

CONCRETO

& Construções



Ano XLI

70

ABR-JUN • 2013

ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

EDIFICAÇÕES

CONCRETO: ALTO DESEMPENHO EM OBRAS RESIDENCIAIS, COMERCIAIS E INDUSTRIAIS



PERSONALIDADE ENTREVISTADA

PAULO SAFADY SIMÃO:
CONSTRUÇÃO DE CONSENSOS
NO SETOR

NORMALIZAÇÃO TÉCNICA

NORMA DE DESEMPENHO:
FOCO NA QUALIDADE
DAS CONSTRUÇÕES

MERCADO NACIONAL

PERSPECTIVAS DE
CRESCIMENTO DOS
PRÉ-FABRICADOS NO PAÍS

Esta edição é um oferecimento das seguintes Entidades e Empresas

 **Abcic**
Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto



 **ENGEMIX**
Votorantim Cimentos



GRACE

 **Holcim**

 **ITAMBÉ**
Cimento para toda vida.

LENTON

 **MEGA concreto**

 **CIMENTO NACIONAL**

 **SCHWING Stetter**

 **Sika**

 **SNIC**
SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO

 **T & A**
PRÉ-FABRICADOS

 **Yiapol**
Impregnações
Nossa marca e proteger sua obra.

 **WCH**
Consultoria, Equipamentos para Pré-Moldados

Adote concretamente

a revista **CONCRETO & Construções**

DE 29 DE OUTUBRO
A 1º DE NOVEMBRO

2013

Centro de Eventos
ExpoGramado

Gramado | Rio Grande do Sul

55º Congresso
Brasileiro
do Concreto

GRAMADO | RS

INSCRIÇÕES ABERTAS!

TEMAS

- Gestão e Normalização
- Materiais e Propriedades
- Projeto de Estruturas
- Métodos Construtivos
- Análise Estrutural
- Materiais e Produtos Específicos
- Sistemas Construtivos Específicos
- Sustentabilidade

CURSOS

PROGRAMA MASTER PEC

- Concreto reforçado com fibra (Ravindra Gettu e Antonio Figueiredo)
- Estruturas pré-fabricadas de concreto (Carlos Franco e Íria Doniak)
- Projeto e Execução de Radier (Fábio Albino de Souza)
- Tecnologia de aditivos e adições para concreto (Genicésio Santos)

IX FEIRA BRASILEIRA DAS CONSTRUÇÕES EM CONCRETO

PALESTRANTES CONFIRMADOS

- Alberto Delgado Quiñones (Tecnosil Materiais de Construção)
- Alio Kimura (TQS Informática)
- Borge Johannes Wigum (Universidade de Ciência e Tecnologia da Noruega)
- Dan Frangopol (Universidade Lehigh, EUA)
- Fábio Biondini (Escola Politécnica de Milano, Itália)
- Sérgio Hampshire (Universidade Federal do Rio de Janeiro)
- Suely Bueno (Abece)
- Ravindra Gettu (Instituto Indiano de Tecnologia)
- Ruy Oyamada (Outec Engenharia)

EVENTOS PARALELOS

- III Simpósio de Infraestrutura Metroviária, Ferroviária e Rodoviária
- Seminário de Sustentabilidade



ESTANDES E PATROCÍNIOS

Arlene Lima
Tel.: 11 3735-0202 | arlene@ibracon.org.br

REALIZAÇÃO



www.ibracon.org.br
facebook.com/ibraconOffice
twitter.com/ibraconOffice

APOIO

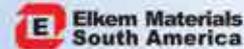


EMPRESAS E ENTIDADES LÍDERES DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL ASSOCIADAS AO IBRACON

ADITIVOS



ADIÇÕES



RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL



Clareo Reinforcement Brasil

ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



Escola Politécnica - USP



Sua Universidade Completa,
Sua Carreira

EQUIPAMENTOS



Equipamentos e Sistemas de Usado



ARMADURA



JUNTAS



ESCRITÓRIOS DE PROJETOS



JUNTE-SE A ELAS

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

PRÉ-FABRICADOS



FORMAS



CONSTRUTORAS



GOVERNO



CONTROLE TECNOLÓGICO



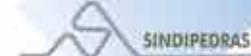
I.a. falção bauer



CIMENTO



AGREGADOS



CONCRETO





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
Túlio Nogueira Bittencourt

DIRETOR 1º VICE-PRESIDENTE
José Marques Filho

DIRETOR 2º VICE-PRESIDENTE
Julio Timerman

DIRETOR 1º SECRETÁRIO
Antonio Domingues de Figueiredo

DIRETOR 2º SECRETÁRIO
José Tadeu Balbo

DIRETOR 1º TESOUREIRO
Claudio Sbrighi Neto

DIRETOR 2º TESOUREIRO
Carlos José Massucato

DIRETOR TÉCNICO
Inês Laranjeiras da Silva Battagin

DIRETOR DE EVENTOS
Luiz Prado Vieira Júnior

DIRETOR DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
Ana Elisabete Paganelli Guimaraes A. Jacintho

DIRETOR DE PUBLICAÇÕES E DIVULGAÇÃO TÉCNICA
Hugo da Costa Rodrigues Filho

DIRETOR DE MARKETING
Ricardo Lessa

DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS
Arcindo Vaquero Y Mayor

DIRETOR DE CURSOS
Iria Licia Oliva Doniak

DIRETOR DE CERTIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA
Roseni Cezimbra



CRÉDITOS CAPA
FASE DA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÃO COM O SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO. ABCP

NORMALIZAÇÃO TÉCNICA

- 26 Norma de Desempenho: foco na qualidade das edificações
- 32 O concreto sob a ótica da Norma de Desempenho
- 42 Projeto de estruturas de concreto e as exigências da Norma de Desempenho
- 45 Responsabilidades dos agentes no processo construtivo de edificações

ESTRUTURAS EM DETALHES

- 54 Sistemas de fôrmas plásticas para lajes de concreto
- 63 Controle de qualidade do sistema de paredes de concreto

INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO

- 70 Reforço estrutural em regime de mutirão de edificação ocupada dos anos 60
- 76 Reforço estrutural com malhas de fibra de carbono em matriz cimentícia

INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

- 84 Pré-fabricados de concreto em edifícios altos

ENTENDENDO O CONCRETO

- 90 Controle da Resistência do Concreto – 2ª parte



seções

- 7 Editorial
- 8 Coluna Institucional
- 9 Converse com IBRACON
- 11 Encontros e Notícias
- 19 Personalidade Entrevistada: Paulo Safady Simão
- 51 Mercado Nacional
- 68 Entidades da Cadeia
- 99 Acontece nas Regionais
- 102 Agenda de Eventos



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: 5.500 exemplares
Publicação Trimestral distribuída gratuitamente aos associados

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

PUBLICIDADE E PROMOÇÃO
Arlene Regnier de Lima Ferreira
arlene@ibracon.org.br
Hugo Rodrigues
hugo.rodrigues@abcp.org.br

PROJETO GRÁFICO E DTP
Gill Pereira
gill@elementto-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 2013 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
■ Paulo Helene (PhD, ALCONPAT, EPUSP)

COMITÊ EDITORIAL - MEMBROS
■ Arnaldo Forti Battagin (cimento & sustentabilidade)
■ Eduardo Barros Millen (protendido)
■ Guilherme Parsekian (alvenaria estrutural)
■ Inês Laranjeira da Silva Battagin (normalização)
■ Iria Licia Oliva Doniak (prefabricados)
■ José Tadeu Balbo (ensino)
■ Julio Timerman (pontes)
■ Nelson Covas (informática no cálculo estrutural)
■ Ronaldo Vizzoni (pavimentação)
■ Setmo Chapira Kuperman (barragens)
■ Suely Bacchereti Bueno (cálculo estrutural)



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



Conhecimento e Capacitação

A falta de profissionais está afetando praticamente todos os setores da economia, mas há uma preocupação maior com a carência de engenheiros.

Hoje não só a construção civil, mas todos os segmentos industriais disputam esse profissional, independentemente da especialidade em que se formou na universidade.

As causas da carência desse profissional, amplamente debatidas, estão associadas ao número insuficiente de vagas nos cursos de engenharia – desestimulados por quase duas décadas de estagnação ou pouco crescimento da economia, o que reduziu a demanda por esses profissionais – e aos altos índices de evasão nas faculdades.

Tão preocupante quanto à falta de profissionais é a baixa capacitação.

A formação e capacitação de engenheiros são, portanto, um dos desafios que exigem esforços conjuntos de governo, empresas e instituições de ensino, assim como de entidades de classe.

No último dia 25 de maio, o jornal *O Estado de São Paulo*, trouxe em sua coluna *Espaço Aberto* (caderno A, página 2), oportuno editorial intitulado “*A formação como desafio estratégico*”, assinado por Marco Aurélio Nogueira, professor titular

de Teoria Política e Diretor do Instituto de Políticas Públicas e Relações Internacionais da UNESP (Universidade Estadual de São Paulo).

O ensaio destacava que a riqueza de um país, o desenvolvimento institucional e o sucesso das organizações passavam pela qualidade do trabalho e que essa qualidade dependia, entre inúmeros fatores, do treinamento e da formação profissional das pessoas.

E como ninguém nasce sabendo, o conhecimento precisa ser adquirido e, acima de tudo, constantemente atualizado, porque a dinâmica da vida moderna – guiada pela revolução e inovação tecnológica – assim o exige.

Não bastam os cursos profissionalizantes aos de nível superior, todos diretamente relacionados à construção civil e com vagas suficientes.

São necessárias outras atividades para prover informação, conhecimento e capacitação aos profissionais.

E dentre essas atividades, destacam-se: a elaboração e oferta de literatura técnica e a promoção de atividades de formação e informação, atividades essas que fazem parte do cotidiano do IBRACON, desde sua fundação em 1972.

A entidade percebeu a necessidade de transferir tecnologias e capacitar profissionais por meio de cursos complementares à formação nas entidades de ensino. O Brasil, ao contrário de outros países, escolheu o concreto como seu principal material construtivo – característica reforçada na década de 70, com a construção de grandes barragens e rodovias em concreto. Portanto, era necessário que quem aplicasse o material, tivesse de conhecer suas características e propriedades, dominar os processos construtivos e inteirar-se das soluções inovadoras praticadas em outros lugares.

Hoje, com o governo reconhecendo a construção civil como locomotiva do desenvolvimento socioeconômico, elevando investimentos e provendo crédito para a sociedade, nada melhor para os profissionais brasileiros da cadeia produtiva da construção que dispor desses ativos ofertados pelo Instituto para suas capacitações e ampliação de conhecimentos.

Ao assinar a *Coluna Institucional* desta edição, Cláudio Sbrighi, Diretor-Tesoureiro do IBRACON, destaca que a missão primordial do Instituto é a difusão da tecnologia do concreto, o que vem sendo cumprida por intermédio dos congressos, dos cursos, dos livros, da revista, das palestras e da certificação de mão de obra. O mesmo destaque é dado pela *Personalidade Entrevistada*, o engenheiro Paulo Simão, presidente da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), que valoriza o trabalho coletivo das entidades técnicas e seu papel na formação de profissionais mais bem preparados para a construção civil. O reconhecimento do importante papel do Ibracon na transferência da tecnologia do concreto para o mercado técnico levou, por exemplo, a incrementar a oferta dos cursos de atualização dentro do programa Master-PEC do Instituto, inclusive em parceria com outras entidades da cadeia.

Com a ABCP, por exemplo, dois cursos integrantes do programa Master-PEC em 2013, recentemente realizados, tiveram casa cheia: 50 participantes no curso de Tecnologia Básica do Concreto e no de Pavimento de Concreto.

Somem-se aos cursos, outros importantes ativos do Instituto, como os livros, os Congressos e as edições da revista *Concreto & Construções*, no auxílio inequívoco para a capacitação mencionada.

O crescimento da economia previsto para os próximos anos exigirá, além de capital, mudanças tecnológicas, introdução de novos métodos produtivos e aumento da produtividade.

E tudo isso será alcançado com profissionais capacitados.

E para isso, o Ibracon sempre esteve atento e preparado, a cada dia mais e melhor.

E as páginas desta edição comprovam o exposto.

Boa leitura!

Eng. MSc. Hugo Rodrigues Filho

DIRETOR DE PUBLICAÇÕES E DIVULGAÇÃO TÉCNICA DO IBRACON E DIRETOR DE COMUNICAÇÃO DA ABCP ●

O processo de modernização da tesouraria do IBRACON

Desde 1972, o IBRACON tem como missão básica a difusão da tecnologia do concreto, que vem sendo realizada através de nossos congressos anuais, simpósios regionais, cursos Master-PEC, publicação de livros e das nossas revistas, das atividades de certificação de mão de obra e palestras em escolas, instituições e empresas e outros tantos apoios a entidades coirmãs, incentivo e apoio à normalização técnica através das Comissões Técnicas da ABNT.

Todas essas atividades foram e continuam sendo realizadas cotidianamente por um grupo de associados voluntários, que dedicam parte, às vezes, significativa de seu tempo em prol do nosso Instituto. Em tempos recentes, a gestão administrativa e financeira dos recursos gerados e aplicados na efetivação deste grande e diversificado conjunto de atividades tem sofrido, pelo seu volume significativo, uma constante modernização e profissionalização que visa agilizar e dar transparência, permitindo aos associados um melhor serviço. É exemplo recente desta evolução a contratação da plataforma Pagseguro, cobrindo uma boa parte da atividade de recebimento de anuidades, inscrições nos eventos, compra de publicações etc., especialmente, e não só, durante nosso Congresso anual, visando agilizar a cobrança, emissão de recibos etc., minimizando filas e outros desconfortos aos participantes.

A loja virtual do nosso site também vem sendo alvo



de um processo de modernização e agilização dos seus procedimentos financeiros, facilitando e agilizando o acesso aos produtos oferecidos aos associados, profissionais da área, estudantes e ao público em geral, interessados em tecnologia do concreto.

Outra arma que a tesouraria conta para aperfeiçoar o financiamento de nossas atividades é o Fundo de Pesquisas do IBRACON (veja o regulamento no nosso site), que, amparado em decretos federais e estaduais, permite ao apoiador usufruir de vantagem fiscal, descontando dentro de certos limites os valores aplicados no apoio ao IBRACON quando da declaração anual do imposto de renda. Este mecanismo, absolutamente legalizado perante as autoridades fiscais, vem sendo utilizado com bons resultados por inúmeras entidades, empresas e parceiros de nosso Instituto.

Este esforço só tem sido possível graças ao apoio que os parceiros, patrocinadores e associados vem dando ao IBRACON, demonstrando entender a importância de sua missão, prestigiando nossas revistas com suas marcas e marcando presença com seu logotipo no Congresso Brasileiro do Concreto, que, na sua edição 55, ocorrerá na Serra Gaúcha, em Gramado, a partir de 29 de outubro deste ano.

Cláudio Sbrighi Neto

DIRETOR-TESOUREIRO DO IBRACON ●

CONVERSE COM O IBRACON

CASO AS RESISTÊNCIAS DOS PRISMAS DOS ENSAIOS ATENDAM AO PROJETO, MAS AS RESISTÊNCIAS DE GRAUTE E ARGAMASSA NÃO, O QUE VOCÊ SUGERE QUE DEVEMOS FAZER?

(FERNANDO LOPES DE MORAIS - CLÁUDIO PUGA E ENGENHEIROS ASSOCIADOS S/S LTDA)

O entendimento é que o ensaio de prisma é o parâmetro para aceitação da resistência à compressão da alvenaria. Quando não passar o graute e argamassa, mas passar o prisma, os procedimentos de produção da argamassa e prisma devem ser revistos, porém a alvenaria está aceita.

Deve-se ainda ter em mente que existem casos hoje previstos na norma em que o ensaio de prisma é dispensável (obras de menor exigência estrutural). Nesse caso, a alvenaria só pode ser aceita com a aceitação do bloco, argamassa e graute e todos esses materiais precisam ser especificados.

Vale destacar que a resistência à compressão obtida para o graute e argamassa é uma referência, pois o comportamento desses materiais após lançamento na alvenaria é muito distinto. Por exemplo, usualmente a argamassa é mais fraca que o bloco e está confinada por esses, com resistência à compressão superior ao resultado de ensaio. Ao lançar o graute dentro do bloco, este absorve boa parte da água e a resistência do graute é usualmente maior que a

medida em ensaios. Pessoalmente, acho importante seguir corretamente os procedimentos de lançamento do graute (com necessidade de molhar o furo do bloco antes, limpar o vazado a ser grauteado e usar um aditivo compensador da retração). Seguir esses procedimentos pode ser tão ou mais importante que a avaliação da resistência do cilindro de graute.

A linha de raciocínio é a seguinte:

■ *Para obra de menor exigência estrutural: Projetista tem que especificar f_{bk} , f_a , f_{gk} , f_{dk} . Obra deve fazer o controle de f_{bk} , f_a , f_{gk} . A alvenaria é aceita quando todos esses são aceitos.*

■ *Para obra de maior exigência estrutural: Projetista tem que especificar f_a , f_{gk} , f_{dk} . Se não especificar f_{bk} , o comprador (construtora) deve especificar. Obra deve fazer o controle de f_{bk} , f_a , f_{gk} e f_{dk} . A alvenaria é aceita quando f_{pk} é aceito. A compra do bloco é aceita pelo f_{bk} . Os processos de produção da argamassa e graute são aceitos quando são aceitos f_a e f_{gk} .*

Respondido por Guilherme Parsekian, professor do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil e Coordenador do Laboratório de Sistemas Estruturais da UFSCar (membro do Comitê Editorial)

ANALISANDO AS NORMAS NBR 15961-1 E NBR 15961-2, NÃO ENCONTRAMOS

NADA QUE DIGA QUAL DEVE SER A IDADE DE ROMPIMENTO DOS PRISMAS, PARA DETERMINAÇÃO DO f_{pk} (QUE SERIA DE 28 DIAS NO CASO DO CONCRETO PARA A DETERMINAÇÃO DO f_{ck}). VOCÊ SABE SE EM ALGUM OUTRO LUGAR APARECE A DEFINIÇÃO DA IDADE CORRETA PARA O ROMPIMENTO DOS PRISMAS?

(FERNANDO LOPES DE MORAIS - CLÁUDIO PUGA E ENGENHEIROS ASSOCIADOS S/S LTDA)

A referência de resistência sempre é aos 28 dias. Se for feito ensaio antes e der a resistência especificada, entendo que pode-se aceitar.

Em ensaios de prisma a evolução de resistência com idades menores que 28 dias é usualmente maior do que a esperada para concretos.

Isso ocorre especialmente se a resistência especificada para argamassa for menor que a resistência do bloco (nesse caso o prisma rompe pelo limite de tração lateral do bloco) e depende ainda da forma de disposição da argamassa.

Se a resistência a compressão da argamassa for grande, próxima ao material do bloco, é possível que o prisma rompa pelo limite de compressão da argamassa ou bloco. Nesse caso pode-se esperar que a evolução da resistência a compressão do prisma ao longo do tempo se aproxime da evolução da resistência da argamassa.

Na época do meu doutorado fiz ensaios de vários prismas com várias resistências (texto disponível em

http://infohab.org.br/acervos/resumo/page/2/codigo_biblio/31072/cod/1). No caso, as resistências com 7 e 14 dias para argamassa apenas na lateral eram próximas a de 28 dias. Para o caso do tijolo de sílico-calcáreo, com argamassa sobre toda a face do bloco, a evolução da resistência acompanhou a da argamassa.

Hoje nosso padrão de ensaio de prisma é com argamassa sobre toda a face do bloco (diferente dos ensaios realizados). Porém esperaria uma resistência aos 14 dias próxima a de 28 dias, especialmente para prismas com blocos de resistências moderada e argamassa especificada menor que a resistência do bloco.

Recentemente foram realizados no LSE/UFSCar, ensaios de prismas com idades de 14 e 28 dias. Os resultados foram:

- $f_{dk} = 12,1 \text{ MPa}$ ($n=12$, $CV = 15,6\%$)
 - $f_a = 8,1 \text{ MPa}$ ($n=6$, $CV=7,5 \%$)
 - $f_{pk^* 14} = 10,4 \text{ MPa}$ ($n=12$, $CV = 4,2\%$)
 - $f_{pk^* 28} = 10,8 \text{ MPa}$ ($n=12$, $CV = 8,5 \%$)
- [Ensaio realizado pelo Eng. Ricardo L. Canato e aluno Paulo H. M. Azevedo, dentro de projeto de pesquisa em andamento]

A diferença entre 14 e 28 dias foi de menos de 4%, mostrando que, para o caso de argamassa mais fraca que o bloco, não se espera diferença significativa de resultados. Estudo com ensaios de blocos de maior resistência ainda devem ser realizados esse ano.

Respondido por Guilherme Parsekian, professor do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil e Coordenador do Laboratório de Sistemas Estruturais da UFSCar (membro do Comitê Editorial)

Com o objetivo de levar ao mercado de infraestrutura e à cadeia produ-



tiva de pavimentação do país informações atualizadas sobre os pavimentos de concreto, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) lançou o site Vias Concretas.

Reflexo do crescimento da tecnologia na última década – o pavimento de concreto duplicou sua participação na malha rodoviária brasileira – o site traz aos contratantes, projetistas, empreiteiros, fornecedores e sociedade informações e orientações sobre temas, como: aplicação de pavimentos de concreto; tecnologias relacionadas ao sistema; literatura técnica, artigos e notícias; serviços oferecidos pela ABCP em apoio a obras com essa tecnologia. Acesse: www.viasconcretas.org.br

A ABCIC TRABALHA POR CONQUISTAS NA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL



As ações mais relevantes realizadas pela Associação:

- Criando o selo de excelência para atestar as empresas que investem em qualidade, preocupação ambiental e segurança no trabalho
- Promovendo e incentivando o uso de pré-fabricados de concreto no Brasil
- Patrocinando, realizando e apoiando iniciativas de qualificação de mão-de-obra e o avanço educacional
- Monitorando as tendências internacionais
- Investindo em pesquisa e desenvolvimento
- Atuando junto à ABNT na atualização e desenvolvimento de normas aplicáveis ao setor
- Fortalecendo elos da cadeia produtiva do pré-fabricado de concreto
- Debatendo temas específicos em comitês técnicos
- Produzindo conhecimento e registrando-o em publicações técnicas: manuais, artigos e matérias em periódicos

ABCIC trabalhando para o desenvolvimento do setor e do País



ABCIC - Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto
Av. Torres de Oliveira, 76-B - Jaguaré | CEP 05347-902 - São Paulo
Tel.: (11) 3763-2839 - E-mail: abcic@abcic.org.br

➤ Cursos

Inovações em sistemas de recuperação de estruturas

- ➔ **Palestrante:** Eng. Michel Haddad (Sika)
- ➔ **Datas:** 20 de Junho – Brasília – DF
11 de Julho – Rio de Janeiro – RJ
24 de Outubro – Recife – PE
- ➔ **Carga horária:** 9 horas
- ➔ **Informações:** www.ibracon.org.br

Curso abordará os aspectos de durabilidade no contexto da NBR 6118 e da EN 1504, os principais avanços no estudo da corrosão de armaduras em estruturas de concreto, os inibidores de corrosão, a proteção catódica, a ancoragem e colagem estrutural, as argamassas e grautes especiais, os sistemas de proteção para estruturas de concreto e o reforço de estruturas com sistemas compósitos de fibras de carbono.

Inovações em sistemas de impermeabilização

Curso oferecerá visão geral da impermeabilização e discutirá as membranas líquidas de poliuretano, as membranas líquidas de poliureia, as mantas de PVC e TPO e o tratamento de fissuras com sistemas de injeção.

- ➔ **Palestrante:** Eng. Romeu Martinelli
- ➔ **Datas:** 11 de Julho – Recife – PE
12 de Setembro – Porto Alegre – RS
10 de Outubro – Rio de Janeiro – RJ
- ➔ **Carga horária:** 8 horas
- ➔ **Informações:** www.ibracon.org.br



35 anos de trabalho, dedicação e desenvolvimento nos serviços de concretagem

As associadas da ABESC oferecem serviços de concretagem diferenciados, químicos para construção, equipamentos para transporte, mistura e lançamento de concreto, sempre com foco na:

- Rígida observância das Normas Técnicas
- Garantia e Certificação da Resistência do Concreto
- Economia e produtividade resultante da prestação de Serviços em grande escala
- Preparação de concretos especiais, bombeáveis, auto adensáveis sem mão de obra, para paredes de concreto, fundações, hélice contínua, pisos industriais, permeáveis e sustentáveis, urbanos, rodoviários e muito mais, inclusive com a instalação de Centrais em canteiros de obra.

Consulte nossas associadas: www.abesc.org.br
abesc@abesc.org.br - tel. 11 - 3709-3466

Projeto de pisos industriais

O curso apresenta o estudo de dosagem do concreto para pisos, os principais aspectos de dimensionamento e caracterização dos pisos de concreto, a normalização brasileira sobre revestimentos de alto desempenho, as principais patologias dos revestimentos de alto desempenho, os tipos de revestimento e o tratamento de juntas.

- **Palestrantes:** Eng. Danilo Oliveira (Sika) e Eng. Geniclélio Santos (Sika)
- **Datas:** 18 de Julho – São Paulo – SP
22 de Agosto – Recife – PE
26 de Setembro – Rio de Janeiro – RJ
- **Carga horária:** 9 horas
- **Informações:** www.ibracon.org.br

Sustentabilidade na construção civil

- **Palestrantes:** Eng. Paulo Helene (PhD) e Eng^a Íria Doniak (ABCIC)
- **Data:** 10 de Setembro
- **Carga horária:** 4 horas
- **Local:** São Paulo – SP
- **Informações:** www.ibracon.org.br

O curso apresenta uma visão sistêmica da sustentabilidade na construção civil, com a introdução do conceito de sustentabilidade, da normalização pertinente e dos sistemas de certificação e a aplicação do conceito de sustentabilidade à construção civil, às estruturas de concreto e aos materiais constituintes do concreto.

Tecnologia de aditivos e adições para concreto

O curso abordará o histórico da aplicação de aditivos e adições para concreto, a normalização nacional e internacional sobre aditivos e adições, os tipos de aditivo, tipos de adições e casos para suas aplicações.

- **Palestrante:** Eng. Geniclélio Santos (Sika)
- **Datas:** 18 de Outubro – Porto Alegre – RS
30 de Outubro – Gramado – RS
- **Carga horária:** 8 horas
- **Informações:** www.ibracon.org.br

CIMENTO NACIONAL.

O CIMENTO COM A FORÇA DO BRASIL
É SEMPRE UMA GARANTIA DE
QUALIDADE NA SUA OBRA.



O **Cimento Nacional** tem maior rendimento na aplicação, com grande aderência, alta resistência, qualidade constante e uniforme. É cimento forte, moderno, de alta tecnologia, com a tradição do **Grupo Ricardo Brennard**.

Com o **Cimento Nacional** você tem qualidade superior e alta performance em todo tipo de aplicação.

www.cimentonacional.com.br
CAC - 0800 201 0021

**QUALIDADE
BRENNARD**
CIMENTOS



➤ Livros

Guia Orientativo para Atendimento da Norma ABNT NBR 15575/2013

A partir de julho deste ano, começa a valer a Norma de Desempenho de Edificações – ABNT NBR 15575 – que estabelece parâmetros de qualidade na construção, estipulando níveis de segurança, conforto e resistência que devem ser proporcionados por cada um dos sistemas que compõem uma edificação: estrutura, pisos, vedações, coberturas e instalações hidrossanitárias.

É a primeira vez no país que uma norma nacional associa a qualidade dos produtos ao resultado que eles conferem ao consumidor, dividindo responsabilidades entre fabricantes, projetistas, construtores e usuários.

Para auxiliar a difusão dos conceitos, critérios e testes trazidos pela Norma, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lançaram, no último dia 10 de abril, o Guia Orientativo para Atendimento da Norma ABNT NBR 15575/2013.

O objetivo é que a publicação seja um guia prático que contribua para disseminar a Norma por toda a cadeia produtiva da construção e para o mercado imobiliário.

Além de uma súmula dos critérios de desempenho, o Guia traz ainda dados técnicos e produtos para os quais já foi feita a caracterização tecnológica e uma relação de universidades, laboratórios e institutos de pesquisa com capacidade técnica para realizar as análises previstas na Norma.

O Guia pode ser baixado em www.cbic.org.br.



Soluções completas que constroem o Brasil do futuro

A Votorantim Cimentos oferece soluções completas para todas as etapas de sua obra!

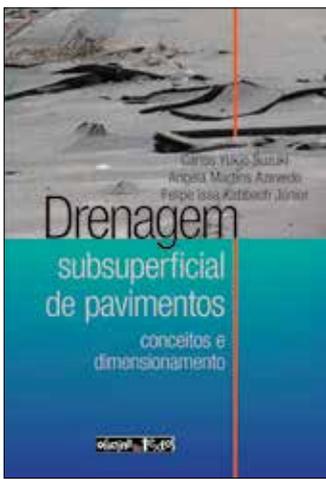
Com o maior portfólio de produtos e serviços para construção civil, a Votorantim Cimentos oferece cimento, concreto, argamassas, britas e areia, atendendo com excelência às mais exigentes obras e clientes espalhados pelo Brasil.

CONSTRUIR É REALIZAR.



0800 7019898
www.mapadaobra.com.br





Drenagem subsuperficial de pavimentos

- Autores: Carlos Yukio Suzuki, Angela Martins Azevedo e Felipe Issa Kabbach Júnior
- Editora: Oficina de Textos

O livro explica a deterioração dos pavimentos causada pelo excesso de água que infiltra no interior da estrutura, apresentando os benefícios da drenagem subsuperficial, e dis-

cute os procedimentos e exemplos de métodos de dimensionamento hidráulico no sistema de drenagem de pavimentos.

Com uma série de exemplos práticos, aborda as metodologias e critérios mais empregados ao realizar um projeto de drenagem subsuperficial.

- Informações: www.oftexto.com.br

Dimensionamento de fundações profundas 2ª edição

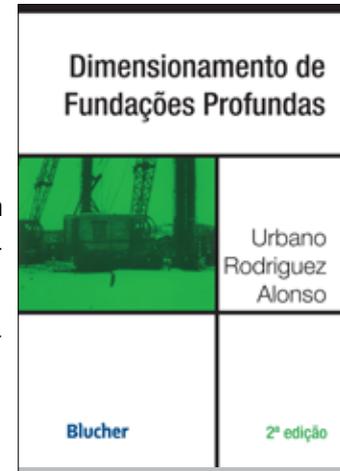
- Autor: Urbano Rodriguez Alonso
- Editora: Blucher

O livro está dividido em sete capítulos, abrangendo o dimensionamento estrutural, com ênfase aos problemas de flambagem, cálculo de estaqueamentos, uso simultâneo de estacas e tirantes, esforços

horizontais em estacas (à superfície e em profundidade), atrito negativo e estimativa de recalques.

Para melhor clareza dos temas, são apresentados exercícios resolvidos.

- Informações: www.blucher.com.br



consultoria e projetos estruturais



viabilização de tráfego de cargas especiais

recuperação e reforço de edificações



adequação funcional de obras de arte

projetos de obras de arte



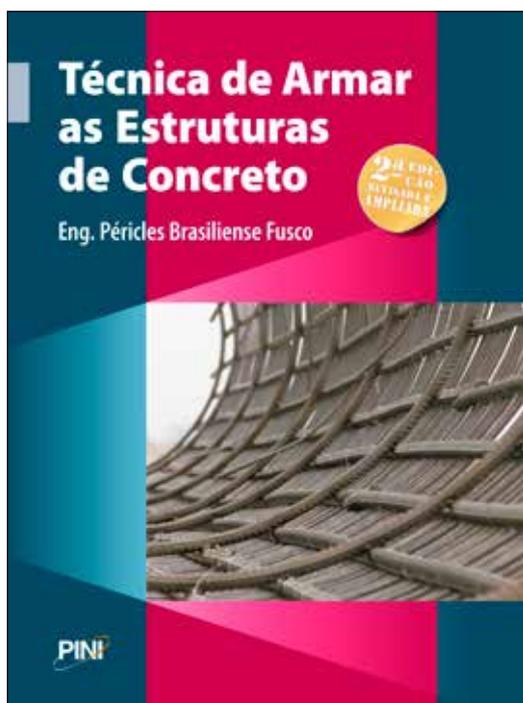
soluções de qualidade

www.engeti.eng.br

Avenida angélica, 1996, conj. 404 - Consolação, São Paulo - SP - CEP: 01228-200 Tel: (11) 3666.9289



➤ Livros



Técnica de armar as estruturas de concreto – 2ª edição

➔ Autor: Péricles Brasiliense Fusco

➔ Editora: PINI

Dividido em três partes, a primeira concentra-se nas disposições construtivas dos diferentes tipos de armadura, tanto passivas quanto de protensão; a segunda estuda o funcionamento solidário entre o concreto e o aço; e a terceira enfoca as técnicas de armar as peças usuais das estruturas de concreto armado.

Na obra, lajes, vigas, pórticos, blocos de fundações, escadas, caixas d'água, pilares e paredes são estudados como peças isoladas e como elementos pertencentes às estruturas de edifícios altos.

➔ Informações: www.pini.com.br

LENTON® Concrete Reinforcement Products

A ERICO oferece uma linha completa para conexão de barras para sistemas de concreto armado. Os engenheiros da ERICO possuem experiência e recursos necessários para ajudá-lo a selecionar a solução mais adequada para uma variedade de aplicações.

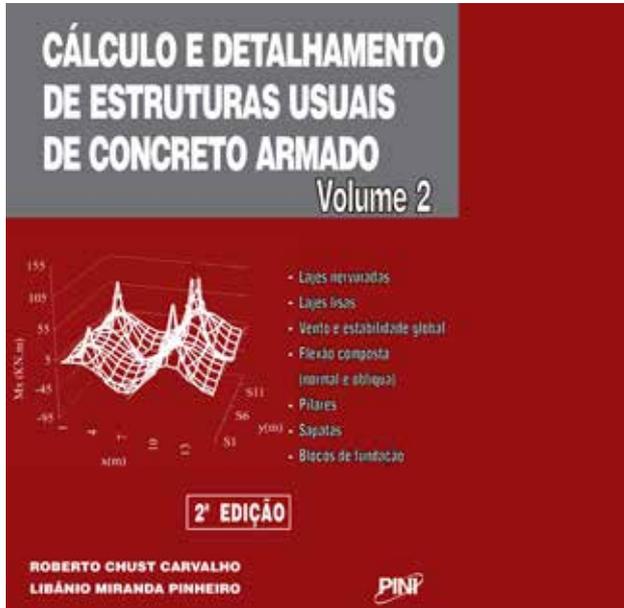
- **Produtos Desenvolvidos com Alta Qualidade**
- **Desempenho Testado e Aprovado**
- **Suporte Especializado – Projeto e Aplicação**
- **Atende ou Excede Requisitos das Normas Brasileiras e Internacionais**



- 1 LENTON® TERMINATOR
- 2 LENTON® QUICK WEDGE
- 3 CADWELD®
- 4 LENTON® INTERLOK
- 5 LENTON® Taper Threaded Couplers
- 6 LENTON® SPEED SLEEVE
- 7 LENTON® FORM SAVER
- 8 LENTON® LOCK



Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado – Vol. 2 – 2ª edição



→ Autor: Roberto Chust Carvalho e Libânio Miranda Pinheiro

→ Editora: PINI

Livro didático destinado aos alunos de Engenharia Civil e aos profissionais que queiram aprofundar seus conhecimentos em cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado.

Os capítulos 1 e 2 consideram as lajes nervuradas e as lajes sem vigas (lisas e cogumelo); o capítulo 3 trata da ação do vento em edificações e da análise de estabilidade global em estruturas reticuladas; o capítulo 4 aborda a flexão composta normal e oblíqua, aplicando seus conceitos no dimensionamento e detalhamento de pilares no capítulo 5; os capítulos 6 e 7 abordam o cálculo e o detalhamento de elementos de fundação, especificamente as sapatas e blocos sobre estacas.

A revista CONCRETO & Construções presta-se à divulgação das obras do setor construtivo, sem qualquer endosso.



Bem-vindo a Grace.

Especialista em produtos químicos para construção e materiais para impermeabilização, a Grace Construction Products produz soluções e tecnologias inovadoras para mercados globais.

PRODUTOS E SOLUÇÕES AINDA MAIS INOVADORES



- Unidade Recife
- Unidade Bahia
- Unidade Rio de Janeiro
- Unidade São Paulo

GRACE RheoSet

(15) 3235-4781 | www.graceconstruction.com

VI Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

Promovido pela Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (Abece) e pela Associação Brasileira de Pontes e Estruturas (ABPE), a sexta edição do Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas acontece nos dias 27 e 28 de junho, no Anfiteatro Francisco Romeu Linardi, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP).

Sob o tema “Os desafios para o desenvolvimento da infra-

estrutura brasileira”, o evento apresentará grandes obras em execução, trabalhos recentes e relevantes nas áreas de pesquisa e aplicação em projeto, construção, recuperação e reforço de pontes, estádios, edifícios, indústrias, portos, barragens, plataformas offshore e fundações.

As inscrições estão abertas e podem ser efetuadas em <http://site.abece.com.br>

Não deixe de votar até 1º de agosto no Prêmio Destaques do Ano

Está aberta a votação para indicação dos profissionais brasileiros – engenheiros, arquitetos, tecnólogos e técnicos – que têm se destacado por suas atividades no ramo da tecnologia do concreto e de seus sistemas construtivos.

Aberta aos profissionais do setor construtivo, a votação compõe a lista de indicados aos Prêmios de Destaque do Ano, tradicionalmente concedido pelo Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON nas edições do Congresso Brasileiro do Concreto.

Neste ano, o Comitê Técnico da Premiação escolherá entre os indicados para os prêmios:

- PRÊMIO “ARY FREDERICO TORRES” – Destaque do ano em Tecnologia do Concreto
- PRÊMIO “GILBERTO MOLINARI” – Destaque do ano em Reconhecimento aos serviços prestados ao IBRACON
- PRÊMIO “ARGOS MENNA BARRETO” – Destinado ao destaque do ano em Engenharia de Construções

- PRÊMIO “FRANCISCO DE ASSIS BASÍLIO” – Destaque em Engenharia na região do evento

- PRÊMIO “FERNANDO LUIZ LOBO BARBOSA CARNEIRO” – Destinado ao destaque do ano como Pesquisador na área do Concreto Estrutural

- PRÊMIO “OSCAR NIEMEYER SOARES FILHO” – Destinado ao destaque do ano como Arquitetura Profissional

Para votar, o profissional deve acessar o link “Prêmio 2013” na homepage do site www.ibracon.org.br, escolher uma das categorias de premiação, fazer a indicação do profissional e justificar sua escolha no campo “Breve curriculum do candidato”, além de preencher os campos com seu nome e email. A votação ocorrerá até 1º de agosto.

A homenagem aos escolhidos será feita na abertura do 55º Congresso Brasileiro do Concreto, que ocorrerá em Gramado, Rio Grande do Sul, de 29 de outubro a 1º de novembro.



Holcim. Paixão pelo desenvolvimento urbano e pelo futuro do Brasil.

A Holcim promove o desenvolvimento urbano em todo o mundo, investindo na mais avançada tecnologia. No Brasil, a Holcim também leva a qualidade dos produtos e serviços às mais importantes obras, que fazem parte da construção do País. Com um portfólio amplo e diversificado, a Holcim está à sua disposição, nas pequenas construções e nos grandes empreendimentos.

Reedição em 2014 do Congresso Brasileiro do Cimento

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) lançou oficialmente, em junho, a sexta edição do Congresso Brasileiro do Cimento, evento que vai apresentar as inovações tecnológicas na fabricação de cimento quanto à competitividade, controle de emissões de gases do efeito estufa, normalização técnica e qualidade do produto. A última edição do evento ocorreu em 1999.

O evento está marcado para acontecer em São Paulo, de 19 a 21 de maio de 2014. Informações: www.abcp.org.br.



Concursos técnicos do IBRACON

Estão abertas as inscrições para os Concursos Técnicos promovidos pelo Instituto Brasileiro do Concreto.

Organizados anualmente, os concursos técnicos para estudantes dos cursos de arquitetura, engenharia civil e tecnologia objetivam incentivar os alunos a pôr em prática o aprendido em salas de aula.

Neste ano, os estudantes poderão se inscrever até 30 de agosto no:

- 20º Concurso “Aparato de Proteção ao Ovo (APO), onde devem projetar e construir um pórtico excêntrico de concreto armado resistente ao impacto de uma carga vertical;
- 10º Concrebol, onde devem construir uma esfera de concreto leve, com dimensões pré-estabelecidas, resistente,

homogênea e que role em trajetória retilínea;

- 7º Concurso Ousadia, que os desafia na elaboração de um projeto básico de revitalização do Lago Negro, localizado na cidade de Gramado, no Rio Grande do Sul;
- 5º Concurso Concreto Colorido Ecoeficiente, no qual competem com corpos de prova de concreto colorido, com reduzido consumo de ligantes.

As competições e as premiações ocorrerão durante o 55º Congresso Brasileiro do Concreto, de 29 de outubro a 01 de novembro, no Centro de Eventos ExpoGramado, no Rio Grande do Sul. Os regulamentos dos Concursos estão no site www.ibracon.org.br.

Nova sacaria Itambé. A qualidade de sempre em novas embalagens.



As embalagens do Cimento Itambé estão de cara nova. São cinco tipos de cimento, um para cada necessidade e todos com um objetivo em comum: Oferecer o melhor para você.

www.cimentoitambe.com.br



Paulo Safady

SIMÃO



ERVELTON VIANA

Nascido em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 8 de março de 1949. Engenheiro Civil formado no ano de 1971 pela Escola de Engenharia da UFMG. Especializou-se em Administração de Empresas na Fundação João Pinheiro, em conjunto com a *Graduate School of Business* da *Columbia University de New York*.

Foi presidente do Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais-Sinduscon/MG, no período de 1986 a 1992; vice-presidente da Federação das Indústrias de Minas Gerais-FIEMG, de 1989 a 1995; membro do Conselho Curador do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (CCFGTS), de 1989 a 1993; presidente da Empresa Mineira de Turismo (Turminas), de 1995 a 1998; membro do Conselho Fiscal da Sociedade Mineira dos Engenheiros (SME), de 2002 a 2005.

Atualmente, além de presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), gestões 2003/2005, 2005/2008, 2008/2011 e 2011/2014, é, também, membro do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social (CDES) da Presidência da República desde 2003, sendo reeleito anualmente; membro do Conselho Diretor da Federação Interamericana da Indústria da Construção (FIIC), gestão 2012/2014; vice-presidente da Confederação das Associações Internacionais de Empreiteiras de Construção (CICA), gestões 2010/2012 e 2012/2014, diretor-presidente da Wady Simão Construções e Incorporações LTDA, e Presidente do Diretório Estadual do Partido Social Democrático em Minas Gerais (PSD-MG), mandato 2011/2014.

“ ACREDITO MUITO NA ATIVIDADE COLETIVA, EM CRIAR AMBIENTES COLETIVOS DE TRABALHO, EM JUNTAR A CADEIA PARA DISCUTIR AS GRANDES QUESTÕES ”

IBRACON – POR QUE VOCÊ ESCOLHEU CURSAR ENGENHARIA CIVIL E SE ESPECIALIZAR EM ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS?

SIMÃO – Entrei na escola de engenharia em razão de um mix entre vocação e ambiente. Minha família tinha, à época, um grupo de empresas forte na região mineira, o que acabou me conduzindo para a profissão. Além disso, contou também minha vocação para a área, com toda a facilidade que tinha com as matérias de exatas. Quando assumi o comando das empresas, foi importante fazer, então, a especialização em administração de empresas. Na época, a família tinha uma construtora, que, hoje, tem 68 anos, duas empresas incorporadoras, uma administradora de imóveis e uma locadora de equipamentos.

IBRACON – TENDO PARTICIPADO DA DIREÇÃO E DO CONSELHO DE INÚMERAS ENTIDADES REPRESENTATIVAS DO SETOR CONSTRUTIVO, QUAL SUA VISÃO SOBRE O PAPEL DAS ASSOCIAÇÕES E SINDICATOS NA SOCIEDADE?

SIMÃO – Sempre tive a ideia de que a participação nas atividades coletivas era importante, uma vez que a atuação individualista não tem resultados promissores. Assim, desde que me formei, eu me interessei pelas entidades de classe, tendo participado de várias delas, chegando, em 1983, à presidência do Sindicato da Construção em Minas Gerais. A partir daí, assumi diversos cargos de direção na Federação das Indústrias de Minas Gerais, na Sociedade Mineira dos Engenheiros, enfim, até chegar à presidência da CBIC, entidade onde participo já há muitos anos. Participo atualmente também no Conselho do Desenvolvimento Econômico e Social da Presidência da República, no Conselho da Federação Interamericana da Indústria da Construção, composta por 18 países da América Latina, e no Conselho da Confederação das

Associações Internacionais de Empreiteiras de Construção. Enfim, acredito muito na atividade coletiva, em criar ambientes coletivos de trabalho, em juntar a cadeia para discutir as grandes questões. Esse é um papel importante a que tenho dedicado minha vida. Vejo o desenvolvimento da sociedade como muito próximo dessas decisões tomadas coletivamente. Hoje, a sociedade civil organizada tem um papel muito importante para as decisões políticas da cidade, do estado e do país.

IBRACON – UMA DAS BANDEIRAS DA CBIC É A PROMOÇÃO DE UMA POLÍTICA DE ESTADO QUE GARANTA, DE MODO PERMANENTE, RECURSOS PARA A HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL. QUAIS AS PROPOSTAS E INICIATIVAS DA CBIC PARA RESOLVER O PROBLEMA DO DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO, HOJE NA CASA DOS 5 MILHÕES DE MORADIAS? DE QUE FORMA, ESSAS PROPOSTAS COMPLEMENTAM O PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA DO GOVERNO FEDERAL? QUAIS TÊM SIDO OS PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS PELA CBIC DESSAS INICIATIVAS?

SIMÃO – A CBIC está em constante diálogo com o Governo Federal a fim de aperfeiçoar, a cada dia, o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), que tem gerado renda e emprego a milhares de brasileiros e impulsionado o setor da construção no País. Defendemos que a política habitacional deve ser permanente no País, contribuindo para redução do déficit habitacional. O objetivo é ‘perenizar’ o Programa, assegurando as perspectivas de investimento – o que permitiria o aumento da produtividade das empresas e a consequente redução dos custos de produção.

IBRACON – DE QUE FORMA A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL TEM AJUDADO A RESOLVER O PROBLEMA DO DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO? QUAIS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS



INDUSTRIALIZADAS TÊM ATENDIDO SATISFATORIAMENTE O PROGRAMA GOVERNAMENTAL DE CONSTRUÇÃO DE MORADIAS POPULARES?

SIMÃO – Com a dificuldade de mão de obra qualificada, a industrialização dos processos construtivos vem cada vez mais se consolidando como uma forte solução para os estudos de viabilidade técnico-financeira dos empresários, pois aumenta a produtividade, oferece um maior controle de qualidade e normalmente gera menos impacto ambiental. No MCMV, já temos muitos empreendimentos que aplicam o sistema construtivo de paredes de concreto – moldadas “in loco” ou pré-moldadas. Outros sistemas construtivos deverão ganhar espaço também, pois já possuem homologação junto ao Ministério das Cidades e Caixa Econômica Federal.

IBRACON – NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA O CONCRETO SE TEM FEITO PRESENTE NA TOTALIDADE OU NA MAIORIA DOS CANTEIROS DE OBRAS. A QUE SE ATRIBUI ESSA PREDOMINÂNCIA DO MATERIAL? QUAIS INOVAÇÕES A TECNOLOGIA DO CONCRETO

TEM TRAZIDO PARA OS CANTEIROS DE OBRAS NO PAÍS E COMO ESSAS INOVAÇÕES CONTRIBUEM PARA ELEVAR O NÍVEL DO DESENVOLVIMENTO NO SETOR? COMO VOCÊ VÊ O DOMÍNIO E O CONHECIMENTO DAS CONSTRUTORAS EM RELAÇÃO ÀS ESTRUTURAS DE CONCRETO?

SIMÃO – Estruturas de concreto armado compõem o método construtivo convencional no Brasil, pois é amplamente utilizado e sob domínio técnico das empresas construtoras brasileiras, independente de seu porte, nos quatro cantos do país. Essa predominância se vale pelo conhecimento geral de sua aplicação, aspectos de durabilidade e resistência, e também pelo seu custo competitivo.

IBRACON – A CBIC DESENVOLVEU O PROGRAMA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (PIT), COM O OBJETIVO DE AUMENTAR A DIFUSÃO DAS NOVAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS JUNTO AO UNIVERSO DE MAIS DE 170 MIL EMPRESAS DA CONSTRUÇÃO EXISTENTES NO PAÍS. NA AVALIAÇÃO DO PROGRAMA, QUAIS TÊM SIDO OS PRINCIPAIS GARGALOS PARA A DIFUSÃO DA

“

ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO
COMPÕEM O MÉTODO CONSTRUTIVO
CONVENCIONAL NO BRASIL, POIS É
AMPLAMENTE UTILIZADO
E SOB DOMÍNIO TÉCNICO DAS EMPRESAS
CONSTRUTORAS BRASILEIRAS

”

“

O PARQUE DE INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – PISAC É PROJETO QUE TEM COMO MISSÃO DESENVOLVER INOVAÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA TODO PAÍS

”

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR CONSTRUTIVO BRASILEIRO? QUAIS TÊM SIDO AS PRINCIPAIS AÇÕES DO PIT PARA FAZER FRENTE AOS GARGALOS? QUAIS RESULTADOS JÁ SÃO SENTIDOS APÓS QUASE 5 ANOS DE LANÇAMENTO DO PROGRAMA?

SIMÃO – Os principais gargalos que o PIT busca preencher com ações específicas são: tributação que incentive a industrialização, a integração da pesquisa e desenvolvimento e as reais necessidades do mercado; a difusão e capacitação de empresários, técnicos e trabalhadores de canteiros de obra em torno de processos inovadores. O PIT, através do Sinduscon-BA (Sindicato da Indústria da Construção da Bahia), tem levado, a várias regiões do país, seminários para a difusão de novos processos construtivos (difusão e capacitação) e realizou, em Salvador, um curso-piloto de Gestão de Inovação

para Construtoras. Neste momento, estamos avaliando seus resultados para formatar um modelo de curso para ser ampliado para outras regiões. Junto à UnB, desenvolveu um Observatório de Inovação na Construção, onde, num ambiente virtual, podem ser identificadas e criadas redes de integração entre os acadêmicos e o mercado. Em parceria com a ABRAMAT (Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção), ABCIC (Associação Brasileira da Construção Industrializada em Concreto), IABr (Instituto Aço Brasil) e AssDrywall (Associação Brasileira de Fabricantes de Drywall), entregaram ao governo, em maio de 2013, um estudo sobre o impacto da tributação de processos industrializados. Ainda em maio, com o parceiro ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído), o PIT entregou também ao MCTI (Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação) uma



proposta de política de fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação para o setor da Construção. E dentre outras ações, destacamos também o desenvolvimento e planejamento para a implantação do Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído – PISAC, projeto este que tem como missão desenvolver inovações sustentáveis para todo país, democratizando seu acesso. Este projeto aguarda aprovação e recursos iniciais de fomento do governo.

IBRACON – NO QUESITO SUSTENTABILIDADE, COMO AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS TÊM CONTRIBUÍDO PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA NA CADEIA PRODUTIVA, PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS EDIFICAÇÕES, PARA O USO RACIONAL DE ÁGUA E DE MATERIAIS CONSTRUTIVOS, PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, ENTRE OUTROS TEMAS?

SIMÃO – Hoje, é premissa inegociável para a pesquisa e desenvolvimento de inovações o atendimento a critérios de sustentabilidade, como os citados na pergunta, caso contrário seria uma invenção feita para o século passado! Portanto, a contribuição das inovações tecnológicas é determinante para o desenvolvimento sustentável de nosso setor.

IBRACON – A RECENTE RETOMADA DO CRESCIMENTO DO SETOR CONSTRUTIVO TEM DEMANDADO CADA VEZ MAIS PROFISSIONAIS QUALIFICADOS EM NÍVEL TÉCNICO E OPERACIONAL. QUAIS AS INICIATIVAS DA CBIC PARA ESTIMULAR A CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL E O INTERESSE DOS JOVENS PELAS ATIVIDADES DO SETOR CONSTRUTIVO? OS CURRÍCULOS DOS CURSOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PRECISAM SER REVISTOS? EM QUE SENTIDO? COMO A CBIC TEM VISTO A CRESCENTE PARTICIPAÇÃO DE EMPRESAS E ENGENHEIROS ESTRANGEIROS NAS OBRAS BRASILEIRAS, MUITAS DELAS OBRAS PÚBLICAS E CONCESSÕES?

SIMÃO – A CBIC tem feito campanhas de valorização

do trabalhador da construção em parceria com o Sesi (Serviço Social da Indústria) e Senai (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) desde 2011. A ideia é mostrar que a atividade da construção é importante para o desenvolvimento do País e oferece muitas possibilidades de emprego aos jovens que estão ingressando no mercado de trabalho. Além disso, existe empenho do setor quando o assunto é a inserção de mulheres no setor da construção. A participação feminina cresce a cada dia e hoje já é possível encontrar mulheres mestres de obra, armadoras, pedreiras e, claro, nas atividades de acabamento como azulejistas, pintoras, entre outras.

Os sindicatos da construção nos estados, associados à CBIC, também têm ações na área de capacitação do trabalhador e estimulam as empresas do setor a oferecerem cursos nos canteiros de obras para aqueles profissionais que querem se qualificar.

Os currículos de engenharia e arquitetura carecem de revisão, buscando trazer às salas de aula conceitos de desempenho, sustentabilidade, gestão de pessoas e capacitação dos graduandos em ambientes de ‘praxis’ de projetos/obras/gestão.

Ainda não existem dados significativos que mostrem a participação de engenheiros estrangeiros nas obras brasileiras.

IBRACON – A CONTRATAÇÃO POR PREGÃO E PELO MENOR PREÇO INIBE A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR? DE QUE FORMA? QUE SOLUÇÕES SÃO PROPOSTAS PELA CBIC PARA DESFAZER ESSE ENTRAVE AO DESENVOLVIMENTO?

SIMÃO – A disputa pela modalidade do Pregão foi implantada acertadamente para os chamados “bens de prateleira” – referindo-se às compras públicas de mobiliário, de passagens aéreas, de material administrativo, remédios. Sua aplicação na contratação de obras e serviços de Engenharia – que são bens para entrega futura, com características próprias a

“ A PARTICIPAÇÃO FEMININA
CRESCER A CADA DIA E HOJE JÁ
É POSSÍVEL ENCONTRAR
MULHERES MESTRES
DE OBRA, ARMADORAS,
PEDREIRAS... ”

“ A NORMA TEM UM GRANDE POTENCIAL PARA NORTEAR TECNICAMENTE O MERCADO E INDUZIR A UMA MELHORIA DA QUALIDADE DAS CONSTRUÇÕES ”

cada projeto – tem provocado uma grave distorção: a valorização do menor preço absoluto em detrimento da qualidade. Vale dizer que uma empresa séria, bem constituída, preocupada com a qualidade de seus empreendimentos, perde oportunidades valiosas para aventureiros que oferecem propostas de preços sabidamente inexequíveis – e que mesmo assim são contratados pela administração. Como ter incentivo em investir na inovação tecnológica nesse contexto? Para melhorar esse quadro – já que será difícil a administração pública e os órgãos de fiscalização e controle abandonarem sua visão de que *o melhor preço é o menor preço* – a CBIC propõe a aplicação de dispositivo que já começa a ser utilizado nas licitações pelo RDC (Regime Diferenciado de Contratação): a exigência de consistente garantia complementar às propostas de preços com valores inferiores aos orçados pelo contratante. Outro ponto importante que a CBIC defende nas licitações públicas é a melhoria na qualidade dos projetos.

IBRACON – A NOVA NORMA DE DESEMPENHO – ABNT NBR 15575 – SERÁ EXIGIDA A PARTIR DE JULHO DE 2013. QUAL É SEU BALANÇO DA NORMA EM TERMOS DAS EXIGÊNCIAS TRAZIDAS AOS CONSTRUTORES E DOS BENEFÍCIOS GERADOS AOS CONSUMIDORES? QUAL SERÁ O IMPACTO DA NORMA NO DESENVOLVIMENTO DO SETOR CONSTRUTIVO BRASILEIRO?

SIMÃO – A Norma cria um marco regulatório no setor da construção civil. A publicação da NBR 15575 ocorre

em momento oportuno para a nossa indústria: o de sustentação do crescimento verificado nos últimos anos com agregação de valores imprescindíveis aos nossos imóveis, como segurança, qualidade e conforto. A Norma tem um grande potencial para nortear tecnicamente o mercado e induzir a uma melhoria da qualidade das construções. Ela introduz ou reforça novos conceitos, como desempenho acústico, desempenho térmico e vida útil. É a primeira norma a definir, pela primeira vez, como um edifício deve se comportar ao longo do tempo para atender as expectativas dos usuários (conforto e segurança no



uso), conceitos já aplicados há muito tempo nos países desenvolvidos e que, agora, com a sua vigência, passarão a ser implementados também no Brasil. É consenso entre especialistas que a Norma vai trazer, de fato, muitos avanços a toda a cadeia da indústria da construção e estabelecerá uma relação de coresponsabilidade entre projetistas, fabricantes, construtores, incorporadores e consumidores, criando uma linguagem unificada e transparente dentro da cadeia produtiva.

IBRACON – COMO O GUIA ORIENTATIVO “DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS”, RECÊM-LANÇADO PELA CBIC, PODERÁ AJUDAR NA ACULTURAÇÃO DO SETOR CONSTRUTIVO BRASILEIRO À NORMA DE DESEMPENHO?

SIMÃO – Sem dúvida, ajudará muito, pois o Guia é uma forma de ‘norma comentada’, numa linguagem simplificada e acessível, que traz todos os principais critérios que passarão a nortear a construção de moradias no Brasil. Seu acesso é gratuito através de download no site da CBIC e de parceiros.

IBRACON – QUAL A IMPORTÂNCIA DA NORMALIZAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR CONSTRUTIVO BRASILEIRO, ESPECIALMENTE NO TOCANTE À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, À SEGURANÇA DAS CONSTRUÇÕES E À SUSTENTABILIDADE NO SETOR?

SIMÃO – A elaboração e revisão da Norma de Desempenho demonstra exemplarmente a elevada importância do processo de normalização, pois cria a oportunidade de todos os interessados num tema em defender legitimamente seus interesses, considerando a necessidade de se construir consensos, com foco no bem-estar, conforto e segurança do consumidor final, gerando um ambiente positivo para o desenvolvimento tecnológico e sustentabilidade, pois não determina o processo construtivo, e sim os resultados a serem obtidos.

IBRACON – FORA DO TRABALHO, O QUE GOSTA DE FAZER?

SIMÃO – Tenho dois hobbies: ler e viajar. Gosto muito de ler biografias, romances e tudo o mais. Gosto também de viajar, conhecer o mundo é uma escola fantástica.



- Materiais e Serviços de Protensão
- Emendas Mecânicas para Barras de Aço
- Aparelhos de Apoio Metálicos
- Usinagem de Peças

Credibilidade e Garantia



**Concreto Protendido
com qualidade total
e pontualidade**

(11) 2083-4500 • www.rudloff.com.br
comercial@rudloff.com.br



Norma de desempenho de edificações: uma contribuição para o desenvolvimento do conceito de normativa exigencial aplicado à construção civil

PAULO EDUARDO FONSECA DE CAMPOS – PROFESSOR DOUTOR
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (FAUUSP)
SUPERINTENDENTE DO ABNT/CB-02 COMITÊ BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO
CIVIL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)

1. INTRODUÇÃO

No último dia 19 de fevereiro de 2013 foi publicada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) a norma técnica ABNT/NBR-15575 – Edificações habitacionais – Desempenho, também conhecida como Norma de Desempenho, coroando um esforço coletivo de mais de uma década na busca de sua consolidação. A norma técnica passa a vigorar em julho de 2013, 150 dias após sua publicação, aplicando-se a partir desta data aos projetos que forem protocolados para aprovação nos órgãos públicos.

A Norma de Desempenho é resultado de um trabalho intenso e perseverante da Comissão de Estudo criada para esse fim no âmbito do Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02), o qual contou com o apoio e participação de amplos setores da cadeia produtiva, incluindo fabricantes de materiais e componentes, construtores, profissionais técnicos, além de representantes de organismos oficiais e do aparato de ciência e tecnologia, constituído por universidades e institutos de pesquisa de todo o País. A cada encontro da Comissão de Estudo, participaram, em média, de 90 a 100 pessoas, representando cada região do Brasil e, praticamente, todos os segmentos da sociedade.

Nesta sua etapa final de trabalho, iniciada em janeiro de 2011, a Comissão de Estudo revisou detalhadamente a versão da norma publicada anteriormente em 2008, refinando tecnicamente suas seis partes, em um dedicado e aprofundado processo de debate e busca de consenso entre seus membros.

A norma ABNT/NBR-15575 institui parâmetros técnicos para vários requisitos importantes de uma edificação, como desempenho acústico, desempenho térmico, durabilidade e vida útil, e determina um nível mínimo obrigatório para cada um deles.

O maior diferencial da ABNT/NBR-15575, no entanto, consiste em estabelecer como metodologia o conceito de desempenho da edificação, alinhado com as tendências internacionais, no lugar das conhecidas normas prescritivas. A abordagem de desempenho está ligada ao comportamento que se espera de uma edificação quando em uso, dentro de determinadas condições, tendo como foco as necessidades de seus usuários ao longo do seu tempo de vida útil.

Portanto, a ABNT/NBR-15575 traduz tecnicamente as necessidades dos consumidores brasileiros de imóveis residenciais, levando em conta o estágio técnico e socioeconômico do Brasil.

Afora isso, a norma também estabelece as responsabilidades de cada um dos atores ligados à produção da edificação, a exemplo de construtores, incorporadores, projetistas, fabricantes de materiais, administradores condominiais e os próprios usuários, deixando clara a responsabilidade compartilhada sobre a edificação ao longo do tempo.

A norma é dividida em seis partes: Requisitos gerais (NBR-15575-1); Sistemas estruturais (NBR-15575-2); Sistemas de pisos (NBR-15575-3); Sistemas de vedações verticais internas e externas (NBR-15575-4); Sistemas de coberturas (NBR-15575-5), e Sistemas hidrossanitários (NBR-15575-6).

2. UM BREVE HISTÓRICO SOBRE O CONCEITO DE DESEMPENHO

O conceito de desempenho pode ser identificado, remotamente, até mesmo no Código de Hammurabi (por volta de 1770 A.C.), que em seu artigo 229 estabelece que: “Se um construtor edificou uma casa para um homem, mas não a fortificou e a casa caiu e matou seu dono, esse construtor será morto”.

Preocupação semelhante revela o Tratado de Arquitetura de Vitruvius, intitulado “De architectura libri decem”, do século primeiro A.C., que se baseia nos princípios de “utilitas, venustas e firmitas”, isto é, utilidade, beleza e solidez¹ do edifício.

Na idade moderna, no entanto, é Gerard Blachère, di-

retor à época do CSTB-Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, que apresenta na França, em 1965, a definição mais conhecida do conceito de desempenho de edificações (CSTB publications, Blachère, 1965). Ainda que os processos construtivos tenham permanecido, nas cinco décadas seguintes, vinculados a normas prescritivas, muitas vezes desencorajando mudanças e o surgimento de inovações tecnológicas, claro estava que uma quebra de paradigma se aproximava.

Na medida em que a abordagem prescritiva, baseada na experiência passada e na simples comparação com os padrões preestabelecidos, não fazia uso de ensaios para verificação do comportamento potencial do edifício, seus elementos e instalações, quando submetido às condições regulares de exposição, pode-se dizer que a tendência era perpetuar as técnicas convencionais de construção, sem qualquer espaço para o surgimento da inovação.

Exemplo disso é a experiência pioneira do arquiteto inglês, John Brodie, responsável pelo desenvolvimento do primeiro sistema de painéis pré-fabricados de concreto de que se tem notícia, utilizado em 1905, em Liverpool, para a construção do edifício conhecido como Eldon Street Apartments (figura 1). O sistema construtivo desenvolvido por Brodie foi objeto de numerosas críticas à época e o poder público, responsável pela iniciativa voltada à habitação social, obrigou a superdimensionar os painéis pré-fabricados, recorrendo às prescrições oficiais sobre espessuras de pa-



Fonte: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=80544634> (28/04/13)

Figura 1 – Primeiro sistema de painéis pré-fabricados - Eldon Street Apartments Liverpool (John Brodie, 1905)

¹ VITRUVIO. DE ARQUITETURA. SÃO PAULO, MARTINS FONTES, 2007.



Figura 2 – Conjunto habitacional Killingworth Towers construído em 1967, em Newcastle upon Tyne (UK), fotografado antes de sua demolição (1987)

redes de tijolos cerâmicos. Frente a isso, o custo resultou no triplo da previsão inicial para o empreendimento, interrompendo prematuramente a trajetória de um promissor modelo tecnológico, o qual só viria a ser retomado cinco décadas depois, na reconstrução da Europa após a Segunda Guerra.

Por outro lado, é importante recordar que sob a égide da inovação tecnológica, voltada à construção massiva de habitações, vários foram os equívocos cometidos no período de reconstrução da Europa após a Segunda Guerra. Neste período predominaram, de forma implacável, as regras dos sistemas construtivos da chamada primeira geração da industrialização (figura 2), onde frequentemente o usuário era relegado à condição de mero detalhe, predominando uma visão produtivista ou aquilo que Salas classifica como a etapa de “euforia e grandes negócios” (SALAS, 1981).

Não tardou para que surgissem as críticas a este modelo inicial, o que levou Schmid e Testa, por exemplo, a cunharem a expressão “projeto invertido”, para definir um sistema construtivo desenvolvido ou especificado sem pensar nas características intrínsecas do projeto e sua relação com as exigências do usuário (SCHMID e TESTA, 1969).

Foi nos anos 1970 que, apoiado nos trabalhos realizados no CIB (acrônimo proveniente da sigla em francês de Conseil International du Bâtiment, atual International Council for Research and Innovation in Building and Construction), se deu um importante salto conceitual, na medida em que ficavam evidentes, por um lado, o esgotamento do modelo produtivista de industrialização da construção, até então adotado na Europa, e, por outro, a necessidade de se elaborar novos instrumentos de

controle para a produção do edifício, capazes de contemplar as exigências dos futuros usuários e corrigir os erros cometidos no período inicial de reconstrução no pós-guerra.

Para citar o caso mais emblemático deste período, tem-se o colapso estrutural ocorrido em 1968 no edifício Ronan Point, em Londres, que marca o declínio das construções habitacionais massivas no Reino Unido (figura 3). Em 1970, cresce a controvérsia sobre as condições de conservação de alguns destes conjuntos, não só devido ao grave problema de colapso progressivo observado no Ronan Point², que levou a uma completa revisão nas ligações de sistemas construtivos à base de grandes painéis de concreto, mas também em função de patologias observadas, tais como condensação e mau funcionamento de equipamentos de calefação, indispensáveis para as severas condições climáticas do inverno europeu.

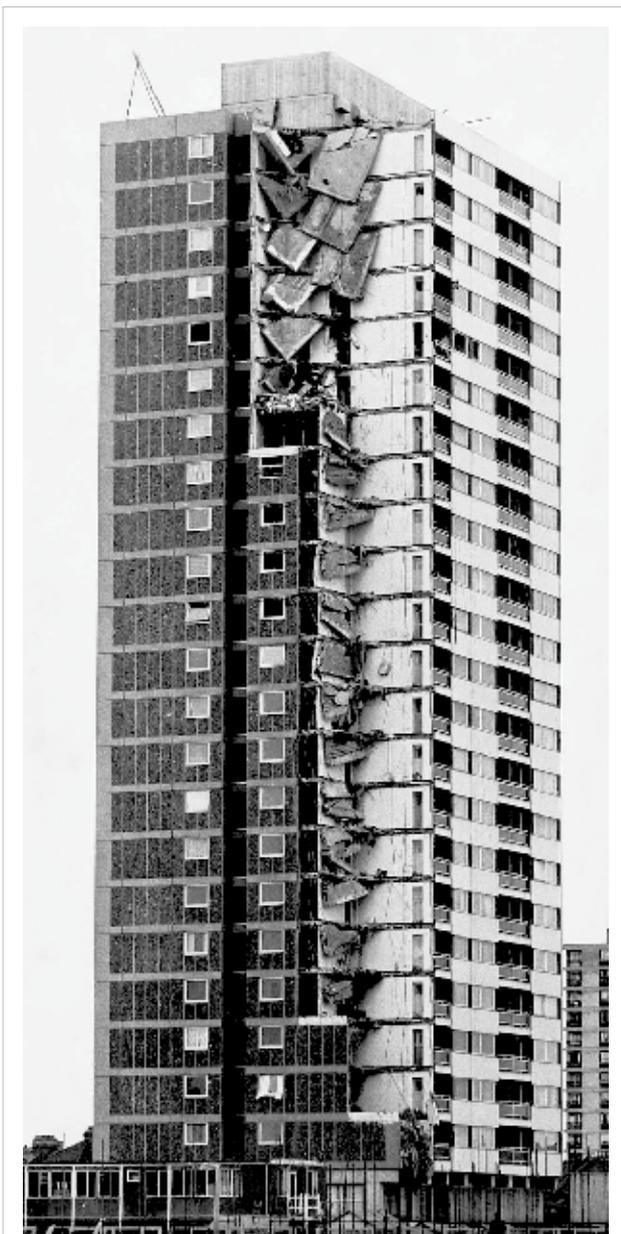
O resgate do usuário como protagonista e destinatário final do processo construtivo do edifício fez com que as normas técnicas passassem a ter um caráter de direito social e deixassem de ser encaradas como facultativas pelos produtores.

Como lembra Salas, é importante ressaltar que a expressão usuário designa não somente os ocupantes finais do bem produzido, a habitação, mas todos os partícipes no processo de produção e gestão (SALAS, 1981). A esta definição ampliada de usuário, deve-se também agregar as noções de conservação e manutenção da edificação, além da avaliação do impacto que os elementos constituintes da edificação provocam sobre o meio ambiente.

No Brasil, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) foi pioneiro no estudo e na aplicação do conceito de desempenho para avaliação de sistemas construtivos destinados à habitação popular (IPT, 1988). Em 1981, foram apresentados os resultados de uma pesquisa intitulada “Formulação de critérios para avaliação de desempenho de habitações”, desenvolvida pela antiga Divisão de Edificações daquele Instituto para o extinto BNH-Banco Nacional de Habitação (1964-1986). Na época da publicação deste trabalho, a normalização brasileira era basicamente prescritiva, como majoritariamente ainda o é atualmente, abordando soluções construtivas específicas, sem a definição de limites mínimos de qualidade que pudessem servir de referência para a avaliação de desempenho para novos produtos ou sistemas construtivos (BORGES, 2008).

Posteriormente, em 1997, a Caixa Econômica Federal contratou o IPT para revisar o trabalho realizado

² RONAN POINT FOI O NOME DADO A UMA TORRE HABITACIONAL DE 22 ANDARES CONSTRUÍDA NA LOCALIDADE DE NEWHAM, EM LONDRES, QUE DESABOU PARCIALMENTE EM 16 DE MAIO DE 1968, APÓS UMA EXPLOÇÃO DECORRENTE DE VAZAMENTO DE GÁS NO 18º ANDAR, QUE LEVOU AO DESLOCAMENTO DOS PAINÉIS ESTRUTURAIS E À PERDA DE SUSTENTAÇÃO DOS QUATRO PISOS ACIMA, AINDA INABITADOS, BEM COMO AO COLAPSO PROGRESSIVO DO CANTO SUDOESTE INTEIRO DO EDIFÍCIO. QUATRO PESSOAS MORRERAM E DEZESSETE FICARAM FERIDAS. RONAN POINT FOI PARTE DE UMA GRUPO DE TORRES CONSTRUÍDAS NOS ANOS 1960, COMO SOLUÇÃO ECONÔMICA E ACESSÍVEL DE HABITAÇÃO PRÉ-FABRICADA. APÓS O ACIDENTE, O EDIFÍCIO FOI PARCIALMENTE RECONSTRUÍDO COM O USO DE LIGAÇÕES MAIS RESISTENTES, DIMENSIONADAS SEGUINDO NOVOS CRITÉRIOS QUE PASSARAM A VIGORAR A PARTIR DE ENTÃO. A CONFIANÇA DA OPINIÃO PÚBLICA QUANTO À SEGURANÇA DAS TORRES RESIDENCIAIS PRÉ-FABRICADAS, NO ENTANTO, FICOU SERIAMENTE ABALADA À ÉPOCA. EM 1984, AS AUTORIDADES DE NEWHAM DECIDIRAM PELA DEMOLIÇÃO DE RONAN POINT.



Fonte: <http://www.imacleod.com/msa/images/image002.jpg> (28/04/13)

Figura 3 – Colapso estrutural parcial do edifício Ronan Point, decorrente de uma explosão provocada por vazamento de gás (Londres, 1968)

em 1981, ao qual se somaram outros estudos, tal como aquele elaborado pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP-PCC) e pelo Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção (ITQC), em 1998 (EPUSP-PCC / ITQC, 1998).

Frente aos vários estudos e pesquisas desenvolvidos de forma independente, a Caixa Econômica Federal e representantes do meio técnico identificaram a necessidade de harmonizá-los, convertendo-os em uma base para futuras normas técnicas. Com o apoio da Finep (Financiadora de

Estudos e Projetos), empresa pública vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, foi desenvolvido no ano de 2000 o projeto de pesquisa “Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações” (BORGES, 2008), tendo como objetivo chegar a um conjunto de normas técnicas brasileiras para avaliação de desempenho de edifícios habitacionais.

É neste contexto que se cria no ano 2000, no âmbito do Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02), uma Comissão de Estudo com o objetivo de elaborar o projeto de norma sobre desempenho de edificações, cujo primeiro coordenador foi o Eng^o Ércio Thomaz, do IPT. Sucedeu-o, em 2004, o Eng^o Carlos Borges, representando o segmento produtor, até a primeira publicação oficial da Norma de Desempenho, em maio de 2008.

Em setembro de 2010, no entanto, após a realização de vários workshops, entre representantes da cadeia produtiva, da Caixa Econômica Federal e do Ministério das Cidades, chegou-se à necessidade de reativação da Comissão de Estudo, na medida em que foram identificados vários tópicos relevantes a serem revisados, aperfeiçoados ou acrescentados ao texto original da ABNT/NBR-15575:2008.

Finalmente, nesta sua última etapa, a coordenação da Comissão de Estudo para revisão da ABNT/NBR-15575 coube ao Eng^o Fabio Villas Bôas, também representante do segmento dos produtores, tendo a mesma sido publicada em fevereiro de 2013, com início de sua exigibilidade previsto para julho de 2013.

O adiamento da publicação da Norma de Desempenho, que pode ser visto como algo negativo por alguns, principalmente aqueles que não tomaram parte nos trabalhos, foi imprescindível para que o processo de revisão do texto fosse concluído e os atores envolvidos nesta tarefa pudessem, de fato, chegar a um consenso com respeito aos parâmetros técnicos que a orientam e, por certo, impactarão de forma positiva o mercado brasileiro da construção civil habitacional nas próximas décadas.

A Norma de Desempenho é hoje, reconhecidamente, um divisor de águas na construção civil brasileira, pois leva projetistas a conceberem e construtoras a executarem obras para um determinado nível de desempenho especificado, a ser atendido ao longo da vida útil da edificação. Trata-se de uma das maiores autorregulamentações técnicas, de um setor da atividade econômica, nas palavras de Carlos Pinto Del Mar (DEL MAR, 2013)³.

3. NORMATIVA E QUALIDADE: O CONCEITO DE NORMATIVA EXIGENCIAL

A maior parte das normas técnicas hoje existentes para o setor da construção civil ainda segue, fundamental-

³ COLLINA DA FIABCI/BRASIL NO JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO DE 16/04/13, ONDE O DR. CARLOS PINTO DEL MAR, CONSULTOR JURÍDICO ESPECIALIZADO, DISCORRE SOBRE A IMPORTÂNCIA TÉCNICA E JURÍDICA DA NORMA DE DESEMPENHO.

mente, uma orientação objetual ou prescritiva, estabelecendo requisitos com base no uso consagrado de produtos ou procedimentos, buscando atender aos requisitos dos usuários de forma indireta (ABNT, 2013).

Por sua vez, as normas de desempenho são estabelecidas buscando atender aos requisitos dos usuários, que, a exemplo da norma ABNT/NBR-15575, referem-se aos sistemas construtivos que compõem as edificações habitacionais, independentemente dos seus materiais constituintes e do próprio sistema construtivo adotado.

Tal orientação se enquadra dentro do que aqui se chama de normativa exigencial, apoiada em uma abordagem aberta a qualquer solução tecnológica, abandonando o anterior enfoque, exclusivamente produtivista, e adotando um amplo conceito de usuário.

Portanto, tal e qual consta em sua parte introdutória, a ABNT/NBR-15575 Edificações habitacionais – Desempenho tem como foco os requisitos dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso, e não na prescrição de como os sistemas são construídos. Para tanto, nela estão definidos os requisitos (qualitativos), os critérios (quantitativos ou premissas) e os métodos de avaliação (ensaios), os quais permitem a mensuração clara de seu atendimento (figura 4).

Por sua vez, as normas de desempenho, em geral, traduzem os requisitos dos usuários em requisitos e critérios, e são consideradas como complementares às normas prescritivas, no entanto, sem substituí-las. A utilização simultânea de ambas visa atender aos requisitos do usuário com soluções tecnicamente adequadas.

No caso de conflito ou diferença de critérios ou métodos entre as normas requeridas e a Norma de Desempenho, deve-se atender aos critérios mais exigentes. Os conceitos abordados na ABNT/NBR-15575 muitas vezes não são considerados nas normas prescritivas específicas existentes para cada produto, as quais deixam de contemplar, por exemplo, a durabilidade dos sistemas, a manutenibilidade da edificação e aspectos menos conhecidos vinculados às exigências humanas, tais como o conforto tátil e antropodinâmico dos usuários.

Em linhas gerais, todas as disposições contidas na Norma de Desempenho que passa a vigorar em julho de 2013 aplicam-se aos sistemas que compõem edificações habitacionais, projetados, construídos, operados e submetidos a intervenções de manutenção, que atendam às

instruções específicas do respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção destes mesmos edifícios.

4. CONCLUSÃO: QUALIDADE PARA QUÊ?

A qualidade, pode-se dizer, é um objetivo implícito da atividade normativa em geral. A Norma de Desempenho de edificações, por sua vez, representa uma contribuição para o desenvolvimento do conceito de normativa exigencial aplicado à construção civil.

Como afirma o Dr. Eric Gibson, coordenador da Comissão W60 (W60 Commission, Report n.64, 1982) do International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB): *“primeiramente e acima de tudo, a abordagem de desempenho é [...] a prática de pensar e trabalhar em termos de fins, mais do que meios. [...] Isso tem a ver com o que o edifício ou produto para a construção deve atender, e não com a prescrição de como este deve ser construído”* (GIBSON, 1982).

A qualidade, portanto, pode ser definida como o grau de integração e coerência alcançado entre os fins propostos e os meios empregados. Tal qualidade se mede por meio de uma normativa qualitativa, de caráter exigencial.

O desenvolvimento de uma metodologia de desempenho para edificações abre um caminho a partir do qual, e assim se espera, os projetistas transmitam de maneira clara suas decisões, contemplando as exigências dos usuários, à indústria e aos demais especialistas que intervmem na obra, de modo que se desenvolvam as soluções técnicas adotadas, dentro das previsões econômicas, em termos de materiais e métodos de produção, os quais passam a ser controlados, testados e avaliados.

A Norma de Desempenho implica em uma nova metodologia para se projetar e construir edificações, a ser



Figura 4 – Avaliação de desempenho

assimilada por empresas, profissionais de mercado, organismos governamentais e consumidores. Ao introduzir os requisitos mínimos de qualidade que devem ser atendidos pela edificação, a Norma de Desempenho envolve toda a cadeia produtiva, levando esta responsabilidade a ser compartilhada entre todos os atores que delam participam, inclusive o usuário final.

A exemplo das experiências presenciadas em outras partes mundo, algumas delas há mais de 30 anos, a adoção do conceito de desempenho pela indústria da construção civil brasileira é uma demonstração inequívoca do esforço e das aspirações do setor, rumo a uma maior qualidade. A publicação da Norma de Desempenho é o sinal aparente desta mudança.

Referências Bibliográficas

- [01] SALAS S., Julián. Alojamiento y tecnología: Industrialización abierta? Madrid: Instituto Eduardo Torroja, 1981
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013 (ABNT/NBR-15575)
- [03] FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, José Antonio. Prefabricación; teoría y práctica. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, 1973
- [04] SCHMID, Thomas. e TESTA, Carlo. Systems Building. Zürich: Verlag für Architektur, 1969
- [05] GLENDINNING, Miles & MUTHESIUS, Stefan. Tower block: modern public housing in England, Scotland, Wales, and Northern Ireland. New Haven and London: The Paul Mellon Centre for Studies in British Art by Yale University Press, 1993
- [06] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Tecnologia de edificações. São Paulo: PINI, 1988
- [07] BORGES, Carlos A. de M. O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2008 (Dissertação de Mestrado) ●



A experiência de quem saber fazer.

A Mega Concreto chega com uma equipe motivada e liderada por profissionais experientes que gostam de desafios. Não é a toa que muitas das histórias do concreto no Brasil foram escritas por eles e pelo visto escreverão muitas mais.

Nossa estrutura

- 120 m³/h de produção de concreto de qualidade.
- Produção e entregas informatizadas.
- Precisão e rapidez no atendimento.
- Estrutura eficiente de pós-venda.
- Soluções para obras de pequeno, médio e grande porte.
- Usinas de canteiro.

11 3616.2244 www.megaconcreto.com.br



Análise do uso do concreto e seus produtos na construção de habitações sob a ótica da Norma de Desempenho

INÊS LARANJEIRA DA SILVA BATTAGIN – ENGENHEIRA CIVIL, SUPERINTENDENTE
DO ABNT/CB18 – COMITÊ BRASILEIRO DE CIMENTO, CONCRETO E AGREGADOS
DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS E DIRETORA TÉCNICA DO IBRACON

1. INTRODUÇÃO

As construções em concreto têm sua história contada ao longo dos anos por todo o benefício que tem trazido à humanidade, não apenas no que diz respeito a habitações, onde sua presença é indiscutível, mas também em obras diversas e muitas delas emblemáticas, como pontes, usinas hidrelétricas, usinas nucleares, obras de saneamento, todos os tipos de edificações, estradas, portos, aeroportos, templos e, até mesmo, monumentos, entre tantos outros exemplos.

Este artigo analisa o comportamento dos sistemas à base de concreto utilizados na construção de edificações, quanto aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 15575 – Edifícios habitacionais – Desempenho¹, popularmente conhecida como Norma de Desempenho, recém-publicada e que deve entrar em vigor no próximo mês de julho.

Os conceitos básicos da Norma Desempenho têm sido amplamente divulgados e estão didaticamente apresentados em artigos que fazem parte desta edição da Revista Concreto & Construções, do IBRACON. Cumpre apenas lembrar que data de 1980 a primeira iniciativa na área da normalização técnica internacional sobre o tema, com a publicação da ISO 6240:1980 “*Performance standards in buildings – Contents and presentation*”², seguida pela ISO 6241:1984 “*Performance standards in buildings – Principles for their preparation and factors to be considered – General principles*”³ que estabelecem como as normas internacionais, regionais ou nacionais devem prever as questões de desempenho dos edifícios.

No Brasil, muito embora já existissem requisitos de desempenho em normas prescritivas de produtos e trabalhos acadêmicos sobre o tema, as primeiras iniciativas de normalização técnica específica, tratando de desempenho, datam do ano 2000. Dada a complexidade do tema, somente em 2008 foram publicados os primeiros textos de Normas Brasileiras com o propósito de direcionar o estabelecimento do desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Essas Normas, apesar de vigentes, tiveram sua aplicação postergada para possibilitar a adequação da cadeia da construção aos novos requisitos, o que possibilitou uma ampla consulta à sociedade técnica e o consequente ajuste de alguns dos aspectos estabelecidos inicialmente, dando origem à versão da Norma que é agora publicada, com escopo ampliado, tratando de edifícios habitacionais de qualquer altura.

2. BOAS-VINDAS À NORMA DE DESEMPENHO

A necessária e cada vez mais intensa busca da sociedade por modelos sustentáveis, em todas as áreas do conhecimento humano, tem gerado o desenvolvimento de processos de avaliação que permitam escolhas corretas e sirvam de balizadores nas relações entre produtores e consumidores.

Dentro desse enfoque, o desempenho de edificações habitacionais que atendam às exigências de seus usuários passou a ser uma prerrogativa da indústria da construção civil em todo o mundo, gerando a busca pelo estabeleci-

mento desses conceitos em Normas Técnicas, de forma a disseminar seu uso e dinamizar sua atualização com o crescimento do conhecimento sobre o tema.

No Brasil, com os incentivos governamentais para a construção de moradias, tem se verificado acentuado crescimento dessa atividade, contabilizando-se, no período de 2004 a 2011, um aumento de cerca de dez vezes a quantidade de unidades construídas por ano no País (de 54/ano para 498/ano)⁴. Esse processo tem exigido a rápida

adequação das indústrias e das empresas de construção. Inovações tecnológicas têm surgido com o propósito de acelerar o processo construtivo ou melhorar seu custo/benefício imediato. A escassez de mão de obra especializada, em vista do longo período de estagnação anterior, tem obrigado à contratação de pessoal inexperiente. Nesse cenário, ficou premente a necessidade de bases adequadas para garantir o mínimo de qualidade para o produto final, que é a tão sonhada casa própria, e, com isso, a Norma de Desempenho

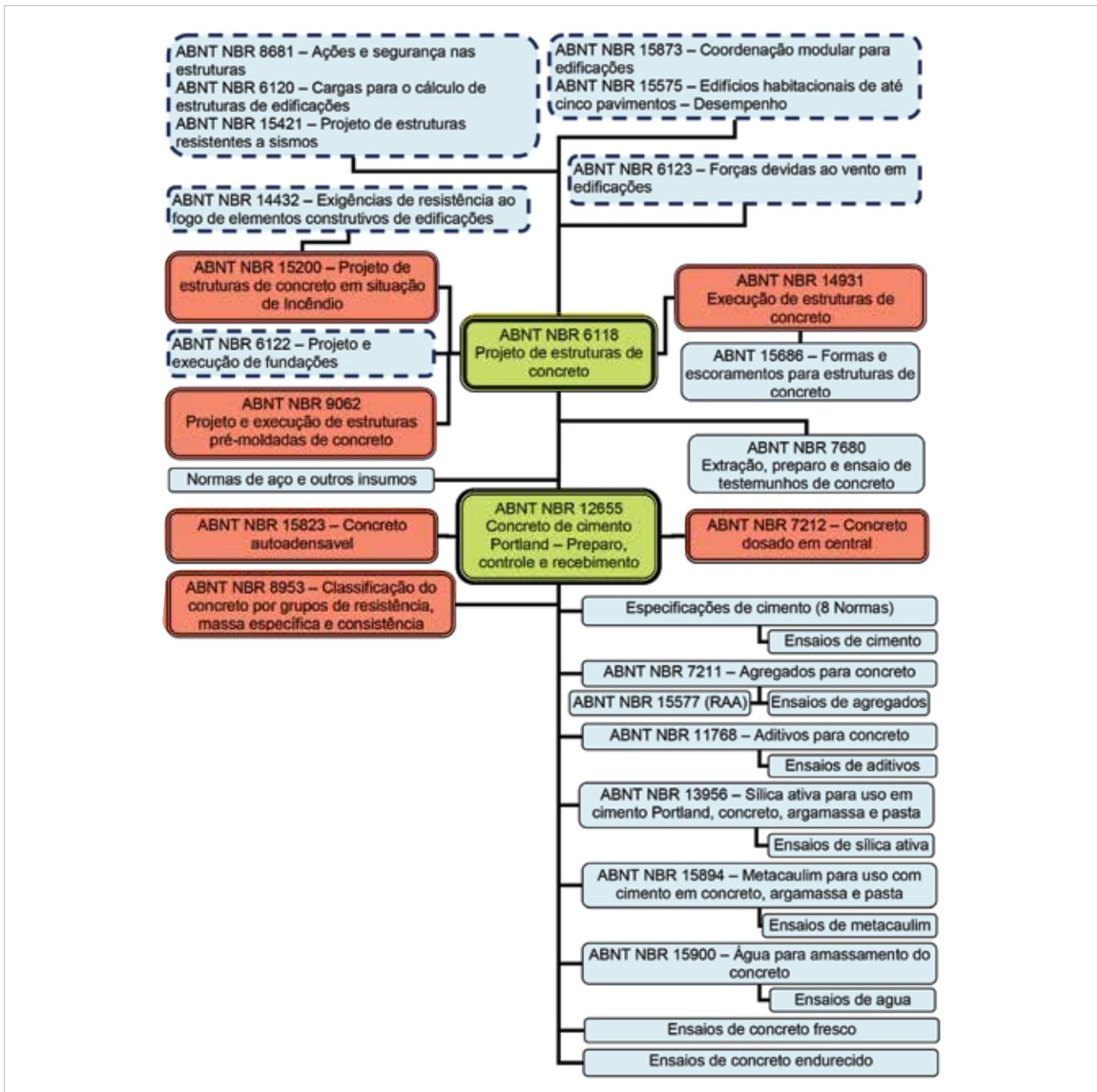


Figura 1 – Hierarquia da Normalização Brasileira para a Construção de Edificações ⁵

passou a ser uma necessidade da sociedade brasileira.

Neste momento, o fundamental para projetistas, usuários e especialmente construtores é saber quais os sistemas de construção que cumprem com os requisitos da Norma de Desempenho e que inovações tecnológicas podem ser aceitas.

De forma geral, a Norma de Desempenho referencia outros documentos já existentes, desde que adequados ao atendimento pretendido.

Quando da ausência de normalização específica para sistemas (pois, a Norma de Desempenho não se aplica a produtos), são estabelecidas formas para comprovação das

exigências dos usuários (ensaios, verificações, análise de projetos, estudos em protótipos e outros).

No entanto, é preciso ter em mente que a eficácia dos preceitos da Norma na qualidade das novas habitações apenas será real a partir do comprometimento de todos os envolvidos, tanto no processo construtivo quanto no uso dos imóveis.

3. SEGURANÇA E DURABILIDADE

As soluções em concreto e produtos à base de cimento Portland têm sido tradicionalmente empregadas no Brasil por atenderem às expectativas técnicas e de custo/benefí-

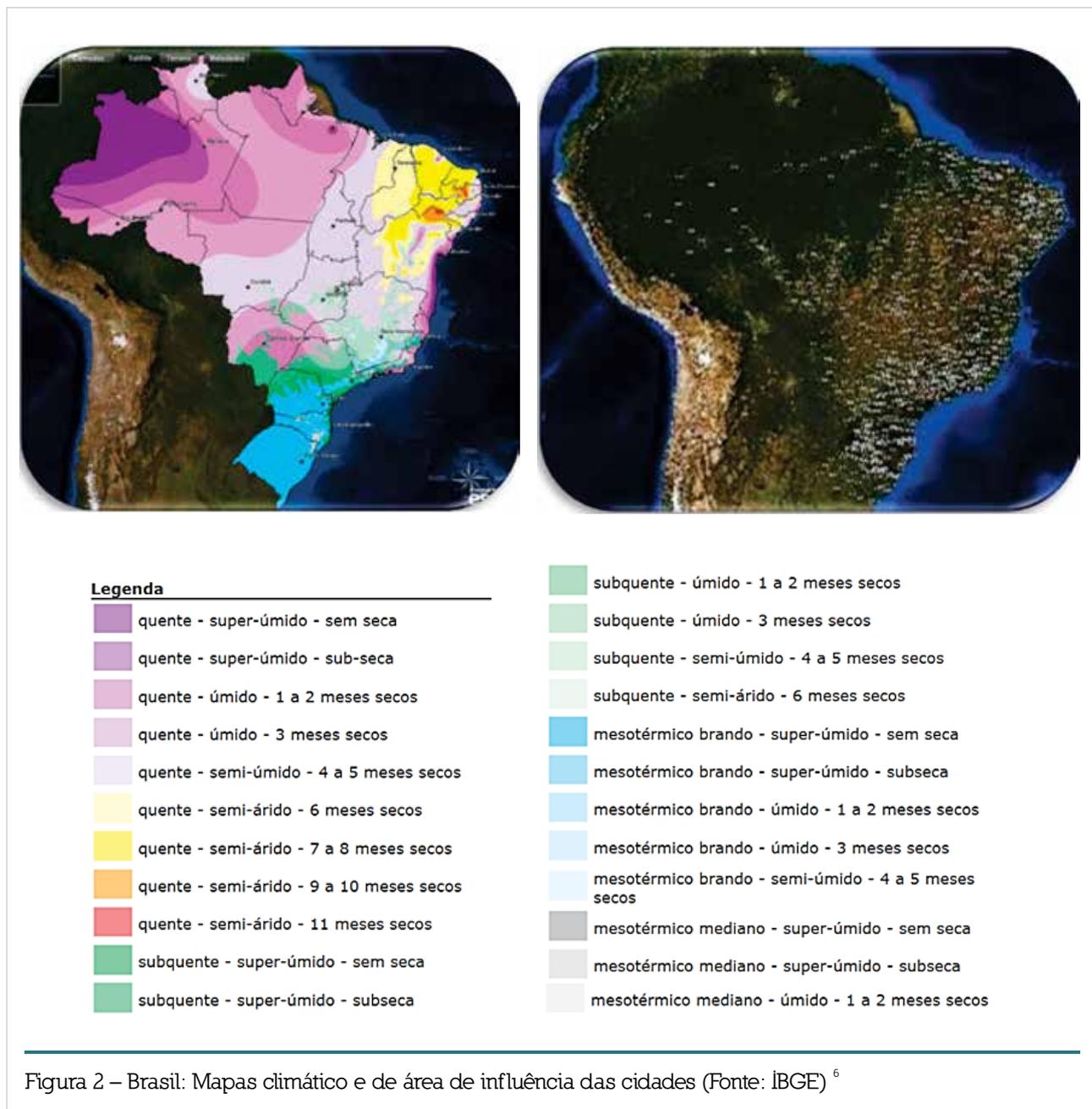


Figura 2 – Brasil: Mapas climático e de área de influência das cidades (Fonte: IBGE) ⁶

cio (imediate e ao longo do tempo) na construção dos mais diversos empreendimentos, o que valida seu uso, em muitas situações, frente aos requisitos da Norma de Desempenho.

Assim, para o projeto estrutural e a durabilidade das estruturas de concreto, a Norma de Desempenho limita-se a referenciar as normas brasileiras já existentes, dispensando qualquer outra verificação.

Com base nesse enfoque, é importante conhecer um pouco do acervo normativo brasileiro de concreto, hoje com mais de 300 documentos, que pode ser representado por algumas das Normas em destaque na hierarquia proposta na Figura 1⁽⁵⁾, e compreender os motivos que levam a considerar atendidos os requisitos de desempenho mencionados.

A base normativa para o estabelecimento de requisitos de projeto estrutural em concreto no Brasil é a ABNT NBR 6118¹, historicamente conhecida como NB-1, por ter sido a primeira Norma Brasileira a tratar de projeto e execução de estruturas. A edição de 2003 dessa Norma incorporou mudanças de escopo, ampliando seu campo de aplicação, que passou a cobrir o espectro completo do concreto como material estrutural. Os aspectos relativos à execução passaram a ser tratados na ABNT NBR 14931¹ e em normas específicas que complementam as exigências para cada produto ou sistema.

Apesar da norma de ações e segurança nas estruturas (ABNT NBR 8681¹), desde sua primeira edição (1992), ter como base um horizonte de, pelo menos, 50 anos para a vida útil de estruturas feitas de qualquer material, a versão de 2003 da ABNT NBR 6118 foi a primeira Norma Brasileira da construção civil a tratar adequadamente as questões da durabilidade, de forma a atender o previsto na ABNT NBR 8681.

Para estabelecer as diretrizes visando projetar com vistas à durabilidade das estruturas, a ABNT NBR 6118 definiu conceitos de vida útil e estabeleceu as classes de agressividade ambiental que devem cobrir todas as situações previsíveis para projeto em território nacional. Em função das ações ambientais, foram estabelecidas as respostas necessárias das estruturas de concreto. A Figura 2 mostra o mapa do Brasil, com sua diversidade climática e a área de influência das cidades brasileiras. O Quadro 1 contém a classificação ambiental prevista na ABNT NBR 6118.

Apesar da aparente dificuldade em identificar as regiões do País em função da classificação ambiental prevista na ABNT NBR 6118, uma rápida análise da ocupação do território nacional facilita apontar as áreas de maior atenção, pois a classificação da ABNT NBR 6118 não se restringe a condições climáticas, mas prevê também o uso e a ocupação do solo com áreas urbanas e industriais.

A extensa orla marítima brasileira e a expressiva concentração de grandes cidades nas áreas litorâneas justifica a divisão dessa região em duas classes de alta agressividade (III e IV), tendo em vista a adoção de medidas preventivas para o projeto e a construção de estruturas visando evitar o ingresso de agentes agressivos (em especial cloretos e sulfatos), presentes nesse tipo de ambiente.

Uma rápida análise da Figura 2 permite constatar o predomínio de áreas úmidas e de alta temperatura no território brasileiro, que não se enquadram na classe I de agressividade prevista pela Norma.

A área de abrangência das cidades brasileiras possibilita também visualizar as regiões de concentração urbana, sujeita à poluição atmosférica e, portanto, carente de aten-

Quadro 1 – Classificação da Classe Agressividade Ambiental (ABNT NBR 6118)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural - Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana ^{1,2}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹ - Industrial ^{1,2}	Grande
IV	Muito forte	Industrial ^{1,3} - Respingos de maré	Elevado

¹ Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

² Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

³ Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

ção quanto à correta escolha da classe de agressividade ambiental, tendo em vista:

- a aceleração dos processos de carbonatação, devido à concentração de gases liberados pelos veículos (predominantemente CO₂ e CO);
- a impregnação das superfícies expostas das construções (fachadas e coberturas) por partículas de material sólido, manchando-as e tornando mais frequentes e agressivos os processos de limpeza, que podem prejudicar a proteção passiva (constituída pelo revestimento de concreto e possíveis revestimentos) dos elementos estruturais, especialmente quando realizados sem acompanhamento técnico e com o uso de produtos que reagem com os componentes do concreto;
- a ocorrência de chuvas ácidas, gerando a lixiviação das faces expostas das estruturas e facilitando o ingresso de agentes agressivos do meio ambiente.

Tradicionalmente, o desenvolvimento de muitas cidades brasileiras ocorreu em função da implantação de indústrias e as estruturas nesses locais podem estar sujeitas a agentes químicos de origens diversas, em função do tipo de produto ou de rejeito gerado, o que exige medidas adicionais de prevenção para ser atingida a durabilidade pretendida

em projeto, assim como no caso de estruturas enterradas em solos contaminados, cujo controle começa a ser cada vez mais rigoroso, mas ainda não se tem registros que permitam quantificar sua ocorrência.

Com base em todas essas evidências, as Normas Brasileiras, notadamente a ABNT NBR 6118 e a ABNT NBR 12655¹, estabelecem requisitos para que as estruturas de concreto respondam de maneira adequada quando na presença desses agentes agressivos.

Para facilitar o entendimento das diretrizes normativas visando a durabilidade, o Quadro 2 apresenta uma visão geral dos principais mecanismos físico-químicos de deterioração das estruturas de concreto armado e protendido (MEDEIROS, M.; ANDRADE, J. & HELENE, P)⁷.

Depreende-se do Quadro 2 que o maior desafio enfrentado pelas estruturas de concreto é garantir a integridade das armaduras de aço contidas em seu interior por longo período de tempo.

Com base nesse fato e considerando o conhecimento acumulado a partir das pesquisas já realizadas em todo o mundo sobre os diversos processos de deterioração das estruturas, a ABNT NBR 6118 dá indicações das seguintes premissas básicas que devem ser previstas em projeto:

Quadro 2 – Principais mecanismos de deterioração das estruturas de concreto

Agressividade do ambiente		Consequências sobre a estrutura	
Natureza do processo	Condições particulares	Alterações iniciais na superfície do concreto	Efeitos a longo prazo
Carbonatação	UR 60% a 85%	Imperceptível	Redução do pH Corrosão de armaduras Fissuração superficial
Lixiviação	Atmosfera ácida, águas puras	Eflorescências, manchas brancas	Redução do pH Corrosão de armaduras Desagregação superficial
Retração	Umedecimento e secagem Ausência de cura – UR baixa (< 50%)	Fissuras	Fissuração Corrosão de armaduras
Fuligem	Partículas em suspensão na atmosfera urbana e industrial	Manchas escuras	Redução do pH Corrosão de armaduras
Fungos e mofo	Temperaturas altas (>20°C e <50°C) com UR > 75%	Manchas escuras e esverdeadas	Redução do pH Desagregação superficial Corrosão de armaduras
Concentração salina, Cl ⁻	Atmosfera marinha e industrial	Imperceptível	Despassivação e corrosão de armaduras Expansão → fissuras
Sulfatos	Esgoto e águas servidas	Fissuras	Desagregação do concreto Corrosão de armaduras
Álcali-agregado	Composição do concreto Umidade, UR > 95%	Fissuras Gel ao redor do agregado gráúdo	Expansão → fissuras Desagregação do concreto Corrosão de armaduras

- drenagem eficiente, com cuidados para evitar empoçamentos, escorrimentos e infiltrações de água;
- indicação de uso de materiais que reconhecidamente favorecem a durabilidade da estrutura, analisando suas características frente à classe de agressividade ambiental;
- proteção do aço das armaduras contra a corrosão por ingresso de íons da atmosfera, prevendo maiores espessuras de cobrimento quanto maior for a agressividade ambiental ou o tipo de elemento estrutural;
- incentivo à adoção de processos construtivos rigorosos;
- estabelecimento de requisitos para a dosagem do concreto, especialmente a baixa relação água/cimento, visando obter concretos menos permeáveis;
- controle da fissuração, evitando a entrada de agentes agressivos da atmosfera;
- proibição do uso de aditivos à base de cloretos;
- detalhamento das armaduras, prevendo distanciamentos entre barras que permitam a passagem dos agregados graúdos do concreto e facilitem o processo de adensamento;
- medidas especiais, como aplicação de revestimentos hidrofugantes, pinturas impermeabilizantes, revestimentos de argamassa ou outros sobre a superfície do concreto e proteção catódica das armaduras em casos de condições de exposição adversas em que esses cuidados sejam necessários para a proteção e conservação da estrutura.

Além disso, como uma medida direta e de simples aplicação, objetivando popularizar as ações a favor da durabili-

dade das estruturas, essa Norma Brasileira estabelece que, sendo atendidas as premissas de projeto e caso não tenham sido realizados ensaios comprobatórios de desempenho da durabilidade da estrutura frente ao tipo e nível de agressividade previsto em projeto, é possível utilizar parâmetros mínimos correlacionando a qualidade do concreto do cobrimento das armaduras com a classe de agressividade ambiental. O Quadro 3 resume as indicações dadas na Norma de Projeto Estrutural (ABNT NBR 6118), complementadas pela Norma de Preparo, Controle e Recebimento do Concreto (ABNT NBR 12655) para a maior parte das estruturas construídas no País.

Adicionalmente, ABNT NBR 12655 estabelece condições rigorosas de composição do concreto para situações de extrema agressividade ambiental, como a presença de água ou solo sulfatados, ou quando os elementos de concreto estão sujeitos a altas concentrações de substâncias químicas, situações em que a durabilidade das estruturas pode ser garantida por ações preventivas com o uso de concretos mais impermeáveis, com baixa relação a/c (água/cimento) e, sempre que possível, com o uso de cimentos de alto-forno, pozolânicos ou resistentes aos sulfatos, que apresentam um comportamento favorável com relação à durabilidade, em quantidade suficiente para envolver os agregados e colmatar os vazios. Os aditivos de última geração (ABNT NBR 11768¹), que permitem elaborar concretos trabalháveis, de baixa relação água/cimento e adequados às exigências de obras em ambientes

Quadro 3 – Principais requisitos previstos para a durabilidade das estruturas de concreto nas ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 12655

CAA	Classe Resistência		a/c		CMC kg/m ³	Cobrimento (mm)				Abertura de Fissuras (mm)	
						Concreto armado		Concreto protendido			
	CA	CP	CA	CP		Laje	Viga/ Pilar	Estrutura em contato com o solo	Todos	CA	CP
I	C20	C25	0,65	0,60	260	20	25	30	30	0,4*	0,2*
II	C25	C30	0,60	0,55	280	25	30	30	35	0,3*	0,2*
III	C30	C35	0,55	0,50	320	35	40	40	45	0,3*	**
IV	C40	C40	0,45	0,45	360	45	50	50	55	0,2*	**

* Limite para combinações frequentes de ações, conforme a Tabela 13.3 da ABNT NBR 6118:2007.

** Devem ser verificados Estados Limites de Serviço específicos, conforme a Tabela 13.3 da ABNT NBR 6118:2007.

CAA = Classe de agressividade ambiental

CA = Concreto armado

CP = Concreto protendido

CMC = Consumo mínimo de cimento

Observação: Este Quadro serve apenas para ilustrar a matéria. A leitura e a aplicação integral das Normas Brasileiras são condições essenciais para garantir o melhor desempenho das estruturas em todos os casos.

agressivos, são também uma medida indicada, assim como a opção pelo emprego de concreto autoadensável (ABNT NBR 15823¹), que potencializa a obtenção de concretos mais compactos e estruturas com superfícies resistentes à ação do meio ambiente. Complementarmente, outras Normas Brasileiras dão as diretrizes para condições específicas, como a ABNT NBR 15577¹, que previne o risco da ocorrência da reação álcali-agregado.

Um dos principais focos da Norma de Desempenho é o projeto e, nesse sentido, vale registrar que a ABNT NBR 6118 foi a primeira Norma Brasileira a prever a revisão do projeto estrutural por equipes alheias à sua concepção, a estabelecer a necessidade do tripé “projetista, construtor e usuário final” para se alcançar a vida útil de projeto e a direcionar a realização de inspeções periódicas e processos de manutenção preventiva programados no Manual de Manutenção, Uso e Operação; conceitos esses que serviram de base à elaboração de outras Normas Brasileiras e, inclusive, ao desenvolvimento da Norma de Desempenho.

Nesse contexto e seguindo a hierarquia proposta na Figura 1, é imprescindível falar das estruturas pré-moldadas e pré-fabricadas de concreto, que têm normalização específica desde a publicação da ABNT NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas pré-moldadas de concreto, em 1985.

Vale esclarecer que o conceito de elemento pré-moldado inclui os elementos estruturais moldados em canteiros de obras e também aqueles produzidos em unidades industriais, mais especificamente denominados pré-fabricados. Em ambos os casos, os elementos são içados e a estrutura é montada no local, mas as exigências e os controles são mais acentuados no caso de produtos elaborados industrialmente. Assim, a publicação da ABNT NBR 9062¹ representou um grande salto de qualidade para a indústria da pré-fabricação no Brasil, tendo em vista distinguir os elementos pré-moldados dos pré-fabricados, estabelecendo condições específicas de projeto, produção e controle de execução.

Essa Norma segue os princípios básicos da ABNT NBR 6118 e fixa condições particulares para projeto e execução visando especialmente aspectos de segurança e durabilidade, com requisitos específicos para dimensões e tolerâncias dos elementos, execução de ligações, cuidados com a cura e controles de execução e inspeção. Particularmente para os sistemas pré-fabricados, a durabilidade é mais facilmente comprovada, assim como o cumprimento dos prazos de vida útil de projeto, pelos seguintes fatores:

- fabricação dos elementos estruturais em escala industrial, com controle da qualidade contínuo, cuja conformidade às exigências normativas pode ser atestada pelo Selo de Excelência ABCIC, para as empresas que já tenham se adequado às exigências desse sistema;
- uso frequente da protensão, minimizando a ocorrência de fissuras e sua abertura e, com isso, inibindo o ingresso de agentes agressivos;
- estudo de proporcionamento do concreto, dosagem e preparação em escala contínua, usando os mesmos processos, materiais, equipamentos e pessoas, o que leva a variações muito pequenas nas propriedades do concreto, se comparado à moldagem no local;
- lançamento e adensamento do concreto na fábrica, com processos industriais e, muitas vezes, com o uso de concreto autoadensável, que promove melhor acabamento dos elementos executados e maior compacidade do concreto;
- cura normal ou térmica executada com rigor, possibilitando obter concretos compactos, resistentes e de elevado módulo de elasticidade, mesmo em baixas idades.

Vale traçar um paralelo entre as premissas de projeto da ABNT NBR 6118 e os atributos dos sistemas pré-fabricados, para constatar que as bases desse sistema são justamente os preceitos de durabilidade para o concreto estrutural, não sendo exagero afirmar que a pré-fabricação em concreto tem a durabilidade em seu DNA.

O detalhamento necessário nas etapas de projeto, produção e montagem das estruturas pré-fabricadas tem incentivado o desenvolvimento de normas complementares à ABNT NBR 9062. Esse é o caso, por exemplo, da ABNT NBR 14861:2011 - Lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido - Requisitos e procedimentos, que estabelece as diretrizes para sistemas que utilizem esse produto, prevendo seu uso em construções de qualquer porte, inclusive edifícios habitacionais. Adicionalmente, estão em desenvolvimento Normas Brasileiras para estacas pré-moldadas de concreto, que devem complementar a ABNT NBR 6122 (fundações) e para painéis pré-fabricados de concreto, visando o maior detalhamento do uso desses produtos.

Outros sistemas à base de concreto, como as vedações verticais com função estrutural, têm também Normas Brasileiras específicas para projeto e execução, como é o caso da alvenaria estrutural com blocos de concreto (ABNT NBR 15961- Partes 1 e 2) e das paredes de concreto (ABNT NBR 16055) e atendem às exigências previstas

nos sistemas de financiamento do governo brasileiro com base na Norma de Desempenho.

Na busca pela qualidade e pelo atendimento às exigências dos usuários, foco principal da Norma de Desempenho, os processos de certificação que atestam o cumprimento das Normas Técnicas ganham força, especialmente para as empresas construtoras e os órgãos de financiamento, que têm nos Programas Setoriais da Qualidade uma base consistente de informações. Esse é o caso de diversos produtos de concreto e do próprio cimento Portland.

Para ilustrar o modelo escolhido pela Norma de Desempenho* para avaliação das questões relativas à durabilidade e, portanto, ao estabelecimento da vida útil de projeto (VUP) de qualquer dos sistemas existentes nas edificações, a Figura 3 resume a necessidade de se avaliar inicialmente a importância de uma falha no desempenho do sistema ao longo do tempo (classificada de “A” a “F”), a dificuldade para realizar a manutenção dessa falha (classificada de “a” a “f”) e o custo de reparação dessa falha (classificado de “1” a “3”).

Cumprir salientar que a tradição de construir em concreto alavancou o aumento da vida útil de projeto estrutural de 40 para 50 anos, no critério estabelecido para o nível mínimo na nova versão da Norma de Desempenho, chegando aos 75 anos no nível superior; valores factíveis sempre que cumpridas as Normas de Projeto e Execução e sendo realizados os processos de manutenção preventiva previs-

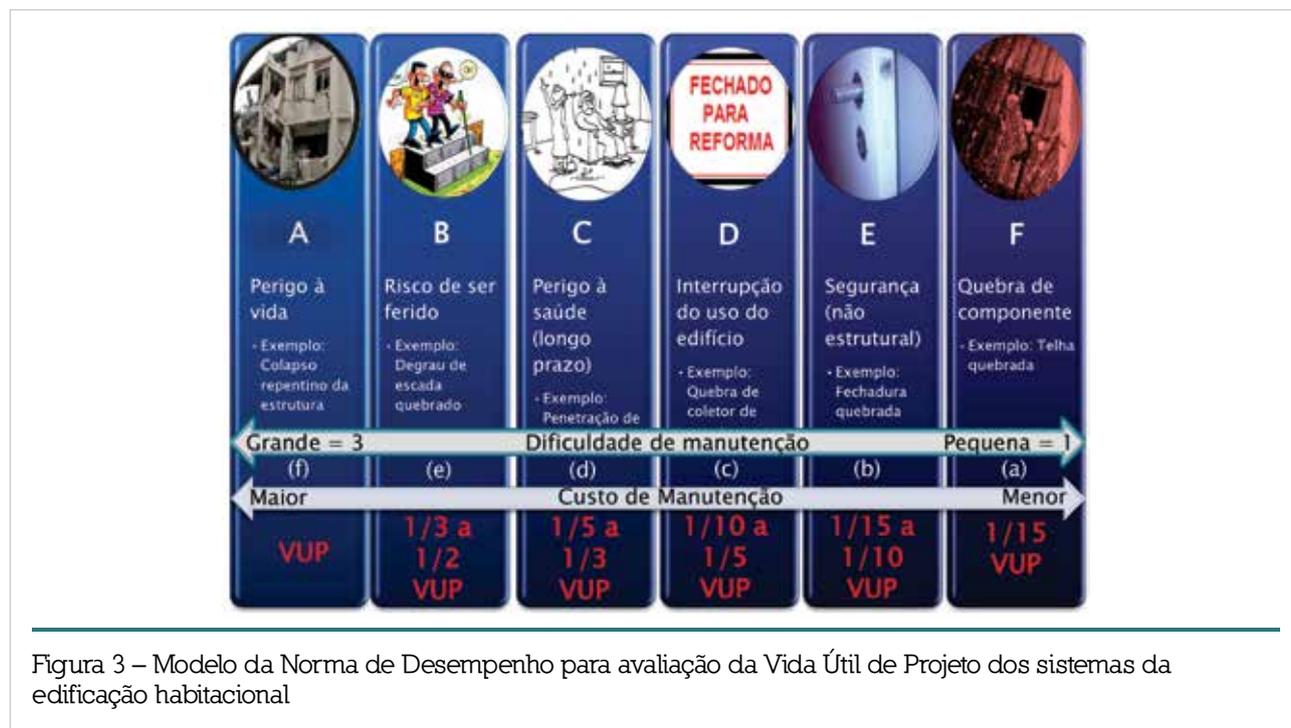
tos no Manual de Manutenção, Uso e Operação do edifício, como prevê a Norma de Desempenho.

4. SEGURANÇA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Para o estabelecimento dos requisitos de segurança em situação de incêndio, a Norma de Desempenho segue os mesmos fundamentos estabelecidos nas Normas Brasileiras que orientam a elaboração das instruções técnicas legais dos diversos estados brasileiros, quais sejam: respeito à vida (com requisitos para a evacuação do edifício), integridade do patrimônio e segurança no entorno da edificação.

A ABNT NBR 15575 reconhece que o atendimento à ABNT NBR 15200:2012 Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio - Procedimento é suficiente para comprovar o atendimento aos requisitos de desempenho em situação de incêndio, não exigindo nenhuma comprovação adicional.

Para as demais aplicações do concreto e dos produtos à base de cimento Portland, como paredes de vedação, pisos, coberturas e tantos outros, as propriedades incombustíveis e atóxicas dos materiais quando expostos às ações de incêndio são reconhecidas e atestadas, não havendo necessidade de realização de ensaios de incombustibilidade, propagação superficial de chamas, densidade óptica de fumaça e fluxo crítico radiante, estando, portanto, atendidos os requisitos da Norma de Desempenho⁸.



* COM BASE NAS NORMAS BS 7543 (1992 e 2003) GUIDE TO DURABILITY OF BUILDINGS AND BUILDINGS ELEMENTS, PRODUCTS AND COMPONENTS E ISO 15686-1:2000 BUILDINGS AND CONSTRUCTED ASSETS – SERVICE LIFE PLANNING – PART 1: GENERAL PRINCIPLES

5. REQUISITOS DO PROJETO ARQUITETÔNICO E DA IMPLANTAÇÃO DO IMÓVEL

A concepção arquitetônica influencia o desempenho em serviço da edificação na medida em que:

- facilita os deslocamentos no interior da edificação;
- facilita os processos de inspeção e manutenção, em especial diminuindo a quantidade de pontos críticos de maior atenção na edificação;
- permite maior ou menor renovação de ar e insolação direta dos ambientes de maior permanência, interferindo nos desempenhos térmico e lumínico;
- direciona aberturas para regiões de maior nível de ruído (vias de tráfego, casas comerciais, bares, restaurantes e outros), interferindo no desempenho acústico;
- prevê áreas suspensas descobertas, como terraços e áreas molhadas decorativas no interior da edificação, exigindo maiores cuidados com a estanqueidade; entre outros.

A Norma de Desempenho aponta para a verificação do atendimento a critérios de desempenho térmico, acústico, de resistência ao fogo e funcionalidade da edificação de forma isolada, tendo em vista a dificuldade de seu cumprimento de forma simultânea (por exemplo, janelas abertas para circulação de ar e verificação do desempenho térmico, e janelas fechadas para diminuir o ruído externo e atendimento do requisito de desempenho acústico).

A localização escolhida para a implantação do imóvel influencia diretamente nos níveis de poluentes, ruído, insolação, agressividade ambiental e outros fatores fundamentais para o atendimento à Norma de Desempenho.

Para estes requisitos, portanto, é necessária a consideração da edificação como um único sistema e sua avaliação a partir não apenas dos materiais e produtos utilizados na construção, mas especialmente da condição espacial da edificação, em termos de situação de implantação, arquitetura, dimensão de cômodos e outras informações relativas à sua concepção.

6. RESULTADOS DE BOM DESEMPENHO

Durante o período de estudos que gerou a aprovação da Norma de Desempenho, muitos exemplos de bom funcionamento dos sistemas de concreto foram apresentados como exemplo ou base para a definição de requisitos da Norma, entre eles destacam-se:

- a segurança estrutural e a durabilidade, já comentadas anteriormente;

- a segurança em situação de incêndio e a incombustibilidade dos sistemas, também já abordada;
- a isolamento acústica dos sistemas de vedação, piso e cobertura, se ensaiados isoladamente, uma vez que as dificuldades de atendimento aos requisitos da Norma recaem especialmente sobre as aberturas (portas e janelas) e, no caso de pisos, dependem da análise do conjunto que forma o piso (laje, contrapiso, revestimento, etc);
- a resistência a impactos e o coeficiente de atrito dinâmico (visando evitar a ocorrência de acidentes domésticos, cada vez mais frequentes com a longevidade da população), avaliados para diversos sistemas de piso durante a elaboração da nova versão da Norma de Desempenho, comprovando o excelente desempenho dos pisos à base de cimento, que serviram de parâmetro de comparação para os demais sistemas;
- a facilidade de realizar processos de manutenção, tendo em vista o largo conhecimento técnico disponível no País sobre os sistemas, além do favorável custo/benefício.

7. CONCLUSÕES

A Norma de Desempenho representa um marco da construção civil no sentido em que estabelece parâmetros qualitativos e quantitativos para expressar as exigências dos usuários de uma edificação.

Nesse processo, é fundamental a participação de todos os envolvidos, pois apenas a partir de bons projetos, compatibilizando os diversos sistemas, e da construção consciente da edificação, aplicando as melhores práticas construtivas, o respeito às exigências normativas e de projetos e utilizando os materiais e soluções neles previstos, é que será possível entregar aos usuários esse bem tão almejado, que deve ser duradouro, com a conscientização de seus moradores da responsabilidade que têm para mantê-lo funcional.

Projetar visando à durabilidade e ao atendimento aos prazos previstos pela Norma de Desempenho para a vida útil da edificação e seus sistemas assume especial importância no caso da construção de habitações, tendo em vista que se trata não apenas de um bem de elevado custo, via de regra denominado “bem durável”, mas, principalmente, por se tratar da casa própria, bem que transcende o próprio valor material (CBIC, 2013)⁸.

O Brasil passa atualmente por um momento de expressivo crescimento, em especial na área da construção civil, e tem pela frente oportunidades raras para fazer es-

colhas sustentáveis, que possibilitem melhores condições de vida para a população.

As Normas Técnicas são ferramentas de trabalho para

planejamento e construção da infraestrutura necessária para que o País possa crescer o que merece nos próximos anos, com obras duráveis, adequadas ao uso, bonitas e econômicas.

Referências Bibliográficas

- [01] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Catálogo de Normas acessível em www.abntcatalogo.com.br.
- [02] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO. Performance standards in buildings – Contents and presentation. Geneva, Switzerland: ISO, 1980.
- [03] _____. Performance standards in buildings – Principles for their preparation and factors to be considered – General principles. Geneva, Switzerland: ISO, 1984.
- [04] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRÉDITO IMOBILIÁRIO E POUPANÇA, ABECIP. Disponível em <http://www.piniweb.com.br/construcao/mercado-imobiliario/abecip-divulga-dados-do-credito-imobiliario-e-expectativas-para-2012-245895-1.asp/>, acesso em 03.05.2013.
- [05] BATTAGIN, I. Normas Técnicas de Concreto e Estruturas. In: ISAIA, G. (Ed). Concreto: Ciência e Tecnologia. v.1. São Paulo: IBRACON, 2011. p. 155-184.
- [06] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Disponível em <http://mapasinterativos.ibge.gov.br/sigibge/>, consultado em 14.05.2013.
- [07] MEDEIROS, M.; ANDRADE, J., HELENE, P. Normas Técnicas de Concreto e Estruturas. In: ISAIA, G. (Ed). Concreto: Ciência e Tecnologia. v.1. São Paulo: IBRACON, 2011. p. 773-808.
- [08] CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Desempenho de Edificações Habitacionais. Guia orientativo para atendimento à Norma ABNT NBR 15575:2013. Brasília: CBIC, 2013. ●



PRECISANDO DE PRODUTOS DE QUALIDADE EM FIBRAS DE CARBONO? A S&P TEM!

A S&P possui produtos com certificação europeia e melhor custo benefício, garantindo qualidade e segurança em sua obra.



> mantas



> laminados



> laminados inseridos em pavimentos
(near surfed mounted)



> pro-tensão de laminados

Possuí também software de auxílio ao dimensionamento em reforços com fibras de carbono.

Consulte-nos: (11) 3211-8984 | info@sp-reinforcement.com.br

www.sp-reinforcement.com.br



NBR 15.575:2013

Edificações habitacionais – desempenho

Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais

FRANCISCO GRAZIANO – ENGENHEIRO CIVIL

PASQUA & GRAZIANO

JORGE BATLOUNI – ENGENHEIRO CIVIL

TECNUM CONSTRUTORA

A nova revisão da Norma de Desempenho foi publicada em 19 de fevereiro de 2013 e passará a ser obrigatória cento e cinquenta dias após essa data, ou seja, julho de 2013.

Essa nova versão traz uma série de ajustes necessários para tornar essa importante norma mais clara no entendimento, inclusive com metodologias de avaliação do desempenho que possam ser executadas pelos laboratórios e construtoras nacionais.

O escopo da norma também foi ampliado: enquanto a versão de 2008 era exigível para projetos residenciais de até cinco pavimentos, a nova versão determina seu uso para edifício de qualquer número de pavimentos, porém continuando a limitação para edifícios residenciais.

Um dos grandes desafios para o setor da construção é ter o conhecimento dos sistemas que atendem aos requisitos da nova Norma e direcionar ações que sirvam de incentivo à adequação geral aos novos parâmetros, lembrando que, apesar da Norma de Desempenho não estabelecer requisitos para produtos, em grande parte dos casos o atendimento às normas prescritivas especí-

ficas é suficiente para seu atendimento, de modo que são necessárias ações para que só sejam produzidos e vendidos produtos em conformidade com as normas técnicas.

No caso particular dos projetos das estruturas de edifícios, devem continuar sendo elaborados pelas normas específicas. Assim, para uma estrutura em concreto armado, por exemplo, deve ser utilizada a *ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*; para uma estrutura pré-moldada de concreto, a norma *ABNT NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas pré-moldadas de concreto*. De forma análoga, os projetos das estruturas de paredes de concreto, alvenaria estrutural e outras, como estruturas metálicas ou de madeira, devem ser concebidos e desenvolvidos pelas normas específicas existentes.

Na norma *ABNT NBR 6118*, desde a versão de 2003, já havia a preocupação com o desempenho das estruturas:

“As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto, e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança,

estabilidade e aptidão em serviço durante um período correspondente à sua vida útil”.

Nesta norma, a durabilidade de uma estrutura é obtida pela espessura e característica do concreto do cobrimento (função da relação água-cimento - a/c, do nível de resistência do concreto e do consumo mínimo de cimento, em função das classes de agressividade ambiental a que a estrutura estará sujeita) e pela limitação da fissuração das peças estruturais.

A parte 2 da ABNT NBR 15575:2013 estabelece que, para atender aos requisitos da segurança, as estruturas devem, durante a sua vida útil de projeto, sob as diversas condições de exposição (ação do peso próprio, sobrecargas de utilização, atuações do vento e outros), atender aos requisitos do estado limite último (ELU) e do estado limite de serviço (ELS). Dessa forma, foram estabelecidos os seguintes requisitos:

- 1 – Estabilidade e resistência do sistema estrutural e demais elementos com função estrutural;
- 2 – Deformações ou estados de fissuração do sistema estrutural;
- 3 – Impactos de corpo mole e corpo duro – em que os elementos da estrutura não podem sofrer ruptura ou instabilidade sob as energias de impacto indicada nas tabelas apresentadas na norma, sendo dispensadas da verificação deste requisito as estruturas projetadas conforme a ABNT NBR 6118 e outras normas específicas lá citadas.

O atendimento a esses requisitos é fundamental na validação de novos métodos construtivos inovadores, utilizados, por exemplo, em conjuntos habitacionais.

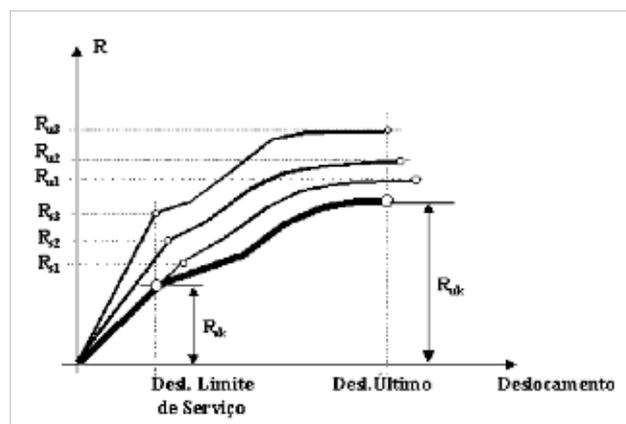


Figura 1 – Carregamentos e deslocamentos limites de serviço e último

Além dos aspectos estruturais, a parte 2 remete à parte 1 da Norma de Desempenho (Requisitos Gerais), o atendimento de outros desempenhos requeridos, como segurança contra incêndio, segurança no uso e operação, entre outros. Mas, estabelece requisitos quanto à durabilidade e “manutenibilidade”, visando “conservar a segurança, estabilidade e aptidão da estrutura em serviço durante o período correspondente à sua vida útil”.

O texto da norma esclarece que a durabilidade “é função das condições ambientais previstas na época do projeto e da utilização das estruturas conforme preconizado em projeto e submetidas a intervenções periódicas de manutenção e conservação, segundo instruções contidas no manual de operação, uso e manutenção” e ainda “...às boas práticas, de acordo com a ABNT NBR 5674 - Manutenção de edificações – Procedimento”.

Esse requisito estabelecido na norma é de muita importância, pois obrigará uma mudança cultural quanto à operação e manutenção das estruturas, itens normalmente negligenciados pelos responsáveis dessas funções.

ESTRUTURAS COM PROCESSOS E MATERIAIS INOVADORES

No que tange a estruturas cujo processo construtivo ou materiais sejam inovadores ou não normalizados, a ABNT NBR 15.575:2013 reserva dois anexos para abordar essas situações de Estado Limite Último e Estado Limite de Serviço. Conforme item 7.2.2.2:

“Quando a modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais que constituem o componente, ou dos componentes que constituem a estrutura em questão, não for conhecida e consolidada por experimentação, ou não existir norma técnica, permite-se estabelecer uma resistência mínima de projeto através de ensaios destrutivos e do traçado do correspondente diagrama carga x deslocamento, conforme indicado no anexo A.”

O anexo A procura estabelecer um procedimento genérico de avaliação com um número pequeno de amostras, nunca menor do que três. Evidentemente, se houver uma quantidade maior de amostras ensaiadas, outras formulações estatísticas poderão ser utilizadas para obter-se o valor de característico e de projeto a ser adotado como representativo da resistência de um componente estrutural.

A figura 1, que consta do anexo A e B, representa três resultados de ensaios realizados com, no mínimo, dez etapas de carregamento e de forma a caracterizar os pontos importantes da história do ensaio, onde a perda de “proporcionalidade linear” entre o carregamento e os deslocamentos obtidos deverá ser caracterizada por R_{s1} , R_{s2} e R_{s3} e seus correspondentes deslocamentos, d_{s1} , d_{s2} e d_{s3} (figura 2). Note-se que o Deslocamento Limite de Serviço é admitido como o caracterizado por d_{s1} , o menor dentre os três deslocamentos obtidos; porém, R_{sk} é obtido indiretamente pela formulação genérica:

$$R_{sd} = \left[R_{s1} - \frac{R_{s2} - R_{s1}}{2} \cdot \xi \right] \leq (1 - 0,2 \cdot \xi) \cdot R_{s1} \quad [1]$$

,onde R_{sd} corresponde a R_{sk} , ou seja, a resistência que caracteriza a perda de proporcionalidade do material (ver anexo B da ABNT NBR 15.575:2013).

O valor de ξ corresponde à medida da variabilidade de R_{sd} e pode ser obtido pela expressão:

$$\xi = [(1 + *_{sA}) \cdot (1 + *_{sB}) \cdot (1 + *_{sC}) \dots] \quad [2]$$

Sendo:

- *_{sA} igual ao coeficiente de variação da resistência do material A, correlativa a R_{sd} ;
- *_{sB} igual ao coeficiente de variação da resistência do material B, correlativa a R_{sd} ;
- *_{sC} igual ao coeficiente de variação da resistência do material C, correlativa a R_{sd} .

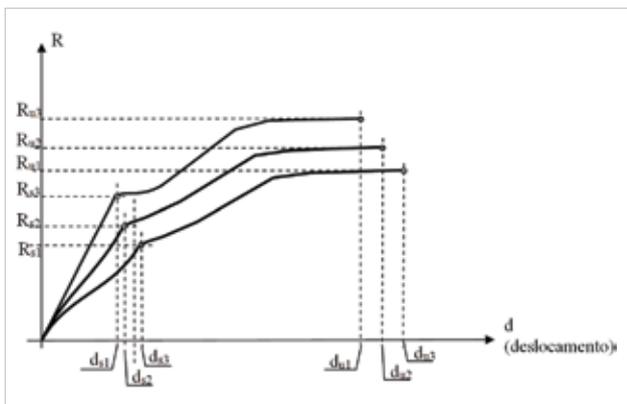


Figura 2 – Gráfico de carregamento x deslocamento

Coefficiente que deve ser obtido indiretamente pela variabilidade das resistências que caracterizam esta situação, por controle de qualidade dos três materiais mais representativos que compõe o elemento. Desta maneira, procura-se compor a variabilidade histórica da produção, representada pelos coeficientes de variação *sA, *sB e *sC e a variabilidade obtida de forma muito pobre pelo ensaio de três exemplares no resultado do valor característico da grandeza que se procura caracterizar.

Para o caso dos valores últimos, o procedimento é o mesmo no que tange apenas à variabilidade, utilizando-se na expressão os valores últimos de cada ensaio e introduzindo um coeficiente de minoração que introduzirá a segurança necessária para representar o valor de cálculo último. Neste caso, as expressões se apresentam como no anexo A da ABNT NBR 15.575:2013, ou seja:

$$R_{ud} = \left[R_{u1} - \frac{R_{u2} - R_{u1}}{2} \cdot \xi \right] \frac{1}{\gamma_m} \leq (1 - 0,2 \cdot \xi) \cdot R_{u1} \cdot \frac{1}{\gamma_m} \quad [3]$$

,com $\gamma_m \geq 1,5$

Onde:

$$\xi = [(1 + *_{uA}) \cdot (1 + *_{uB}) \cdot (1 + *_{uC}) \dots] \quad [4]$$

Sendo:

- *_{uA} igual ao coeficiente de variação da resistência do material A, correlativa a R_{ud} ;
- *_{uB} igual ao coeficiente de variação da resistência do material B, correlativa a R_{ud} ;
- *_{uC} igual ao coeficiente de variação da resistência do material C, correlativa a R_{ud} .

Nos casos em que a variabilidade dos materiais que compõe o elemento estrutural em análise não seja conhecida historicamente, permite-se adotar $\gamma_m \geq 2$ e $\xi = 1$, para caracterização da resistência última de projeto.

CONCLUSÃO

Pode-se notar que a ABNT NBR 15.575:2013 é bem ampla no que corresponde às estruturas, porém presume-se atendida quando as normas prescritivas são atendidas. No caso da não existência de norma específica, fica exigido o ensaio para comprovação do atendimento desta norma nos quesitos estabilidade e deformabilidade.

Vida útil e desempenho das edificações na ABNT: NBR 15575/13

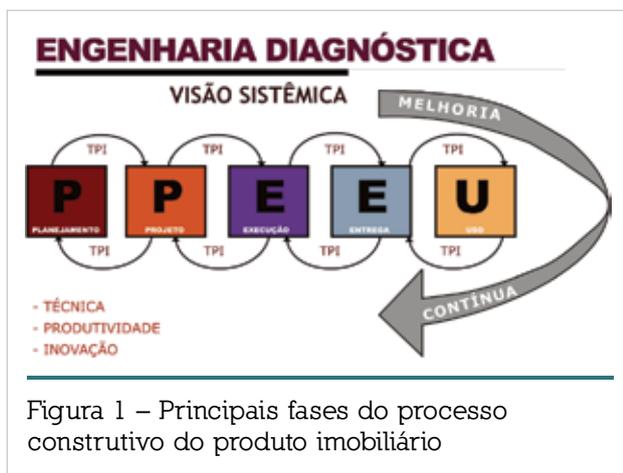
MSC. JERÔNIMO CABRAL PEREIRA FAGUNDES NETO – PERITO JUDICIAL
 REPRESENTANTE DO INSTITUTO DE ENGENHARIA NA NORMA DE DESEMPENHO 2013

A Norma de Desempenho para edificações habitacionais, que entrará em vigor em julho de 2013, concretizada na NBR 15.575¹ da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), estabelecerá uma nova dinâmica no processo construtivo, consolidando-se como um marco fundamental para a construção civil brasileira, ao determinar as atribuições impostas, de forma individualizada, no que concerne à ação efetiva de cada interveniente, dentro do ciclo do processo construtivo das edificações, ao longo da sua vida útil. As etapas do ciclo de construção, denominadas como “PPEEU”, estão contempladas e distinguidas pela Engenharia Diagnóstica em edificações, segundo figura 1.

O desempenho de um edifício pode ser entendido representado pelos atributos exigíveis das necessidades humanas, estabelecidos pelos requisitos e cri-



Foto 1 – Deficiência de manutenção em fachadas pintadas – Fase U do PPEEU



térios de desempenho previstos na norma, onde foi considerado um patamar mínimo (M) a ser atingido por elementos e sistemas da construção. Os principais itens abordados, associados aos requisitos do usuário, podem ser citados, dentre outros: segurança estrutural, segurança contra fogo, segurança no uso e ope-

¹ NBR 15.575 DA ABNT – EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS – DESEMPENHO – PARTE 1 A 6

ração, estanqueidade, desempenho térmico, acústico, ambiental.

Algumas premissas e conceitos devem ser previamente esclarecidos em relação ao estabelecimento e especificações da vida útil, para favorecer ao entendimento do tema, a saber: de acordo com a citada norma, existem os conceitos de Vida Útil²– VU, de Vida Útil de Projeto – VUP³.

A VUP é considerada uma expressão eminentemente de caráter econômico de uma exigência do usuário, adotada como uma referência técnica do projeto que não se confunde com garantia. Recomenda-se, universalmente, que a mesma seja determinada através de pesquisa entre o meio técnico, usuários e agentes envolvidos no processo construtivo, para a fixação das VU médias esperadas, para as diversas partes da edificação. Na norma de desempenho em análise tais valores mínimos estão estabelecidos, propostos no ANEXO C, item C.6 da parte 1 da referida norma.

Existe também o conceito de “durabilidade” que, por sua vez, está definido na norma de desempenho como sendo a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas no manual de uso, operação e manutenção. A durabilidade expressa, qualitativamente, as condições em que a edificação e seus sistemas mantêm o desempenho requerido durante a vida útil. A durabilidade deve ser quantificada, e expressa em “anos”.

A determinação da VUP é obrigação do(s) projetista(s), fase do projeto da obra (“P” do

PPEEU), de comum acordo com o empreendedor e usuários (quando aplicável) que deve(m) especificar, para os diversos sistemas, os produtos e processos que atendam ao desempenho mínimo estabelecido na norma. Observa-se que as normas prescritivas⁴ e as normas de produtos devem ser adotadas, conjuntamente, e respeitadas as suas exigências, prevalecendo quando for o caso, a de maior restrição. Caberá ao(s) projetista(s) a necessária apresentação de plantas, desenhos, acompanhados de memoriais com especificação de materiais, produtos e processos que venham atender aos requisitos de desempenho propostos na NBR 15.575.

Ao incorporador ou prepostos caberá, na fase do planejamento da obra (“P” do PPEEU), identificar os riscos previsíveis e interferências na vizinhança da futura obra, para subsidiar aos projetistas, no que se referente às condições locais e ambientais do entorno da mesma, na fase que antecede ao desenvolvimento dos projetos, nos termos previstos na norma de desempenho. Também caberá ao construtor ou incorporador elaborar e fornecer o manual de uso, operação e ma-



Foto 2 – Deficiência de cobertura em laje de concreto – Fase E do PPEEU

² VIDA ÚTIL (VU) – PERÍODO DE TEMPO EM QUE O EDIFÍCIO E SEUS SISTEMAS SE PRESTAM ÀS ATIVIDADES PARA AS QUAIS FORAM PROJETADOS E CONSTRUÍDOS, COM ATENDIMENTO AOS NÍVEIS DE DESEMPENHO PREVISTOS NESTA NORMA, CONSIDERANDO-SE A PERIODICIDADE E A CORRETA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS DE MANUTENÇÃO ESPECIFICADOS NO RESPECTIVO MANUAL DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (A VIDA ÚTIL NÃO PODE SER CONFUNDA COM O PRAZO DE GARANTIA LEGAL OU CONTRATUAL) – NOTA: O CORRETO USO E OPERAÇÃO DA EDIFICAÇÃO E DE SUAS PARTES, A CONSTÂNCIA E EFETIVIDADE DAS OPERAÇÕES DE LIMPEZA E MANUTENÇÃO, ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E NÍVEIS DE POLUIÇÃO NO LOCAL DA OBRA, MUDANÇAS NO ENTORNO DA OBRA AO LONGO DO TEMPO, (...). INTERFEREM NA VIDA ÚTIL, ALÉM DA VIDA ÚTIL DE PROJETO, DAS CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS E DA QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO COMO UM TODO. (...) ÀS NEGLIGÊNCIAS NO ATENDIMENTO INTEGRAL DOS PROGRAMAS DEFINIDOS NO MANUAL DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA EDIFICAÇÃO, BEM COMO AÇÕES ANORMAIS DO MEIO AMBIENTE, IRÃO REDUZIR O TEMPO DE VIDA ÚTIL, PODENDO ESTE FICAR MENOR QUE O PRAZO TEÓRICO CALCULADO COMO VIDA ÚTIL DE PROJETO.

³ VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP) – PERÍODO ESTIMADO DE TEMPO PARA QUAL UM SISTEMA É PROJETADO, A FIM DE ATENDER AOS REQUISITOS DE DESEMPENHO, ESTABELECIDOS NESTA NORMA, CONSIDERANDO O ATENDIMENTO AOS REQUISITOS DAS NORMAS APLICÁVEIS, O CONHECIMENTO NO MOMENTO DO PROJETO E SUPONDO O ATENDIMENTO DA PERIODICIDADE E CORRETA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS DE MANUTENÇÃO ESPECIFICADOS NO RESPECTIVO MANUAL DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (A VUP NÃO PODE SER CONFUNDA COM O TEMPO DE VIDA ÚTIL, DURABILIDADE E PRAZO DE GARANTIA LEGAL OU CONTRATUAL) – NOTA: A VUP É UMA ESTIMATIVA TEÓRICA DO TEMPO QUE COMPÕE O TEMPO DE VIDA ÚTIL. O TEMPO DE VU PODE SER OU NÃO ATINGIDO EM FUNÇÃO DA EFICIÊNCIA E REGISTRO DAS MANUTENÇÕES, DE ALTERAÇÕES NO ENTORNO DA OBRA, FATORES CLIMÁTICOS, ETC.

⁴ NORMA PRESCRITIVA: CONJUNTO DE REQUISITOS E CRITÉRIOS ESTABELECIDOS PARA UM PRODUTO OU UM PROCEDIMENTO ESPECÍFICO, COM BASE NA CONSAGRAÇÃO DO USO AO LONGO DO TEMPO

nutenção da edificação, por ocasião da entrega da obra ao proprietário ou condomínio⁵.

Por sua vez, caberá aos fabricantes e fornecedores em geral caracterizar o desempenho dos seus sistemas ou produtos, pressupondo-se o fornecimento, além da vida útil prevista para os mesmos, das orientações completas para a operação e manutenção, a serem apresentadas e inseridas no(s) projeto(s), pelos respectivos projetistas.

Caberá ao Construtor, na fase execução da obra (“E” do PPEEU), observar o emprego de materiais e produtos, além de treinar a mão de obra para executar a edificação segundo o(s) projeto(s) e memoriais(s) disponibilizados.

A VU das edificações ou de seus elementos se extinguem, na prática, quando os mesmos deixam de atender aos níveis mínimos exigidos no cumprimento de suas funções e podem ser representados pelo gráfico 1, que corresponde a Figura C.1 do Anexo C da parte 1 da norma de desempenho.

Da observação do gráfico, pode-se deduzir que a manutenção também visa recuperar o desempenho previsto de elementos e sistemas, ressalvadas, evidentemente, as condições pré-fixadas, na fase de concepção dos projetos, pelos projetistas, em relação ao: ambiente, clima, microclima e condições ambientais, que, se pressupõe, não irão sofrer alterações ao longo da vida útil das edificações. Dessa forma, a manutenção realizada segundo as normas vigentes⁶, pelos usuários, constitui como um dos fatores contribuintes e necessários para que a denominada VU seja alcançada.

Note que, após a fase da entrega da obra (“E” do PPEEU), caberá ao(s) proprietário(s) ou condomínio(s), proceder às ações de manutenção, desenvolvendo e propiciando condições materiais e financeiras para sua implantação. Essa condição, ressalta-se, é de importância fundamental para que a vida útil de projeto seja alcançada.



Foto 3 – Deficiência de manutenção em laje de concreto, agravada devido infiltração – Fase U do PPEEU

Também na fase de uso (“U” do PPEEU), caberá ao usuário ou prepostos, além do uso correto da edificação, a ressalva para não introduzir mudanças na destinação, impor sobrecargas não previstas no “manual” disponibilizado pelo construtor ou incorporador, ou introduzir alterações nas condições previstas originalmente nos projetos.

As ações de manutenção devem ser consolidadas e implantadas pelo proprietário ou síndico, quando se tratar de condomínio, consolidando o Plano de Manutenção da edificação, em estreita observação às prescrições propostas pelos construtores e incorporadores, sugeridos ou detalhados no denominado Manual de uso, operação e manutenção das edificações, visando a preservação ou eventual incremento da VU.

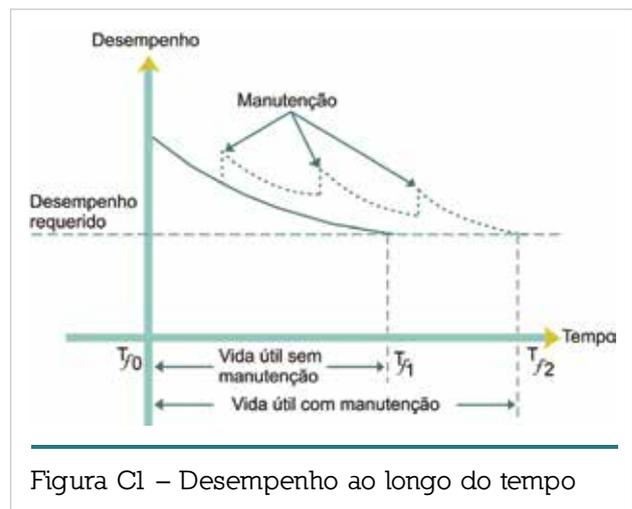


Figura C1 – Desempenho ao longo do tempo

⁵ SEGUNDO A NBR - 14037, DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE MANUAIS DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES - REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS

⁶ NBR - 5674, MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES - REQUISITOS PARA O SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO

NORMAS COMPLEMENTARES

Em função do exposto, destaca-se a existência de outras importantes normas da ABNT, que devem ser utilizadas, complementarmente à norma de desempenho, sendo inclusive referenciadas na mesma. A observância das referidas normas pelos intervenientes nominados nas mesmas constitui-se como pré-requisito para a obtenção da VU. As normas estão a seguir indicadas:

a) **NBR- 14037** (Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos) direciona construtores ou incorporadores na elaboração das instruções e informações fundamentais das condições seguras, previstas no projeto, para o uso, operação e manutenção da edificação.

A Norma em apreço prevê a apresentação pelos construtores ou incorporadores de uma proposta ou modelo de Plano de Manutenção, com instruções expressas de periodicidade e procedimentos de ação aos proprietários ou condomínios. Tal documento, quando elaborado em consonância estreita e em atendimento às respectivas prescrições, possibilita aos incorporadores e construtores a salvaguarda, em caso de necessidade de apuração de danos ou falhas. Comprovados que os critérios de projeto e execução, associado ao uso de produtos e insumos previstos nos projetos, aliada a boa técnica de execução, foram respeitados, cumpridas as normas prescritivas e de normas de produtos, os construtores e incorporadores podem se eximir em ações de reparos, corroborada a negligência no uso, na manutenção das edificações ou mediante intervenção irregular nos sistemas originalmente entregues.

b) **NBR – 5674** (Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção) consolida as diretrizes gerais para gerenciamento e implantação dos Planos de manutenção, direcionados aos usuários: proprietários ou síndico, quando condomínio.

A implantação e gerenciamento do Plano também pressupõe a formalização dos registros da manutenção e arquivo dos documentos. Quando as ações e o atendimento ao Plano são desenvolvidos em consonância com a citada norma, ela possibilita que o proprietário, ou condomínio, quando aplicável, sejam resguardados, quando sobrevêm as anomalias associadas à presença de vícios ou defeitos construtivos.

Note que a reparação de “falhas” para obras em garantia, sob a vigência dos prazos de garantia, recairão sobre incor-

porador ou construtor, ressalvadas as questões de mau uso ou negligência na manutenção. Após o decurso do prazo de garantia, será necessária a apuração das responsabilidades.

Nessa nova fase vivenciada pelos intervenientes do processo da construção civil, com advento das três normas citadas, sem embargo da necessidade da observância das demais normas prescritivas, fica claro que, à medida que as regras ficam mais transparentes, mais claras, as perspectivas para o melhor entendimento entre os intervenientes do processo construtivo fica melhor estabelecida.

Em função do exposto, existem alguns aspectos que justificam a busca para a determinação e a consequente aplicação da VU, na prática, para os setores envolvidos na Construção Civil e seus intervenientes, ressaltado-se a sua importância, nos termos previstos na norma de desempenho, como forma de estabelecer:

- Parâmetros para uma concorrência saudável no mercado de imóveis, visando a depuração de empresas de baixa qualificação técnica do mercado;
- Referenciais técnicos para contratação de obras pelos proprietários ou condomínio, uma vez que, mesmo atendendo para as prescrições normativas, os produtos disponibilizados podem apresentar durabilidade diversa da



Foto 4 – Deficiência de especificação de porta não indicada para ambiente externo sujeito às intempéries: Deveria ser em madeira maciça e não folheada – Fase P do PPEU



Foto 5 - Uso inadequado provocando sobrecarga não prevista - Fase U do PPEU

aquisição; portanto, com o referencial de VU minimiza-se a possibilidade dos produtos serem disponibilizados com durabilidade inferior ao que foi adquirido;

- Parâmetros para orientação dos peritos e para instruir as demandas, além de respaldar as decisões judiciais, especialmente quando decorridos os prazos de garantia e vida útil previstos na legislação vigente (Código civil - CC e CDC - Código de defesa do consumidor), facilitando a apuração de responsabilidades;
- Parâmetros concretos e critérios para a adoção das soluções, custos e níveis de desempenho ao longo do tempo, viabilizando a definição, aplicação e apuração do “Custo Global” nas construções.

Nesse passo, também se faz necessário inferir que o custo de um imóvel seja analisado sob a ótica da abordagem de longo prazo, adotando-se os conceitos do “Custo Global”. Esse conceito prevê que, além do “custo inicial” demandado durante a construção, também sejam contabilizados, complementarmente, os custos de “operação e manutenção” ao longo da vida útil e também considerada, segundo uma vertente mais atualizada, a inclusão do custo do “desmonte”.

Essa abordagem tem ganhado adeptos, considerada a atual e ascendente demanda para a adoção do tema da sustentabilidade nas obras. Por outro lado, sem o estabelecimento de uma vida útil mínima obrigatória para as edificações, quer seja em normas ou mesmo em lei, futuramente, é possível que alguns construtores ainda optem para a realização de obras com um “custo inicial menor” em relação

ao custo global da mesma. Tal postura pode gerar prejuízo ao usuário, uma vez que terá de desembolsar expressivo montante com a manutenção do seu imóvel, também com reflexos na expectativa de durabilidade e gerando o comprometimento do valor do patrimônio.

CONCLUSÕES

Na ótica da sustentabilidade, a vida útil de uma edificação está intimamente ligada ao seu “ciclo de vida”; portanto, uma vida útil mais longa economizará a extração de matérias-primas da natureza para a fabricação de novos produtos

utilizados na construção de uma nova edificação.

Na ótica jurídica, cumpre distinguir e fixar a correta tradução do conceito da vida útil, que deve ser entendido, exclusivamente, como uma referência técnica de projeto e jamais pode ser confundido ou equiparado ao prazo de garantia.



Foto 6 - Deficiência de projeto de mão de obra na execução - Fases P e U do PPEU

Portanto, existe a necessidade da ação dos setores da construção em relação à vida útil, para a concepção dos empreendimentos que precisam ser projetados e construídos para que tenham o potencial de atingi-la. Por outro lado, a obtenção efetiva da vida útil, na prática, depende de diversos fatores externos, inclusive de ordem ambiental, que não estão ao alcance dos intervenientes; ou seja, para exemplificar, quando envolve aspectos relacionados às mudanças climáticas no entorno das obras. Ao mesmo tempo, ressalta-se a efetiva necessidade de mudança na postura de usuários, proprietários ou condomínio, para a conscientização e necessidade da ação e planejamento, possibilitando meios para a realização efetiva da manutenção e uso correto

da edificação, visando, inclusive, a consequente e desejável valorização ou preservação do seu patrimônio imobiliário.

Finalmente, há de se ressaltar a necessidade do empenho de todos os envolvidos e intervenientes interessados na durabilidade das edificações, sendo certo que a concepção de edificações para uma vida útil de projeto (VUP) precisa ser almejada, para disseminar a saudável relação entre produtores e consumidores, em prol do bem-estar da sociedade brasileira, contribuindo para a sustentabilidade do planeta, propiciando, ademais, a desejada condição de moradia saudável, ao suscitar as condições de moradia com conforto mínimo e qualidade de vida para os consumidores em geral.

Referências Bibliográficas

- [01] NBR 15.575 da ABNT – Edificações habitacionais– Desempenho – Parte 1 a 6
- [02] NBR- 14037, Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos
- [03] NBR – 5674, Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção
- [04] Desempenho de edificações Habitacionais – Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013 – Câmara Brasileira da Construção Civil – CBIC – 300 p – 2013
- [05] Engenharia Diagnóstica em edificações – Gomide, Tito Lívio Ferreira; Fagundes Neto, J.C.P. e Gullo, M.A. – 2ª tiragem, 03/2013 ●

SCHWING-Stetter

Faz a Diferença

Confiança, produtividade, experiência, inovação e satisfação, são os principais conceitos que resumem todos os diferenciais dos equipamentos, serviços e peças SCHWING-Stetter.

Enquanto a globalização e internacionalização são fatores de principal importância para qualquer mercado, o grupo SCHWING-Stetter mantém sua filosofia de foco no cliente, superando suas expectativas através de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de seus produtos, procurando sempre inovar e aperfeiçoar o desempenho e a segurança dos equipamentos. Com essa filosofia e equipamentos aprovados nas principais obras do Brasil e do mundo desde 1934, a marca SCHWING-Stetter é sinônimo de credibilidade e segurança, baixo custo de manutenção, alto valor de revenda e competência técnica para qualquer projeto.

Rod. Fernão Dias, km 56 | Terra Preta | Mairiporã
07600-000 | São Paulo | Brasil
Tel.: +55 11 4486-8500 | Fax: +55 11 4486-1227
info@schwingstetter.com.br





BANCO DE IMAGENS ABCIC

Visão panorâmica de uma planta de produção de elementos estruturais para construção industrializada em concreto

ABCIC constata que 57% das empresas do setor projetam crescimento superior a 10% em 2013

ÍRIA DONIAK – PRESIDENTE-EXECUTIVA DA ABCIC
E DIRETORA DE CURSOS DO IBRACON

A industrialização da construção civil em concreto, representada pelas estruturas pré-fabricadas, tem crescido de forma expressiva, especialmente nos últimos 5 anos, no Brasil.

Pesquisa conjuntural encomendada pela Abcic (Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto)

constatou que 57% das empresas associadas trabalham com uma expectativa de crescer acima de 10% neste ano, em comparação com 2012. Naquele ano, a maioria das empresas do setor registraram expansão anual em torno de 10%.

O otimismo do segmento de pré-fabricados tem se refletido na disposição dos empresários do setor para inves-

CONCRETO PRÉ-FABRICADO X CONCRETO PRÉ-MOLDADO

- **Pré-moldagem:** Processo de construção em que os elementos estruturais ou parte da estrutura de uma obra são moldados fora do local de sua utilização definitiva.
- **Pré-fabricação:** Processo de construção em que os elementos estruturais ou parte de uma estrutura de uma obra são moldados em instalações industriais.

A diferenciação entre as definições de pré-moldagem e de pré-fabricação tem como origem a ABNT NBR9062 Projeto e Execução de Estruturas Pré-moldadas de concreto. Embora os elementos pré-fabricados sejam submetidos a exigências mais rigorosas de qualidade em função de sua execução e controle, tal fato não indica que os pré-moldados em canteiro de obras seja inferior aos pré-fabricados. O importante é que em ambos os casos haja conformidade total com os requisitos estabelecidos em norma.

tir na ampliação e modernização da produção. Com base em dados de 2011, o estudo verificou que nada menos do que 67% das empresas consultadas investiram na área de produção, enquanto 24% destinaram recursos para a área de montagem.

A pesquisa também detalhou o volume de produção do setor. Segundo os dados de 2011, 30% das empresas associadas produziram até 10 mil m³; 32% das empresas fabricaram entre 10 mil e 20 mil m³; e, na ponta da pirâmide, 6% das empresas tiveram uma produção acima dos 100 mil m³. Por tipo de obra que demandou os produtos pré-fabricados, o ranking de 2011 mostra o fornecimento para o setor da indústria na liderança, com 44%, seguido de instalações voltadas para o varejo de forma geral, shopping centers, centros de distribuição e logística, infraestrutura e obras especiais (escolas, hospitais, estádios de futebol, pontes, etc), segmento habitacional e edifícios comerciais.

Já, em relação ao faturamento, o levantamento mostrou que quase a metade das empresas associadas (45%) encontra-se na faixa de receita bruta de até R\$ 30 milhões; 30% registrou um faturamento bruto que variou entre R\$ 31 milhões e R\$ 60 milhões; enquanto 11% do setor alcançou faturamento superior a R\$ 100 milhões. Em termos de geração de empregos, as empresas associadas a Abcic empregavam 13.816 pessoas no fim de 2011, sendo que mais da metade das empresas (51%) empregam mais de 150 pessoas.

No que diz respeito ao consumo total de insumos, a maior parte das empresas (79%) consumiu até 10 mil toneladas de cimento em 2011; 17% das empresas do segmento teve um consumo entre 10 mil toneladas e 50 mil toneladas; e 4% das indústrias pesquisadas responderam que consumiram um volume superior a 50 mil toneladas de

cimento. O consumo de aço, por sua vez, ficou distribuído da seguinte forma: até 10 mil toneladas foi o total consumido por 64% das empresas pesquisadas, enquanto 13% consumiram entre 10 mil e 30 mil toneladas de aço. Um percentual de 23% das empresas não informou a quantidade consumida.

Por fim, em relação ao tipo de tecnologia de construção, o levantamento demonstrou que quase a totalidade das empresas do segmento de pré-fabricados utiliza, em maior ou menor quantidade, o concreto armado. O concreto armado é a tecnologia mais utilizada no País, principalmente no mercado imobiliário. Segundo dados do Sistema de Informação de Mercado (SIM), 71,7% das obras utilizam concreto moldado “in loco” (armado ou protendido), incluindo-se nesta categoria as paredes de concreto. Já, nas obras industriais, o percentual de utilização do concreto moldado “in loco” é de 12%. Ainda, segundo a pesquisa, 72% das associadas produzem concreto protendido.

Qualidade, segurança e meio ambiente tem sido priori-



Percepção das indústrias de pré-fabricados em relação às suas expectativas de crescimento para o ano corrente

dade no setor, que possui um programa voluntário de certificação, o Selo de Excelência Abcic, o qual já registra a adesão de 30% das empresas, que se submetem a uma avaliação semestral de terceira parte, atualmente conduzida pelo Instituto Falcão Bauer, e de sua gestão estratégica pelo CTE – Centro de Tecnologia em Edificações. Outras constatações importantes revelam que 45% das empresas vem trabalhando com o uso de concreto autoadensável (CAA). Dessas, em 57%, o CAA representa até 50% do total da produção e, em 33%, entre 60% a 100%. Em relação ao desenvolvimento de projetos, o sistema *BIM* (*Building Information Modeling*), embora restrito as maiores empresas, foi incorporado por 12% das empresas, sendo que 48% pretendem iniciar neste sistema até o próximo ano.

Segundo a direção da entidade, o objetivo principal do levantamento foi o de mapear a atuação e a produção

dos fabricantes do segmento, de forma a obter subsídios, tanto para difundir e quanto para qualificar o sistema de pré-fabricados, e, assim, promover seu desenvolvimento tecnológico e empresarial. As constatações levantadas pela pesquisa também serão úteis na articulação política do segmento de construção industrializada de concreto no País.

Para a Abcic, entender a dinâmica atual do mercado de pré-fabricados de concreto, sobretudo diante das grandes demandas projetadas para os próximos anos na construção civil e na área de infraestrutura do Brasil, é fundamental para a elaboração das estratégias de desenvolvimento das empresas do segmento e do planejamento de longo prazo do setor. O monitoramento constante do mercado, aliado à divulgação de boas práticas, normas, novidades tecnológicas, estudos e oportunidades, contribuirão para o crescimento sustentado do setor de pré-fabricados de concreto.

Referências Bibliográficas

[01] Anuário ABCIC 2012. ●

Só quem tem mais de 100 anos de experiência pode oferecer tanta tecnologia!

Sika ViscoFlow®

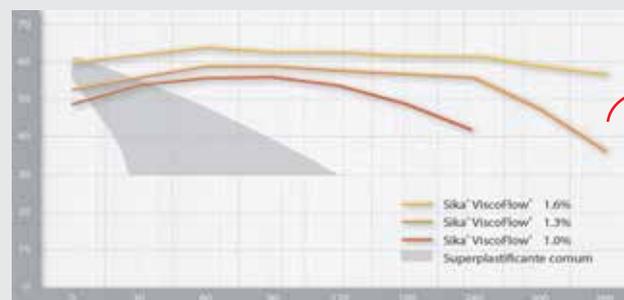
Aditivo superplastificante com manutenção extra prolongada da trabalhabilidade sem queda nas resistências iniciais

Isso que é tecnologia!

A indústria da construção civil com seus projetos desafiadores estão exigindo cada vez mais tempo de trabalhabilidade do concreto fresco.

A tecnologia do **Sika ViscoFlow®** garante atingir e manter a consistência desejada numa mistura de concreto mesmo em alta ou baixa temperatura do ambiente através de um novo polímero que permite:

- Manutenção do abatimento sem aumento no retardo da pega,
- Rápido desenvolvimento das resistências iniciais,
- Slup Test e Slump Flow do concreto constante por várias horas,
- Adequado para diversas aplicações com alta e baixa relação água/cimento.



Defina o tempo de trabalhabilidade baseado nas suas necessidades!



entre em contato
construcao.marketing@br.sika.com
facebook.com/sikabrasil

Sistema de fôrmas plásticas para lajes de concreto

JOAQUIM ANTÔNIO CARACAS NOGUEIRA – DIRETOR DE ENGENHARIA

VALTER DE OLIVEIRA BASTOS FILHO – ENGENHEIRO CIVIL

CARLOS ALBERTO IBIAPINA E SILVA FILHO – ENGENHEIRO CIVIL

LIGYANE DE ABREU BARRETO – ENGENHEIRA CIVIL

PROTENSÃO IMPACTO

ALDECIRA GADELHA DIÓGENES – PROFESSORA MESTRE

DEP. DE ENGENHARIA CIVIL/UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ

1. INTRODUÇÃO

O sistema de fôrmas para lajes de concreto atua no processo de moldagem e sustentação do concreto fresco até que este atinja a resistência suficiente para suportar as cargas que lhes são submetidas, tais como: o seu próprio peso, peso do concreto, do aço, do tráfego de operários e equipamentos, devendo esses ser previstos em projeto. A busca pela racionalização das fôrmas está ligada diretamente ao bom desempenho de uma estrutura de concreto. Dentre os elementos que constituem um sistema de fôrmas para execução de lajes podem ser classificados na seguinte ordem: moldes, estrutura do molde (cimbramento metálico) e escoramento metálico. Para um bom desempenho da estrutura de concreto e para evitar a ocorrência de deformações na mesma, as fôrmas devem ser confeccionadas de maneira adequada, travadas, niveladas e escoradas.

O critério para escolha de um sistema de fôrmas depende do custo em função do prazo, ou seja, considerar quanto custa alugar as fôrmas durante o período da obra, verificar a disposição econômica da empresa de investir na aquisição em curto prazo, visando o aproveitamento em longo prazo. Em seguida, deve-se calcular quanto custa para fabricar as fôrmas com outros tipos de materiais. A partir dos resultados obtidos, deve ser escolhido o material que será utilizado nessa execução. Assim, em função do custo da fôrma ter um valor elevado, que pode variar de 30% a 60% do valor total da estrutura de

concreto, torna-se importante a discussão e análise do sistema de fôrmas. A racionalização do sistema de fôrmas para estrutura de concreto visar projetar as fôrmas de modo a se utilizar o máximo da capacidade resistente do material; propiciar segurança de utilização; aumentar a vida útil do sistema; diminuir a necessidade de mão de obra para fabricação, montagem e desmontagem.

Por conta da importância que as fôrmas possuem quanto ao custo técnico e econômico de uma obra, o sistema de fôrmas para lajes de concreto que utiliza o plástico como componente pode constituir solução interessante e atenuar os gastos. O motivo do estudo deste sistema é a sua grande utilização, já que o mesmo oferece agilidade, estabilidade e segurança. Deste modo, o presente artigo tem como objetivo geral analisar o sistema de fôrmas para lajes de concreto armado e protendido, que vem optando pelo uso do plástico em experiências recentes.

2. SISTEMA DE FÔRMAS PLÁSTICAS PARA LAJES

Atualmente, no Brasil, existem diversas obras em andamento com serviços especializados para execução das estruturas de concreto. A maioria das empresas do setor já possui o pensamento da racionalização do sistema de fôrmas para os seus empreendimentos. Portanto, seus projetos são concebidos de modo a utilizar o máximo os materiais que vão compor o sistema, propiciando segurança de utilização e aumentando a vida útil do mesmo. A Figura 1 mostra um sistema de fôrmas de plástico para execução de



Figura 1 – Sistema de fôrmas

lajes de concreto, que vem sendo utilizado em experiências recentes em muitas obras.

O sistema de fôrmas de plástico para execução de lajes surgiu com o intuito de gerar economia e produtividade na execução das estruturas de concreto na construção civil, que, apesar de grandes desenvolvimentos neste segmento, possui um cenário com desperdício de material, escassez de mão de obra, atraso nos cronogramas e uma ausência de linha de montagem organizada.

2.1 COMPONENTES PLÁSTICOS (MOLDE)

O molde é o componente do sistema que entrará em contato direto com o concreto e será responsável pelo formato da estrutura. O plástico se comporta muito bem pelo



Figura 2 – Detalhes das caixas plásticas

fato de ser um material de pouco peso e ter boa resistência mecânica, que proporciona superfícies de concreto de boa qualidade. Este sistema possui moldes produzidos por moderno processo tecnológico de injeção, utilizando polietileno virgem de alta qualidade, que permitem uma maior racionalização da estrutura, evitando desperdícios e gerando conseqüentemente benefício ambiental.

2.1.2 Fôrmas plásticas para lajes nervuradas

As fôrmas plásticas (Figura 2) são utilizadas para a execução de lajes nervuradas e geram um processo rápido de execução, aumentando a produtividade e provendo maior economia. Este tipo de estrutura tem diversas vantagens com relação às estruturas convencionais, quais sejam: reduz o peso, aumenta os vãos, possui variadas opções de dimensões e maior liberdade na criação das plantas.

Essa versatilidade permite a aplicação da laje nervurada (Figura 3) em estruturas de edificações comerciais e residenciais, hospitais, garagens e shopping centers.

2.1.3 Fôrmas plásticas planas

As fôrmas plásticas planas são placas com as dimensões de 61 x 61 cm, onde a sua parte superior é completamente lisa e sua parte inferior apresenta nervura para garantir maior resistência à flexão (Figura 4). As dimensões da placa foram baseadas na modulação dos compensados de madeira (244 x 122 cm), com o intuito de substituir os mesmos nas obras.

Vem sendo utilizado em diversas obras em vários estados do Brasil com um excelente nível de aceitação. Ideal



Figura 3 – Vista inferior da laje nervurada



Figura 4 – Fôrma plástica plana

para ser usado em grandes obras de lajes maciças (Figura 5).

2.1.4 Tapa nervura e canaleta

O tapa nervura é um acessório plástico utilizado para transformar lajes nervuradas bidirecionais em unidirecionais, conforme mostrado na Figura 6.

A canaleta (calha) é outro acessório plástico, desenvolvido com o objetivo de aumentar a altura dos moldes para lajes nervuradas ou lajes treliçadas (Figura 7). As suas dimensões são perfeitamente compatíveis com o sistema de modulação. Existe uma busca constante pelos sistemas modulados, ou seja, sistema padronizado dos moldes que facilitam a montagem das estruturas.



Figura 5 – Fôrma para laje maciça utilizando forma plástica plana



Figura 6 – Detalhe de tapa nervura para lajes unidirecionais

2.2 CIMBRAMENTO METÁLICO (ESTRUTURA)

A industrialização da construção civil é uma busca constante para o desenvolvimento deste segmento e a utilização do aço é de fundamental importância neste processo por conta

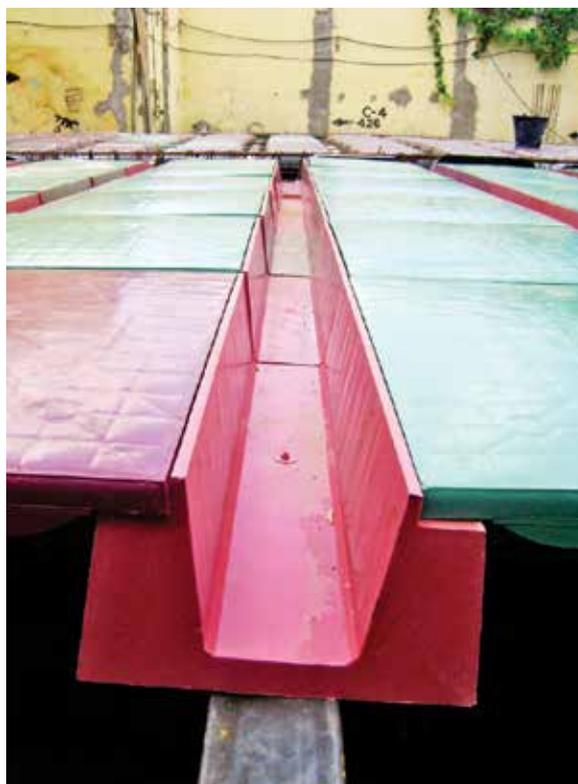


Figura 7 – Canaleta para laje treliçada



Figura 8 – Cimbramento metálico

da sua grande reutilização, sua não agressão ao meio ambiente, sendo ecologicamente correto. O cimbramento metálico do sistema em estudo é composto por um conjunto de longarinas e acessórios de encaixe. As empresas que executam as estruturas de concreto têm o trabalho de dimensionar e alocar suas peças conforme a disposição dos pilares, vigas e detalhamentos da estrutura a ser trabalhada. O cimbramento (Figura 8) dispõe de modulações que se enquadram às diversas disposições dos pilares e vigas das estruturas de concreto, é desenvolvido com aço galvanizado e é composto por tipos de peças como longarinas principais, secundárias e acessórios.

2.3 ESCORAMENTO METÁLICO

Para o sistema de fôrmas de plástico para lajes de concreto pode ser utilizada as escoras tubulares ajustáveis (Figura 9). São muito encontradas nas construções de edifícios, em substituição aos montantes de madeira. As longarinas principais do sistema possuem o local correto para encaixe do escoramento metálico, evitando erro de execução. A carga admissível por escora é, em geral, determinada experimentalmente pelos fabricantes, devendo ser consultados os respectivos catálogos quando da elaboração do projeto de escoramento; porém a longarina principal distribui a carga uniformemente para as escoras metálicas.

2.4 EXECUÇÃO DO PROJETO

2.4.1 Etapas do projeto de fôrmas

As etapas de um projeto quanto ao sistema de fôrmas em estudo vão desde a leitura do projeto até a sua consecução

final, que é a montagem das pranchas que servem como elemento orientador para a execução da obra. Projetos em softwares especializados de cálculos com técnicas modernas de dimensionamento, desenvolvidos pelo departamento técnico, adequado a qualquer tipo de obra de construção civil.

2.4.2 Leitura do projeto de fôrma

Para iniciar o projeto do sistema de fôrmas, é necessário analisar o projeto estrutural das lajes. Observar qual é o tipo, se nervurada ou maciça e outras características da mesma, para adaptar as peças moduladas da melhor forma possível.

2.4.3 Limpeza e padronização do projeto

Com o intuito de organizar os projetos, é feita uma limpeza no projeto, deixando somente as informações necessárias para o sistema, como formas das vigas e pilares, altura da laje, quantidade e localização das fôrmas plásticas. E todas as informações são colocadas dentro das *layers* que são padrão da empresa.

2.4.4 Lançar peças do sistema

Após a etapa anterior, o projeto está pronto para receber as peças do cimbramento, que são a estrutura do sistema. As peças são inseridas obedecendo às distâncias e à seqüência de montagem do sistema. No projeto, é detalhado a localização exata e o tamanho das peças que compõe o sistema.



Figura 9 – Escoras tubulares sustentando o sistema



Figura 10 – Montagem da longarina principal

2.4.5 Finalizar projeto

Após as peças de cimbramento estarem devidamente posicionadas, o projeto é finalizado, sendo colocadas as fôrmas plásticas planas para lajes maciças ou moldes plásticos para as lajes nervuradas. Logo em seguida, são colocadas as cotas para servir como referência na hora da montagem na obra. Finalmente, é editada a prancha para que o projeto seja plotado e enviado à obra.

2.4.6 Execução do projeto na obra

Depois do detalhamento do projeto, o mesmo é encaaminhado para a obra para ser executado. A execução ocorre de maneira simples, já que o sistema possui apenas 5 (cin-



Figura 11 – Alinhamento da longarina principal (Início da montagem)



Figura 12 – Colocação da longarina de distribuição

co) tipos de peças, que são encaixadas umas nas outras, formando, assim, a estrutura do sistema de fôrmas.

2.4.6.1 MONTAGEM DAS LONGARINAS

O primeiro passo para a montagem é a colocação dos acessórios nas longarinas principais (Figura 10).

Após encaixe dos acessórios nas longarinas principais, o projeto detalhado do cimbramento é fornecido pela empresa para início da montagem. De acordo com o projeto, são definidos pontos para partida da montagem, geralmente em relação a um pilar. O alinhamento (Figura 11) é colocado em referência ao eixo da longarina principal, pois uma montagem iniciada, alinhada e nivelada, facilita o encaixe das peças.

A primeira longarina é levantada e afixada junto à fôr-



Figura 13 – Travamento das longarinas



Figura 14 – Sequência de montagem

ma da viga ou pilar através de um barrote de madeira. Em seguida, ocorre a colocação das longarinas secundárias (Figura 12), encaixando-as aos acessórios do sistema.

Todas as longarinas devem ser travadas nas suas extremidades (Figura 13). Para isso, devem ser colocadas barras de armadura de 5,0 mm, feitas na própria obra e colocadas nos acessórios que estão afixados nas longarinas principais.

Consequentemente, as demais longarinas secundárias são colocadas de forma análoga. A montagem continua encaixando as longarinas principais seguidas das longarinas secundárias (Figura 14).

2.4.6.2 COLOCANDO OS MOLDES PLÁSTICOS

Após a montagem do cimbramento metálico, são coloca-



Figura 15 – Montagem da fôrma plástica plana

dos os componentes plásticos do sistema (Figura 15), que, por serem modulados, facilita essa etapa da execução. As próprias peças servem como o assoalho da laje, que receberá todas as ferragens, para, finalmente, poder acontecer a concretagem.

2.4.6.3 DESFÔRMA

Com a autorização do projetista estrutural da obra acontece a desforma da laje, onde são retirados as cabeças e os pinos, assim as longarinas de distribuição são liberadas. As fôrmas para laje nervurada (Figura 16) podem ser retiradas e, por conta do seu formato, com uma curvatura nas laterais, a desforma acontece de maneira prática e rápida. O sistema do cimbramento metálico permite que as longarinas principais fiquem como escoramento permanente da laje mesmo após a desforma.

2.5 VANTAGENS DO SISTEMA

O sistema de fôrmas de plástico possui várias vantagens sobre o modo convencional de executar as fôrmas de uma laje. Primeiramente, a questão de resistência, já que a estrutura deve ser montada para suportar o peso das fôrmas cheias de concreto durante o processo de cura. Em fôrmas de madeira vai depender dos espaçamentos das linhas e do tipo de madeira, no sistema modulado de aço, a resistência é determinada em nível de projeto e análise estrutural. Existe também a perda de material e reaproveitamento: que no cimbramento metálico, a perda é mínima e o reaproveitamento “ilimitado”. Outros importantes fatores são as reduções de custos, economia na mão de obra, redução do número de



Figura 16 – Fôrmas plásticas para laje nervurada

escoras (Figura 17), aumento da produção, segurança, organização da obra, além de ser ambientalmente correto.

Considerando um prédio de 20 (vinte) lajes, o tempo gasto para a execução apenas das fôrmas (assoalho) da laje seria de 40 (quarenta) dias. Com o sistema do cimbramento metálico modulado com componentes plásticos, esse mesmo serviço é reduzido para um tempo de 20 (vinte) dias. Com isso, existe um ganho de 20 (vinte) dias nos custos gerais da obra, que vai desde o vigia até o engenheiro.

2.6 DESVANTAGENS DO SISTEMA

O sistema de fôrmas de plástico possui algumas desvantagens que devem ser levadas em consideração. O sistema não é recomendado pra lajes com pequenos vãos, onde existe a necessidade de muitos acabamentos, sendo isso uma desvantagem em relação ao modo convencional de executar as fôrmas de uma laje, por exemplo, em lajes de edifícios em alvenaria estrutural. Outra desvantagem seria a quebra ou perda dos componentes do sistema por parte dos operários, o que geraria um custo a mais para a obra.

2.7 TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

O transporte das peças que compõem o sistema é ágil e rápido por conta de ser utilizados os vazios ou “shaft” que são deixados nas lajes. As longarinas, assim que são retiradas da laje que já foi concretada, são transportadas verticalmente para a laje imediatamente superior, evitando uma grande perda de tempo com o carregamento e transporte deste material. O armazenamento das peças de aço acontece de maneira simples também, pois como todos os componentes são galvanizados, não tem nenhum problema ficarem expostos ao sol e a chuva, e ainda podem ser separados por tamanho das longarinas ou por etapas de concretagem, dando uma organização e limpeza da obra. De maneira análoga, acontece com os acessórios e componentes plásticos do sistema.

3. CONCLUSÃO

Atualmente, no cenário da construção civil, existe uma busca por processos construtivos industrializados, aumentando a produtividade e reduzindo os custos. A aplicação desses processos nas fôrmas para as lajes da estrutura de concreto ganhou grande importância, visto que o custo desse serviço tem grandeza significativa nas obras. Um sistema de fôrmas racionalizado para lajes, onde novas tecnologias são

aplicadas com o intuito de evitar desperdícios, deve possuir soluções técnicas para execução de obras com segurança e qualidade em curto espaço de tempo. No caso do sistema de fôrmas para lajes utilizando componentes plásticos, razão deste trabalho, pode ser concluído que é uma opção que deve ser analisada pelos engenheiros, pois é um sistema que pode proporcionar inúmeras vantagens, tanto econômicas quanto de racionalização, se comparado com modo convencional (fôrma de madeira). A troca das linhas de madeira por longarinas metálicas, que formam uma malha reticulada, garante a diminuição do custo da obra a ser executada.

O desenvolvimento da tecnologia surgiu como opção para a racionalização das fôrmas: os moldes, a ser utilizado em estruturas de concreto, utilizam o plástico como matéria-prima. Os moldes plásticos, em função de propriedades, como leveza associada à resistência e durabilidade, têm seu uso intensivo e vale ressaltar a variedade de soluções estruturais que o sistema em estudo possui, modificando apenas a geometria do componente plástico sem alterar o cimbramento metálico (estrutura). Outro ponto a ser observado é que a montagem deste sistema de fôrmas é um processo repetitivo, com peças fáceis de trabalhar, o que permite a montagem rápida e prática, de acordo com a evolução da estrutura. Nesse caso, os responsáveis pela montagem dificilmente cometem erros, evitando graves acidentes. Finalmente, é sugerido o uso do sistema de fôrmas utilizando plástico para lajes de concreto a todos os profissionais de engenharia que pretendem executar suas obras, considerando o este sistema como uma das partes fundamentais para a redução do tempo de construção e dos custos do empreendimento. ●



Figura 17 – Vista Inferior do cimbramento metálico com as fôrmas plásticas para laje nervurada

CONCURSO PROJETO DE REFORÇO ESTRUTURAL COM FIBRA DE CARBONO

AGORA
COM APOIO DO
IBRACON

Sika e você na Suíça

Atendendo a pedidos estamos
prorrogando os prazos de inscrição
e envio de trabalhos - Participe!

PRÊMIO SIKA CARBODUR
DE REFORÇO ESTRUTURAL



Apoio



T A R S O®



PRÊMIO SIKA CARBODUR DE REFORÇO ESTRUTURAL

1. JUSTIFICATIVA DA PREMIAÇÃO

A Sika é uma empresa global com uma rede mundial de subsidiárias ativas nas áreas de especialidades químicas para construção civil e indústria. Está empenhada no aprimoramento da Qualidade, Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Responsabilidade Social e, conforme sua filosofia de trabalho está focada nas necessidades do mercado e no desenvolvimento de seus clientes e parceiros, através do seu aprimoramento profissional e pela inovação e atualização constante de sua linha de produtos, objetivando alto nível de satisfação e confiança. O "PRÊMIO SIKA CARBODUR DE REFORÇO ESTRUTURAL" foi criado em 2011 e tem por objetivo divulgar, no meio técnico, profissionais ou empresas que desenvolveram projetos de reforço estrutural com sistemas de compósitos de fibra de carbono.

2. CONDIÇÕES PARA PARTICIPAÇÃO

Poderão participar do concurso, empresas ou profissionais projetistas de estruturas, sediados no território nacional. Poderão ser inscritos até 3 (três) trabalhos por empresa ou profissional, referente a projetos e obras, que tenham sido realizados a partir de Maio de 2011 e cuja execução do reforço esteja concluída, antes da data limite para recebimento dos trabalhos, vide item 5.2.

Os trabalhos em que porventura tenham ocorrido a dupla autoria ou ainda no caso de participação significativa de um segundo profissional (por exemplo, a participação de consultores), deverão ter um único autor / responsável pelo trabalho e além disto o trabalho deverá vir acompanhado de uma carta de anuência do co-autor ou consultor para a participação deste trabalho no concurso. Neste caso, o nome do co-autor ou consultor será mencionado no material de divulgação do prêmio, todavia apenas 1 (um) profissional identificado como autor do projeto inscrito, terá direito pelo prêmio como vencedor.

Caso haja mais de um profissional, de uma mesma empresa, participando do concurso, os projetos inscritos serão aceitos, desde que sejam independentes.

O autor do projeto deverá enviar uma declaração de que a execução do reforço estará concluída antes da data limite para recebimento dos trabalhos. Este concurso é organizado e promovido pela SIKA S.A. e somente trabalhos dimensionados e efetivamente executados com produtos Sika das linhas Sika Carbodur, SikaWrap, Sika CarboStress e respectivos adesivos Sikadur, serão elegíveis de concorrer a premiação. A SIKA S.A. compromete-se em realizar todo o acompanhamento comercial a fim de viabilizar a execução com seus materiais, acima mencionados. A aceitação dos trabalhos e eventuais premiações, não imputará à Sika S.A. nenhuma responsabilidade sobre a segurança, durabilidade ou estabilidade das obras, não significando validação ou aprovação das estruturas inerentes às obras executadas.

3. ENTREGA DO PRÊMIO

O prêmio será entregue durante a realização do 55º Congresso Brasileiro de Concreto a ser realizado em Gramado-RS (2013), onde a Sika, na posição de empresa participante, efetuará a entrega do prêmio.

4. CRITÉRIOS DE JULGAMENTO

Os trabalhos a serem inscritos para o concurso deverão versar sobre projetos de reforço de estruturas já construídas ou em execução, de quaisquer tipos (concreto armado, concreto protendido, metálicas, madeira, alvenarias ou, ainda, mistas), empregando-se sistemas compósitos de fibras de carbono Sika e serão julgados de acordo com os seguintes critérios:

- Avaliação da estrutura;
- Concepção da solução estrutural;
- Processos construtivos / uso adequado de materiais;
- Originalidade;
- Inovação;
- Monumentalidade;
- Implantação no ambiente;
- Esbeltez / deformabilidade;
- Estética / economicidade.

5. ENTREGA DO MATERIAL

- 5.1 O material a ser enviado pelos participantes deverá ser constituído de:
- Até 20 (vinte) laudas, no formato A4, com especificações técnicas sobre o tema estrutural em destaque, em formato PDF.
 - Até 5 (cinco) fotos digitais da estrutura construída em alta resolução (300 dpi) em formato JPG ou PDF.
 - Até 5 (cinco) desenhos em PDF em formato A3 ou A4.

O material deverá ser enviado através do site: www.ibracon.org.br/projetos com o assunto: PRÊMIO SIKA CARBODUR DE REFORÇO ESTRUTURAL.

5.2 O prazo para recebimento do material será até 31/07/2013.

5.3 Entre os trabalhos apresentados serão escolhidos pela Comissão Julgadora apenas 1 (um) ganhador e 1 (uma) menção honrosa para cada requisito de julgamento.

6. COMISSÃO JULGADORA

A comissão julgadora será constituída por 5 (cinco) integrantes, sendo 3 (três) profissionais de destaque indicados pela ABECE, IBRACON, SIKA S.A. e da TARSO Engenharia (sendo este último instrutor do curso "Dimensionamento de Reforços Estruturais com Compósitos de Fibra de Carbono à Luz da NBR 6118" oferecido pela Sika S.A. no período de Maio a Agosto de 2011).

A participação dos profissionais indicados pela ABECE, IBRACON e TARSO Engenharia não imputa aos mesmos ou a esta associação nenhum vínculo comercial com a SIKA S.A. ou responsabilidade sobre a segurança, durabilidade ou estabilidade das obras, não significando validação ou aprovação das estruturas inerentes às obras executadas sendo que sua participação tem por objetivo legitimar o resultado do concurso com total isenção no julgamento.

7. PREMIAÇÃO

O PRÊMIO SIKA CARBODUR DE REFORÇO ESTRUTURAL é muito importante para a classe, pois divulga a criatividade do engenheiro estrutural dentro do meio técnico com o uso racional de tecnologias inovadoras, ressaltando a importância do projeto estrutural no mercado da construção civil.

O prêmio ao trabalho ganhador em 2013 será constituído de:

- 01 (uma) viagem com estadia para a Suíça, período de 6 dias e 5 noites, para participar de um treinamento no Centro de Tecnologia da Sika AG, incluindo visitas a obras de destaque em reforço estrutural com fibras de carbono e visita ao Laboratório Suíço de Tecnologia e Ciência dos Materiais EMPA, berço dos primeiros testes com a tecnologia de compósitos de fibras de carbono aplicada ao reforço de estruturas na construção.
- A premiação contemplará a passagem aérea com 02 trechos, 04 transfers, despesas com alimentação (limitado ao total de US\$ 500), para uma única pessoa, o ganhador do concurso.
- O período da viagem será estipulado pela SIKA S.A., conforme organização com a Sika Suíça, não cabendo alterações após a definição.
- Receberá também um Diploma e troféu alusivo ao evento.

Cada uma das menções honrosas terá a seguinte premiação:

- Diploma e placa alusiva ao evento.

A SIKA S.A., de posse dos resultados da apuração, convidará para o evento de entrega dos prêmios os 03 (três) melhores colocados e divulgará seus trabalhos em mídia impressa.

8. DIVULGAÇÃO

A inscrição no PRÊMIO SIKA CARBODUR DE REFORÇO ESTRUTURAL implica a cessão à SIKA S.A. dos direitos de reprodução do material gráfico e fotográfico, de vídeos, de multimídia, dos textos enviados, das fotos ou filmagens do material exposto, para publicação em catálogo e outras formas de difusão do evento impressas ou editadas sob forma de vídeo, CD-ROM, multimídia ou internet e, ainda, material de divulgação para a imprensa especializada ou de interesse geral.

Os ganhadores cedem, no ato da inscrição, à SIKA S.A. e à EDITORA PINI o direito do uso de imagem para fins específicos de divulgação do Prêmio.

9. DISPOSIÇÕES GERAIS

9.1 Não caberão recursos contra as decisões da Comissão Julgadora, nem esta prestará qualquer tipo de esclarecimento sobre o resultado da apuração.

9.2 Caberá à Comissão Julgadora dirimir quaisquer dúvidas que porventura persistam.

9.3 A inscrição do profissional implica a plena e total aceitação deste Regulamento, não cabendo a qualquer tempo questionamentos futuros.

9.4 A premiação será destinada exclusivamente ao autor do trabalho, não podendo em hipótese alguma ser transferida para outro nome.

9.4 Outros casos não previstos ou mencionados neste regulamento, serão decididos pela Diretoria da Sika S.A.

Sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local: aspectos de controle da execução

CLAUDIO V. MITIDIERI FILHO – ENGENHEIRO CIVIL, PESQUISADOR
 JULIO CESAR SABADINI DE SOUZA – ENGENHEIRO CIVIL, PESQUISADOR
 THIAGO SALABERGA BARREIROS – ARQUITETO, COLABORADOR
 IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

1. INTRODUÇÃO

O sistema construtivo constituído de paredes estruturais maciças de concreto armado moldadas no local vem sendo utilizado por diversas empresas construtoras ao longo dos últimos anos por ser um sistema que pode proporcionar reduções no prazo da obra e do contingente de mão de obra.

De fato, quando se compara as etapas de execução de um edifício com estrutura reticular e vedação vertical de alvenaria com aquelas de um edifício com paredes de concreto, verifica-se que a obtenção de paredes monolíticas com uma única etapa de concretagem, além da óbvia eliminação da necessidade de se executar paredes de alvenaria, simplifica as etapas de acabamento, por já se obter uma parede regular. Dessa forma, a qualidade de execução deste sistema construtivo sofre menor dependência da mão de obra.

Por outro lado, a qualidade de execução das paredes de concreto dependerá de outros fatores além da mão de obra, tais como as fôrmas e as propriedades do concreto. Como afirma Thomaz (2005), a qualidade de execução de uma estrutura convencional de concreto, além de interferir no comportamento mecânico, influencia nos custos e prazos de execução, uma vez que “(...) desaprumos, embarriamentos, desalinhamentos, desbitolamentos, desníveis e outras irregularidades das peças implicam a necessidade de demolições, escarificações, enchimentos e grande série

de improvisações, repercutindo em atrasos de cronograma e desperdícios de materiais e de mão de obra (...)”.

Pode-se inferir que, para o caso específico do sistema de paredes de concreto, a qualidade de execução das paredes irá interferir nos custos e nos prazos de execução de maneira muito mais intensa do que para uma estrutura reticular, já que as paredes de concreto não somente se constituem em elementos estruturais, como também em elementos de vedação, além de determinar a qualidade e a velocidade das etapas de acabamento das paredes. De fato, a eventual necessidade de correções na parede de concreto pode atrasar a execução do acabamento final e implicar em atrasos no processo como um todo, por ser um serviço não previsto.

Nesse contexto, a adoção de procedimentos de controle dos materiais e de execução das paredes de concreto justifica-se por ser um cuidado essencial à obtenção de todas as vantagens do sistema construtivo.

Assim, nesse trabalho faz-se um levantamento de problemas identificados em obras de paredes de concreto e propõem-se ações de controle de execução e de recebimento de materiais que devem ser tomados para garantir a qualidade desse sistema. Dentre os problemas identificados no levantamento de campo, para os quais se sugerem ações de controle, pode-se citar a segregação do concreto, falhas de concretagem, exposição de armadura e ressaltos na ligação de paredes de pavimentos sucessivos.



Figura 1 – Vazamento de concreto na base da fôrma – Obra 1

2. LEVANTAMENTO DE CAMPO

2.1 INTRODUÇÃO

Foi feito um levantamento de problemas e não conformidades de execução em cinco obras de paredes maciças de concreto, para poder embasar a proposição de ações de controle de execução do sistema construtivo.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS VISITADAS

2.2.1 Obra 1

Empreendimento composto por sete edifícios de quatro pavimentos, com quatro unidades por pavimento, utilizando-se paredes de concreto maciço de 15 cm de espessura nas paredes entre unidades e 10 cm nas demais paredes, moldadas com fôrmas de alumínio.

2.2.2 Obra 2

Empreendimento composto por 19 edifícios de quatro pavimentos com quatro unidades por pavimento, utilizando-se paredes de concreto maciço de 15 cm de espessura nas paredes entre unidades e 10 cm nas demais paredes, moldadas com fôrmas de chapas de polietileno fixadas à quadros de perfis tubulares de aço galvanizado. A fixação entre as faces das fôrmas é feita com tubos de PVC, que definem o distanciamento entre as fôrmas, os quais atravessam a parede e são travados com barras roscadas e porcas borboleta, unindo as faces das fôrmas em três alturas diferentes. O concreto especificado para as paredes possui massa específica aproximada,

de 2.300 kg/m³, adição de fibra de polipropileno da ordem de 300 g/m³ e resistência característica à compressão de 20 MPa.

2.2.3 Obra 3

Empreendimento composto por edifícios de três pavimentos, com paredes de concreto maciço de 10 cm de espessura para todas as paredes, moldadas com fôrmas de madeira. O concreto especificado para a produção das paredes possui resistência característica à compressão de 20 MPa, abatimento entre 14cm e 18cm e massa específica entre 2.000 e 2.800 Kg/m³.

2.2.4 Obra 4

O empreendimento é composto por edifícios de quatro pavimentos com paredes de concreto armado maciço moldadas no local de 10 cm de espessura, moldadas com fôrmas de alumínio, utilizando-se concreto comum, com resistência característica de 20 MPa e 300g/m³ de fibras de polipropileno.

2.2.5 Obra 5

Trata-se de um empreendimento composto de casas térreas e sobrados isolados e geminados, com paredes de concreto maciço de geminação de 12 cm de espessura e 10 cm de espessura para as demais paredes. O concreto empregado possui massa específica em torno de 2.300 kg/m³ e resistência característica à compressão de 20 MPa.

2.3 NÃO CONFORMIDADES IDENTIFICADAS

Nas visitas técnicas realizadas nas obras citadas, foram



Figura 2 – Segregação do concreto na base da parede na ligação entre pavimentos – Obra 2



Figura 3 – Falha de concretagem na parede sob eletroduto – Obra 3

identificadas diversas não conformidades decorrentes, ou de inadequação das propriedades do concreto fresco, ou de falta de cuidados e de controle durante a execução.

Dentre esses problemas, podem-se destacar vazamentos de concreto pela base das fôrmas na interface com a laje, como mostrado na Figura 1, em razão da existência de frestas entre a fôrma e a laje, o que implica na necessidade de remoção do concreto em excesso, causando perda de produtividade.

Outra não conformidade verificada, mostrada na Figura 2, foi a existência de segregação do concreto na base das paredes de fachada, provocada por inadequação das propriedades do concreto ou falhas de execução e que necessitará de correção antes da aplicação do acabamento final, implicando, mais uma vez, perda de produtividade.

É importante destacar que, nesse caso, a aplicação de uma camada de recuperação, normalmente de argamassa, em uma fachada, submetida à variação de temperatura e ação de agentes atmosféricos, pode, futuramente, implicar em um problema de descolamento e/ou fissuração dessa recuperação e possível comprometimento da armadura e da estanqueidade.

Foram verificados ainda problemas mais graves de falhas de concretagem, com a formação de vazios de grandes dimensões, como mostrado na Figura 3, em que o concreto não preenche um trecho da parede localizado sob eletrodutos horizontais, o que pode comprometer o comportamento estrutural da parede e a distribuição das cargas.

Quanto aos cuidados no posicionamento da armadura, em uma das obras verificou-se a ausência de espaçadores, ocasionando exposição da armadura e necessidade de recuperação. Nesse caso, há outro problema potencial, que é a dificuldade, ou impossibilidade, de proteger a armadura adequadamente, o que pode, a longo prazo, evoluir para um problema de corrosão da armadura (Figura 4).

Na Figura 5, é mostrado um problema verificado na fachada da obra 5, em que há um ressalto na ligação das pa-



Figura 4 – Armadura exposta – Obra 3

redes de dois pavimentos, necessitando de apicoamento da superfície externa e aplicação de argamassa de recuperação.

3. CONTROLE DE EXECUÇÃO

A partir dos problemas identificados no levantamento de campo, mostrados no item anterior, propõe-se um plano de controle que envolva o recebimento do concreto e a execução das paredes, que vise eliminar ou, ao menos, reduzir os problemas de execução identificados.

3.1 RELACIONADAS AO RECEBIMENTO E ÀS PROPRIEDADES DO CONCRETO NO ESTADO ENDURECIDO

Como mostrado no item anterior, alguns dos problemas apontados podem ser decorrentes da utilização de concretos sem características adequadas à aplicação em paredes de concreto. Notou-se ainda a falta de um efetivo controle de recebimento do concreto, com a caracterização da sua consistência, que possa identificar quaisquer desvios de especificação.



Figura 5 – Ressalto na ligação entre pavimentos – Obra 5

Assim, é necessário que sejam verificados:

- Realização de ensaios de consistência do concreto, por técnico com qualificação e treinamento adequados para verificar se o concreto está com a fluidez, viscosidade e coesão adequadas; esse procedimento é ainda mais importante quando se utiliza concreto de grande fluidez ou autoadensável;
- Em nota fiscal, as características, os constituintes do concreto e o horário de saída do caminhão betoneira, para a determinação do tempo transcorrido entre a adição de água e o recebimento do concreto na obra;
- A especificação e o controle da resistência do concreto na desenforma das paredes e das lajes e a resistência aos 28 dias, para análise do atendimento ao f_{ck} especificado em projeto.

3.2 RELACIONADAS AO CONTROLE DE EXECUÇÃO DAS PAREDES

O controle de execução das paredes de concreto deve se estender desde a montagem da armadura até a desenforma. Como pontos essenciais desse controle, pode-se destacar, para cada etapa de execução das paredes:

a) Na montagem da armadura e das instalações embutidas nas paredes

- Controle do corte e posicionamento da armadura, especialmente a armadura de reforço de vãos e de ligação entre paredes;
- Utilização de espaçadores adequados, que permitam o cobrimento suficiente da armadura;
- Posicionamento das instalações embutidas nas paredes, para evitar falhas de concretagem;

b) Na montagem das fôrmas

- Verificação do posicionamento das fôrmas, de maneira a se evitar excentricidades entre paredes de pavimentos superpostos, especialmente nas fachadas, com a utilização de dispositivos ou acessórios adequados para a fixação dos painéis de fôrma;
- Posicionamento e fixação dos elementos de travamento das fôrmas, com o intuito de reduzir deformações e deslocamentos;
- Limpeza das fôrmas antes da aplicação do desmoldante, visando melhorar a aparência da parede após desenforma e reduzir e acúmulo de concreto que possa prejudicar o encaixe dos painéis de fôrma e, assim, formar frestas por onde possa haver vazamento de pasta do concreto;
- Correta aplicação de desmoldante para reduzir a formação de bolhas na superfície do concreto, que exigem posterior correção;

c) Na concretagem

- Pontos de lançamento do concreto, previamente deter-

minados em projeto, de maneira a evitar a ocorrência de falhas de concretagem;

- Devem ser adotados os cuidados de adensamento do concreto, quando não utilizado concreto autoadensável, conforme prescrito na NBR 16.055:2012, tais como:
 - Garantir que o concreto preencha todos os espaços da fôrma sem tocar na armadura e sem deslocar os embutidos;
 - Caso haja alta densidade de armaduras, devem ser tomados cuidados para que o concreto seja distribuído em toda a peça concretada e que o adensamento seja homogêneo;
 - Tomar medidas para a redução do volume de ar aprisionado;

d) Na cura do concreto

- Adoção de procedimentos de cura, por aspersão de água ou aplicação de películas de cura, para evitar a perda de água prematuramente.

3.3 RELACIONADAS AO RECEBIMENTO DAS PAREDES APÓS A DESENFORMA

Quando do recebimento das paredes após a desenforma é necessário se dispor de critérios de aceitação das paredes para atendimento às prescrições da NBR 16.055:2012 que estabelece os seguintes valores de tolerância geométrica:

- Para a espessura: $\pm 5\text{mm}$;
- Para o comprimento: $1/10$ da espessura da parede;
- Desalinhamento horizontal: $l/500$ ou 5mm , em que l é o comprimento da parede;
- Desaprumo individual: $h/500$, em que h é a altura do pavimento;
- Desalinhamento vertical: menor que 10mm .

Os critérios de aceitação devem considerar ainda a ocorrência de quebras, fissuras, porosidade superficial e exposição de agregados. Caso haja necessidade de se realizar correções de eventuais falhas, deve-se estabelecer quais procedimentos devem ser seguidos. Assim, para cada critério, um procedimento de recuperação deve ser definido, como, por exemplo, “procedimento de recuperação de falhas de concretagem”.

A correção de eventuais não conformidades verificadas nas paredes deve ser feita logo após a desenforma, seguindo-se os procedimentos estabelecidos.

4. CONCLUSÕES

A partir das informações levantadas nas obras visitadas, conclui-se pela necessidade de se adotar um efetivo controle de execução nas obras de paredes de concreto, haja vista os

diversos problemas verificados e apontados no item 2.

Embora o sistema de paredes de concreto tenha menor dependência da mão de obra, quando comparado a um sistema construtivo de estrutura reticular e vedações de alvenaria, não se pode negligenciar as boas práticas de engenharia nem tampouco o controle de execução, já conhecidas pelo meio técnico e aplicadas na produção das estruturas de concreto.

Nesse sentido, destacam-se como principais ações de controle:

- Vedação das fôrmas, para se evitar a perda de nata do concreto;
- Utilização de espaçadores adequados e em quantidade suficiente para se garantir o cobrimento da armadura;
- Limpeza e travamento das fôrmas, para se evitar a formação de ressaltos de concretagem, especialmente entre paredes de dois pavimentos consecutivos;
- Controle de recebimento do concreto com verificação da consistência;

- Controle de lançamento e adensamento, que permita o preenchimento de toda a fôrma e evite falhas de concretagem.

É importante observar que a adoção dessas ações de controle tem como objetivo evitar a ocorrência dos problemas verificados e a necessidade de adoção de procedimentos de correção posteriores com a consequente perda de produtividade e aumento de custos de execução, já que são etapas não previstas.

A partir disso infere-se que os melhores resultados na utilização do sistema de paredes de concreto moldadas no local podem ser obtidos quando se adotam procedimentos de execução com base em boas práticas de engenharia e procedimentos de controle.

Caso não sejam adotados procedimentos de execução e controle adequados, corre-se o risco de induzir o surgimento de problemas patológicos que podem comprometer o desempenho e a imagem do sistema construtivo.

Referências Bibliográficas

- [01] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos – NBR 16.055. Rio de Janeiro, 2012.
- [02] THOMAZ, E. Execução, controle e desempenho das estruturas de concreto. In: Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, v.1, 2005. p.527-81. ●



Você sabia o que você perde em não ser associado do IBRACON?

Acima de tudo *atualização profissional de qualidade*. Por quê?

- Recebimento em casa da revista **CONCRETO & Construções** com as últimas informações técnico-científicas!
- Facilidade em adquirir, a preços inacreditáveis, os livros do IBRACON e do ACI!
- Descontos formidáveis para participar do Congresso Brasileiro do Concreto, maior evento técnico-científico do setor!

E não para por aí: pode participar dos Comitês Técnicos e trocar experiências com os maiores especialistas!

Associe-se. Não perca tempo!

IBRACON: desde 1972 cuidando com carinho da valorização profissional daqueles que trabalham com concreto.

Fique bem informado!

 www.ibracon.org.br

 facebook.com/ibraconOffice

 twitter.com/ibraconOffice

SENAI oferece cursos profissionalizantes na área da construção civil

Com a missão de promover a educação profissional e tecnológica, a inovação e a transferência de tecnologias industriais, contribuindo para elevar a competitividade da indústria brasileira, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI vem oferecendo cursos de nível básico e técnico na área da construção civil.

No estado de São Paulo, a entidade oferece os seguintes cursos de nível fundamental:

CURSO DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL “CONSTRUTOR DE EDIFICAÇÕES”

Objetiva desenvolver competências para que o profissional atue, sob supervisão de profissional habilitado, na execução de subsistemas construtivos de edificações, tais como: fôrmas de madeira; armações de aço para concreto armado; concreto; impermeabilização; alvenarias; lajes; acabamentos; entre outros.

O curso é oferecido na Escola Senai “Gaspar Ricardo Júnior”, em Sorocaba, e tem duração de 800 horas.

CURSO DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL “CONSTRUTOR RESIDENCIAL”

Capacita profissionais para atuar na construção de habitações de interesse social, proporcionando uma visão ampliada da situação real do canteiro, com aulas sobre desenho técnico, tecnologia da construção residencial e gestão de recursos, além de prática profissional em fundação, alvenaria, revestimentos, instalações hidráulicas, elétricas e de rede de esgoto, entre outras.

O curso, com carga horária de 800 horas, é oferecido na Escola Senai “Orlando Laviero Ferraiuolo, na cidade de São Paulo.

CURSO DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL “PEDREIRO ECLÉTICO”

Seu objetivo é capacitar adolescentes para inserção no

mercado do trabalho da construção civil, oferecendo aulas de matemática básica, comunicação oral e escrita, desenho aplicado, informática, gestão de pessoas, de processos, de recursos materiais e do próprio negócio, além de prática profissional em tecnologias construtivas.

Com carga horária de 800 horas, o curso é oferecido na Escola Senai “Ítalo Bologna”, em Itu.

O Senai-SP promove também um curso em nível técnico na área:

CURSO TÉCNICO DE EDIFICAÇÕES

Habilita profissionais para participar do projeto da obra, planejar sua execução, supervisionar a execução de sistemas construtivos e participar do controle tecnológico de métodos e materiais, cumprindo a legislação e as normas específicas de saúde e segurança do trabalho, meio ambiente e qualidade.

FOTOS: SENAI-SP



Oficina de alvenaria

Com uma média de 32 alunos por turma, o curso é oferecido semestralmente nas unidades do SENAI na capital e em Bauru e tem duração de dois anos.

Podem ser candidatar às vagas no Curso Técnico de Edificações os alunos regularmente matriculados que tenham concluído o primeiro ano do ensino médio, para os períodos da manhã e da tarde. Para o período noturno, exige-se que o candidato tenha o ensino médio concluído.

Segundo João Batista da Silva, coordenador de atividades pedagógicas do SENAI-SP, os alunos do período noturno do Curso Técnico de Edificações são predominantemente de classe socioeconômica C, com média de 28 anos e, em sua grande maioria, já trabalham na área de construção civil.

Nos outros estados, o Senai oferece também cursos de nível fundamental e técnico semelhantes a estes na área de construção civil, além de cursos mais específicos, tais como: assentador de placas cerâmicas, carpintaria de fôrmas, pintura de obras, aperfeiçoamento de mestres de obras, auxiliar de obras de edificações,



Oficina de instalação hidráulica

agente de gestão de resíduos sólidos industriais e urbanos, entre outros. Esses e outros cursos são oferecidos em período matutino, vespertino ou noturno.

Os cursos são gratuitos. Para concorrer às vagas oferecidas, é preciso estar atento à abertura dos processos seletivos em cada unidade do SENAI, que geralmente ocorre semestralmente. ●

T&A. QUALIDADE COMPROVADA EM GRANDES PROJETOS.

A T&A Pré-Fabricados oferece a seus clientes tecnologia e expertise no desenvolvimento de peças de concreto. Uma linha completa de produtos como pilares, lajes alveolares, vigas, estacas, painéis, telhas W, além de blocos e pisos intertravados. Cada peça é submetida a um rigoroso controle de resistência e acabamento, garantindo a qualidade T&A que é reconhecida e aprovada em todo Brasil.

FORTALEZA | RECIFE | SALVADOR | SÃO PAULO | www.tea.com.br



Extensão da vida útil de uma estrutura de concreto armado dos anos 60

KARINA CAVALCANTE DE OLIVEIRA – ENGENHEIRA CIVIL

PAULO HELENE – DIRETOR

CAUE CESAR CARROMEU – ENGENHEIRO CIVIL

DOUGLAS DE ANDREZA COUTO – ENGENHEIRO CIVIL

PEDRO BILESKY – ENGENHEIRO CIVIL

PHD ENGENHARIA

MARIA RUTH AMARAL DE SAMPAIO – PROFESSORA

FAU/USP

1. INTRODUÇÃO

O Edifício União foi abandonado inacabado durante sua construção nos anos 60 e “ocupado” para moradia nos anos 80. Desde então, nenhum tipo de manutenção preventiva, revestimentos, proteções ou impermeabilizações foi realizada nessa estrutura de concreto, inacabada e sujeita à atmosfera agressiva de São Paulo. A vedação das paredes foi realizada pelos próprios moradores, com vários tipos de blocos, cerâmicos e de concreto, conforme pode ser observado na Figura 1.

Na avaliação técnica realizada em junho de 2011, verificou-se que a estrutura apresentava um quadro de corrosão das armaduras preocupante e generalizado. Além disso, o edifício apresenta-se hoje com mais de 40 anos e próximo do limite de vida útil da estrutura, conforme previsto nas normas brasileiras, em especial a ABNT NBR 15575:2013, que especifica o limite de 50 anos para a vida útil mínima em edificações habitacionais.

Portanto, para restabelecer a segurança e estabilidade do edifício, constatou-se que a sua estrutura necessitava de intervenção corretiva imediata, que assegurasse uma renovação da vida útil de pelo menos mais 50 anos.

Como não havia recursos para a contratação de empre-

sa especializada, o caminho foi conseguir doações, elaborar um projeto de intervenção corretiva e implantar um treinamento com os próprios moradores para reforçar os pilares mais críticos do edifício.

Em maio de 2012, foram reforçados 16 pilares¹ de sustentação do edifício, localizados no subsolo e térreo, porém ainda faltam muitos outros componentes estruturais. Esse trabalho altamente especializado foi realizado pelos próprios moradores, nos finais de semana, com o apoio de um acompanhamento e treinamento técnico com procedimentos de reforço estrutural doados pela PhD Engenharia.

Em paralelo ao reestabelecimento da segurança e estabilidade do edifício, destaca-se o ganho social obtido com a capacitação técnica dos moradores, além da ação comunitária de contribuir para a melhoria da qualidade e do valor de um bem comum a população do edifício.

2. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DO DESEMPENHO ESTRUTURAL

2.1 ENSAIOS

A estrutura foi concebida e construída em concre-



Figura 1 – Fachada lateral do Edifício União

to armado moldado “in loco”, não sendo conhecidas as classes de resistência do concreto, nem o diário de obra. As únicas plantas conhecidas eram as arquitetônicas, tipo as built, desenvolvidas pelos alunos da FAU/USP em parceria com a empresa Método Engenharia, no período de 2009 e 2010.

O diagnóstico do estado atual de conservação e vida útil da estrutura contou com a realização de inspeção visual detalhada e ensaios técnicos realizados em laboratório, com amostras extraídas “in loco”, incluindo: ensaio de profundidade de carbonatação, potencial de corrosão e extração de testemunhos para ensaio de resistência à compressão, descritos a seguir.

2.1.1 Inspeção visual

Através de inspeção visual e tátil, com ajuda de um martelo à percussão, foram encontradas manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado, principalmen-

te localizadas no subsolo e térreo, compreendendo pilares, vigas e lajes.

A manifestação patológica mais grave, no âmbito de segurança estrutural, encontrada foi o nível avançado de corrosão nas armaduras, conforme observado nas Figuras 2 e 3.

2.1.2 Aspectos geométricos e características das armaduras

Foram realizadas inspeções geométricas e locação das peças estruturais, constituindo o levantamento de toda estrutura, que viabilizaram a elaboração posterior da planta de fôrma de todos os pavimentos.

Também foram inspecionadas as armaduras utilizadas nos pilares existentes, para avaliar os critérios de verificação de cálculo conforme normalização existente na época de sua construção.

2.1.3 Profundidade de carbonatação e cobrimento

Foram realizados ensaios de profundidade de carbonatação² em alguns pilares e vigas através da utilização de fenolf-taleína, conforme método de ensaio RILEM CPC-18 (1998).

Observa-se que, através do ensaio, verificou-se que a profundidade de carbonatação atingiu um valor médio em pilares da ordem de 36mm com cobrimento médio de 25mm. Ou seja, a profundidade de carbonatação determinada é superior ao cobrimento das armaduras, significando que estas estão despassivadas, ou seja, sujeitas ao fenômeno de corrosão.



Figura 2 – Corrosão nas armaduras dos pilares do subsolo e térreo, respectivamente

² PARTE DO MATERIAL NECESSÁRIO FOI DOADO PELAS EMPRESAS GERDAU E MC BAUCHEMIE, TOTALIZANDO ATÉ O MOMENTO MAIS DE 2 TONELADAS DE AÇO E 7M³ DE GRAUTE ESTRUTURAL DE ALTA RESISTÊNCIA.

2.1.4 Ensaio de resistência à compressão do concreto

Para estimar a resistência do concreto da estrutura, foi utilizado o método de extração de testemunhos de concreto, totalizando 14 testemunhos³. Os resultados apresentaram valores de 20MPa a 35MPa, comprovando a grande variabilidade do processo construtivo empregado na época, com produção de concreto em canteiro sem muito rigor.

2.1.5 Potencial de corrosão

Os ensaios de medição de potencial de corrosão foram realizados em um pilar escolhido aleatoriamente e que não apresentava visualmente indícios de corrosão. Os resultados indicaram uma possibilidade alta de corrosão das armaduras.

O principal diagnóstico é que trata-se de um caso típico de deterioração por corrosão de armaduras, devido ao fenômeno da carbonatação característico de São Paulo. Considera-se como agravantes a má execução, que não primou por cobrimentos adequados, nem evitou bicheiras de concretagem. Some-se a essas condições desfavoráveis o fato de estar 40 anos sem nenhuma manutenção.

Com esse diagnóstico e a comprovação de que havia armaduras principais em pilares cilíndricos com uma de redução de seção significativa de mais de 15% e praticamente sem estribos (Figura 4), a segurança do Edifício estava realmente comprometida. Além disso, o concreto não foi revestido e encontrava-se na condição de exposto (aparente), sem ter sido projetado nem construído para tal grau de exposição agressiva.

3. PROJETO DE REFORÇO ESTRUTURAL

A partir de julho de 2011, iniciou-se um projeto para o reforço dos pilares cilíndricos, que “nascem” no subsolo e “morrem” no pavimento térreo do Edifício União, totalizando 16 pilares.

Inicialmente, para fins de avaliação global do edifício, procedeu-se com a elaboração de um modelo estrutural conforme o estado atual da estrutura de concreto existente no edifício, adotando a geometria existente e utilizando critérios de verificação de cálculo conforme normalização existente na época de sua construção.

Após a obtenção dos esforços solicitantes, o projeto foi adaptado para atender aos critérios de dimensionamento da ABNT NBR 6118:2007, pois, como a estrutura foi projetada nos anos 60, foram utilizadas normas da época.

O projeto de reforço estrutural especificou o encamisamento do pilar existente, através de uma coroa armada de 6cm de espessura, logo, passando o pilar a ter um diâmetro de 68cm⁴ (figura 6).

A capacidade portante dos pilares originais, conforme avaliado na verificação preliminar do projeto, era de 200tf e a capacidade do reforço estrutural foi dimensionada para 400tf, com a utilização de um graute⁵ com resistência característica à compressão de 50MPa. A armadura nova foi calculada como armadura principal do pilar, desconsiderando a armadura existente, devido ao avançado processo de corrosão nelas existentes.

Para o sucesso do reforço, vários fatores importantes foram também levados em consideração, como o custo, a disponibilidade de mão de obra especializada,



Figura 3 – Corrosão nas armaduras das vigas e lajes do subsolo

² ENSAIO REALIZADO PARA VERIFICAR A ALCALINIDADE DO CONCRETO.

³ CONFORME A ABNT NBR 7680: 2007 CONCRETO: EXTRAÇÃO, PREPARAÇÃO, E ENSAIO DE TESTEMUNHOS DE CONCRETO. PROCEDIMENTO.

⁴ O PROJETO APRESENTA 20 BARRAS COM BITOLA DE 12,5MM A CADA 10CM (DE CENTRO A CENTRO), CA 50, NERVURADAS E COMPRIMENTO DE 4,3M. JÁ, OS ESTRIBOS, BARRAS COM BITOLA 4,2MM A CADA 5CM, CA 60, LISO E "DOBRADOS", COM GANCHOS NAS PONTAS E TRANSPASSE DE 30CM.



Figura 4 – Detalhe do grau de corrosão das armaduras longitudinais dos pilares cilíndricos, localizados no térreo do Edifício União

disponibilidade de materiais e equipamentos, e restrições durante a operação de reforço.

4. EXECUÇÃO

As etapas do reforço consistiam na preparação do substrato, montagem da armadura, preparação da fôrma, preparação do graute, concretagem, desfôrma e cura.

Os trabalhos foram realizados nos finais de semana, com equipes de aproximadamente sete homens que trabalhavam em regime de revezamento.

A primeira etapa de execução do reforço consistia na preparação do substrato, ou seja, foram retiradas as partes soltas do pilar e, posteriormente, toda a sua superfície foi lavada com jato de água sob pressão, de modo a remover toda a poeira e material solto presente.

Após a superfície limpa, foi aplicada a ponte de aderência de base mineral anti-corrosiva. Para a mistura dessa ponte de aderência, foi utilizado um misturador mecânico de baixa rotação com a quantidade de

água e o tempo de mistura estipulado pelo fabricante, até obtenção de uma pasta. Logo a seguir, foi aplicada a mistura no concreto em toda a superfície do pilar, através de um pincel tipo brocha.

Posteriormente, foi aberto o piso e escavou-se em volta do bloco de fundação a fim de observar sua integridade. Então, foram executados furos intercalados no bloco de fundação para a ancoragem da nova armadura do reforço.

Para ancoragem química, foi aplicada uma resina de base epóxi. Algumas barras também foram ancoradas nas vigas e foram quebradas algumas partes da laje para a passagem do graute.

Depois de todas as barras longitudinais devidamente inseridas, passou-se para a execução da armação dos estribos. Foi estipulado um cobrimento interno mínimo de 20mm e externo mínimo de 30mm, através do uso de espaçadores de plástico. A Figura 5 apresenta alguns dos moradores montando a armadura do reforço.

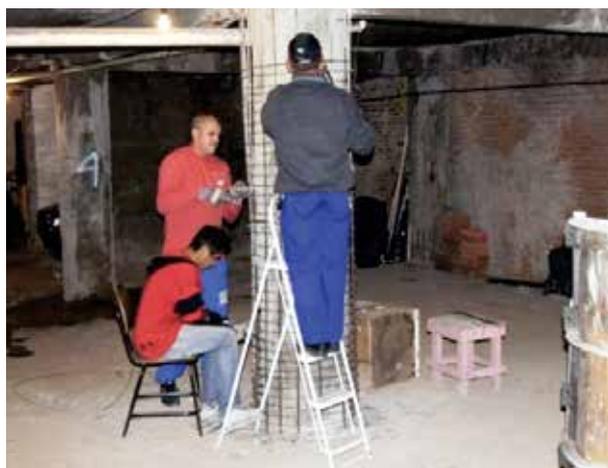


Figura 5 – Moradores montando as armaduras transversais do reforço

⁵ MICROCONCRETO DE ALTA RESISTÊNCIA COM GRANDE FLUIDEZ CAPAZ DE PREENCHER PEQUENOS VAZIOS.



Figura 6 – Pilares reforçados localizados no subsolo do Edifício União

Em paralelo com a confecção da armadura, foi construída uma fôrma metálica padrão, que foi utilizada para o reforço de todos os pilares. O grauteamento foi realizado em 3 etapas⁶: nas duas primeiras, foi utilizada a fôrma metálica; e, na última, fôrmas em madeira foram confeccionadas pelos próprios moradores.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios de resistência à compressão do graute apresentaram valores bem superiores ao estipulado no projeto, resultando, em média, 65MPa, ao invés de 50MPa. Também deve-se considerar a alta variabilidade no desempenho, inerente a um processo de produção e controle de concreto de forma artesanal e no canteiro, com revezamento dos trabalhadores.

Ressalta-se ainda que o reforço foi projetado para suportar sozinho toda a carga do pilar, desprezando a resis-

tência do pilar original, logo, a sua armadura foi calculada como a sendo a armação principal, devido ao problema de corrosão de armadura original. Tem-se que a carga máxima atuante no pilar original mais solicitado é da ordem de 200tf e a capacidade resistente, considerando só o reforço, é da ordem de 400 tf. Nas figuras 6 e 7 podem ser vistos os pilares cilíndricos já reforçados localizados no subsolo e térreo do Ed. União.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o Edifício União não tem recursos para fazer frente aos gastos com uma intervenção corretiva tradicional, optou-se por treinamento dos moradores com técnicas de reforço que, em regime de mutirão, reforçaram parte da estrutura sob orientação técnica de empresa especializada.

Atualmente, foram reforçados os pilares mais críticos do subsolo e do térreo, constituindo-se esta experiência



Figura 7 – A continuação do reforço nos pilares localizados no térreo do Edifício União

⁶ FOI REALIZADO O CONTROLE TECNOLÓGICO DE TODO O GRAUTE UTILIZADO PARA O REFORÇO. OS ENSAIOS FORAM REALIZADOS PELO INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT).

um grande exemplo de responsabilidade social das empresas envolvidas e organização dos moradores, além de um caso ímpar de avaliação da durabilidade de estruturas de concreto.

Dando continuidade ao reforço estrutural, existem ainda outras etapas a serem realizadas, para alcançar a segurança definitiva da estrutura, como, por exemplo, a demolição das lajes do 8º pavimento, que apresenta também um grande risco estrutural.

O Projeto União, iniciado em 2011, só foi possível de acontecer e estar tendo a continuidade necessária, devido

as inúmeras parcerias firmadas até então. Entre os parceiros de projeto, a PhD Engenharia, empresa de consultoria de concreto, que doou o projeto de reforço, a correspondente ART do sistema CREA/CONFEA, usou seu prestígio junto a empresas doadoras de materiais, e, muitas horas técnicas para orientar, treinar, motivar e fiscalizar o trabalho comunitário dos moradores e teve um papel fundamental na conquista da recuperação da estrutura do edifício.

Agradecemos também às empresas Gerda e MC Bauchemie por doarem parte dos materiais utilizados no reforço da estrutura do Edifício União.

Referências Bibliográficas

- [01] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6118. Projeto de Estruturas de Concreto. Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7680. Concreto: Extração, preparação, e ensaios de testemunhos de concreto. Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.
- [03] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575. Edifícios Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- [04] INTERNATIONAL UNION OF LABORATORIES AND EXPERTS IN CONSTRUCTION MATERIALS, SYSTEMS AND STRUCTURES. RILEM CPC-18. Measurement of hardened concrete carbonation depth. Québec, 1998. ●

Equipamentos WCH, a solução para sua fábrica de Pré-Moldados.



Weiler - C. Holzberger Industrial Ltda.
Rua Alfa, 400 - CEP 13505-620 - Distrito Industrial - Rio Claro - Brasil
Tel. ++55 (19) 3522 5900 Fax: ++55(19) 3522 5905
www.wch.com.br e-mail: wch@wch.com.br

Reforço de estruturas com malhas abertas de fibra de carbono e projeção de concreto ou argamassas minerais

FILIPE DOURADO – CHIEF EXECUTIVE OFFICER, SEIXAL
S&P CLEVER REINFORCEMENT IBERICA

1. INTRODUÇÃO

Existem diferentes métodos de reforço de estruturas de concreto armado: adição de novos elementos, pilares e vigas; instalação de vigas metálicas; adição de armaduras de aço e concreto projetado; colagem exterior de chapas de aço ou FRP (Fibre Reinforced Polymer) etc.

Os sistemas FRP, em forma de mantas, tecidos ou laminados pré-fabricados, podem ser colados e fixados aos

elementos estruturais usando adesivos certificados. Existem diversas normas e guias de cálculo de vários países sobre o reforço externo com FRP.

Esses novos métodos de reforço são o estado da arte mundial e estabeleceram, nos últimos 15 anos, um método de reforço fiável, durável e de custo-benefício vantajoso para o pós-reforço de estruturas existentes. Ultimamente, têm-se desenvolvido novos materiais de reforço em FRP ou novos métodos de aplicação, como é o caso dos compósitos pré-esforçados. Neste artigo, apresenta-se uma evolução relativamente

Quadro 1 – Características gerais de malhas de reforço

Dados técnicos	Malha L500	Malha L200 (long. direção principal) Malha C200 (tran. direção principal) Malha 200/200 (duas direções)
Módulo elástico (teórico) [kN/mm ²]	240	240
Fator de redução do módulo elástico devido à aplicação	1.5	1.5
Módulo elástico (reduzido) para o cálculo [kN/mm ²]	160	160
Resistência última à tração C-fibra (teor.) [N/mm ²]	4'300	4'300
Gramagem da C-fibra na direção principal [g/m ²]	200	80 (2x80 para a 200/200)
Densidade C-fibra [g/cm ³]	1.7	1.7
Alongamento de rotura (teórica) [%]	1.75	1.75
Espessura teórica da C-fibra para o cálculo (Peso ÷ densidade) [mm]	0.117	0.047
Seção transversal C-fibra para o cálculo [mm ² /m]	117	47
Tensão última a 1.75 % (teórica) [kN/m]	500	200
Tensão para o cálculo (recomendado)		
Flexão (~ 800 N/mm ²) (extensão limite em ELU 0.5 %)	93.6	37.6
[kN/m] Axial (~ 640 N/mm ²)	74.8	30.0
(extensão limite em ELU 0.4 %) [kN/m]		

Quadro 2 – Resumo comparativo entre sistemas colados FRPs e malhas de reforço coladas com concretos/argamassas minerais

	FRP System carbono com matriz epóxi	Malhas de carbono com matriz mineral
Umidade do suporte	< 4% umidade residual	Superfície deve estar saturada
Condições da base	Ligeiramente irregular (Lixagem ou jato de areia)	Irregular (jato de água ou areia)
Trabalhos de nivelamento	Trabalhoso nivelamento / reperfilamento	Sem trabalhos adicionais
Aplicação	Fácil / conveniente	Trabalhoso (espalhamento, recobrimento)
Considerações físicas	Clarificação necessária FRP atua como barreira de vapor	Não necessita de clarificação ARMO-System e permeável ao vapor
Proteção à corrosão das armaduras	São necessários trabalhos adicionais – Proteção das armaduras – Pintura de proteção entre o FRP	O valor de pH de 12 para ARMO-System Não necessita de proteção adicional. ARMO-System promove uma proteção alcalina para as armaduras internas.
Segurança contra incêndios	Os fatores de segurança em caso de incêndio devem ser verificados e, caso necessário, devem ser aplicadas medidas de proteção	A matriz (ARMO-crete) é resistente ao calor. F60 (60 minutos de resistência) a ca. 1 cm recobrimento ARMO-mesh

aos compósitos: as malhas abertas de fibra de carbono integradas numa matriz cimentícia, referenciando-se as suas principais vantagens relativamente aos sistemas colados com epóxi.

2. DESCRIÇÃO GERAL DAS MALHAS DE REFORÇO. COMPARAÇÃO COM OS SISTEMAS COLADOS COM EPÓXI

As malhas de reforço em fibra de carbono são sistemas de reforço constituídos pela armadura de reforço, no caso a fibra de carbono, e uma matriz que integra a malha, numa estrutura que tem uma dupla funcionalidade: a aderência da malha e a transferência de esforços entre cada uma das fibras que integram a malha. Essas malhas são constituídas por

filamentos individuais em fibra de carbono e outra de construção, que pode ser de fibra de carbono ou vidro, dependendo da necessidade de resistência em um ou dois sentidos, podendo, assim, apresentar fibras no sentido longitudinal, transversal ou em ambos. As malhas podem ter conteúdos de fibra na ordem de 80 a 500g/m², com módulos elásticos idênticos ao aço, permitindo uma versatilidade de soluções de reforço muito interessante, como veremos adiante.

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Por comparação e para melhor se integrar como elemento de reforço em forma de armadura, essas ma-

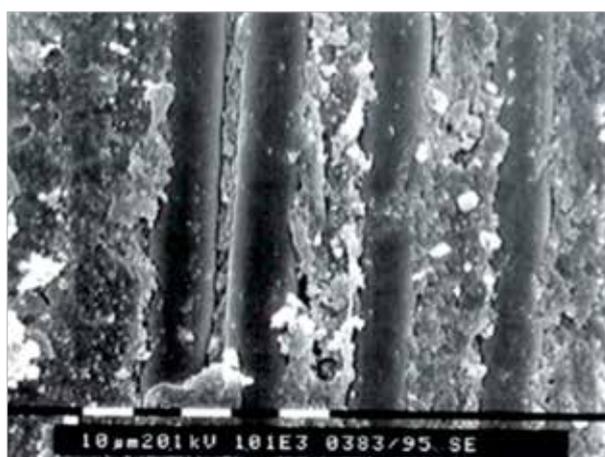
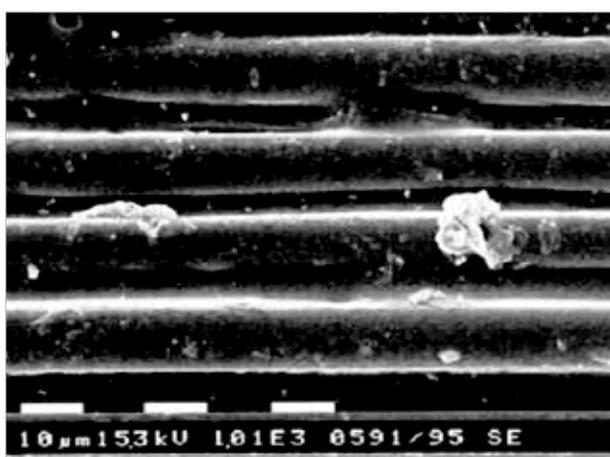


Figura 1 – Espectrografia comparativa entre uma malha normal e uma malha aditivada

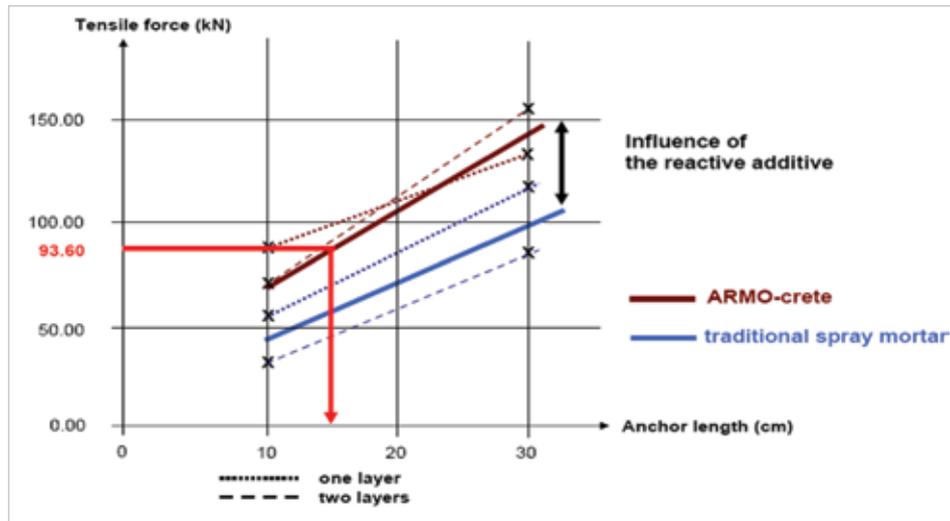


Figura 2 – Ensaio de amarração da malha de carbono/argamassas de reparação aditivada

lhas apresentam módulos elásticos similares ao aço e resistências à tração muito superiores ao aço. Podem apresentar-se em rolos de 100 metros com larguras variáveis, o que facilita a sua aplicação. O Quadro 1 apresenta algumas características gerais deste tipo de malhas, onde se identifica o tipo, com a sua resistência à tração para o cálculo, tendo em conta uma determinada extensão para o cálculo.

2.2 COMPARAÇÃO COM OS SISTEMAS FRPs COLADOS

As malhas de reforço em carbono apresentam al-



Figura 3 – Teste set-up da FH Fribourg

gumas vantagens muito interessantes relativamente aos sistemas colados com epóxi, destacando-se o fato da aderência da malha ser efetuada por um material mineral, exigindo um suporte úmido ou saturado de água. Como se sabe, os sistemas colados com epóxi exigem um substrato seco, segundo o Guideline CEB Fib 440, na ordem dos 3%. Ora, esse requisito é, muitas vezes, impossível de garantir, quer pelas

condições de aplicação, quer pela natureza das obras, como é o caso de túneis ou obras marítimas. Uma outra grande vantagem é o fato desses sistemas apresentarem uma resistência ao fogo perfeitamente caracterizada em ensaios. De fato, consegue-se facilmente provar que um reforço com malhas de carbono, executado com 2 cm de argamassa de reparação, oferece uma resistência ao fogo na ordem dos 120 minutos, o que é bastante aceitável para os parâmetros atuais exigidos neste tipo de intervenções estruturais, comparado com os sistemas colados, onde a resistência ao fogo é praticamente nula. Apresenta-se no quadro 2 um resumo das vantagens e desvantagens dos sistemas de FRPs em malhas e os colados.

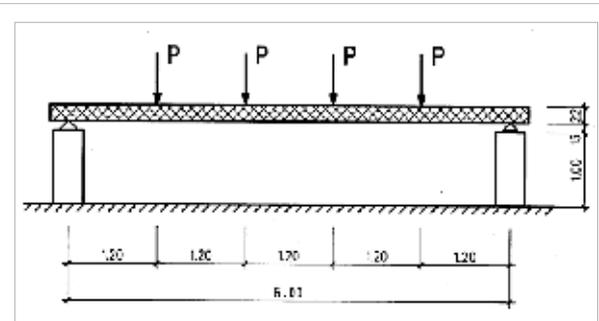


Figura 4 – Esquema do ensaio FH Fribourg

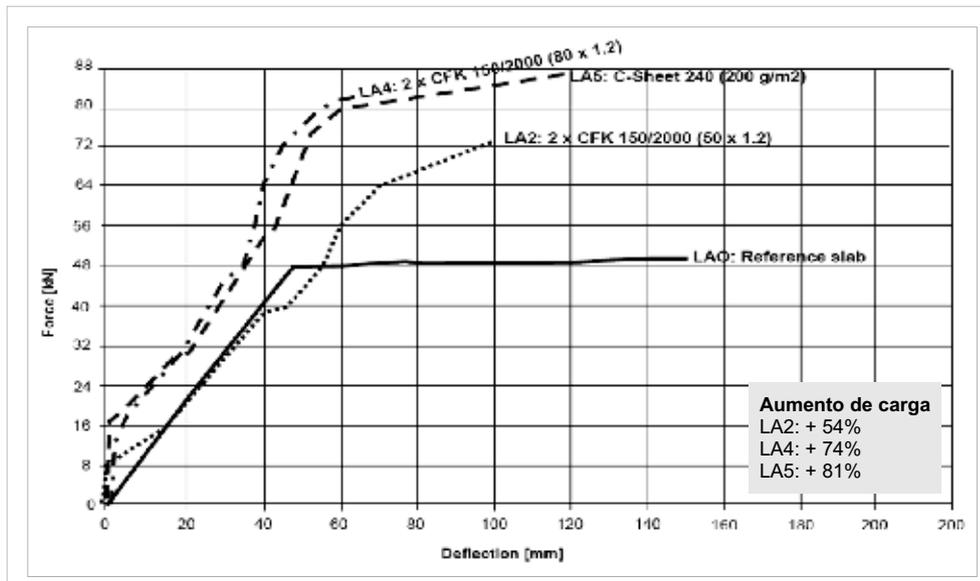


Figura 5 – Diagrama de carga/deflexão

3. VERIFICAÇÃO DA AMARRAÇÃO E ADERÊNCIA DAS MALHAS

Uma das questões que se coloca quando usamos malhas de fibra de carbono, sendo que a natureza da fibra não é propriamente compatível com produtos de base mineral, como as argamassas ou concretos, e: como se pode garantir uma aderência eficaz na transferência de esforços entre a matriz e as armaduras de reforço em fibra? De fato, é, no mínimo, questionável o desempenho das malhas num material de baixa aderência, como as argamassas cimentícias, quando comparamos com a das resinas epóxi, por exemplo. Uma série de ensaios realizados no Laboratório Federal para Ciência e Tecnologia de Materiais da Suíça (EMPA) verificou que, através do desenvolvimento de um revestimento da malha à base de silicato amorfo e de um aditivo na argamassa, conseguiu-se uma aderência melhorada da malha pela

formação de cristais de silicato de cálcio ao redor dos filamentos de fibra (figura 1).

A influência do componente reativo é claramente visível nos resultados. Se a malha L500 (malha que apresenta, para a tensão última a 1,75%, 500 kN/m) for usada sob esforços de flexão em situação de cálculo de 5‰ como extensão limite, é possível ancorar uma força 93,6 kN/m. O Quadro 3 exibe uma listagem dos comprimentos de ancoragem recomen-

dados, com um fator de segurança de 30%.

Foram realizados ensaios comparativos de verificação de comprimento de amarração entre malhas não revestidas e malhas revestidas em conjunto com argamassas aditivadas. Concluiu-se, com base nesses resultados, que com um comprimento de amarração de 15cm entre a malha e a argamassa (figura 2), obtem-se uma força de 93,6 kN, força essa que está na base dos cálculos estruturais para os estados limites últimos em flexão.

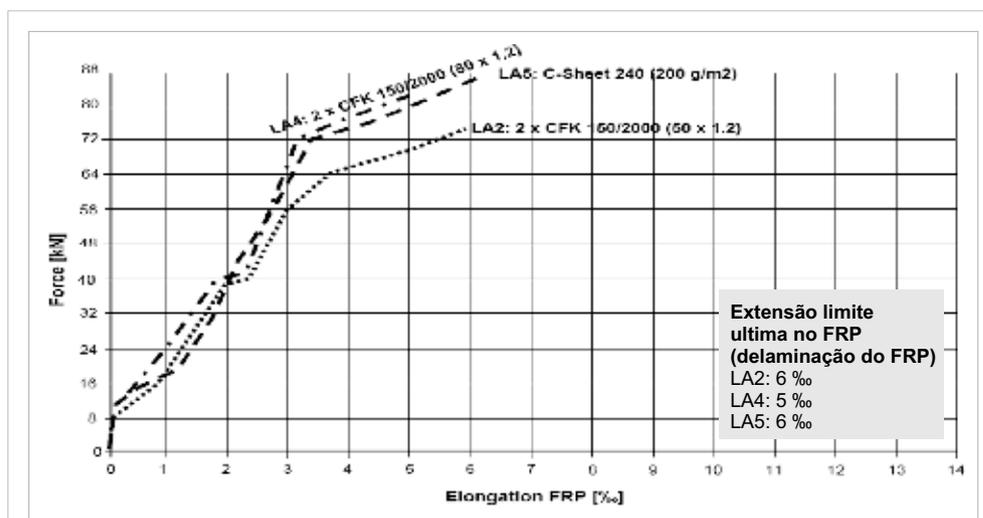


Figura 6 – Diagrama de carga/extensão do FRP a meio vão

Quadro 3 – Comprimentos de amarração para uma extensão de cálculo de 5%

Malha L500	c/ componente reativo (cm)		s/ componente reativo (cm)	
	Teste	Teste +30%	Teste	Teste +30%
Tensão de flexão (5%)	~15	~20	~28	~35-40

4. ENSAIOS DE DESEMPENHO

4.1 ENSAIOS DE FLEXÃO EM LAJES DE CONCRETO COM FRPs COLADOS

Foram realizados ensaios na Universidade Técnica de



Figura 7 – Aplicação da argamassa como matriz

Fridbourg, na Suíça, em uma laje de concreto tipo, onde foram também realizados ensaios com laminados e mantas de fibra de carbono, de forma a comparar desempenhos estruturais. A laje de referência de concreto armado foi comparada com outras lajes de concreto armado reforçadas com diferentes sistemas de FRP.

Quadro 4 – Especificações da lajes de concreto armado

Laje	Armadura
Espessura 22 cm - Comprimento total 6.3 m	longitudinal 6 Ø 12 (S 500)
Largura 85 cm - vão entre apoios 6.0 m	transversal Ø 8 S = 150 (S 500)

Quadro 5 – Conteúdo de fibra de carbono

	Conteúdo C-fibre 0.85m largura
LA2: 2 Laminados 150/2000 (50 x 1.2)	84 mm ²
LA4: 2 x Laminados 150/2000 (80 x 1.2)	134.4 mm ²
LA5: Manta de 240 (200 g/m ²)	99.5 mm ²

4.1.1 Reforço com FRP

A laje de referência foi comparada com as lajes reforçadas com os diferentes sistemas de reforço - FRP Systems).

Os resultados são apresentados nas figuras 5 e 6.

4.2 ENSAIOS EM LAJES DE CONCRETO COM MALHA DE CARBONO EM MATRIZ CIMENTÍCIA

A laje de referência foi também comparada com as lajes reforçadas com malha de fibra de carbono L500.

As dimensões, as armaduras e o tipo de concreto usado nas lajes seguiram os padrões exatos

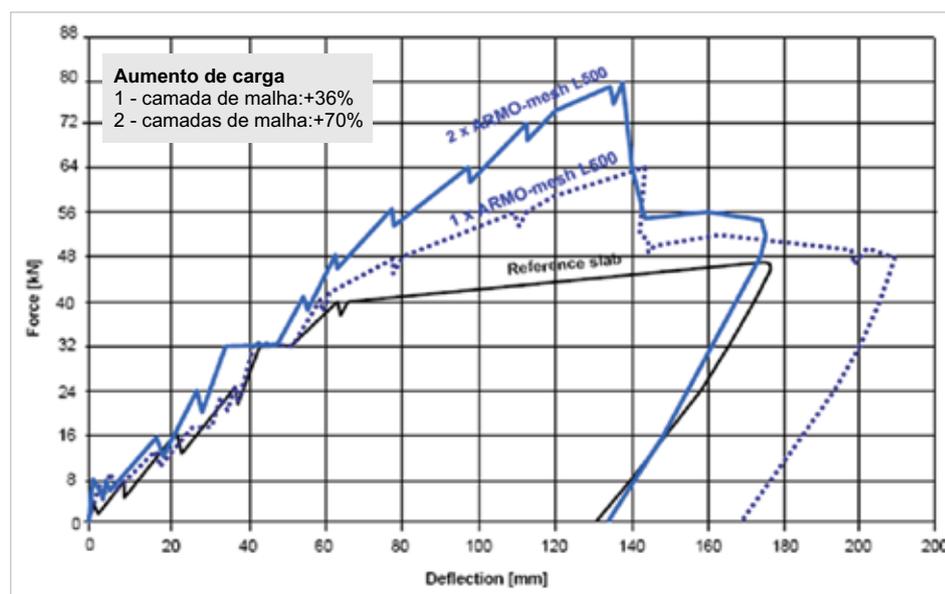


Figura 8 – Diagrama carga/deflexão

usados nas série de lajes reforçadas com o sistema FRP System, de forma a comparar os resultados.

4.2.1 Reforço da malha

A laje de referência foi comparada com laje reforçada com 1 camada com malha L500 e 2-camadas.

Consideram-se que as características técnicas da L500 estão de acordo com o Quadro 1.

A taxa de armadura efetiva:

- 1 camada de malha L500, com 99,5 mm² de fibra carbono em 0,85 m de largura de laje (aplicada com 1.5 cm argamassa estrutural);
- 2 camadas de malha L500, com 190 mm² de fibra de carbono em 0,85 m de largura de laje.

Foi medida a extensão da face no concreto (zona tracionada). Foi calculada a relação tensão/extensão na malha. Os resultados são apresentados nas figuras 8 e 9.

Foi medida a extensão da face no concreto (zona tracionada). Foi calculada a relação tensão/extensão no S&P ARMO-mesh. Os resultados são apresentados na Figura 9 (extensão e tensão no concreto no banzo comprimido).

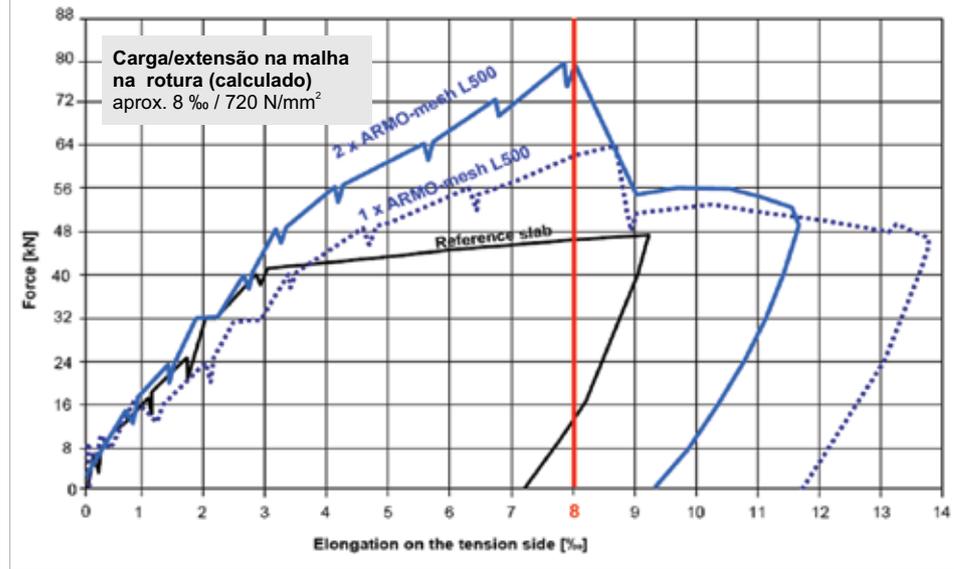


Figura 9 – Diagrama carga/Extensão medida a meio vão

No Quadro 6, compara-se o conteúdo de fibra de carbono e o fator de reforço relevante com FRP e Malhas de Carbono.

Recomenda os seguintes conceitos de cálculo para a malha de carbono, baseando-se na investigação da Universidade Técnica Fribourg/CH:

- Deve-se tomar um fator de redução de cálculo 1.5 sobre o módulo de elasticidade do material, devido à aplicação;
- Propõem-se considerar os seguintes limites de extensão em estados limites últimos (Quadro 7).

Quadro 6 – Conteúdo de fibra de carbono/aumento de carga FRP e malha

Série	Conteúdo de fibra-C	Fator de reforço
LA2: 2 x Laminados 150/2000 (50 x 1.2)	84 mm ²	+ 54%
LA4: 2 x laminados 150/2000 (80 x 1.2)	134.4 mm ²	+ 74%
LA5: Manta de 240 (200 g/m ²)	99.5 mm ²	+ 81%
1 - camada malha (aplicada em 1.5 cm argamassa)	99.5 mm ²	+ 36%
2 - camadas malha (aplicadas em 2 cm argamassa)	190 mm ²	+ 70%

Quadro 7 – Limites de extensão em estados limites últimos

Fator de redução do módulo de elasticidade	Módulo elástico (reduzido)	Limitação de extensão ELU		
		Reforço à flexão	Reforço axial (confinamento)	Reforço ao corte
1.5	160 kN/mm ²	0.5% (tensão 800 N/mm ²)	0.4% (tensão 640 N/mm ²)	0.2% (tensão 320 N/mm ²)



Figura 10 – Aplicação de malha de carbono em bancadas/ pormenor do reforço

5. DOIS CASOS PRÁTICOS DE APLICAÇÃO

5.1 REFORÇO DE BANCADAS NO ESTÁDIO MARACANÃ, NO RIO DE JANEIRO

O estádio do Maracanã sofreu uma série de intervenções de adaptação para o Campeonato Mundial de Futebol de 2014. Inicialmente, foi tido em conta algumas adaptações para reforços com fibras de carbono em vigas e pilares da estrutura de apoio à nova cobertura. No caso das bancadas, devido às exigências da FIFA, foi considerado inicialmente um reforço das bancadas com incremento de concreto e armaduras eletrosoldadas, com a finalidade de alterar os estados vibratórios da estrutura. Este projeto foi alterado, tendo em conta os prazos curtos de intervenção e o estado de degradação das bancadas. Foi, então, proposta pelo consultor de projeto a alteração do projeto inicial para armaduras em forma de malhas e enchimentos com microconcreto. Esta solução revelou-se de enorme utilidade, tendo encurtado os prazos em cerca de 3 meses.

5.2 REFORÇO DA ABÓBODA NUMA IGREJA EM LISBOA

Outra aplicação interessante do sistema pode ser o reforço de alvenarias em edifícios de valor histórico. A aplicação de novos materiais tem, muitas vezes, sido vetada por motivos de compatibilidade física entre os materiais. De fato, a utilização de reforços colados com resinas estruturais epóxi neste tipo de estruturas pode ser controversa devido à sua impermeabilidade ao vapor de água e à concentração de esforços em elementos de fraca aderência, como são as alvenarias antigas. As soluções de malha em fibra de carbono, por serem aderidas com argamassas de matriz mineral, apresentam-se como uma solução interessante do ponto de vista estrutural, sem comprometer os aspectos físicos das construções de valor histórico.

Uma primeira intervenção foi executada em 2012, no reforço de um arco em abóboda numa igreja em Lisboa. Esta construção apresentava uma anomalia devido ao deslocamento dos contrafortes, provocando uma desestabilização da abóboda. Foi efetuado um estudo de reforço da abóboda, tendo-se optado pelo refor-



Figura 11 – Aplicação de malha de carbono no intradorso da abóboda

ço com malhas de fibra de carbono no intradorso e extradorso da abóboda, utilizando argamassas de cal hidráulica como matriz. As duas “casca” de reforço foram depois conectadas com varões de inox, criando um efeito de confinamento da abóboda.

6. CONCLUSÕES

Os novos materiais de reforço, como são os FRPs, têm, cada vez mais, ocupado um espaço importante nas obras de reforço, quer em edifícios, quer em estruturas especiais, como são as pontes ou edifícios históricos. A sua versatilidade e utilidade, bem como os numerosos estudos e ensaios realizados nas duas últimas décadas,

além dos diversos manuais existentes, permitem encarar esses novos métodos de reforço com muita confiança. De fato, existem obra executadas há mais de 15 anos, com desempenhos muito satisfatórios. Novos materiais estão sendo desenvolvidos e aplicados em áreas interessantes, sendo este caso apresentado um exemplo disso. As malhas de carbono parecem vir preencher uma lacuna que sempre existiu nesses novos materiais, apresentando-se como uma solução muito interessante para alguns casos específicos de aplicação. Estão em curso investigações em Portugal e em laboratórios europeus, sendo muito promissores os resultados já obtidos.

Referências Bibliográficas

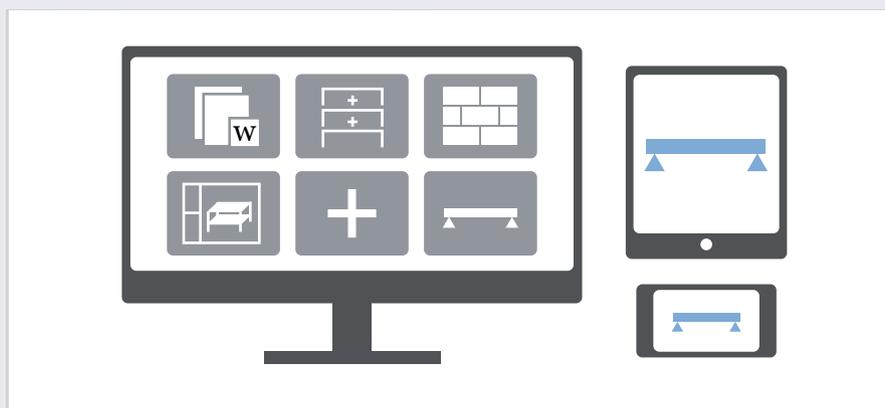
- [01] Prüfbericht Nr. 20100468A, S&P ARMO-mesh L500 (in eine Richtung, endverankert) Plattenbiegeversuch, 9.4.2010, VSH, CH.
- [02] Endverankerungen von S&P ARMO-mesh L500, Okt.-Dez. 2009, S&P Clever Reinforcement Company AG, CH.
- [03] Renforcement de dalles en beton au moyen de treillis en fibres de carbone (Projet de recherche AGP 14'105).
- [04] Projet de recherche AGP 21'159, Série expérimentale MR-A, Essais de cisaillement de murs en maçonnerie renforcés, janvier 2010, FH Fribourg, CH.
- [05] Projet de recherche AGP 21'159, Série expérimentale MR-B, Essais de cisaillement de murs en maçonnerie renforcés, mars 2010, FH Fribourg, CH.
- [06] Projet de recherche AGP 21'159, Série expérimentale MR-C, Essais de cisaillement de murs en maçonnerie renforcés, janvier 2010, FH Fribourg, CH (Version provisoire).
- [07] Prüfbericht Nr. 20101027 S&P ARMO-mesh 200/200 Plattenbiegeversuch, 7.5.2010, VSH, CH.
- [08] Prüfbericht Nr. 20093882A, S&P ARMO-mesh L500 (in eine Richtung) Plattenbiegeversuch, 9.4.2010, VSH, CH.
- [09] Flèches, déformations 05.11.2010. ●

CAD/TQS

17

Concepção, Análise, Dimensionamento, Detalhamento e Gerenciamento de Estruturas de Concreto.

Mais intuitivo, produtivo, refinado e com mobilidade.



O uso de estruturas pré-fabricadas de concreto em edifícios altos

ÍRIA LÍCIA OLIVA DONIAK

PRESIDENTE EXECUTIVA ABCIC, DIRETORA DE CURSOS IBRACON E MEMBRO DA C6 DE PRÉ-FABRICADOS *fib*

1. INTRODUÇÃO

Em 2011, o Anuário Abcic apresentou “cases” de edifícios de maior altura que utilizaram a pré-fabricação de concreto, no Brasil e no exterior. É um tema que vem sendo aprofundado cada vez mais, face à crescente adoção dos sistemas industrializados no mundo. No Brasil, por uma questão de maior produtividade, onde é crescente a falta de mão de obra e vem aumentando a mecanização dos canteiros. Na Europa, especialmente pela racionalização trazida e pelo incentivo de alguns governos, por trazerem menor impacto ao meio ambiente e permitirem o uso de tecnologia avançada, em casos já referenciados em padrões normativos. Em 2012, a matéria foi atualizada com a opinião dos projetistas nacionais.

Recentemente, no Simpósio da *fib* (*federation internationale du beton*), realizado em Tel Aviv, de 22 a 24 de Abril de 2013, sob o tema “Engineering a Concrete Future: Technology, Modeling & Construction”, o uso de concreto em edifícios altos sob suas diversas formas de aplicação convencional e industrializada, incluindo sistemas compostos e mistos, foram abordados, tendo como países protagonistas em seu uso os Estados Unidos e a Holanda. Na apresentação do WSP Cantor Seinuk, de Nova York, Silvan Marcus comentou que, quando se iniciou a construção de edifícios altos nos Estados Unidos, o aço era um material quase que exclusivamente utilizado para essas obras, pelo seu baixo módulo de elasticidade; mas, em contraste, nas duas últimas décadas, os concretos de alta resistência e o avanço da tecnologia do concreto têm feito do concreto o atual protagonista, quer na forma de uso convencional, quer em combinação com outros sistemas construtivos.



Com 250m de altura, o Edifício Torre de Cristal em Madrid usou tajes alveolares pré-fabricadas e pilares compostos de concreto com perfis metálicos em seu interior

Neste contexto, ele destacou, para fins de projeto, não só uma análise estrutural, mas também uma análise em relação aos critérios de desempenho e conforto. Exemplificou, tomando como referenciais os edifícios em construção ou a serem iniciados na 56 Leonard Street, One 57 West

57th Street e o MOMA Tower. Por sua vez, na Holanda, na Delft University of Technology, os professores do departamento de engenharia estrutural estudam importantes aspectos de ligações e estabilidade para edifícios altos com adoção de painéis pré-fabricados de concreto, visando a utilização desse sistema em edifícios com altura superior a 200m. O sistema é amplamente empregado no país, tendo sido empregado no The Hague, com 136 metros.

A partir dessas considerações, este artigo tendo como plano de fundo a utilização do concreto pré-moldado para edifícios de maiores alturas, tomando como referência os anuários da Abcic 2011 e 2012, posto que este tem sido um dos temas de estudos em pauta deste setor, complementados pelas opiniões de projetistas nacionais e internacionais, visa difundir o uso do sistema construtivo bem com as possibilidades e vantagens do uso da pré-fabricação em concreto a partir da apresentação de casos nacionais e internacionais.

Falar em edifícios altos com pré-fabricados de concreto significa, na Bélgica, mais de 37 pavimentos, com aproximadamente 137 metros de altura, e, na Holanda (Rotterdam), 42 pavimentos, equivalendo a 142 metros, sendo os primeiros cinco pisos em concreto moldado “in loco” e, a partir daí, integralmente em pré-fabricados. Talvez comparado com o conceito de edifícios altos de uma forma geral, 140 metros possa não ser expressivo, mas considerando aspectos de geotecnia e cargas horizontais toma outra conotação.

2. CASES E AVALIAÇÕES

No Brasil, duas importantes referências devem ser destacadas - o edifício São José da Terra Firme, em Santa Catarina, e o Pátio Dom Luís, no Ceará. A característica comum desses empreendimentos brasileiros foi o uso de vigas e lajes alveolares de concreto protendidas e os pilares moldado no local, porém ainda limitado a aproximadamente 20 pavimentos. Na Europa, após uma série de aplicações bem sucedidas desses elementos estruturais em torres com mais de 100 metros de altura, a tendência aponta para o aproveitamento, cada vez maior, de estruturas pré-fabricadas de concreto.

Nos últimos anos, o Velho Continente tem sido palco da proliferação de arrojados arranha-céus executados com estruturas pré-fabricadas de concreto ou em combinação com outros sistemas, especialmente em países como Bélgica, Holanda e Espanha. Os motivos que justificam a ado-



BANCO DE IMAGENS ABCIC

Edifício North Galaxy, Bélgica (37 pavimentos)

ção dessa solução construtiva são vários. Obras limpas e rápidas, redução do desperdício de materiais, maior controle de qualidade, produtividade e previsibilidade de resultados são alguns deles. O outro ganho diz respeito à pré-fixação dos preços de compra dos insumos da construção. Nesses casos, os contratos são fechados a preços fixos, sem os aditivos contratuais normalmente presentes nos contratos das obras convencionais.

O engenheiro belga Arnold Van Acker, especialista em estruturas pré-fabricadas e membro da comissão de pré-fabricados da *fib* (*Federação Internacional do Concreto*), com quase 50 anos em pré-fabricados, em visita recente ao Brasil, lembrou que, com o uso de vigas e lajes pré-fabricadas protendidas, é possível obter vãos maiores e construções mais esbeltas. Além disso, o uso desses elementos proporciona redução significativa do peso e altura, quando comparado a estruturas convencionais, permitindo a construção de um pavimento a mais a cada 35 andares.

Segundo Van Acker, em comparação com lajes em “steel/ribdeck”, as estruturas integralmente de concreto são menos deformáveis e resistem ao fogo por duas horas, sem necessidade de qualquer proteção adicional. O engenheiro belga conta, ainda, que, até os anos 1990, o concreto pré-moldado não era muito usado nesse segmento de mercado, mas recentes avanços na indústria de pré-moldados mudaram muito esse quadro. Entre essas inovações, destacam-se os concretos de elevadas resistências, que já são bem dominados pela indústria de pré-fabricados.

“A pré-fabricação é um sistema que pode responder muito bem às demandas atualmente exigidas na constru-

ção em geral e, em particular, nos edifícios, como segurança, durabilidade, resistência ao fogo, eficiência energética, sustentabilidade, velocidade construtiva, etc.”, acrescenta o projetista e consultor espanhol em estruturas Hugo Corres Peiretti, professor da Escola de Engenharia da Universidade Politécnica de Madrid.

No Brasil, os projetistas também enxergam ganhos na aplicação de pré-fabricados para a construção de edifícios, sejam eles comerciais ou residenciais. Fernando Rebouças Stucchi, diretor da EGT Engenharia e professor da Poli-USP, lista vantagens importantes das estruturas híbridas, especialmente quando se combina aço e pré-fabricado de concreto. Entre elas, ele destaca a rápida execução, a possibilidade de se obter vãos maiores para a mesma altura estrutural e o peso menor das peças, o que facilita o transporte e a movimentação. “Além disso, a estrutura mista tem uma beleza diferente que tem chamado atenção de muitos arquitetos”, completa Stucchi.

“Vejo com muito bons olhos a utilização de estruturas pré-fabricadas e a também as estruturas híbridas. Vivemos um momento em que há escassez de mão de obra na construção em todos os níveis, desde a mais ou até a menos especializada. Nestes termos, a industrialização é bem-vinda, pois poderá viabilizar-se com um alto nível de qualidade e custo adequado”, afirma o engenheiro Francisco Paulo Graziano, projetista e consultor de estruturas, diretor do escritório Pasqua & Graziano e professor do Departamento de Estruturas e Fundações da Poli-USP. Em sua opinião, não cabe falar em limite de altura para este tipo de processo construtivo, desde que se tomem as devidas providências, tendo em vista tanto o projeto e a execução quanto os elementos estruturais e suas conexões, visando à estabilidade global do edifício.

No Brasil, é possível encontrar edifícios de até dez andares integralmente construídos com estruturas pré-fabricadas. Com resistência mecânica que pode chegar até 50 MPa, os pilares são contínuos e têm as ligações, semirrígidas, resistentes à flexão. Embora não seja um edifício convencional, uma referência recente é o setor oeste da Arena Corinthians, atualmente em construção na capital paulista. Ali, a estrutura de 11 andares é toda pré-fabricada.

Já, os edifícios maiores, feitos com sistemas construtivos pré-fabricados em concreto, têm estrutura híbrida e combinam sistemas moldados “in loco” ou de aço com pré-fabricados de concreto. Nesses casos, lajes alveolares

e vigas protendidas são associadas a pilares moldados no local, compondo uma estrutura aporticada.

Para o engenheiro e consultor em estruturas Eduardo Barros Millen, a utilização de pré-fabricados em estruturas mistas para edifícios altos é uma solução construtiva possível e viável também no Brasil. “Os pré-fabricados, sem dúvida, podem trazer vantagens, como a velocidade e a qualidade final do concreto”, afirma o projetista, segundo o qual a principal limitação a esse esquema estrutural diz respeito às dificuldades de transporte e movimentação destas peças, principalmente fora de São Paulo.

Suely Bacheretti Bueno, projetista de estruturas e presidente da Abece (Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural), concorda e diz que um dos principais obstáculos para a disseminação dos edifícios de maior altura em concreto pré-fabricado no País ainda é a baixa mecanização do canteiro de obras, sobretudo a pouca oferta de equipamentos de grande porte para içamento das peças. “A maioria das gruas disponíveis ainda é de pequena capacidade de carga”, avalia a engenheira.

A falta de escala para viabilizar um custo acessível dos elementos de conexões é apontada pelo engenheiro Augusto Guimarães Pedreira de Freitas, vice-presidente da Abece, como uma dificuldade que precisa ser superada para tornar viável o uso mais amplo de estruturas híbridas com maior participação de pré-fabricados de concreto. “Nos Estados Unidos e na Europa, encontram-se com facilidade fantásticos elementos de conexões. Aqui, pelo menos até o momento, temos que importar a peso de ouro”, lamenta, lembrando que, com esse tipo de conexão, é possível atingir as alturas usuais de prédios residenciais e comerciais (30 a 40 pavimentos).

Apesar disso, a tendência é que o uso das estruturas híbridas cresça até por uma questão de custo, acredita o engenheiro Fernando Stucchi. Ele lembra que o alto custo da estrutura metálica muitas vezes inviabiliza o seu uso. Mas esse problema se dilui quando uma parte da estrutura é feita em concreto.

3. CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

A concepção estrutural dos edifícios de maiores alturas em pré-fabricados de concreto é explicada detalhadamente pelo engenheiro espanhol Corres, que vê amplas possibilidades em sua aplicação neste tipo de obra.

Neste tipo de edifícios, dependendo logicamente das características da planta e do número de andares, é ne-

cessário dispor de elementos de enrijecimento frente aos efeitos das cargas horizontais. Estes elementos são núcleos verticais de circulação, que podem ser projetados para garantir um comportamento adequado frente a estas solicitações. Os núcleos são moldados no local, antes da construção dos pisos do edifício, e também se constroem

de forma racionalizada com fôrmas deslizantes e armadura pré-fabricada, visando atingir um andar por semana.

Exceto o núcleo, o edifício pode ser totalmente pré-fabricado com pilares, vigas, lajes alveolares ou pré-lajes pré-fabricadas. Sua função é fundamentalmente a de resistir às cargas verticais, não tendo a responsabilidade de

EMPREENDIMENTO SÃO JOSÉ DA TERRA FIRME (SC)

O edifício comercial São José da Terra Firme, com lojas no térreo e dois andares de garagens, que totalizam aproximadamente 24 mil m², distribuídos em 14 pavimentos, utilizou tecnologia mista de construção, aliando soluções pré-fabricadas e estruturas moldadas na própria obra.

O sistema proposto consiste na construção de um edifício em “L” com modulação entre pilares, aproveitando a região central de escadas e elevadores para a criação de núcleos rígidos de contraventamento e nós semi-rígidos nas ligações de vigas e pilares. Os pilares foram moldados no local, com concreto fck 30 MPa, mesma resistência especificada para as vigas e lajes alveolares protendidas, ambas com cordoalhas aderentes. Para a execução dos pilares, foram utilizadas formas de madeira compensada e escoramento metálico. As vigas e lajes pré-moldadas foram transportadas até a obra em caminhões “trucks”, sem necessidade de adaptações, e na montagem do edifício foi utilizado um guindaste tipo grua, com capacidade para 3,0 tf, e lança de 30 metros.

Os pré-moldados foram apoiados nos pilares através de armaduras de esperas, sem necessidade de escoramento. Em uma segunda etapa de concretagem, foram montadas as fôrmas e concretadas as ligações. Para finalizar, as lajes alveolares são transportadas por dispositivos especiais (balancim e garras) que evitam fissuras longitudinais decorrentes de um esforço de flexão transversal não previsto. Depois, são colocadas

BANCO DE IMAGENS ABCIC



as armaduras complementares para as vigas e lajes e inicia-se a última etapa de concretagem, que pode ser feita de duas maneiras: primeiro é concretada a camada inicial de 15 cm e depois o capeamento de 5cm, ou executa-se uma concretagem única, onde viga e capa são cobertas em uma só operação. É importante destacar que as peças possuíam comprimento máximo de 8 metros e, por esta razão, o transporte com caminhões “trucks” foi realizado sem dificuldades, mesmo dentro de um centro urbano.

De acordo com os especialistas, foram grandes as vantagens ao adotar o sistema misto na construção do edifício: grande parte da logística de concretagem no canteiro foi eliminada, houve melhor adaptabilidade de peças e melhoria das condições de segurança. Também se obteve redução drástica de fôrmas e escoramentos e menor geração de resíduos. A estimativa de

redução de custos em relação a uma estrutura convencional, moldada no local, é de ordem de 20%. Mas, ao adotar esse sistema, é imprescindível um efetivo planejamento ainda na fase de projetos. O tempo de projeto e desenvolvimento foi significativamente maior do que o tempo de execução, mas isso se refletiu em agilidade de operações e resultados satisfatórios nas interfaces projeto, produção e montagem, de maneira a reduzir modificações no canteiro. Outro aspecto destacado foi a velocidade imprimida aos serviços subseqüentes, principalmente instalações, que já nascem compatibilizadas. As passagens das tubulações foram concentradas em shafts e, quando necessário, as furações nas vigas previstas no projeto foram executadas na fábrica durante a produção, inclusive as aberturas para instalação do ar condicionado nas vigas armadas de contorno.

EMPREENHIMENTO PÁTIO SÃO LUÍS (CE)

No Nordeste, em Recife, verifica-se também o exemplo da aplicação do sistema com pré-moldados em edifícios altos. O edifício Pátio Dom Luís, é composto por um shopping com 5 níveis, sendo 2 níveis de garagens (subterrâneo) e 3 níveis de lojas.

As 4 torres nascem sobre a estrutura do shopping/garagens, sendo 2 (duas) comerciais com 20 pavimentos e 2 (duas) residenciais com 24 pavimentos.

Totalizando 56.000 m² de área construída, os pilares são moldados “in loco”, mas vigas, lajes e varandas são pré-fabricadas. Apenas algumas vigas e lajes, além das caixas de elevador e escada, são moldadas “in loco”.

BANCO DE IMAGENS ABCIC



VANTAGENS DO SISTEMA

- Grande parte da logística de concretagem em canteiro eliminada.
- Tempo de projeto e desenvolvimento maior do que o tempo de execução.
- Resultados satisfatórios na interface projeto, produção e montagem.
- Compatibilidade e facilidade nas instalações.
- Planejamento prévio para utilização da grua. (otimização de recursos)
- Redução de cronograma.
- Regularidade e redução nas espessuras de revestimentos.
- Redução de resíduos gerados em canteiro.
- Redução de formas e escoramentos.
- Qualidade.

garantir as cargas horizontais. Neste caso, se requer um bom funcionamento do efeito diafragma para assegurar a integração e a transmissão da estrutura dos pisos ao núcleo vertical resistente. Quanto maior for a altura, maior será a importância de se considerar os encurtamentos diferenciais entre a estrutura para a carga vertical, a pré-fabricada; e a resistente para as cargas horizontais executadas “in loco”.

Para os pilares, a pré-fabricação pode oferecer o uso de concretos de alta resistência, diminuindo sua seção, muito importante em relação ao uso do edifício, e diminuindo também seu peso, melhorando as condições de movimentação, transporte e montagem. Pode também oferecer a possibilidade de pilares mistos, concreto de resistência adequada com a altura e perfis metálicos inseridos com revestimento em concreto.

As vigas e pisos devem ser projetados para cumprir os requerimentos arquitetônicos. Muitas vezes, a pré-fabricação fica fora de mercado por não apresentar propostas com detalhes adequados às condições arquitetônicas exigidas, com os requerimentos estruturais, com as instalações e requisitos construtivos, limitando o peso dos elementos e facilitando a execução das ligações. Para estas exigências, existem soluções que já foram utilizadas na pré-fabricação, mas, para adaptá-las a fim de executá-las adequadamente, é necessário ter conhecimento, flexibilidade e capacidade de projeto.

Construída recentemente em Madrid, a Torre de Cristal, com 250m de altura, é um exemplo interessante de uso de pilares mistos, de concreto com perfis metálicos de grande capacidade. A parte metálica foi montada ao nível do solo, pré-fabricada em um determinado sentido, instalada no edifício e se concretada na localização definitiva. As vigas metálicas em duplo T com abas de largura diferente permitem o apoio das lajes alveolares.

A concepção inicial deste edifício era a utilização de 100% de estruturas de concreto; no entanto, o fator limitante não foi nenhuma questão técnica e, sim, logística. Para proveitamento de gruas com capacidade para mesma carga, a solução foi adotar o uso de vigas metálicas. Os pré-fabricados de concreto devem ser, o máximo possível, introduzidos no projeto, porém a intercambialidade desses elementos com outros sistemas construtivos, por vezes, potencializa o seu uso. Destaca-se aqui outros fatores importantes: a concepção do projeto na fase de análise de viabilidade de um empreendimento, posto que a questão da logística associada à técnica e ao prazo de execução sejam determinantes; e a criteriosa execução dos elementos, que sempre requer o uso de concretos de alta resistência e criteriosa supervisão.

Seguramente, uma variante para o futuro possa ser a utilização de um pilar pré-fabricado que venha da fábrica já completo, com tramos e com o perfil metálico já con-

cretado, com um concreto de qualidade adequada às necessidades. As vigas poderiam ser de concreto protendido, especialmente projetadas para reduzir o peso e com a vantagem de não requerer proteção adicional ao fogo. As ligações poderiam ser resolvidas de forma similar como foram no edifício construído.

Para distintos casos existem distintas soluções, porém, é claro que a pré-fabricação pode resolver de forma muito eficiente diferentes edifícios, inclusive os de maiores alturas, com graus de porcentagens diversas de seu uso na estrutura.

4. OS DIFERENTES SISTEMAS ESTRUTURAIS TIPO ESQUELETO E COM PAINÉIS

A análise da utilização de estruturas pré-moldadas em vários países, resultou em alguns sistemas básicos, com requisitos técnicos específicos. A estrutura em esqueleto pode ser empregada em edifícios com mais de 40 andares, é formada por vigas, lajes e pilares pré-moldados de alta resistência, entre 80 e 95 MPa, núcleo rígido de contraventamento para garantir a absorção dos esforços horizontais (geralmente circulação vertical) e fachadas leves. De acordo com o professor Marcelo Ferreira, coordenador do NETPRÉ - Núcleo de Estudos e Tecnologia em Pré-fabricados de Concreto, as ligações no sistema esqueleto devem ser solidarizadas com traspasse de armaduras e capa de concreto, como um sistema monolítico.

Outro sistema também utilizado é constituído de estruturas pré-moldadas porticadas, ou seja, vigas, pilares e lajes sem solidarização nas ligações. Este sistema pode requerer núcleo rígido de contraventamento, dependendo da altura da edificação. Também são usados sistemas pré-moldados baseados em painéis estruturais. Nestes casos, a estrutura tem a função de vedar o edifício, que irá apresentar fachada toda em concreto.

Todos os sistemas devem estar em sintonia com o partido estrutural e com o conceito de racionalização e industrialização. Até fachadas, em painéis arquitetônicos ou de vidro, devem obedecer ao conceito de linha de monta-

gem. Além de sistemas onde todos os elementos são pré-moldados, existem as estruturas mistas, onde vigas e lajes são pré-moldadas, mas os pilares são moldados “in loco”. Neste tipo de estrutura, mais utilizada no Brasil, também pode ser necessária a execução de um núcleo rígido de contraventamento. Quando se utiliza o sistema misto de pré-vigas e pré-lajes com pilares moldados no canteiro, com complemento de solidarização “in loco”, a solução estrutural também se aproxima do critério de rigidez de uma solução monolítica.

As lajes de todos os sistemas podem ser alveolares protendidas ou pré-lajes treliçadas também protendidas, com isopor, sempre em painéis com a largura definida e o comprimento variável, e devem ter a função de absorver as cargas verticais e trabalhar como um diafragma rígido que garanta o funcionamento conjunto das estruturas verticais, necessário para a estabilidade de estruturas altas.

5. CONCLUSÃO

A industrialização é a única forma de desenvolvimento sustentável da construção civil, a exemplo de outros continentes, como Europa e América do Norte. Por aspectos que não somente técnicos relativos à engenharia estrutural e de materiais, mas de desempenho e funcionalidade, como também o desenvolvimento da arquitetura contemporânea e requisitos de sustentabilidade, não mais construiremos da mesma forma. A pré-fabricação em concreto é uma das possibilidades a serem consideradas nos estudos de viabilidade de distintos empreendimentos, incluindo os edifícios habitacionais e comerciais. Vem sendo protagonista do desenvolvimento da infraestrutura do país. Como setor representa um amplo parque industrial compatível com as tecnologias mundialmente empregadas e tem trabalhado para a ampliação e manutenção atualizada das normas técnicas aplicáveis, bem como as normas regulamentadoras de segurança. Além desses fatores, sua intercambialidade com outros sistemas construtivos, a exemplo do concreto moldado “in loco” tem potencializado significativamente sua adoção.

Referências Bibliográficas

[01] Anuário ABCIC 2011.

[02] Anuário ABCIC 2012. ●

Controle da resistência do concreto – 2ª Parte

JÉSSICA PACHECO

PAULO HELENE

PHD ENGENHARIA

11. O QUE É RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO

Admite-se, ou melhor, convencionou-se que a função de erro, distribuição normal ou de Gauss, é um modelo matemático que pode representar de maneira satisfatória a distribuição das resistências à compressão do concreto (fenômeno físico real) (Helene, 1981).

A curva densidade de probabilidade das resistências é admitida como normal e o valor característico é calculado em função da dispersão dos resultados, originados pelo processo de produção e ensaio.

O valor de resistência à compressão que apresenta uma probabilidade de 5% de não ser alcançado é denominado resistência característica do concreto à compressão e indica-se com a notação f_{ck} , conforme indicado na Fig. 5.

Esse valor é o adotado no projeto estrutural e também é conhecido por resistência especificada, característica ou de projeto, indicada por f_{ck} .

A estrutura será moldada com um concreto de resistência característica à compressão, efetiva ou real, sempre igual ou menor, denominado $f_{ck,ef}$, cujo valor é complexo e difícil de ser conhecido, pois envolve muitas variáveis de execução, tais como: geometrias, excentricidades, cura, adensamento, etc.

Em outras palavras, a maioria esmagadora do concreto deve ir para moldar a estrutura e dar origem a uma f_{ck} efetivo ou real, e somente uma pequena parte deve ir para o controle. Em vista disso, há necessidade de - a partir de uma pequena amostra representativa, ou seja, uns poucos corpos de prova com volume menor que $0,01m^3$ - obter uma resistência característica estimada do concreto à compressão ($f_{ck,est}$) daquela população em estudo, em geral

maior que $8m^3$, normalmente da ordem de $50m^3$ ou mais.

Essa estimativa do valor real ou efetivo será tanto mais perfeita quanto maior o tamanho da amostra (quanto mais próxima do tamanho da população ou lote), quanto maior a eficiência do estimador (fórmula matemática adotada para inferência estatística) e quanto menor a dispersão dos resultados (ou seja, quanto mais rigoroso e homogêneo o processo de produção e ensaio do concreto).

Na Fig. 6, apresentam-se as definições de alguns termos normalmente utilizados em controle de qualidade do concreto.

Atualmente, o interesse pelos procedimentos para Controle de Produção fica restrito às empresas de serviços de concretagem (“ready mix companies”), que produzem concreto em central ou àquelas poucas obras onde há produção de concreto no canteiro, com assessoria de um Tecnologista de Concreto que, através da análise dos resultados, possa interferir na dosagem, traço e produção do concreto.

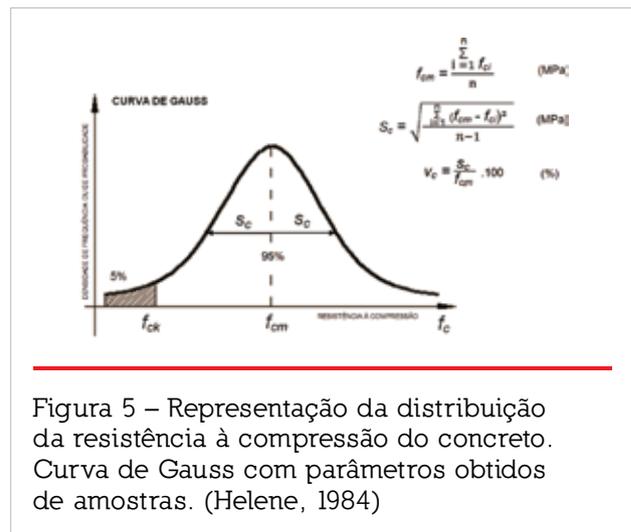


Figura 5 – Representação da distribuição da resistência à compressão do concreto. Curva de Gauss com parâmetros obtidos de amostras. (Helene, 1984)

Termo ou notação	Significado
f_{cmj}	Resistência média do concreto à compressão obtida de amostras a j dias de idade em MPa. μ seria a média ("real ou efetiva") da população
s_{cj}	Desvio padrão do processo de produção e ensaio do concreto obtido de amostras, a j dias de idade, em MPa. σ seria o desvio padrão "real ou verdadeiro" da população
v_{cj}	Coefficiente de variação do processo de produção e ensaio do concreto obtido de amostras, a j dias de idade, em %. ρ seria o coeficiente de variação "real ou efetivo" da população
f_{ci}	Resistência à compressão individual de cada um dos n exemplares de uma amostra, a j dias de idade, em MPa
lote ou população	Quantidade de concreto que tendo sido confeccionado em condições equivalentes (mesma população) é submetido a julgamento de uma só vez, podendo ser aceito ou rejeitado. Também conhecido por população
unidade de produto	Corresponde a uma amassada/betonada qualquer que seja o volume da betoneira. O concreto de uma betoneira tem apenas uma resistência
amostra	Conjunto de exemplares (unidades de produto) que se admitem como representativos de um lote ou população
tamanho da amostra	Corresponde ao número de exemplares (unidades de produto) que constituem uma amostra de uma certa população
exemplar	Corresponde ao valor de resistência à compressão f_{ci} que representa uma unidade de produto (amassada). É a média ou o valor mais alto de dois ou mais corpos de prova "irmãos" retirados de uma mesma amassada. Portanto de uma betoneira pode-se moldar p corpos de prova, porém o concreto dessa betoneira (unidade de produto) será representado apenas por um valor

Figura 6 – Significado de alguns termos e notações empregados atualmente no controle da resistência à compressão do concreto

O interesse maior – principalmente porque afeta diretamente a segurança da estrutura – está relacionado com os procedimentos para Controle de Aceitação, de Recebimento ou de Conformidade de concreto, que se aplica a toda e qualquer obra.

Na Fig. 7, apresentam-se os conceitos de controle de produção e controle de aceitação, que, juntos, constituem a dinâmica das operações de controle.

Os próprios textos das normas, em geral, fazem referência apenas ao Controle de Aceitação. Em vista disso, aborda-se em continuação apenas os procedimentos relacionados ao controle de aceitação do concreto, recebimento ou conformidade.

No controle de aceitação de um produto acabado, a finalidade da decisão é julgar a conformidade ou não de certa quantidade do produto, e não julgar a sua uniformidade.

É necessário estabelecer para cada decisão uma quantidade determinada do produto (concreto), denominada unidade de produto, lote ou população, dentro da qual se fará uma amostragem aleatória e representativa.

12. CONTROLE DE ACEITAÇÃO DO CONCRETO

A confirmação da conformidade do concreto que está sendo produzido e lançado numa determinada estrutura,

Indagações	Controle de produção	Controle de aceitação
O que é?	Controle dos fatores que intervêm na resistência	Comprovação da conformidade da resistência
Por que se faz?	Para assegurar que se alcance a resistência especificada ao mínimo custo possível	Para verificar que se alcançou como mínimo o f_{ck}
Quem o faz?	O produtor (fabricante, construtor)	O consumidor (fiscalização, laboratório, proprietário)
Como se realiza?	Amostragem contínua de todo o processo de produção	Amostragem associada a um lote
Quais as variáveis de controle?	As que intervêm no processo produtivo do concreto	A resistência à compressão

Figura 7 – Dinâmica do controle de qualidade do concreto. (Meseguer, 1976)

Tabela 1 – Definição do volume máximo de lote de concreto. ABNT NBR 12655:2006

Limites superiores	Solicitação principal dos elementos da estrutura	
	Compressão ou compressão e flexão	Flexão simples
Volume de concreto	50 m ³	100 m ³
Número de andares	1	1
Tempo de concretagem	3 dias de concretagem em um prazo máximo de 7 dias	3 dias de concretagem em um prazo máximo de 7 dias

com o que foi especificado no projeto estrutural, pode ser efetuada através dos passos a seguir descritos:

- **1º Passo:** Definição da extensão do lote que será oportunamente julgado.

Esta definição é muito variável de uma norma a outra, de um país a outro. O importante é o conceito de definir um certo volume de concreto para o qual pode-se admitir que tenha sido produzido com mesmos materiais, na mesma Central, com temperaturas e RH equivalentes, e que corresponda a uma parte definida da estrutura que será, então, julgada como conforme ou não.

Como exemplo, segundo a *ABNT NBR 12655:2006*, os limites de um lote devem atender às recomendações expressas na Tabela 1.

Está implícito nessas recomendações que se busca, por um lado, identificar o volume de concreto de mesmas características, pressuposto básico de uma inferência estatística e, por outro, delimitar uma porção restrita de estrutura para localizar esse volume, permitindo encontrá-lo após a obtenção e análise dos resultados de controle (conceito de rastreabilidade).

Portanto, o 1º passo corresponde à identificação *a priori* (antes da concretagem) do lote de concreto que será controlado e julgado.

- **2º Passo:** Definição do tipo de amostragem a ser adotado
 - *Controle por amostragem total ou a 100%* (item 6.2.3.2 da *ABNT NBR 12655*): corresponde a mapear a posição do concreto de cada amassada e a amostrar todas as amassadas. É o ideal para todas as situações, sendo altamente recomendável para pilares, certas vigas de transição e peças de importância elevada. Todas as amassadas (caminhões betoneira ou grandes betoneiras de obra) devem estar com suas resistências aferidas, ou seja, todo o lote é conhecido, não há concreto com resistência desconhecida. É um procedimento de controle muito confiável, porém o mais caro e raramen-

te utilizado ou recomendado nas normas estrangeiras (ACI, EN), apesar de usual no Brasil;

- *Controle por amostragem parcial* (item 6.2.3.1 da *ABNT NBR 12655*): corresponde a apenas amostrar algumas amassadas representativas. Pode ser o caso de lajes, grandes blocos e sapatas, paredes-cortina e grandes volumes de concreto nos quais a resistência mínima do concreto não tem consequências tão desastrosas quanto em pilares. Algumas amassadas (caminhões betoneira ou betonadas) serão aferidas, outras não. Portanto, é uma amostra daquele lote ou população e, para tal, precisa ser definido o tamanho mínimo dessa amostra, ou seja, em quantas amassadas será realizada a tomada de corpos de prova representativos que darão origem a exemplares

- **3º Passo:** Tamanho mínimo da amostra (só aplicável a amostragem parcial)

No caso brasileiro, aqui usado como exemplo didático, o tamanho mínimo da amostra no caso de amostragem parcial, ou seja, o número mínimo de exemplares que deve constituir uma amostra, segundo a *ABNT NBR 12655:2006*, é de 6 exemplares, para os concretos classificados segundo a *ABNT NBR 8953:2009*, como do grupo I (classes até C50) e de 12 exemplares, para os concretos do grupo II (classes superiores a C50).

A definição do tamanho da amostra parcial deverá considerar dois fatores, a saber:

- a) Número mínimo de exemplares para permitir uma estimativa confiável da resistência do lote (inferência estatística);
- b) Número máximo de betonadas ou amassadas empregadas na concretagem da peça em questão, já que não tem sentido retirar mais de um exemplar por betoneira (menor unidade de produto).

É permitido ainda pelo item 6.2.3.3 da *ABNT NBR 12655:2006*, em casos excepcionais, por exemplo nos ca-

sos de concreto produzido por várias betoneiras estacionárias de obra e somente para volumes inferiores a 10m^3 , que a amostra tenha de 2 a 5 exemplares.

Exemplos:

- **1º exemplo:** volume de concreto de pilares de um andar tipo de apenas 18m^3
 - a) Quando o concreto for produzido por central e entregue por 3 caminhões betoneira de 6m^3 cada, a amostra deverá ter apenas três exemplares, um para cada caminhão (menor unidade de produto) e, portanto, tratar-se-á de uma amostragem total ou a 100%;
 - b) Quando o concreto for produzido na própria obra com betoneira de capacidade nominal de 300dm^3 (um saco por vez), os mesmos 18m^3 serão produzidos por cerca de 110 betonadas (110 unidades de produto) e, portanto, será necessário que a amostra seja composta de pelo menos 6 ou 12 exemplares, segundo seja o caso, ou seja, moldar dois corpos de prova de uma betoneira a cada 9 ou 18 betonadas ou amassadas.
- **2º exemplo:** volume de concreto de lajes e vigas de um andar tipo de edifício de 96m^3
 - a) Quando o concreto for produzido por central e entregue por 12 caminhões betoneira de 8m^3 cada, a população ou lote terá 12 (“resistências”) exemplares ($96:8$) e, portanto, se todos os caminhões forem amostrados, constituir-se-ão numa amostragem total a 100%. Se apenas 11 caminhões ou, no mínimo 6, forem amostrados, então irão constituir uma amostra parcial, ou seja, exemplares retirados de apenas parte do lote;
 - b) Quando o concreto for produzido na própria obra com betoneira de capacidade nominal de 300dm^3 (um saco por vez), os mesmos 96m^3 serão produzidos por cerca de 580 betonadas (580 unidades de produto ou “resistências”) e, portanto, é recomendável que, no mínimo, sejam escolhidas aleatoriamente 6 ou 12 das 580 betonadas para retirada de exemplares. Nesses casos, como a concretagem vai durar mais de um dia, pode ser conveniente separar lotes por dia e amostrar, pelo menos, 6 ou 12 betonadas por dia.

Como se verifica, o programa de controle deve sempre ser estabelecido *a priori*, ou seja, antes do início da concretagem e deve levar em consideração outros aspectos, inclusive bom senso, além daqueles citados na *ABNT NBR 12655:2006*.

- **4º Passo:** Retirada (coleta) e moldagem dos corpos de prova (exemplares)
O concreto para moldagem dos corpos de prova deve ser o mais representativo possível da amassada em questão e deve ser coletado de acordo com a *ABNT NBR NM 33:1998*.

Evidentemente, o concreto entregue por caminhões betoneira é aceito, condicional e preliminarmente, apenas com base na medida do abatimento do tronco de cone ou espalhamento e na observação visual do concreto, conforme a Fig. 8.

A aceitação definitiva fica condicionada aos resultados obtidos dos corpos de prova destinados à medida da resistência à compressão a j dias de idade.

Os moldes dos corpos de prova devem estar em local plano, preferencialmente coberto, à sombra e devem ter sido preparados com produto desmoldante e cera para calafetar as juntas, evitando a fuga de nata de cimento. Constitui boa técnica umedecer o carrinho e os instrumentos (concha, soquete, pás, etc.) que entrarão em contato com o concreto e moldar dois corpos de prova por amassada, apenas para idade especificada no projeto (em geral, 28 dias).

Pode ser conveniente moldar corpos de prova para ruptura a 63d e 91d. A prática usual de moldar dois corpos de prova para idades precoces (7d) não tem muita utilidade quando se trata de Controle de Aceitação do concreto, pois raríssimas vezes essa informação tem sido



Figura 8 – Ensaio para avaliação da consistência do concreto fresco através do ensaio de abatimento do tronco de cone ABNT NBR NM 67:1998 (acervo PhD Engenharia)

Tabela 2 – Resultados obtidos dos corpos de prova. Resistência à compressão a 28 dias de idade

Lote 1 (1º subsolo)		Lote 2 (2º subsolo)	
Corpos de prova (MPa)	Exemplar (MPa)	Corpos de prova (MPa)	Exemplar (MPa)
$f_{c1} = 19,0$ $f_{c2} = 20,9$	$f_c = 20,9$	$f_{c1} = 22,1$ $f_{c2} = 22,3$	$f_c = 22,3$
$f_{c1} = 24,9$ $f_{c2} = 28,3$	$f_c = 28,3$	$f_{c1} = 20,1$ $f_{c2} = 23,9$	$f_c = 23,9$
$f_{c1} = 22,2$ $f_{c2} = 20,3$	$f_c = 22,2$	$f_{c1} = 23,9$ $f_{c2} = 26,1$	$f_c = 26,1$
$f_{c1} = 21,2$ $f_{c2} = 26,5$	$f_c = 26,5$	$f_{c1} = 21,5$ $f_{c2} = 20,0$	$f_c = 21,5$
$f_{c1} = 22,5$ $f_{c2} = 26,9$	$f_c = 26,9$	$f_{c1} = 20,0$ $f_{c2} = 19,0$	$f_c = 20,0$
$f_{c1} = 23,5$ $f_{c2} = 26,8$	$f_c = 26,8$	$f_{c1} = 22,5$ $f_{c2} = 26,2$	$f_c = 26,2$

utilizada para corrigir os novos traços de concreto, o que seria o ideal.

Nos casos de retirada de escoramentos, transporte de peças pré-moldadas e protensão, as resistências a baixas idades são indispensáveis.

No caso dos Produtores do concreto, ou seja, para o Controle de Produção, corpos de prova para baixas idades também são muito importantes e úteis.

- **5º Passo:** Análise dos resultados – caso 1: Amostragem total ou a 100%

No Controle de Aceitação, tipo a 100% ou total, no qual se conhece todos os valores de resistência de todas as amassadas, ou seja, a população ou lote é integralmente conhecido, então não há necessidade de inferência estatística, que é a ferramenta utilizada para amostras (parciais) de populações desconhecidas.

Nestes casos, basta aplicar a definição, ou seja, buscar naquela população integralmente conhecida o quantil de 5%, ou seja, de cada 20 resultados, será o inferior deles, quando o número de exemplares for maior do que 20. Se a amostra é menor ou igual do que 20, será o menor de todos, conhecido como f_{c1} . De 40 resultados, será o segundo menor e de cada 100 resultados, será o quinto menor resultado.

Claro que a estatística deve servir à engenharia, como um instrumento, uma ferramenta e não o contrário. Portanto, o ideal nas amostragens a 100% é analisar cada resultado individualmente em correspondência com a peça por aquele concreto moldada.

Usando o conhecimento fornecido pela rastreabilidade e

com um pouco de bom senso, cada peça poderá ser julgada individualmente.

Em outras palavras, essa é a situação mais privilegiada possível, de maior segurança e de maior confiabilidade. Tudo é conhecido, nada foi inferido ou parcialmente estimado.

- **6º Passo:** Análise dos Resultados – caso 2: Amostragem Parcial

Neste caso, os resultados devem ser analisados por lote, ou seja, não há interesse no resultado individual de um corpo de prova ou de um exemplar, mas tão somente na estimativa da resistência característica ($f_{ck,est}$) do lote em questão, utilizando-se todos os resultados da amostra.

Exemplo: Conhecendo-se os resultados de controle do concreto (condição de preparo do concreto tipo A) apresentados na Tabela 2, correspondentes aos pilares do primeiro e do segundo subsolos de um edifício com 41m³ de concreto (6 caminhões ou cerca de 140 betonadas estacionárias de 2 sacos por vez), pergunta-se se foi atendida a resistência característica especificada no projeto estrutural, de $f_{ck} = 20\text{MPa}$ a 28 dias de idade?

Solução:

- Segundo a Tabela 3, reproduzida da *ABNT NBR 12655:2006*, cada lote terá 41m³ (< 50m³), e poderá ser constituído de 6 unidades de produto (4 caminhões betoneira de 8m³ mais 2 de 4,5m³) ou de 140 (unidades de produto) betonadas de 2 sacos por vez;
- Cada lote foi representado, neste caso, por uma amostra de 6 exemplares, devendo ser considerado amostragem total ou a 100%, no caso de caminhões betoneira, e

amostragem parcial, no caso de betoneiras estacionárias de obra;

c) Cálculo do $f_{ck,est}$ conforme o estimador da *ABNT NBR 12655:2006*.

1. *Amostragem total a 100%* (todos os caminhões betoneira), para $n \leq 20$: lote 1: $f_{ck,est} = f_{c1} = 20,9 \text{ MPa}$

lote 2: $f_{ck,est} = f_{c1} = 20,0 \text{ MPa}$

2. *Amostragem parcial* (algumas betoneiras de obra)

– ordenar os resultados dos exemplares (ordem crescente): $20,9 \leq 22,2 \leq 26,5 \leq 26,8 \leq 26,9 \leq 28,3$ $20,0 \leq 21,5 \leq 22,3 \leq 23,9 \leq 26,1 \leq 26,2$ $f_{c1} \leq f_{c2} \leq f_{c3} \leq f_{c4} \leq f_{c5} \leq f_{c6}$

– calcular o $f_{ck,est}$ [item 6.2.3.1 da *ABNT NBR 12655:2006* para a condição de preparo A (central) e amostras com 6 a 20 exemplares].

$f_{ck,est} \geq \Psi_6 \cdot f_{c1}$
lote 1: $f_{ck,est} \geq 0,92 \cdot 20,9 \geq 19,3 \text{ MPa}$

lote 2: $f_{ck,est} \geq 0,92 \cdot 20,0 \geq 18,4 \text{ MPa}$

usando o estimador

$$f_{ck,est} = 2^* \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}}{m-1} - f_m \quad [1]$$

lote 1: $f_{ck,est} \geq 16,6 \text{ MPa}$

lote 2: $f_{ck,est} \geq 19,2 \text{ MPa}$

– portanto das duas estimativas de $f_{ck,est}$ obtém-se que:

lote 1: $f_{ck,est} = 19,3 \text{ MPa}$

lote 2: $f_{ck,est} = 19,2 \text{ MPa}$

Consequentemente, uma fiscalização radical diria que não atende ao projeto, e seriam considerados lotes não conformes, pois o valor especificado no projeto estrutural foi $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$.

13. COMO É O CONTROLE DE ACEITAÇÃO/ REJEIÇÃO DO CONCRETO (RECEBIMENTO) RECOMENDADO PELAS NORMAS AMERICANAS DO ACI?

Os critérios de controle e recebimento do concreto estrutural estão claramente expressos no texto da norma *ACI 318-11 Building Code Requirements for Structural Concrete*,

Chapter 5 Concrete quality, mixing, and placing, item 5.6 Evaluation and acceptance of concrete.

Em primeiro lugar, exige que o Laboratório de Controle seja acreditado pela norma *ASTM C 1077* e que os laboratoristas sejam certificados pelo *ACI*. Atualmente no Brasil, o *IBRACON* tem um programa de certificação similar.

Obriga que os corpos de prova sejam retirados em conformidade com a *ASTM 172*, moldados e sazoados em conformidade com a *ASTM C31* e ensaiados em conformidade com a *ASTM C39*. Ressalta que é obrigatório medir e registrar a temperatura do concreto na “boca da betoneira” no momento de moldar os corpos de prova.

Recomenda que a retirada de corpos de prova obedeça a:

- ≥ 1 exemplar por dia de concretagem;
- ≥ 1 exemplar para cada 115 m^3 de concreto;
- ≥ 1 exemplar para cada 465 m^2 de área construída;
- Dispensado o controle para volumes inferiores a 36 m^3 , desde que exista carta de traço aprovada;
- Cada betonada fornece apenas um resultado;
- O tamanho mínimo da amostra deve ser 5 exemplares e quando não houver 5 betonadas pode ser menos de 5;
- Para representar um exemplar obter a média de 2 corpos de prova cilíndricos de 15 cm diâmetro por 30 cm altura ou média de 3 corpos de prova de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura.

Como critério de aceitação exige:

1. A média móvel de qualquer 3 resultados consecutivos, cronologicamente falando, deve ser $\geq f_{ck}$ (na verdade f'_c , que é a notação americana e que corresponde ao quantil inferior de 10%);
2. Nenhum resultado individual deve ser inferior em $3,5 \text{ MPa}$ em relação ao valor característico (até $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$);
3. Nenhum resultado individual deve ser inferior a $0,9 \cdot f_{ck}$ para $f_{ck} > 35 \text{ MPa}$.

Como se verifica, é recomendado um controle por amostragem, bem leve, superficial (uma betonada por dia!) com uso obrigatório de estimadores e com julgamento de

Tabela 3 – Valores de Ψ_6 (tabela 8 da *ABNT NBR 12655:2006*)

Condição de preparo do concreto	Tamanho da amostra (número) de exemplares (n)										
	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	≥ 16
A	0,82	0,86	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02
B ou C	0,75	0,80	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,02

A = concreto produzido com desvio padrão $\leq 4,0 \text{ MPa}$; B = concreto produzido com desvio padrão $\leq 5,5 \text{ MPa}$ e C = concreto produzido com desvio padrão $\leq 7,0 \text{ MPa}$



grandes volumes de concreto de uma só vez. O procedimento usual no Brasil de controlar a 100% é, provavelmente, um dos mais caros e mais seguros do planeta.

14. COMO É O CONTROLE DE ACEITAÇÃO/ REJEIÇÃO DO CONCRETO (RECEBIMENTO) RECOMENDADO PELO fib MODEL CODE 2010 E EUROCODE II?

No *fib Model Code 2010*, os autores não encontraram referências para controle da resistência do concreto, salvo rápida referência à *ISO 22965* e à *EN 206*.

O *EuroCode II* também remete as diretrizes para controle e recebimento à *EN 206-1: Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity. Chapter 8 – Conformity Control and Conformity Criteria. 8.2.1 Conformity control for compressive strength*.

Observe-se que o texto da *EN 206* é confuso e complexo, dando a entender que, além da responsabilidade pela produção do concreto, cabe ao Produtor (Empresa de Serviços de Concretagem) também aferir a conformidade do concreto. No Brasil, ao contrário, fica muito claro que aferir a resistência é uma prerrogativa e obrigação do consumidor (Construtora) e não do produtor.

Além de recomendar que a amostragem siga a *EN 12350-1 Testing Fresh Concrete*, sucintamente a *EN 206*, recomenda que a retirada de corpos de prova obedeça a:

- **Produção inicial** – corresponde à situação de início de produção de concreto até que sejam disponíveis resultados de, pelo menos, 35 exemplares durante, no máximo, 12 meses:
 - O resultado do exemplar é a média de 2 ou 3 corpos de prova da mesma betonada. Caso um desses resultados individuais difira em menos ou mais 15% dessa média, o resultado deve ser descartado;
 - Aleatoriamente, escolher 3 exemplares dos primeiros 50m³ da produção;
 - Daí em diante, retirar 1 exemplar a cada 200m³ ou pelo menos 2 exemplares por semana, para concretos com certificação de controle de produção;
 - Daí em diante, retirar 1 exemplar a cada 150m³ ou pelo menos 1 exemplar por dia, para concretos sem certificação de controle de produção.
- **Produção contínua** – corresponde à situação na qual já são conhecidos mais de 35 resultados:
 - A partir dos 50m³ iniciais, retirar 1 exemplar a cada 400m³ ou pelo menos 1 exemplar por semana, para

concretos com certificação de controle de produção;

- A partir dos 50m³ iniciais, retirar 1 exemplar a cada 150m³ ou pelo menos 1 exemplar por dia, para concretos sem certificação de controle de produção;
- As amostras devem ser retiradas somente após a adição de 100% da água e do aditivo;
- O desvio padrão de produção não pode superar em 37% o desvio padrão de dosagem. Caso isso ocorra, aferido pelos últimos 15 resultados, todo o controle deve se intensificar retornando à condição de *Produção Inicial*, que é um pouco mais rigorosa e precisa, mas ainda bem longe de um controle ideal.

Como critério de aceitação, *8.2.1.3 Conformity criteria for compressive strength*, exige:

- Para **Produção inicial**
 - Critério 1: a média de, no mínimo, 3 resultados consecutivos deve ser $\geq f_{ck} + 4$, qualquer que seja f_{ck} ;
 - Critério 2: qualquer valor individual deve ser $\geq f_{ck} - 4$, qualquer que seja f_{ck} ;
- Para **Produção contínua**
 - Critério 1: a média de, no mínimo, 15 resultados consecutivos deve ser $\geq f_{ck} + 1,48\sigma$, qualquer que seja f_{ck} ;
 - Critério 2: qualquer valor individual deve ser $\geq f_{ck} - 4$, qualquer que seja f_{ck} .

Novamente, pode-se verificar que se trata de um controle por amostragem, bem leve, muito superficial (uma betonada por semana!) com uso obrigatório de estimadores e com julgamento de grandes volumes de concreto de uma só vez, permitindo julgar todo o concreto produzido em 1ano! Pode-se reafirmar com tranquilidade que o procedimento usual no Brasil de controlar a 100% é, provavelmente, um dos mais caros e mais seguros e que, conseqüentemente, traz muita tranquilidade para os Construtores e Projetistas.

15. MEDIDAS A SEREM TOMADAS NO CASO DE REJEIÇÃO DO CONCRETO DO LOTE

No caso da normalização brasileira, considerando que a eficiência dos estimadores para amostras pequenas com $n \leq 36$ exemplares fica prejudicada, e que o estimador está centrado na média, ou seja, no f_{cm} , é de bom senso aceitar concretos com resistência estimada 5% a 10% abaixo do f_{ck} de projeto, sendo desnecessário, nesses casos, revisar o projeto. Cabe, no entanto, comunicar o Produtor do concreto para que este revise a dosagem.

As normas consultadas, *ACI*, *EuroCode II* e *ABNT NBR 6118:2007* recomendam que quando o $f_{ck,est} < f_{ck}$, ou seja,

o controle de aceitação automática do concreto indicou que o concreto produzido não tem a resistência característica potencial e de referência adotada por ocasião do dimensionamento da estrutura, deve-se adotar as ações corretivas do tipo:

- a) Revisão do projeto considerando o novo resultado de resistência característica do concreto à compressão obtido do controle de recebimento realizado através de corpos de prova moldados;
- b) Permanecendo a insegurança estrutural, proceder à inspeção “in loco”, preferencialmente melhorando a avaliação através do uso de ensaios simples, tipo esclerometria, pacometria e ultrassom;
- c) Na sequência, extrair testemunhos de acordo com a *ABNT NBR 7680:2007* (vide Fig. 9), e estimar o novo f_{ck} equivalente, de acordo com a *ABNT NBR 12655:2006*.
Neste ponto, a normatização brasileira ainda é deficiente e não específica, com detalhes claros, como obter o f_{ck} equivalente a partir de ensaios em testemunhos extraídos.
Os autores se propõem a redigir um texto específico sobre como pode e deve ser realizada esta transformação, ou seja, passar de um $f_{ck,ext,i}$ a um f_{ck} equivalente para uma nova verificação da segurança.
Em princípio, utiliza-se coeficientes de correção do resultado obtido da extração e ensaio, feito a j dias de idade e muitas vezes sob carga, para conduzi-lo a uma resistência equivalente a de um corpo de prova moldado, rompido a 28 dias, em condições normalizadas e sem carga.
- d) De posse desse “novo $f_{ck,est}$ ”, confrontá-lo com o f_{ck} de projeto. Se atender, a investigação encerra-se e aceita-se o concreto do ponto de vista estrutural;
- e) Caso ainda não atenda f_{ck} de projeto, utilizar na nova verificação estrutural, para o caso dos estados limites últi-

mos (ELU), um $\gamma_c = 0,9 * \gamma_{c,original}$. No caso de verificação dos estados limites de serviço (ELS), deve ser adotado $\gamma_c = 1,0$, ambos conforme disposto no item 12.4.1 da ABNT NBR 6118:2007. Outras normas internacionais recomendam ainda reduzir γ_s e γ_F e ainda considerar valores de γ_c da ordem de $0,85 * \gamma_{c,original}$.

Esta redução se justifica pelo fato deste concreto extraído representar melhor a resistência efetiva do concreto, ou seja, haver menos desconhecimentos sobre a estrutura. Também só deve ser utilizado se realmente houver inspeção da estrutura e comprovação da qualidade de sua execução.

É evidente que o bom senso recomenda observar excentricidade, nível, prumo, alinhamento, armadura, estribos, bicheiras, etc. antes da tomada final de decisão.

Permanecendo a não conformidade, poder-se-ia escolher entre as seguintes alternativas:

- Determinar as restrições de uso da estrutura;
- Providenciar o projeto de reforço;
- Decidir pela demolição parcial ou total.

16. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nestas considerações técnicas, abordou-se a questão do controle, usando-se como exemplo e dando-se ênfase à pragmática atualmente recomendada para o Controle de Aceitação do concreto no Brasil, que é uma comprovação indispensável e obrigatória em qualquer obra.

No entanto, é através do Controle Tecnológico que fica ressaltada ainda mais a importância da atuação dos Tecnologistas de Concreto e de materiais junto às obras de construção civil.

A reformulação continua dos traços com vistas à economia de material, tradicional recompensa pelo controle, só



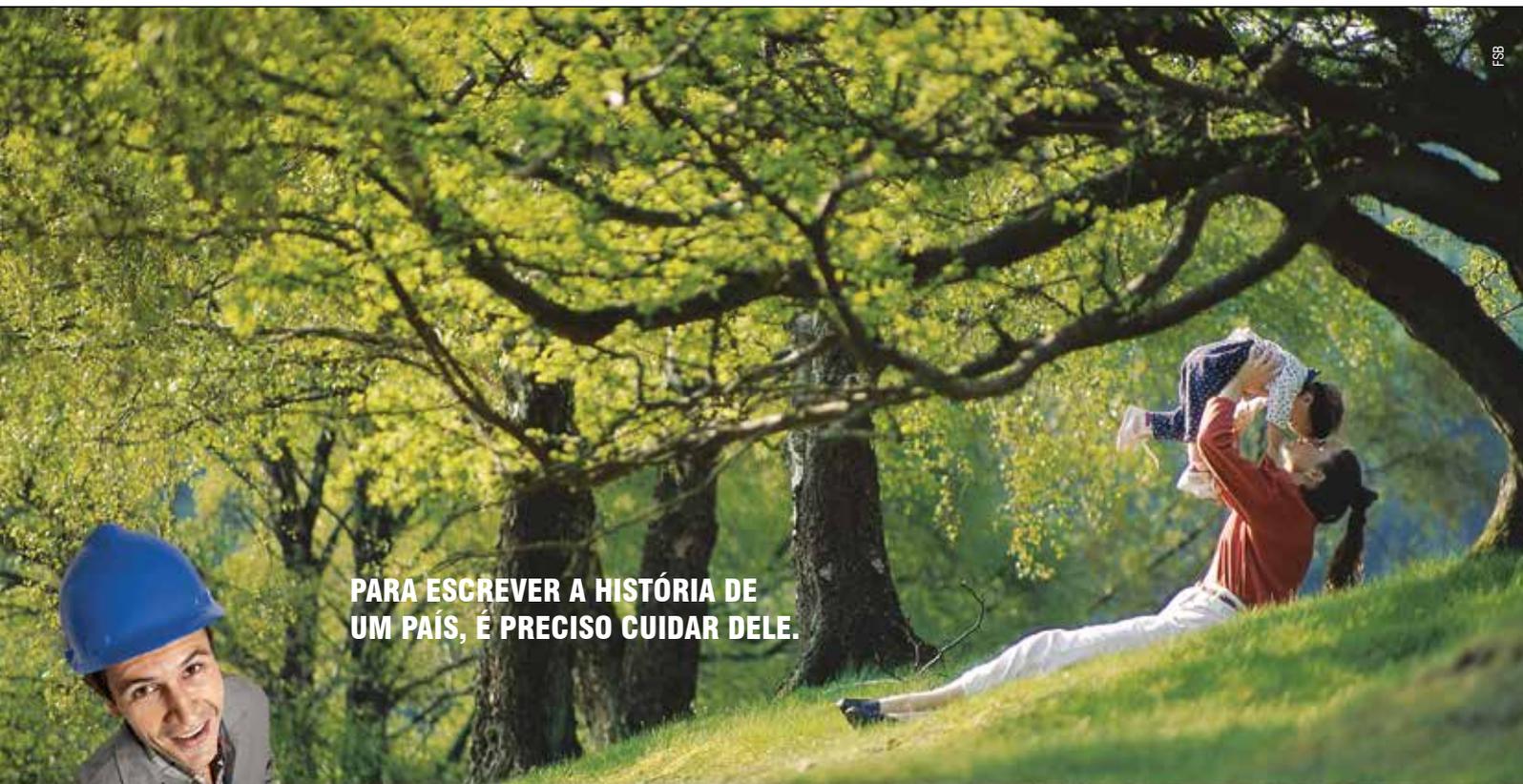
Figura 9 – Extração de testemunhos cilíndricos de concreto da estrutura para avaliação da resistência potencial equivalente do concreto à compressão

se evidenciará através do controle de produção do concreto, hoje quase restrito às Empresas de Serviços de Concretagem e indústrias de pré-fabricados.

A análise da resistência do concreto em estruturas existentes para fins de avaliação da segurança será objeto de outro artigo.

Referências Bibliográficas

- [07] Calavera Ruiz, Jose. La influencia de las variaciones resistentes de los materiales y de las variaciones dimensionales de las piezas de hormigón armado sobre su capacidad resistente. Madrid, Instituto Eduardo Torroja, Monografía 324, 1975
- [08] Castro-Borges, Pedro & Helene, Paulo. Service Life Concepts of Reinforced Concrete Structures. New Approach. Chapter 13. In: Sagues, A.A.; Castro-Borges, Pedro; Castañeda-Lopez, H. & Torres-Acosta, A.A (Ed.). Corrosion of Infrastructure. 13 ed. USA: The Electrochemical Society, 2007, ECS Transactions, v. 3. p. 9-14 ISBN 978-1-56677-540-3
- [09] Helene, Paulo. Contribuição ao estabelecimento de parâmetros para dosagem e controle dos concretos de cimento portland. São Paulo, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1987. (Tese de Doutorado)
- [10] Helene, Paulo. Controle da Resistência à Compressão do Concreto das Estruturas de Edificações e Obras de Arte. Separata dos encartes publicados nas Revistas A Construção. PINI. Tecnologia de Edificações. IPT.Ded Divisão de Edificações, Agosto 1984. Cap. 11 p. 49 a 54
- [11] Helene, Paulo. Controle de Qualidade do Concreto. São Paulo, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1981. 150p. (Dissertação de Mestrado)
- [12] Meseguer, Álvaro Garcia. Control de la Calidad. In: Colloque Européen sur le Contrôle de la Qualité dans la Construction, primer. Madrid, 1976. Compterendus, European Organizaton for Quality Control EOQC, 1976, p. 361-3. ●



**PARA ESCREVER A HISTÓRIA DE
UM PAÍS, É PRECISO CUIDAR DELE.**

Para um país crescer, é preciso investimento. Mas é necessário também pensar no meio ambiente, na sociedade e nas futuras gerações.

A indústria do cimento investe em qualidade e utiliza as tecnologias mais avançadas para promover um desenvolvimento sustentável. Colabora ainda para tornar o meio ambiente mais limpo com o co-processamento: a destruição de resíduos industriais e pneus em seus fornos.

Onde tem gente tem cimento.

VII Congresso de Engenharia, Ciência e Tecnologia

Organizado pelo Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), o VII Congresso de Engenharia, Ciência e Tecnologia (Conecte 2013) aconteceu nos dias 23 e 24 de maio, contando com o apoio da Regional do IBRACON.



Formado por sete sessões técnicas nas áreas de engenharia ambiental, civil, petróleo e química, que contaram com a presença de 14 palestrantes de instituições nacionais, as da área civil tiveram recorde de público:

- Inovações em projetos de grande porte na construção civil, com palestras dos engenheiros Thomas Ripper (LEB) e Djanirio Álvaro (Gerdau), contou com a presença de 320 pessoas;

e aplicações, com palestras dos professores Marcos Pimenta (INCT) e Sérgio Teixeira (UFRGS), foi assistido por 324 pessoas.

O evento apresentou ainda os trabalhos científicos das diversas áreas de engenharia desenvolvidos nas universidades e institutos de pesquisa da Região Nordeste. Sobre o tema “Construção Civil” foram apresentados 18 trabalhos; “Modelagem Computacional” contou com 15 trabalhos; e “Estruturas e Geotecnia” teve 10 trabalhos apresentados.

- Construção de usinas hidrelétricas e impactos gerados, com palestras dos engenheiros Guilherme Peplau e Sandro Cruz (Chesf), contou com a participação de 321 pessoas

- Nanotecnologia – principais avanços em pesquisas

III Semana de Engenharia Civil da Universidade Católica de Brasília

Contando com um público estimado de 400 estudantes, o diretor da Regional do IBRACON em Brasília, Eng. Nielsen Alves, proferiu a palestra “Propriedades e aplicações do concreto autoadensável” na III Semana de Engenharia Civil da Universidade Católica de Brasília, ocorrida de 13 a 18 de maio. O evento teve o apoio do IBRACON e da Comunidade da Construção de Brasília.



Seminário na Regional de Fortaleza

Para apresentar para a comunidade cearense as novas tecnologias em produtos para construção civil, como as adições minerais, os sistemas de impermeabilização e a utilização de fibras sintéticas em concretos e argamassas, a Regional do IBRACON promoveu o Seminário “Novas Soluções para a Construção Civil”, em 23 de maio, no Auditório do Sebrae, em Fortaleza.

O evento contou com a participação de 200 pessoas.

III Seminário de Materiais de Construção da UCSAL

Com o objetivo de transmitir aos profissionais a importância da aplicação correta dos materiais de construção e disseminar as normas técnicas disponíveis sobre o tema, a Escola de Engenharia da Universidade Católica de Salvador (UCSAL) realizou, de 14 a 18 de maio, o Seminário “Materiais de Construção Civil”, no campus Pituaçu.

O evento contou com a participação de 180 pessoas e teve o apoio da Regional do IBRACON.

Aulas inaugurais dos cursos de pós-graduação do Instituto IDD em Curitiba e São Paulo

No último dia 5 de abril, foram realizadas na Regional do IBRACON em Curitiba as aulas inaugurais dos cursos de pós-graduação em “Patologia nas Obras Civas”, “Tecnologia da Pré-Fabricação” e “Gerenciamento e execução de obras e estruturas: ênfase em projetos”, do Instituto IDD, em sua própria sede.

O Prof. Paulo Helene, diretor da PHD Engenharia e professor da Escola Politécnica da USP, abordou o tema “Patologia nas obras civis: sobre o exercício profissional comprometido”. A Enga. Íria Doniak, presidente-executiva da Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), tratou do tema “Concreto pré-fabricado: desenvolvimento tecnológico, ousadia e sustentabilidade para vencer os desafios da construção civil no Brasil”.

Concomitantemente, na filial do IDD em São Paulo, aconteceu a palestra “Durabilidade das construções:



Prof. Paulo Helene em momento de sua palestra

uma visão geral”, ministrada pelo Prof. Antônio Carmona Filho, aos alunos do curso de pós-graduação em “Patologia nas Obras Civas”, diretores e associados do Instituto de Engenharia e aos internaturas conectados ao vivo pelo internet.

Regional de Pernambuco presente em pólos tecnológicos



Garanhuns - PE

O diretor regional, Prof. Romilde Almeida de Oliveira, realizou a palestra “O IBRACON e o seu papel na cadeia da construção civil no Estado de Pernambuco” na 1ª Semana de Tecnologia da Engenharia Civil, na Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns, em maio último, que contou com 80 pessoas.

Dentro de sua programação de divulgar o IBRACON em pólos de desenvolvimento tecnológico em ascensão, a Diretoria Regional prepara o Workshop sobre concreto em Petrolina.

MC Fórum sobre Concreto Autoadensável

Foi realizado no dia 09 de maio, pela empresa MC Bauchemie, o MC Forum sobre Concreto Autoadensável, na cidade de Londrina, no Paraná. O evento contou com o apoio da Regional do IBRACON, com participação de seu diretor regional, Prof. Maurício Bianchini, como palestrante.

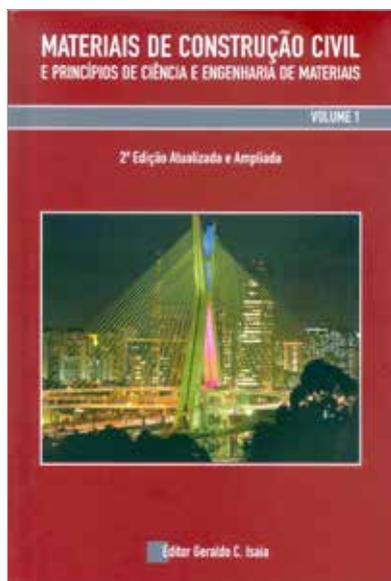
Participaram do evento cerca de 50 profissionais de empresas concreteiras, de pré-fabricados e construtoras, que discutiram o uso do concreto autoadensável na construção civil, buscando soluções para incrementar seu uso. ●

► **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**

► **GERALDO CEHELLA ISAIA**

PROFESSOR DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE DE SANTA MARIA (UFSM) E COORDENADOR DO COMITÊ TÉCNICO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DO IBRACON

Revisada e ampliada, a segunda edição é compêndio moderno, atualizado e completo sobre os materiais de construção civil, referenciado em normas técnicas em vigor e procedimentos de

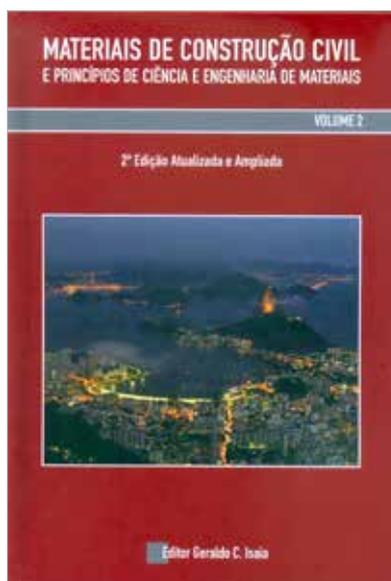


engenharia consagrados no país.

Produzido pelo Comitê Técnico de Materiais de Construção do IBRACON para preencher uma lacuna no ensino, pesquisa e exercício da Engenharia Civil no país, a primeira edição, lançada em 2007, esgotou-se em dois anos, oportunidade para uma segunda edição contemplando complementações de tópicos e atualizações bibliográficas e de dados. Por conta disso, a edição mais recente teve aumento no número de capítulos (51 para 54), de autores (71 para 76) e de páginas (1712 para 1784). Valioso instrumento para o ensino e pesquisa sobre os materiais de construção civil e para a consulta técnica de profissionais do setor construtivo brasileiro.

► **FICHA TÉCNICA**

- Materiais de Construção Civil 2ª edição
- Volumes: 2
- Páginas: 1.776
- Capa dura
- Acabamento luxo
- Tamanho: 23,7cm x 16,2cm



► **Prática Recomendada IBRACON para Estruturas de Edifícios de Nível 1 – Estruturas de pequeno porte**

As estruturas de concreto podem ser classificadas em três níveis, segundo sua complexidade, com a finalidade de simplificação ou não de cálculos e dimensionamentos no projeto dessas estruturas.

As estruturas de nível 1 são estruturas muito simples de até 4 pavimentos, regulares, sem protensão, submetidas a sobrecargas nunca superiores a 3kN/m², com altura de pilares até 4m e vãos não excedendo 6m, entre outras restrições. Por essas características, as estruturas de nível 1 não requerem a aplicação total da norma brasileira para projetos de estruturas – ABNT NBR 6118 – em geral aplicada integralmente apenas às estruturas de nível 3.

A Prática Recomendada IBRACON para Estruturas de Edifícios de Nível 1 vem atender a demanda dos escritórios de projetos por simplificações que possam ser aplicadas à norma brasileira de projetos, quando se trata de estruturas de pequeno porte (nível 1).



I n f o r m a ç õ e s

Tel. (11) 3735-0202 (Marilene) | email: marilene@ibracon.org.br | Loja Virtual: www.ibracon.org.br

Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos – COTEQ 2013

- **Datas:** 18 a 21 Junho
- **Local:** Porto de Galinhas – PE
- ABENDI
- **Informações:** www.abendi.org.br

XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia

- **Datas:** 23 a 26 Setembro
- **Local:** Gramado – RS
- ABENGE
- **Informações:** www.abenge.org.br

3º Congresso Nacional sobre Segurança e Conservação de Pontes – ASCP'2013

- **Datas:** 26 a 28 Junho
- **Local:** Porto – Portugal
- ASCP
- **Informações:** <http://ascp2013.ascp.pt/>

55º Congresso Brasileiro do Concreto

- **Datas:** 29 de Outubro a 1 de novembro
- **Local:** Gramado – RS
- IBRACON
- **Informações:** www.ibracon.org.br

VI Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas

- **Datas:** 27 a 28 Junho
- **Local:** São Paulo – SP
- ABECE/ABPE
- **Informações:** www.abece.com.br

EXPONORMA 2013

- **Datas:** 30 e 31 de Outubro
- **Local:** São Paulo – SP
- ABNT
- **Informações:** www.abnt.org.br

FICONS - Feira Internacional de Materiais, Equipamentos e Serviço da Construção

- **Datas:** 5 a 8 de Agosto
- **Local:** Recife – PE
- Sinduscon PE
- **Informações:** www.ficons.com.br

42º RAPv Reunião Anual de Pavimentação

- **Datas:** 12 a 14 de Novembro
- **Local:** Gramado – RS
- ABPv
- **Informações:** www.abpv.org.br

CONCRETE SHOW SOUTH AMERICA 2013

- **Datas:** 28 a 30 de Agosto
- **Local:** São Paulo – SP
- UBM Sienna
- **Informações:** www.concreteshow.com.br

TranspoQuip Latin America

- **Datas:** 3 a 5 de Dezembro
- **Local:** São Paulo – SP
- Real Alliance
- **Informações:** www.transpoquip.com.br

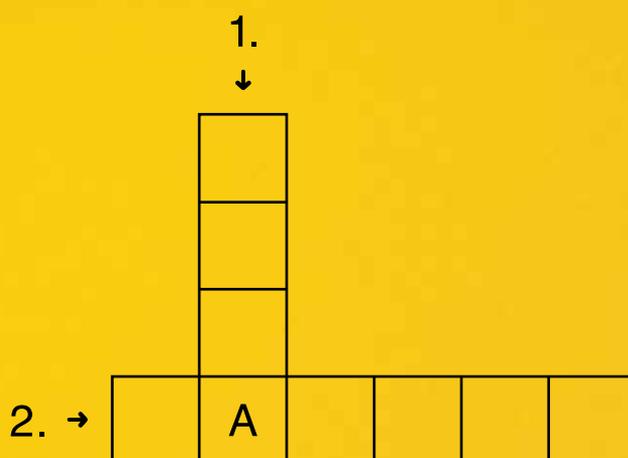
XII Congreso Latino Americano de Patología de la Construcción y XIV Congreso de Control de Calidad em la Construcción

- **Datas:** 30 de Setembro a 4 de Outubro
- **Local:** Cartagena de Indias
- Alconpat
- **Informações:** <http://conpat2013.com>

14º CBGE – Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental

- **Datas:** 1 a 6 de Dezembro
- **Local:** Rio de Janeiro – RJ
- ABGE
- **Informações:** www.acquacon.com.br/14cbge/

O passatempo
de quem usa
Vedapren Fast
é assim:



1. Verbo secar na 3ª pessoa do singular do presente do indicativo.
2. Sinônimo de veloz.



Com secagem de 2 horas a 25 °C, **Vedapren Fast** deixa sua laje protegida bem rapidinho. E tudo fica ainda mais rápido porque são necessárias apenas duas demãos para a laje ficar impermeabilizada.

Não perca tempo, use Vedapren Fast.

Disponível nas cores: branco, concreto, terracota e verde.

VEDACIT[®]
IMPERMEABILIZANTES

