclar e/ou reutilizar os resíduos da construção e demolição acarreta uma série de benefícios, como a preservação dos recursos naturais, a geração de emprego e renda e o aumento da competitividade das empresas pela redução das perdas no canteiro de obra.

Entre as aplicações, a utilização de RCD na confecção de argamassas para revestimento destaca-se pelo potencial de uso em larga escala e pela possibilidade de emprego no próprio local da geração do resíduo.

As pesquisas com a utilização de RCD como agregado miúdo apresentam uma variabilidade excessiva dos materiais que compõe o RCD, e, de outra parte, uma variabilidade das propriedades finais da argamassa (retração e fissuração, por exemplo).

Neste contexto, ao avaliar diferentes

**Tabela 2 – Fatores do programa experimental**

Fatores investigados	Níveis				
A: Relação Areia de RCD/Areia Total*	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75
B: Relação Cimento/Aglomerante Total**	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
C: % de Cerâmica na Areia de RCD	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75
D: Consistência da Mistura (mm)	240	250	260	270	280

\*Areia Total = Areia Natural + Areia de RCD  
 \*\* Aglomerante Total = Cimento + Cal

Areia de RCD preparada em laboratório constituído em proporções variadas de agregado proveniente de resíduos cerâmicos (areia de cerâmica –AC) e de agregado proveniente de resíduos de argamassa (areia de argamassa –AA)

Fatores mantidos fixos	Especificação
Composição do Agregado de RCD	Resíduos Cerâmicos + Resíduos de Argamassa
Relação Aglomerante Total/Areia (volume)	1:3
Granulometria da Areia	Dentro da faixa utilizável
Tempo de Cura	28 dias
Tipo de Cimento	CP-II-F 32
Tipo de Cal	CH-III
Superfície de Aplicação (Painéis)	Bloco cerâmico com chapisco
Mão-de-obra (Painéis)	Pedreiro
Condições de Cura (Temperatura e Umidade Relativa)	Fixas para os ensaios em corpos-de-prova (câmara úmida)
Método de Preparação da Argamassa	Mecanizado, em argamassadeira para os ensaios em corpos-de-prova.



traços de argamassas quanto à resistência à compressão e resistência à tração na flexão, questiona-se qual é o efeito da adição de RCD nos diferentes traços de argamassa.

O presente trabalho tem como objetivo geral, através de um estudo experimental em laboratório, avaliar o desempenho mecânico de argamassas de revestimento com a incorporação de resíduos de construção e demolição (RCD).

## A ESTRATÉGIA PARA UTILIZAÇÃO DO RCD EM ARGAMASSA

A abordagem utilizada no presente trabalho foi aquela sugerida por Myers e Montgomery (2002) apresentando as variáveis de resposta, fatores de desempenho, fatores de ruído, fatores investigados e fatores mantidos fixos. As variáveis de resposta, os

fatores de desempenho e os fatores de ruído são apresentados na Tabela 01.

A definição dos fatores controláveis, separados em fatores investigados e fatores mantidos fixos, assim como seus níveis, podem ser observados na Tabela 02.

No planejamento do experimento, foi utilizado um arranjo experimental do tipo composto central. A opção por trabalhar com este arranjo se deve às seguintes características: (a) permitir a avaliação de efeitos principais e de interações; (b) propiciar o ajuste de modelos de primeira ou de segunda ordem (lineares ou quadráticos); (c) a eficiência, pois necessita de um número bem menor de combinações ou tratamentos a serem testados e (d) “rotabilidade”, isto é, a propriedade que resulta em estimativas (produzidas pelo modelo matemático ajustado) com

**Tabela 3 – Resultados dos ensaios no estado fresco e endurecido**

Ordem padrão	Areia de RCD/ Areia Total	Cimento/ Aglomerante	% de Cerâmica Total na Areia de RCD	Consistência (mm)	Areia Total/ Aglomerante	Traço Unitário (Cim:Cal:Areia)	Resistência à Tração na Flexão (MPa)	Resistência à Compressão Simples (MPa)
1	0,375	0,400	0,375	250	3,0	1:1,5:7,5	1,93	5,34
2	0,625	0,400	0,375	250	3,0	1:1,5:7,5	1,52	5,76
3	0,375	0,600	0,375	250	3,0	1:0,7:5,0	3,58	10,20
4	0,625	0,600	0,375	250	3,0	1:0,7:5,0	2,78	10,34
5	0,375	0,400	0,625	250	3,0	1:1,5:7,5	1,81	6,55
6	0,625	0,400	0,625	250	3,0	1:1,5:7,5	1,88	7,44
7	0,375	0,600	0,625	250	3,0	1:0,7:5,0	3,90	9,28
8	0,625	0,600	0,625	250	3,0	1:0,7:5,0	3,46	9,81
9	0,375	0,400	0,375	270	3,0	1:1,5:7,5	1,79	5,53
10	0,625	0,400	0,375	270	3,0	1:1,5:7,5	2,23	6,82
11	0,375	0,600	0,375	270	3,0	1:0,7:5,0	2,94	10,39
12	0,625	0,600	0,375	270	3,0	1:0,7:5,0	2,78	9,63
13	0,375	0,400	0,625	270	3,0	1:1,5:7,5	2,14	5,38
14	0,625	0,400	0,625	270	3,0	1:1,5:7,5	1,71	5,18
15	0,375	0,600	0,625	270	3,0	1:0,7:5,0	2,26	7,76
16	0,625	0,600	0,625	270	3,0	1:0,7:5,0	2,57	8,23
17	0,250	0,500	0,500	260	3,0	1:1,0:6,0	2,26	7,30
18	0,750	0,500	0,500	260	3,0	1:1,0:6,0	2,10	7,74
19	0,500	0,300	0,500	260	3,0	1:2,3:10,0	0,88	4,11
20	0,500	0,700	0,500	260	3,0	1:0,4:4,3	4,75	10,70
21	0,500	0,500	0,250	260	3,0	1:1,0:6,0	2,48	7,66
22	0,500	0,500	0,750	260	3,0	1:1,0:6,0	2,03	8,54
23	0,500	0,500	0,500	240	3,0	1:1,0:6,0	3,08	7,33
24	0,500	0,500	0,500	280	3,0	1:1,0:6,0	2,23	6,48
25	0,500	0,500	0,500	260	3,0	1:1,0:6,0	2,47	6,66
26	0,500	0,500	0,500	260	3,0	1:1,0:6,0	2,10	9,06
27	0,500	0,500	0,500	260	3,0	1:1,0:6,0	2,38	8,39
28	0,500	0,500	0,500	260	3,0	1:1,0:6,0	2,82	7,95
29	0,500	0,500	0,500	260	3,0	1:1,0:6,0	1,98	7,44
30	0,500	0,500	0,500	260	3,0	1:1,0:6,0	2,40	7,24
31	0,500	0,500	0,500	260	3,0	1:1,0:6,0	2,28	8,13

**Tabela 4 – Resultado da ANOVA, para resistência à tração na flexão**

Dados analisados	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média Quadrados	Valor de F	p-valor Prob > F	Significância
Modelo	9,18	3	3,06	35,49	< 0,0001	Significativo
B-Cimento/Aglomerante Total	7,51	1	7,51	87,17	< 0,0001	Significativo
D-Consistência	0,71	1	0,71	8,28	0,0418	Significativo
BD	0,95	1	0,95	11,03	0,0027	Significativo
Residual	2,24	26	0,086			
Falta de ajuste	1,80	20	0,090	1,22	0,4333	Não Significativo
Erro Puro	0,44	6	0,074			
Total	11,42	29				

igual variância para pontos nos espaços experimentais equidistantes em relação ao ponto central.

Este arranjo foi utilizado para todos os ensaios realizados, tanto no estado fresco como no estado endurecido. O trabalho consiste de 31 combinações ou tratamentos resultantes do delineamento experimental, sendo que 25 correspondem a misturas ou traços diferentes e seis são repetições do tratamento referente ao ponto central.

Para cada variável de resposta, além da análise gráfica qualitativa, foi realizada a análise de variância (ANOVA), para verificar a significância estatística dos efeitos dos fatores individuais e das interações entre eles.

### AVALIAÇÃO DE ARGAMASSAS COM RCD

São apresentadas e discutidas as análises de variância (ANOVA), os gráficos

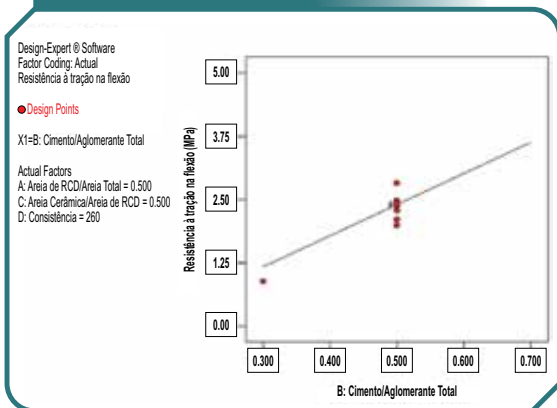
de efeitos principais para cada fator controlado e os gráficos de interação entre dois fatores.

No ensaio de resistência à tração na flexão, segundo NBR 13279 (ABNT, 2005), os resultados, expressos na Tabela 03, variaram de 0,88 MPa (Traço 19) a 4,75 MPa (Traço 20). Para a variável de resposta “resistências à tração na flexão”, segundo a ANOVA, o Fator B tem maior efeito sobre a variável de resposta, bem como a interação entre o Fator B e o Fator D. Os resultados da análise podem ser observados na Tabela 04.

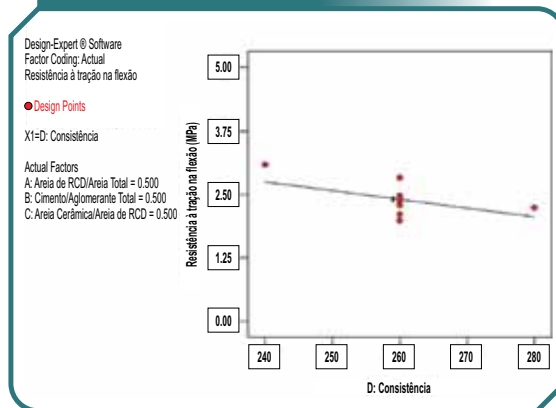
Na Figura 01, observa-se que, quando é aumentado os níveis do Fator B (quantidade de cimento) de 0,3 para 0,7, ocorre acréscimo nos valores de resistência à tração na flexão. A inclinação da linha do gráfico indica a influência considerável deste fator.

A consistência (Fator D), segundo a Figura 02, determina a diminuição da re-

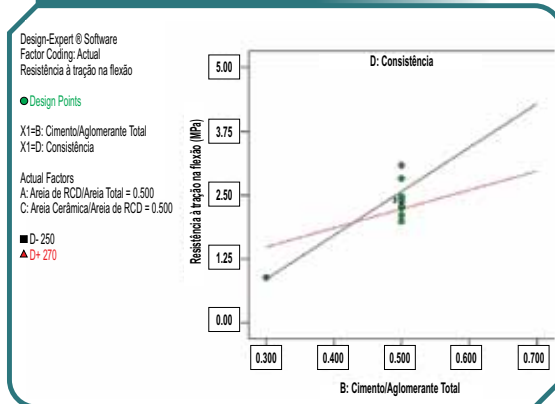
**Figura 1 – Efeitos principal Cimento/Aglomerante total**



**Figura 2 – Efeitos principal Consistência**



**Figura 3 – Interação entre Cimento/Aglomerante total e Consistência**



sistência à tração na flexão, conforme a variação de seu nível, a partir de 240 mm até o nível 280mm.

Segundo a análise de variância, foi verificada uma interação significativa en-

tudo dos efeitos principais, a quantidade de cimento (Fator B) aumenta a resistência à tração na flexão.

Outra questão importante que pode ser observada na Figura 03 é que a consistência, em seu nível 250 mm, apresenta maior variação dos resultados de resistência à tração na flexão, se comparado à quantidade de cimento do seu nível 0,3 ao seu nível 0,7. Já, com a consistência em seu nível 270 mm, observa-se menor variação entre estes mesmos níveis. A bibliografia explica esse comportamento pela quantidade de água, necessária para consistências elevadas, que acaba alterando a resistência à tração na flexão.

Os resultados obtidos quanto à resistência à compressão conforme a NBR 13279 (ABNT, 2005), variaram de 4,11 MPa (Traço 19) a 10,70 MPa (Traço 20), conforme Tabela 03. A análise de variância (ANOVA),

**Tabela 5 – Resultado da ANOVA, para resistência à compressão**

Dados analisados	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média Quadrados	Valor de F	p-valor Prob > F	Significância
Modelo	78,06	5	15,61	40,62	< 0,0001	Significativo
B-Cimento/Aglomerante Total	69,43	1	69,43	180,66	< 0,0001	Significativo
C-Areia Cerâmica/Areia de RCD	0,29	1	0,29	0,74	0,3965	Significativo
D-Consistência	2,34	1	2,34	6,10	0,0207	Significativo
BC	2,71	1	2,71	7,04	0,0136	Significativo
CD	3,29	1	3,29	8,57	0,0072	Significativo
Residual	9,61	25	0,38			
Falta de ajuste	5,81	19	0,31	0,48	0,8947	Não significativo
Erro Puro	3,80	6	0,63			
Total	87,67	30				

tre o Fator D e Fator B. É possível observar na Figura 03 que diferentes níveis de consistência (Fator D) apresentam comportamentos semelhantes: aumento da resistência à tração na flexão. Pelo es-

para a variável de resposta “resistência à compressão” pode ser observada na Tabela 05. Foram analisados os três fatores, B (Cimento/Aglomerante Total), C (Areia Cerâmica/Areia de RCD) e D (Consistência) e

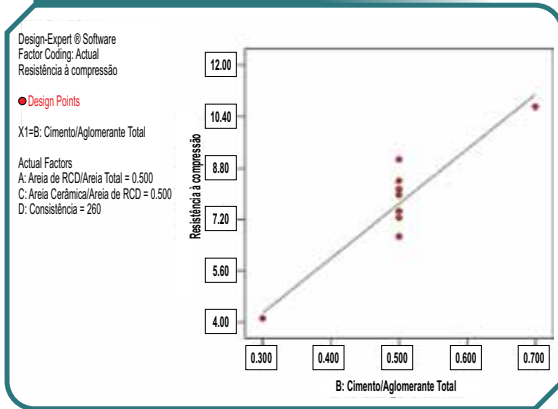
**Tabela 6 – Referências bibliográficas quanto à resistência à compressão**

Autor	Traço em volume	Cimento/Aglomerante total	Resistência à compressão (MPa)
CALHAU et al (1999)	1:2:9 (Cim:Cal:A.N)	0,30	1,7
BAVARESCO (2001)	1:2:9 (Cim:Cal: A.N:AC)*	0,30	3,47
-	1:1:6 (Cim:Cal: A.N:AC)*	0,50	7,66

\* 50% Areia na natureza e 50% de areia cerâmica.



**Figura 4 – Efeitos principal Cimento/Aglomerante total**



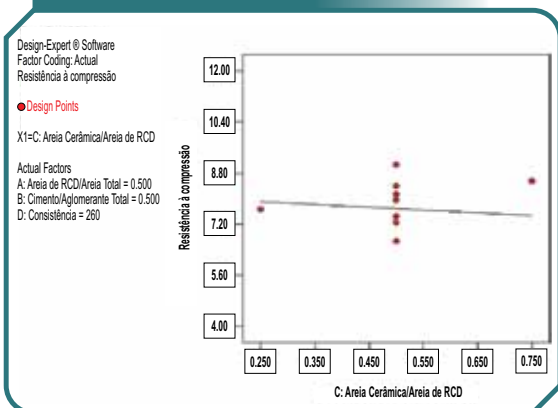
as interações entre os fatores. Segundo a ANOVA, o fator B tem maior efeito sobre a variável de resposta e as interações BC e CD foram significativas.

A Figura 04 representa o gráfico de efeito principal para a quantidade de cimento (Fator B), onde é possível verificar, pela inclinação da reta, a influência da quantidade de Cimento na resistência à compressão nas argamassas. À medida que aumentam a concentração deste fator, aumenta a resistência à compressão.

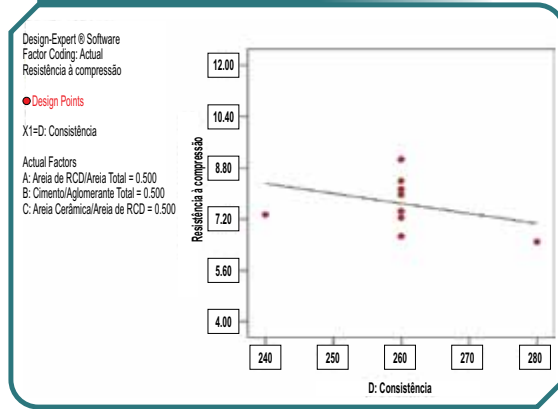
Segundo a Tabela 06, comparando o trabalho realizado por Calhau et al (1999) e de Bavaresco (2001), é possível verificar que valores elevados de resistência à compressão podem ser explicados pelas diferentes quantidades de RCD e de cimento presentes nas argamassas.

A Figura 05 representa o gráfico de efeito principal para a quantidade

**Figura 5 – Efeitos principal Areia cerâmica/Areia de RCD**



**Figura 6 – Efeitos principal Consistência**

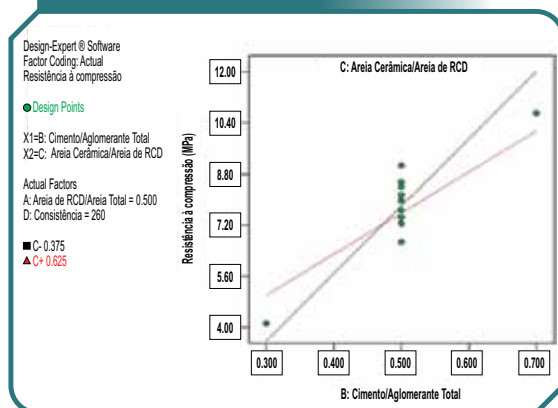


de material cerâmico (Fator C). Como pode ser visto, a variação de quantidade de material cerâmico do nível 0,250 a 0,750 resulta numa diminuição dos valores de resistência à compressão, pouco variável.

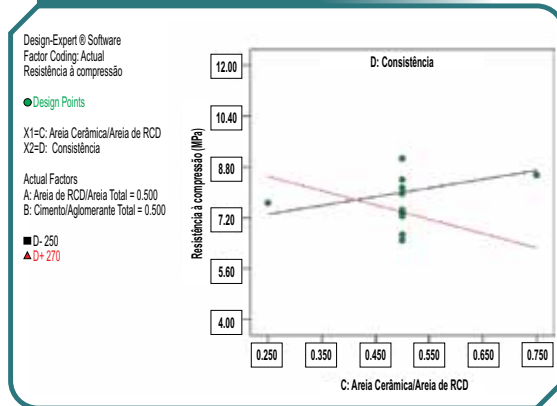
A Figura 06 apresenta o comportamento da consistência (Fator D) para a resistência à compressão. Foi observado que, ao variar seu nível de 240 mm para o nível 280 mm, apresenta diminuição de resistência à compressão, resultado esperado, uma vez que, ocorrendo o acréscimo de água, obviamente há diminuição na resistência à compressão.

A análise de variância apresentou como significativas duas interações: A interação entre a quantidade de material cerâmico (Fator C) e a consistência (Fator D); e a interação entre a quantidade de cimento (Fator B) e o material cerâmico (Fator

**Figura 7 – Interação entre o Cimento/Aglomerante total e Areia cerâmica/Areia de RCD**



**Figura 8 – Interação entre o Areia cerâmica/Areia de RCD e Consistência**



C). A Figura 07, que apresenta a interação entre a quantidade de cimento (Fator B) e a quantidade de material cerâmico (Fator C), aponta a influência da quantidade de cimento na resistência à compressão, que pode ser verificada porque independente dos níveis de material cerâmico (Fator C) presente nas argamassas.

A Figura 08, referente à interação entre a quantidade de material cerâmico (Fator C) e a consistência (Fator D), mostra que, para a consistência em seu nível 250 mm, conforme aumentam os níveis de material cerâmico (Fator C) presente nas argamassas, aumentam os valores de resistência à compressão.

Já, para consistência em seu nível 270

mm, à medida que aumentam os níveis de material cerâmico (Fator C), apresenta diminuição da resistência à compressão. Esta questão se deve ao aumento de vazios da argamassa e, conseqüentemente, sua melhor trabalhabilidade, porém sua menor resistência à compressão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No caso da resistência à tração na flexão, a quantidade de cimento (Fator B) foi determinante. Observou-se também que, tanto a quantidade de material cerâmico quanto a quantidade de RCD, não tiveram influência nos valores de resistência à tração na flexão.

Com base na ANOVA, nos gráficos de efeito principal e de interação, foi observado que o fator que teve influência preponderante na resistência à compressão foi a quantidade de cimento (Fator B), como já era esperado.

No entanto, mesmo havendo interação significativa deste fator com a quantidade de água, ou seja, com a consistência, e com a quantidade de material cerâmico, observa-se que a influência da quantidade de cerâmica na resistência à compressão é maior a partir do nível 0,625 deste fator. Abaixo deste valor, tanto a quantidade de RCD quanto a quantidade de material cerâmico, não tiveram influência sobre a resistência à compressão.

## Referências Bibliográficas

- [01] ABNT. NBR 13279 - Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.
- [02] CALHAU, E. L.; TRISTÃO, F. A. Influência do teor de ar incorporado nas propriedades das argamassas mistas de revestimento. III Simpósio brasileiro de Tecnologia das argamassas. Vitória ES, abril 1999. p219-230.
- [03] JOHN, V.M., Reciclagem de resíduos na Construção Civil - contribuição à pesquisa e desenvolvimento. São Paulo. Tese (livre docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.
- [04] MYERS, Raymond H.; MONTGOMERY, Douglas C.. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. 2.ed. Estados Unidos: Wiley-Interscience, 2002. 792 p. (Wiley Series in Probability and Statistics)
- [05] SJÖSTRÖM, C. Service life of the building. In. Applications of the performance concept in building. Proceedings. CIB: Tel Aviv, 1996 v. 2, p.6-16;6-11.
- [06] TAGUCHI, Genichi. Introduction to Quality Engineering - Designing Quality into Products and Processes. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1986. ■

acontece nas regionais

# Regional AL marca presença no 53º Congresso Brasileiro do Concreto

A Regional IBRACON de Alagoas participou da VII FEIBRACON como expositora para divulgar a próxima edição do Congresso Brasileiro do Concreto, que vai acontecer em Maceió, de 08 a 11 de outubro de 2012, no Centro Cultural e de Exposições Ruth Cardoso.

A Regional se fez bastante ativa neste ano, organizando diversas atividades técnicas:

- Simpósio Alagoano de Engenharia Civil (SAEC): em sua quarta edição, o evento, promovido pelo Programa de Educação Tutorial de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), ocorreu de 7 a 9 de novembro, no Centro Cultural e de Exposições Ruth Cardoso, e contou com a participação de 420 inscritos. No evento, o Prof. Flávio Barboza Lima, diretor regional do IBRACON, presidiu uma mesa redonda sobre o tema “Perspectivas para Novos Engenheiros”.
- 2º Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção Civil (ENARC 2011) e II Seminário sobre Resíduos Sólidos na Construção Civil (SERESC 2011): com o objetivo de contribuir para a conscientização da sociedade na preservação dos recursos naturais e permitir a interlocução entre pesquisadores, profissionais, empresas e órgãos de controle e fiscalização, os eventos aconteceram, dias 7 e 8 de julho, no Hotel Ponta Verde, contando com 250 participantes e 70 apresentações técnico-científicas.
- 5º Congresso de Engenharia, Ciência e Tecnologia (CONNECTE): com o objetivo de incentivar e promover a Iniciação Científica no meio acadêmico, o evento ocorreu dia 27 de maio, no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoa, contando com a presença de 600 participantes.
- Palestra sobre execução de pavimento de concreto: ministrada pelo engenheiro Martônio José Marques Francelino, engenheiro da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e professor da Faculdade do Vale do Ipojuca (FAVIP), responsável pela cooperação técnica firmada, desde 2006, entre a ABCP e o Exército Brasileiro para as obras de duplicação da rodovia BR-101, a palestra ocorreu dia 25 de maio, no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, contando com 100 participantes.



## Regional MS realiza II ETEC



A Regional IBRACON de Mato Grosso do Sul realizou o II Encontro sobre Tecnologia do Concreto (ETEC), no último dia 19 de outubro, no auditório

do CREA/MS. O evento abordou os pisos de concreto de alto desempenho: do projeto à execução.

Sob coordenação da diretora regional do IBRACON, Sandra Regina Bertocini, o evento contou com palestras do presidente da Associação Nacional de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho - ANAPRE, Eng. Ademar Paulino de Arantes Filho, que abordou a execução de pisos de concreto de alto desempenho, do engenheiro de aplicação da ArcelorMittal, Janus Magno Barcelos, que palestrou sobre os pisos de concreto protendido, e do Eng. Marcelo Toledo Quinta, falando sobre a utilização de fibras de aço e macrofibras sintéticas em pisos de concreto.



## Regional RN realiza palestra

Foi realizada na Regional IBRACON do Rio Grande do Norte a palestra “Aprendendo com os Acidentes e Falhas da Construção”, com o professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), Paulo Helene, nas dependências da Universidade Potiguar (UNP).

O evento, ocorrido no dia 09 de novembro, contou com a presença de 120 participantes, entre estudantes e profissionais da construção civil. ■





normalização técnica

# Lajes Alveolares pré-moldadas de concreto protendido

ENG<sup>a</sup> INÊS BATTAGIN - SUPERINTENDENTE  
ABNT/CB-18

No último mês de outubro foi publicada a nova versão da ABNT NBR 14861, após três anos de trabalho da CE 18:600.19 - Comissão de Estudo de Lajes e Painéis Alveolares de Concreto Protendido do Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Mais do que apenas estabelecer os requisitos para o produto, a Norma Brasileira, a exemplo de suas irmãs européias, vai além e dá indicações importantes para o uso desse tipo de elemento pré-moldado, de forma a se ter seu melhor desempenho em serviço.

Respeitando a cultura nacional, mas sem perder de vista o conhecimento já adquirido e consensado internacionalmente, a Norma Brasileira estabelece os parâmetros para o dimensionamento das lajes alveolares protendidas, fixa requisitos de fabricação e de recebimento para o produto, dá as diretrizes para seu uso, prevendo a possível incorporação de capa estrutural quando

prevista em projeto, e estabelece qual a documentação necessária para comprovação de todas as etapas, desde a fabricação até a montagem final desse tipo de laje na estrutura.

Sem dúvida, a união de projetistas, pré-fabricadores, construtores, fabricantes de insumos e representantes da academia e de laboratórios de ensaios nos trabalhos de normalização técnica



da CE 18:600.19 possibilitou o desenvolvimento de uma Norma Brasileira que atende aos anseios da comunidade técnica, possibilitando alavancar a produção e o uso dessa importante alternativa construtiva.

A ABNT NBR 14861:2011, cuja abrangência pode ser evidenciada pelo sumário a seguir, é uma ferramenta de trabalho dos profissionais da área, editada em complemento à norma geral, ABNT NBR 9062 (Projeto e execução de estruturas pré-moldadas de concreto):

- Escopo
- Referências normativas
- Termos e definições
- Simbologia
- Materiais
- Requisitos para o produto acabado
- Dimensionamento das seções transversais
- Projeto de sistemas estruturais compostos por lajes alveolares
- Capeamento estrutural
- Verificação experimental

- Métodos de produção das lajes alveolares

- Documentação técnica

A Norma Brasileira de Lajes Alveolares de Concreto Protendido vem balizar a execução de obras com esse tipo de solução, já amplamente aplicada em outros países e de uso crescente no Brasil, possibilitando vencer grandes vãos e suportar elevadas cargas com a segurança e a durabilidade já atestadas por ensaios e pesquisas realizadas, bem como pelos casos de sucesso evidenciados.

Esse trabalho, que nasceu do desejo da sociedade técnica da pré-fabricação em concreto, representada pela ABCIC - Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto, contou com a participação de especialistas de todas as áreas, incluindo representantes brasileiros nos Comitês Técnicos da *fib* (*Federation Internationale du Beton*), de forma a conter as alternativas e vantagens que o sistema oferece, para servir a toda a sociedade brasileira.

## Postes de concreto

**P**ostes duráveis, de concreto armado ou protendido, fabricados para atender a população brasileira sem a necessidade de reparos ou trocas frequentes. Esse é um dos principais focos da ABNT NBR 8451:2011, Norma Brasileira aprovada pela ABNT no último mês de novembro.

Prevista para conter seis Partes e estabelecer requisitos de qualidade, padronização, métodos de ensaios e procedimentos de amostragem e inspeção no recebimento dos postes de concreto, essa Norma Brasileira é fruto do trabalho incessante da CE 18:600.08 - Comissão de Estudo de Postes de Concreto, do Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Vale salientar a expressiva ampliação do escopo da normalização brasileira de postes de concreto obtida com a publicação desse documento, que além dos postes

de concreto armado passa a contemplar também os de concreto protendido e se aplica a postes das mais variadas dimensões e usos, desde os pequenos, destinados a entradas de serviço até 1 kV, passando pelas linhas de distribuição e até aos gigantes postes destinados à sustentação de linhas de transmissão de energia elétrica.

O caráter democrático dos trabalhos de normalização e o dinamismo conseguido pela Comissão de Estudo, que realizou reuniões em diversas cidades espalhadas pelo Brasil, de forma a facilitar o intercâmbio de informações e a participação de profissionais de todas as áreas e locais, foram responsáveis pelo desenvolvimento de um conjunto de documentos que vai além das bases de consulta tomadas como referência e certamente será uma importante ferramenta para os profissionais da área e mais uma norma técnica que traz confiança aos consumidores.

# Reuniões de Normalização no 53º Congresso Brasileiro do Concreto

Aproveitando a expressiva presença do meio técnico nacional, uma vez mais foram realizadas reuniões de normalização paralelamente às atividades do Congresso Brasileiro do Concreto, realizado anualmente pelo IBRACON.

Antes mesmo do início oficial do evento, a CE 18:300.06 - Comissão de Estudo de Durabilidade do Concreto contou com a presença de trinta pessoas na reunião realizada na tarde do dia 01.11.2011. Sob a Coordenação da Dra. Maryangela Geimba de Lima, do ITA, os presentes puderam tomar conhecimento do andamento dos trabalhos realizados nos últimos 2 anos pela Comissão e da agenda prevista para 2012. Em uma iniciativa pioneira do ABNT/CB-18, foi realizada uma demonstração do uso, ainda em fase de testes, de um programa da ABNT para o desenvolvimento de reuniões no ambiente virtual, contando com a

participação do Gerente de Normalização da entidade.

No segundo dia do evento, visando atualizar normas em vigor e elaborar novas normas técnicas dentro de seus respectivos escopos, duas Comissões de Estudo foram reativadas pela Superintendência do ABNT/CB-18, são elas: a CE 18:300.04, de Concreto Compactado com Rolo, e a CE 18:300.08, de Concreto Massa. A reunião de reativação contou com a presença de mais de 25 pessoas, representando entidades de pesquisa, laboratórios, projetistas estruturais, empresas responsáveis pela execução de barragens e outros profissionais interessados no tema; os presentes indicaram a Enga. Luciana dos Anjos Farias e o Eng. Ricardo Ferreira, ambos da ELETROBRÁS FURNAS, para Coordenar os trabalhos. Pretende-se que, ao longo do ano de 2012, já os primeiros textos normativos sejam aprovados, fruto do trabalho dessas Comissões\*.

\* Demais informações sobre normalização técnica podem ser obtidas no site [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br).

normalização técnica

## CONCRETO: Ciência e Tecnologia Editor: Geraldo Cechella Isaia



**Sinopse:** Livro-texto completo e atualizado sobre o material industrializado mais consumido no mundo, o concreto. Escrito por especialistas brasileiros, referenciado nas normas brasileiras em vigor e nas práticas atuais da engenharia civil nacional, o livro aborda desde a história do concreto, seus materiais constituintes, passa pelas propriedades do concreto em seu estado fresco e endurecido, sua durabilidade, patologias nas estruturas de concreto, os concretos especiais, finalizando com os mais recentes estudos sobre a nanoestrutura do concreto.

**Público:** estudantes de graduação e pós-graduação dos cursos de engenharia civil, arquitetura e tecnologia; professores e pesquisadores; e profissionais em geral do setor construtivo.



Ficha Técnica

- 2 volumes
- 1902 páginas
- Capa dura
- Acabamento luxo
- Tamanho: 15,7 x 23cm

Investimento

- Sócios: R\$ 300,00
- Não sócios: R\$ 350,00

mercado editorial

# Livros lançados



## Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil

Vahan Agopyan e Vanderley M. John

**144 páginas**  
**Editora Blucher**

APRESENTA UMA VISÃO INOVADORA, AO DISCUTIR O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL SOB O PONTO DE VISTA DA CADEIA PRODUTIVA. NESTE CONTEXTO, OS GREEN BUILDINGS E AS LISTAS DE MATERIAIS VERDES, RETRATADOS COMO A SOLUÇÃO PARA TODOS OS PROBLEMAS, SÃO SUBSTITUÍDOS POR UMA VISÃO MAIS COMPLEXA E SISTÊMICA DAS IMPLICAÇÕES E DESAFIOS POLÍTICOS, ORGANIZACIONAIS E TECNOLÓGICOS PARA TRANSFORMAR UM DOS MAIS CONSERVADORES SETORES DA ECONOMIA. APOIADO NO TRIPÉ ENTRE SOCIEDADE, ECONOMIA E AMBIENTE, NO HISTÓRICO DO MOVIMENTO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL GLOBAL E NO BRASIL, O LIVRO DESTACA TEMAS QUE ESTÃO FORA DA AGENDA CONVENCIONAL.

Site: [www.blucher.com.br](http://www.blucher.com.br)

## Manual de Reforço das Estruturas de Concreto Armado com Fibra de Carbono

Engenheiro Ari de Paula Machado

**Viapol**

OBJETIVO DE DIFUNDIR A APLICAÇÃO DOS SISTEMAS ESTRUTURADOS COM FIBRAS DE CARBONO E APRESENTAR, DE FORMA PRÁTICA E CONDENSADA, UMA COMPILAÇÃO DO GRANDE NÚMERO DE INFORMAÇÕES EXISTENTE SOBRE O TEMA.

Site: [www.viapol.com.br](http://www.viapol.com.br)

## Condutas de Sustentabilidade no Setor Imobiliário Residencial

A IDEIA DO CADERNO É OFERECER ELEMENTOS QUE, UMA VEZ CONHECIDOS E ENTENDIDOS, TRAGAM TODAS AS ATIVIDADES PARA O NECESSÁRIO ALINHAMENTO SOBRE O QUE É E COMO PRATICAR SUSTENTABILIDADE, PROMOVENDO A ADOÇÃO DE CONDUTAS ADEQUADAS.

Download: [www.secovi.com.br/sustentabilidade/caderno-de-sustentabilidade/](http://www.secovi.com.br/sustentabilidade/caderno-de-sustentabilidade/)

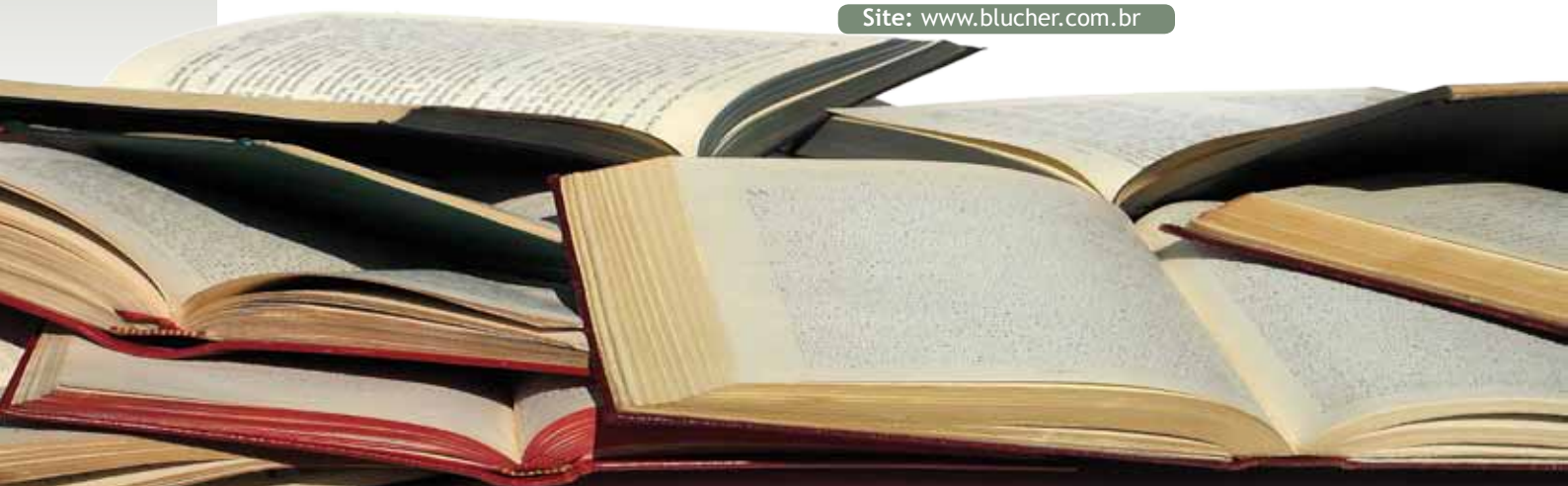
## Concreto Armado - Eu Te Amo Vol.2 - 3ª edição

Manoel Henrique Campos Botelho

ESTE LIVRO É DIRIGIDO A ESTUDANTES DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E PROFISSIONAIS DE PROJETO E CONTRUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO. A OBRA ABORDA AS SEGUINTESS QUESTÕES:

- COMO FAZER A ESTRUTURAÇÃO DE UM PRÉDIO;
  - LIÇÕES DE UM VELHO ENGENHEIRO ESTRUTURAL;
  - CASCATA DE CARGAS;
  - COMO ESCOLHER O TIPO DE CIMENTO PARA SUA OBRA;
  - COMO ESCOLHER O FCK E FIXAR A RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO;
  - CUIDADOS COM O LINDO CONCRETO APARENTE;
  - TABELA MÃE MÉTRICA;
  - JUNTAS DE DILATAÇÃO E JUNTAS DE RETRAÇÃO;
  - NÚMEROS MÁGICOS DE UMA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO;
  - PLANOS DE CONCRETAGEM;
  - A, POR VEZES ESQUECIDA, IMPERMEABILIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS;
  - LAJES EM FORMATO ELE (L);
  - VIGAS PAREDES;
  - CONSOLES CURTOS;
  - BLOCOS DE ESTACAS;
- E MUITO MAIS.

Site: [www.blucher.com.br](http://www.blucher.com.br)





Tudo em aço para construir a  
conexão do Brasil com o futuro.



ArcelorMittal

RINO.COM



## Soluções em aço para construção civil. Do projeto ao acabamento.

Como se constrói um novo país? O país da próxima Copa e das Olimpíadas de 2016. Do investimento em infraestrutura. Da responsabilidade social e ambiental. Esse novo Brasil se constrói com a realização dos projetos da sua vida e com aço produzido no Brasil. Por isso, a ArcelorMittal coloca à disposição toda a sua linha de produtos e serviços, que abrange aços longos, planos, inoxidáveis e coberturas. São mais de 100 itens próprios, incluindo soluções sob medida para obras de todos os portes. É mais produtividade e economia com menos desperdício. É aço seguro e sustentável.

Chegou a hora de construir o novo Brasil.

[www.arcelormittal.com/br](http://www.arcelormittal.com/br) 0800 015 1221





Novos traços, novas  
cores e novo formato.  
Mas uma coisa permanece  
igual: o jeito Itambé de  
atender seus clientes.



Com atuação em todo o Sul do país, a Itambé possui na excelência do atendimento a essência do seu negócio. É por isso que, ao renovar sua marca, fez questão de mantê-la. Mais moderna, ágil e dinâmica, ela será símbolo da melhoria contínua.  
**Uma Companhia cada vez melhor.**

Cimento Itambé. Uma companhia cada vez melhor.