

CONCRETO

& Construções

ESPECIAL
COBERTURA COMPLETA DO 54º
CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO



Ano XL

68

OUT-DEZ • 2012

ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

DESENVOLVIMENTO URBANO

CONCRETO: ALIADO NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS



PERSONALIDADE ENTREVISTADA

JOSÉ ARMENIO BRITO CRUZ:
ARQUITETURA A SERVIÇO
DA SOCIEDADE

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

ESTUDO DA FLUÊNCIA
E DA RETRAÇÃO POR
SECAGEM

PAVIMENTO PERMEÁVEL

CONCEITOS, SEÇÃO
E DESEMPENHO

Esta edição é um oferecimento das seguintes Entidades e Empresas



Adote concretamente

a revista CONCRETO & Construções



55^o Congresso Brasileiro do Concreto

GRAMADO | RS

**Local: Centro de Eventos Expogramado
De 29/10 a 1/11 de 2013**

Temas:

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

Datas Importantes:

Envio de resumos: 25/02/2013
Aceitação dos Resumos: 18/03/2013
Envio dos Artigos: 06/05/2013
Aceitação dos Artigos: 03/06/2013
Envio para revisão: 22/07/2013
Aceitação final: 12/08/2013

Estandes e Patrocínios:

Arlene Lima
Tel. (11) 3735-0202
Email: arlene@ibracon.org.br

Organização


MARTA ROSSI
SILVIA ZORZANELLO
FEIRAS E EMPREENDIMENTOS

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

ADITIVOS



EQUIPAMENTOS



ADIÇÕES



RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL



ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



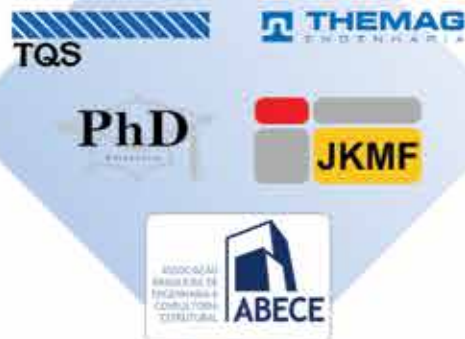
JUNTAS

JEMNE

ARMADURA



ESCRITÓRIOS DE PROJETOS



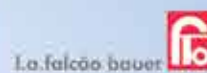
JUNTE-SE A ELAS

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

PRÉ-FABRICADOS



CONTROLE TECNOLÓGICO



CONSTRUTORAS



ODEBRECHT

FÔRMAS



CIMENTO



AGREGADOS



GOVERNO



PETROBRAS



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 Laranjeira da Silva Battagin

DIRETOR DE EVENTOS
Luiz Prado Vieira Júnior

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

DIRETOR DE PUBLICAÇÕES E DIVULGAÇÃO TÉCNICA
Hugo da Costa Rodrigues Filho

DIRETOR DE MARKETING
Cláudia Henrique de Castro

DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS
Arcindo Vaquero Y Mayor

DIRETOR DE CURSOS
Iria Lícia Oliva Doniak

DIRETOR DE CERTIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA
Roseni Cezimbra



CRÉDITOS CAPA
VISTA DO CENTRO DE SÃO PAULO
COM DESTAQUE PARA A BIBLIOTECA MARIO DE ANDRADE, RECÉM-REFORMADA.
CRÉDITOS: MAIRA ACAVABA - PIRATINGA
ARQUITETOS ASSOCIADOS

seções

- 7 Editorial
- 8 Coluna Institucional
- 10 Converse com IBRACON
- 13 Encontros e Notícias
- 19 Personalidade Entrevistada:
José Armênio Brito Cruz
- 49 Mercado Nacional
- 59 Entidades da Cadeia
- 67 Mantenedores
- 97 Acontece nas Regionais

29 PAVIMENTO PERMEÁVEL
Conceitos, seção tipo e avaliação de desempenho

36 CICLOVIAS
Diretrizes de projeto e execução para o concreto moldado no local

43 NORMALIZAÇÃO TÉCNICA
ABNT NBR 16055 – Parede de Concreto moldada no local para construção de edificações

52 INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO
Programa de redução de riscos e aumento da vida útil de estruturas

62 OBRAS EMBLEMÁTICAS
Descrição de sistema de alvenaria estrutural usada no Centro Aquático de Londres

68 ENTENDENDO O CONCRETO
A origem e a evolução do concreto armado no mundo e no Brasil

75 INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO
Sistema pré-fabricados de concreto para habitações econômicas

83 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
Estudo sobre a fluência e a retração por secagem do concreto armado

90 SUSTENTABILIDADE
Análise do ciclo de vida energético em fase pré-operacional de habitações de interesse social



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
Artene Regnier de Lima Ferreira
artene@ibracon.org.br
Hugo Rodrigues
hugo.rodrigues@abcp.org.br

PROJETO GRÁFICO E DTP
Gill Pereira
gill@ellemento-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 2012 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, EPUSS)

- COMITÊ EDITORIAL - MEMBROS
- Arnaldo Forti Battagin (cimento & sustentabilidade)
 - Eduardo Barros Millen (protendido)
 - Guilherme Parsekian (alvenaria estrutural)
 - Inês Laranjeira da Silva Battagin (normalização)
 - Iria Lícia Oliva Doniak (prefabricados)
 - José Tadeu Balbo (ensino)
 - Julio Timerman (pontes)
 - Nelson Covas (informática no cálculo estrutural)
 - Ronaldo Vizzonei (pavimentação)
 - Selmo 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





A vida começa aos 40!

Não é isso que falamos ao cumprimentar alguém que comemora essa idade? Confesso que não sei se a dizemos com o propósito de valorizar – sendo ainda tão jovem – a experiência alcançada ou se, então, a mencionamos de modo a minimizar o desconforto que muitos sentem pelos anos que já se passaram.

Deixando de lado essa questão, temos que reconhecer uma coisa: trazer consigo uma bagagem de vida de 4 décadas, tendo ainda tanto tempo pela frente para viver, significa dispor de um razoável elenco de experiências, conquistas e ativos que credenciam, seja um ser humano, uma empresa ou uma entidade, a enfrentar o futuro, quase sempre incerto, de modo maduro, assertivo e efetivo, para multiplicar as conquistas e minimizar as indesejáveis e incômodas dificuldades que fazem parte da vida de qualquer pessoa física ou jurídica.

Assim é o nosso Ibracon ao completar seus 40 anos de vida – maduro, assertivo e efetivo – fato comemorado por ocasião do 54º Congresso Brasileiro do Concreto, realizado em Maceió, em outubro passado, como bem descreve o encarte – uma novidade! – sobre o

evento, e que acompanha esta 68ª edição da revista.

Afinal, somos um país tradicionalmente edificado em concreto e o Ibracon tem um papel fundamental na defesa desse predomínio, valendo-se, para isso, do seu corpo de associados, das atividades que desenvolve e dos serviços que oferece ao mercado técnico.

Porém, nessa batalha, muitas vezes, somos surpreendidos pela perda de grandes profissionais que puseram suas qualidades ao inteiro dispor do concreto de cimento portland, seja nos projetos estruturais e na industrialização da construção, seja nos projetos arquitetônicos.

Me refiro ao querido e saudoso Zamarion, que, além de sua competência profissional, emprestou longos anos de sua trajetória à Presidência do Instituto, conduzindo o Ibracon a padrões de excelência e reconhecimento ainda maiores do que já possuía. Com ele tive o privilégio, assim como outros tantos colegas, de trabalhar no reaprimoramento do Instituto, ao mesmo tempo que absorvia uma pequena parte do seu vasto conhecimento e cultura, tão generosamente disponibilizado e ofertado.

Faço referência também ao ícone da arquitetura brasileira, o poeta do concreto, como assim muitas vezes foi chamado, Oscar Niemeyer. A genialidade, grandiosidade e beleza das inúmeras obras – nacionais e internacionais – que projetou e materializou conduziram o concreto e o nosso país a patamares de projeção nunca experimentados. Com ele tive também o privilégio de me reunir em 2004, ao acompanhar o Presidente da ABCP, e com ele conversar por mais de 1 hora. E dele ouvimos – em resposta ao agradecimento feito a ele naquela oportunidade por ter escolhido o concreto como seu material de trabalho – a seguinte e humilde ponderação: “Meus filhos, eu é que devo agradecer ao concreto e ao concreto, porque sem eles o que seria do meu trabalho!” Que pena que isso só ficou gravado na minha memória e do Presidente da ABCP, pois desejava poder reproduzi-la com a voz do próprio Oscar!

As lembranças e as obras desses dois grandes profissionais já os tornaram eternos para todos nós do Ibracon.

E em ocasiões como estas, de comemoração à vida ou de homenagem póstuma, dispor da revista CONCRETO & Construções é um privilégio, uma vez que nos permite descrever e difundir esses fatos, junto com todo o conteúdo técnico-científico que a compõe. Já são 3 as edições que esta Diretoria, junto com todo o Comitê Editorial, editam em 2012 e a isso quero desde já externar meus mais sinceros agradecimentos. Sem a contribuição desses profissionais e dos associados, não teríamos tido o êxito que, acredito, alcançamos.

O mesmo agradecimento deve ser estendido às empresas e entidades “Oferecedoras”, que permitiram a continuidade do veículo na sua forma impressa. E essa colaboração não se esgota neste ano e nesta última edição de 2012. Já são 5 aquelas que renovaram a mesma presença para as edições de 2013: Votorantim Cimentos, Cimento Itambé, Engeti, SNIC e ABCP, pelo que agradecemos.

E em breve, com certeza, serão mais!

Em face da proximidade das festas de final de ano, só nos cabe também agradecer Àquele que nos orienta e protege, e desejar a todos um Feliz Natal e um Próspero Ano Novo junto aos familiares e amigos.

Boa leitura!

ENG. HUGO RODRIGUES

DIRETOR DE PUBLICAÇÕES E DIVULGAÇÃO TÉCNICA DO IBRACON

E DIRETOR DE COMUNICAÇÃO DA ABCP •

Reestruturação dos Comitês Técnicos e a normalização na cadeia do concreto



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

Na correria costumeira de final de ano, recebi o convite para escrever a coluna institucional do IBRACON para este número da Revista Concreto & Construções.

Confesso que à alegria, que o convite me proporcionou, logo se juntou uma dose de preocupação, frente à quantidade de informações que considero fundamentais e devem ser transmitidas ao meio técnico a respeito da atuação do IBRACON.

Como atualmente respondo pela Diretoria Técnica do Instituto, decidi falar um pouco desse trabalho dentro do contexto do papel do IBRACON na sociedade brasileira.

O Instituto Brasileiro do Concreto é, em sua origem e estatutariamente, uma organização tecno-científica de defesa e valorização da engenharia, de âmbito nacional e caráter associativo, sem fins econômicos, considerada de utilidade pública pelo governo brasileiro e que tem como propósito desenvolver o concreto em toda a sua potencialidade; das pesquisas científicas à divulgação dos bons resultados, o IBRACON promove o conhecimento, atuando a favor da longevidade das estruturas e do melhor desempenho das aplicações do concreto, buscando embasar tecnicamente as escolhas sociais de construção do nosso grande País.

Apesar da afirmativa tão conhecida de que a vida começa aos 40, o IBRACON, que este ano comemora seu quadragésimo aniversário de fundação, tem já muita história para contar. Como um polo catalisador de talentos, conseguiu

aglutinar o meio técnico na busca de objetivos comuns e é referência técnica de renome internacional.

Consciente de seu papel e de sua vocação técnica, o Instituto realiza anualmente os conhecidos e bem frequentados Congressos Brasileiros do Concreto, não por acaso itinerantes, possibilitando expressiva representação dos profissionais de todas as regiões do País. Na lista de publicações do IBRACON somam-se Livros adotados pelas melhores universidades do Brasil, duas revistas periódicas (a Concreto & Construções, que é canal de divulgação e conhecimento técnico, e a Revista RIEM, de cunho científico e recentemente cadastrada na base Scielo), além de Práticas Recomendadas, Informativos Técnicos e os Anais dos Congressos.

Aproveitando o momento de festa e a maturidade do Instituto, decidiu-se este ano fortalecer os Comitês Técnicos a partir de uma nova estrutura, que assegure constante acompanhamento e direcionamento das ações por um Comitê Técnico de Atividades (CTA), oficialmente criado durante o 54º Congresso Brasileiro do Concreto, em outubro último, na cidade de Maceió/AL.

Na escolha dos temas a serem tratados pelos Comitês Técnicos, nesta nova etapa, foi preciso definir prioridades e estabelecer metas tangíveis, apesar do desejo de abordar todo escopo do concreto e suas aplicações.

O fato é que a engenharia brasileira, sempre à frente de seu tempo, carece agora de bibliografia renovada e consistente,



que aproxime as pesquisas acadêmicas da aplicação prática e do dia a dia dos canteiros de obras, dos laboratórios de ensaios, dos escritórios de projeto e também das salas de aulas.

O primeiro objetivo dos Comitês Técnicos e que será arduamente perseguido pelo CTA, será, portanto, a elaboração de Práticas Recomendadas IBRACON, que sirvam como instrumento disseminador de conhecimento e como base para trabalhos de normalização técnica nacional. Essas Práticas Recomendadas serão elaboradas por profissionais que atuam nas diversas áreas do conhecimento e da aplicação do concreto, em sintonia com o estágio do conhecimento e da normalização internacionais.

Como tradicionalmente o IBRACON mantém parcerias com outras entidades, prevê no Regulamento de constituição dos Comitês Técnicos essa possibilidade, especialmente considerando a diversidade de temas e a necessidade de equipes multidisciplinares. Como primeiro trabalho nessa linha, o CT 301 – Comitê Técnico de Concreto Estrutural, tem elaborado nos últimos anos Práticas Recomendadas e preparado textos-base para normas brasileiras, numa parceria entre o

IBRACON e a ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural.

Mais oito Comitês Técnicos foram propostos para serem instalados no âmbito do IBRACON nesta nova fase, a partir de necessidades reais e atuais da sociedade técnica. Essas propostas serão analisadas pelo CTA e estruturadas num trabalho conjunto com seus proponentes, de forma a ser um trabalho evolutivo, que possa culminar na maior abrangência dos temas relacionados ao concreto em toda sua potencialidade.

A proposta do IBRACON, fiel ao seu objetivo primeiro, de ser uma entidade técnica que responde pelo desenvolvimento e pela disseminação do conhecimento acerca do concreto, é congrega os interessados nos diversos temas em Comitês Técnicos e, a partir destes, gerar publicações que sejam ferramentas de trabalho úteis e atualizadas para estudantes e profissionais do setor da construção, agregando valor à normalização técnica nacional e possibilitando a participação ativa do Instituto na representação brasileira em âmbito internacional.

O desafio é grande, mas a satisfação a cada conquista é muito maior! ●

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.

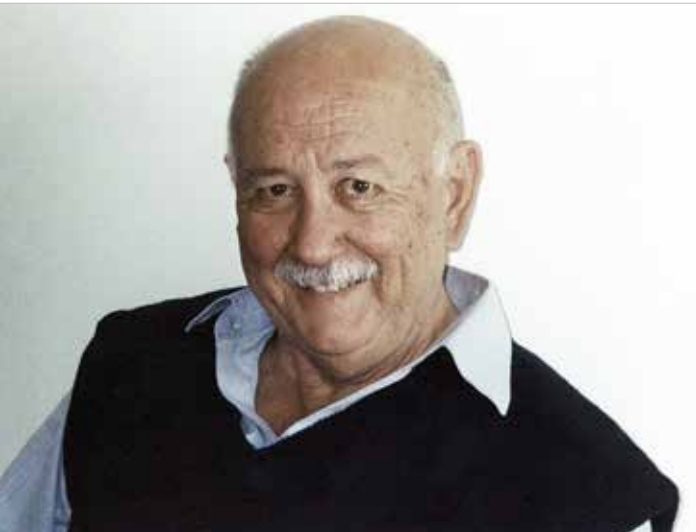


0800 7019898
www.mapadaobra.com.br



CONVERSE COM O IBRACON

EM MEMÓRIA
JOSÉ ZAMARION
FERREIRA DINIZ



José Zamarion foi um dos fundadores do IBRACON, em 1972, tendo participado ativamente de suas atividades desde então até o fim de sua vida. Foi seu presidente nos biênios 1993/95 e 1995/97, mas continuou atuando como vice-presidente, diretor técnico e membro do Conselho Diretor.

Em reconhecimento aos serviços prestados ao Instituto, recebeu, em 2006, o Prêmio Gilberto Molinari.

“Na presidência do IBRACON, entre tantas vitórias e acertos, destaca sua visão, na década de 90, de criar e impulsionar uma Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento com objetivo de criar um banco de projetos de pesquisa sobre o concreto no IBRACON, para evitar a duplicidade

exagerada de pesquisas sobre um mesmo tema e identificar as lacunas de conhecimento para sugerir novas pesquisas”, comenta seu colega e ex-presidente do IBRACON, Prof. Paulo Helene.

Formado pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em 1956, Zamarion especializou-se em engenharia estrutural com ênfase em pré-moldados e concreto protendido na Universidade da Flórida, entre 1957 e 1958. Tornou-se professor de concreto armado e protendido na Escola de Engenharia da UFMG, onde foi professor assistente de 1959 a 1968.

Zamarion foi um dos grandes responsáveis pelo desenvolvimento do mercado brasileiro de elementos industrializados de concreto. Em 1968, contratado pela SCAC (Sociedade de Concreto Armado Centrifugado), desenvolveu a tecnologia de estacas emendáveis de grande capacidade. Na Cinasa (Construção Industrializada Nacional), dois anos depois, começou a trabalhar com pré-moldados de grande porte, quando, juntamente com o engenheiro Augusto Carlos Vasconcelos, desenvolveu o concreto leve para superar os grandes vãos das estruturas industrializadas.

É de sua autoria o livro “Manual para Cálculo de Concreto Armado e Protendido”, referência obrigatória nos cursos de graduação de Engenharia Civil nas universidades brasileiras.

Em 1981, fundou escritório próprio, juntamente com os engenheiros Lineu Azuaga Ayres da Silva e Eduardo Barros Millen, para elaborar os projetos de estruturas convencionais e fornecer consultoria na área de tecnologia e de pré-moldados. Posteriormente, com a saída do eng. Lineu, a empresa passou a se chamar Zamarion e Millen Consultores.

“O Mestre Zamarion foi autor de um dos mais importantes projetos estruturais de nossa cidade: o do Shopping Center Midway Mall. Ficaré, para nós, o seu exemplo e, como lembrança, este marco da cidade de Natal”, lembrou o diretor regional do IBRACON no Rio Grande do Norte, Eng. Hênio Tinoco, acerca dos pisos e fachadas pré-fabricados do Shopping, projetados pelo Zamarion.

A este marco junta-se outro: os pisos, cobertura e fachadas pré-fabricados do Aeroporto Internacional de Guarulhos, em São Paulo.

Por sua contribuição ao desenvolvimento da engenharia estrutural no Brasil, particularmente no campo dos pré-moldados de concreto, Zamarion foi contemplado, em 2009, com uma homenagem do American Concrete Institute (ACI), honraria que se vem somar a outras, como o Prêmio Emilio Baumgart, de destaque do ano em Engenharia Estrutural, conferido pelo IBRACON, em 1988.

Ele participou ativamente das entidades de classe ligadas ao setor construtivo, tendo sido membro de diver-

nas Comissões de Estudo de Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entre elas, as comissões revisoras da NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – e da NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado. “Zamarion foi um dos grandes baluartes da revisão da NB-1, de 1978. Por dez anos, junto com os engenheiros Fernando Stucchi, Antonio

Laranjeiras e Ricardo França, liderou a Comissão de Estudos, colocando seu escritório, aos sábados, a serviço das reuniões, para voluntariamente construir uma moderna, coerente e útil norma brasileira – a NBR 6118/2003”, ressalta Helene. Por isso e muito mais, quando de seu falecimento no último dia 24 de novembro, aos 80 anos, o escritório Zamarion e Millen Consultores,

nas pessoas de seus sócios-amigos, dedicou-lhe o seguinte epitáfio em mensagem eletrônica: “Ele foi fazer um novo começo e, além de muitas saudades, nos deixou seus conhecimentos, feitos, marcos, com sua história de vida dedicada à engenharia civil, com a qual contribuiu para o progresso e desenvolvimento do Brasil”.

ESCRITO PELO EDITOR

OSCAR NIEMEYER

Icone da Arquitetura Moderna e Contemporânea, onde prevalece o uso do concreto em formas curvas ou em casca, com grandes vãos, o arquiteto brasileiro Oscar Niemeyer faleceu no último dia 05 de dezembro, no Rio de Janeiro.

Nascido em 1907, suas obras estão espalhadas pelo mundo: Museu de Caracas, na Venezuela; Sede do Partido Comunista, em Paris; Universidade de Constantine, na Argélia; Sede das Nações Unidas, nos Estados Unidos, projeto elaborado em parceria com o arquiteto francês Le Corbusier, grande influência em suas obras; entre outras.

No Brasil, Niemeyer espraia-se de Norte a Sul, de Leste a Oeste: edificações de Brasília, na Capital Federal, onde se destacam a Catedral de Brasília, o Palácio do Alvorada, o Edifício do Congresso Nacional, o Palácio do Planalto e o Edifício do Itamaraty; o conjunto arquitetônico da Pampulha, em Belo Horizonte, sua cidade natal, com destaque para a Igreja de São Francisco de Assis, onde despontou o estilo marcante de suas obras (a plasticidade do concreto armado em formas sinuo-



sas); Edifício Copan, Parque do Ibirapuera e Memorial da América Latina, em São Paulo; Centros Integrados de Educação Pública (CIEPS), Sambódromo do Rio de Janeiro e Museu de Arte Contemporânea, no Rio de Janeiro; Museu Oscar Niemeyer, em Curitiba...

O Brasil e o Mundo se ressentem da perda do homem que figura entre os gênios que sabem que não há tempo a perder, que é preciso construir a beleza e a felicidade no mundo.

ESCRITO PELO EDITOR



JOSÉ MANDACARU GUERRA

Faleceu nesta capital, em 6 de outubro de 2012, com 95 anos de idade, nosso colega de turma da Escola Politécnica de São Paulo (turma de 1946), sem enfermidade aparente. Casado com Antonieta Ribeiro, com quem permaneceu a vida inteira, teve três filhos engenheiros: José Mandacaru Guerra Junior, Nilton Ribeiro

Mandacaru Guerra e Ricardo Ribeiro Mandacaru Guerra. E duas filhas: Maria Helena Mandacaru Guerra e Marília Mandacaru Guerra. Sempre dedicado ao cálculo estrutural, mantinha escritório particular em sua própria residência, na rua Paula Nei, 411, onde trabalhava com seus filhos. Sempre foi muito dedicado à profissão, tendo recebido uma Bolsa de Estudos “Carlos de Andrade Villares” para estudos

de fotoelasticidade, tendo escrito com seu colega de turma, Augusto Carlos de Vasconcelos, um pequeno trabalho intitulado “Estudo de um bloco de apoio, trapezoidal, mediante modelo fotoelástico”, em 1948, como exigência da bolsa.

Pouco depois, como estagiário do Prof. José de Oliveira Escorel, tendo que calcular numerosas vigas contínuas, desenvolveu um algoritmo próprio denominado “Método dos Coeficientes de Apoio”, que permitia evitar aproximações sucessivas muito incômodas, para uma ocasião em que nem se cogitava o uso de computadores. O Prof. Jaime Ferreira da Silva achou o processo tão interessante, que chegou a escrever, com sua didática excepcional, um trabalho que não contemplava o verdadeiro autor do processo, o formando José M. Guerra. Revoltas e discussões a respeito da falta de ética acabaram sendo resolvidas com a retirada do nome do professor - o artigo acabou sendo publicado na Revista Politécnica nºs 69 e 70, de 1948, apenas com o nome de seu verdadeiro autor.

Para salientar a nobreza do comportamento profissional desse grande, humilde, competente e amigo engenheiro, vou relatar um episódio que se passou comigo no início de carreira. Eu estava empregado no IPT, meu primeiro emprego. O colega Guerra já havia, dois anos antes, constituído uma firma de projetos, junto com John Ulic Burke e, para isso, havia alugado uma sala na rua Silveira Martins, em São Paulo, perto do Centro. Como Burke me viu correndo atrás de serviço, disse-me: “Fui solicitado pelo padre Corbeil a projetar a estrutura da igreja São José do Jaguaré. Não se trata de um bom serviço, pois o preço pré-estabelecido é quase uma contribuição à igreja. “Aceitei a incumbência,

mas vendo você tão entusiasmado em começar as atividades, posso passá-lo para você. O preço é apenas 10.000 unidades monetárias da época. Se você topa, apresento-o ao padre Corbeil, da igreja canadense, que possui o projeto arquitetônico de um arquiteto francês, chamado Adrien Dufresne, que só pode pagar isso. Se você não aceitar, eu e o Guerra faremos o projeto”.

Era claro que aceitei, fiz o cálculo completo e solicitei os desenhos de detalhamento de um profissional aposentado do DER, que fazia serviços avulsos, cobrando por folha. No caso seriam 48 desenhos, tamanho A0, que custariam 12.000 unidades monetárias. Era evidente que, recebendo pelo serviço completo apenas 10.000, não poderia pagar os 12.000 só pelos desenhos.

Resolvi eu mesmo desenhar, não obstante a falta de prática. O Guerra colocou à minha disposição seu escritório, para eu usar depois de fechado seu expediente, às 18 horas. Deu-me as chaves e me deixou usar suas pranchetas e seu equipamento, durante 6 meses. Eu saía às 18 horas do IPT e ia de ônibus até a rua Silveira Martins, entrava no escritório, retirava da prancheta eventual desenho não acabado, colocava uma folha de papel vegetal no lugar, desenhava (aprendendo a apresentação com os desenhos existentes no escritório, que eu tinha licença de consultar). Todas as tardes, durante 6 meses, repetia a tarefa, repondo no lugar o desenho que estava sendo feito. Veja que nobreza de comportamento, ajudando um concorrente a aprender detalhes de apresentação! Quem faria isso para um colega principiante? Outros profissionais já estabelecidos procuravam denegrir o concorrente dizendo: “Esse pirralho, inexperiente, não tem competência para assumir

a responsabilidade de tal projeto!”. Isso me doía muito, mas era assim a vida. Conto este episódio para o leitor perceber a grandiosidade do comportamento do Guerra com seus colegas. Segue uma relação resumida de alguns projetos feitos por Guerra e seu sócio. Foram aproximadamente 1600 até ele se aposentar, dentre os quais:

- Mercado da Lapa;
- Edifício sede do Bradesco em Brasília;
- Edifício da antiga gráfica do Bradesco, na Cidade de Deus (27.800 m²);
- Nova canalização do córrego do Sapateiro, sob a avenida Juscelino Kubitschek, subcontratado pela PROMON Engenharia - os encontros com as áreas a serem mantidas foram de projeto bastante complexos;
- Metrô de Fortaleza: estações Porangaba, Maracanaú, Novo Maracanaú, Esperança, Porangabussu, Jereissati, Aracapé, Vila das Flores, Mondubim e Couto de Magalhães (subcontratado pela Harza Hidrobrasileira).

Há muitos edifícios, fábricas, estações de tratamento e elevatórias, templos religiosos (apenas para a Igreja de Jesus Cristo dos Santos dos Últimos Dias, foram mais de 200), que não poderão ser todos citados aqui.

Esse colega e amigo fará muita falta para todos aqueles que conviveram com ele. Nunca houve tempo para uma aproximação mais íntima (salvo um almoço com outro colega de turma, residente na França: Roberto Salmerón), mas foi encontrado tempo para reverenciá-lo na missa de 7^o dia - é o paradoxo da vida!

Adeus, Guerra amigo! Que você encontre do outro lado da vida paz, tranquilidade e descanso eterno.

ESCRITO POR

AUGUSTO CARLOS DE VASCONCELOS

assessor da presidência do IBRACON •

➤ Livros

Anuário Abcic 2012

- ➔ Produção: O Nome da Rosa Editora
- ➔ Pesquisa Abcic 2012: Criactive Assessoria Comercial

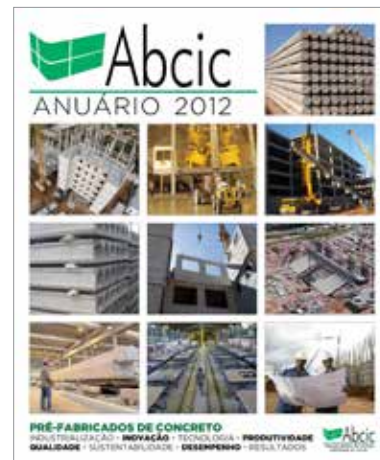
O sistema construtivo de pré-fabricados de concreto está presente em todos os tipos e dimensões de obras, por todos os cantos do território nacional, acompanhando o crescimento da construção brasileira.

Para contribuir com esse desenvolvimento, a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (Abcic), lançou em 2011 seu anuário, com vistas a organizar os dados do setor de pré-fabricação no Brasil, as ações institucionais e os temas em pauta de sua agenda.

Neste ano, em jantar de confraternização realizado no último dia 29 de novembro, em São Paulo, a Abcic lançou a segunda edição do seu anuário, procurando ampliar a visão mercadológica, técnica e política do setor de industrialização da construção já delineada na primeira edição.

Com contribuição de profissionais de renome da iniciativa privada e da academia, de representantes de órgãos governamentais e entidades do setor da construção, o Anuário 2012 procura compartilhar conhecimentos e informações que reflitam o momento atual da construção brasileira. Traz cases de obras de diversas tipologias que utilizam os sistemas industrializados de concreto, apontando para as principais tendências nacionais e mundiais da construção. Grandes reportagens tratam dos processos de produção industrial, da qualidade, desempenho, normalização e desenvolvimento tecnológico dos pré-fabricados, da prioridade por mão de obra capacitada, programas educacionais e certificações profissionais, dentre outros temas. Uma pesquisa mercadológica sobre o setor de pré-fabricados de concreto no Brasil mapeou a atuação e produção dos fabricantes em 2011 e compilou informações com formadores de opinião do mercado de infraestrutura, industrial, comercial e habitacional sobre os pré-fabricados de concreto.

➔ Mais informações: www.abcic.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

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

➤ Livros

Construção: 101 perguntas e respostas – dicas de projetos, materiais e técnicas



➔ Eng. Jonas Silvestre Medeiros

➔ Editora: Manole

Por que a maioria das pessoas opta por pisos frios?

São chamados pisos frios aqueles que transmitem uma sensação de frescor quando tocados.

É o caso de pisos de cerâmica e placas de rocha.

A sensação de frescor ao tato ocorre na cerâmica porque o material conduz o calor melhor do que a madeira. Ou seja, é a fuga do calor da parte do corpo em contato com o revestimento que leva a essa percepção. O fato de o clima quente durar o ano inteiro ou apenas alguns meses pode interferir na escolha, pois a sensação de frescor pode se transformar em algo incômodo quando a temperatura cai.

É de questões assim que se ocupa o livro. O leitor encontrará 100 respostas e comentários para perguntas comuns sobre construção e para situá-lo, os primeiros capítulos contextualizam a construção no Brasil e mostram a importância de se projetar e planejar antes de construir. O texto trata não apenas do “como fazer” e dos materiais necessários, mas procura introduzir conceitos que levam à compreensão de como as construções funcionam.

➔ Mais informações: www.manole.com.br

A casa do Concreto Dosado em Central



PAREDE DE CONCRETO



PISO ESTAMPADO



CONCRETO PERMEÁVEL



CONCRETO AUTOADENSÁVEL



HÉLICE CONTÍNUA



PAREDES DE CONCRETO

Pontes Brasileiras – viadutos e passarelas notáveis

- Augusto Carlos de Vasconcelos
- Editora: TQS/PW Editores

Lançado no último dia 26 de outubro, em São Paulo, o livro “Pontes Brasileiras – viadutos e passarelas notáveis”, de autoria do engenheiro Augusto Carlos de Vasconcelos, é edição revisada, atualizada e ampliada do livro homônimo lançado em 1993, como parte das comemorações pelos 100 anos da fundação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, da qual o autor foi professor assistente. A obra abrange diversas épocas da engenharia estrutural brasileira, compreendendo desde a primeira ponte em concreto protendido no Brasil até as mais recentes pontes estaiadas.

A descrição da concepção estrutural, dos detalhes do projeto e dos aspectos relevantes da execução das pontes, numa linguagem didática, constitui informação útil aos estudantes de engenharia e aos profissionais da construção civil.

- Informações: www.tqs.com.br



Teoria das estruturas: método dos deslocamentos

- Prof. Dr. Edson Tejerina Calderón | Eng. Marcelo de Rezende Carvalho
- Editora: PUC Goiás

Referência aos estudantes e profissionais de engenharia civil, a obra consiste numa resolução completa das estruturas, calculando os esforços e traçando dos diagramas dos esforços solicitantes.

São apresentadas as definições básicas sobre deslocabilidade e como obter os fatores de forma e de carga de segunda espécie, necessários para a formulação do método dos deslocamentos. São resolvidas diversas estruturas indeslocáveis e deslocáveis com carregamento externo, recalques nos apoios e variação de temperatura, incluindo-se vínculos elásticos. São abordadas também estruturas com barras de momento de inércia e Processo de Cross.

- Mais informações: mcarvalho.eng@gmail.com

A REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÕES PRESTA-SE À DIVULGAÇÃO DAS OBRAS DO SETOR CONSTRUTIVO, SEM QUALQUER ENDOSSO

CASSOL. O MAIOR COMPLEXO INDUSTRIAL DE PRÉ-FABRICADOS EM CONCRETO DO BRASIL



CURITIBA / PR



FLORIANÓPOLIS / SC



PORTO ALEGRE / RS



RIO DE JANEIRO / RJ



MONTE MOR / SP

SEGURANÇA, CONFIANÇA E PONTUALIDADE.

QUALIDADES QUE SÓ A CASSOL PRÉ-FABRICADOS PODE PROPORCIONAR.

Referência no setor de pré-fabricados em concreto, há 50 anos a Cassol constrói grandes obras nacionais e internacionais com desempenho garantido por seus avanços tecnológicos e logística privilegiada, sucesso que eleva a qualidade do ambiente e transforma a vida das pessoas.

Cassol, constrói o presente e molda o futuro.



CASSOL
PRÉ-FABRICADOS

Nossas Fábricas:
SC . Tel. (48) 3381 5900
RJ . Tel. (21) 2682 9400
www.cassol.ind.br

PR . Tel. (41) 3641 5900
RS . Tel./Fax (51) 3462 5900
SP . Tel./Fax (19) 3879 8900
comercial@cassol.ind.br

➤ Cursos

Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

O curso visa auxiliar a correta interpretação da ABNT NBR 5419:2005 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas, a fim de projetar, instalar, documentar e manter um sistema de proteção contra descargas atmosféricas - SPDA, conforme suas exigências.

Voltado aos engenheiros, projetistas, instaladores e pessoal de manutenção industrial, comercial e residencial, interessados em se familiarizar ou atualizar com os conceitos e recomendações da ABNT NBR 5419.

➔ **Datas (2013):** SÃO PAULO – 19 e 20 de fevereiro | 18 e 19 de abril | 18 e 19 de junho | 20 e 21 de agosto | 16 e 17 de outubro | 25 e 26 de novembro
RIO DE JANEIRO – 9 e 10 de julho

➔ **Informações:** www.abnt.org.br

Curso a distância de Alvenaria Estrutural

Com o objetivo de capacitar profissionais para atender às necessidades do setor por qualificação de profissionais, a Comunidade da Construção lançou o Curso a Distância de Alvenaria Estrutural.

Organizado em seis módulos, o conteúdo do curso é voltado para treinamento de engenheiros e equipe técnica da obra, apresentando os principais conceitos do sistema

construtivo e as vantagens em relação ao método tradicional.

Com duração de três meses, ao final do curso os estudantes recebem certificado da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

➔ **Informações:**

www.comunidadeconstrucao.com.br

Site divulga currículos e oportunidades

As empresas que precisam contratar engenheiros ou profissionais em busca de oportunidades no mercado de trabalho já podem contar com o site do Sindicato dos Engenheiros do Estado de São Paulo (SEESP) – www.engenheiroonline.com.br – com seção para divulgação gratuita de cur-

rículos e oportunidades de negócios.

Para utilizar a ferramenta é preciso se cadastrar. O sistema diferencia a ficha de engenheiros e contratantes. Detalhes de vagas e currículos só podem ser acessados pelos cadastrados.



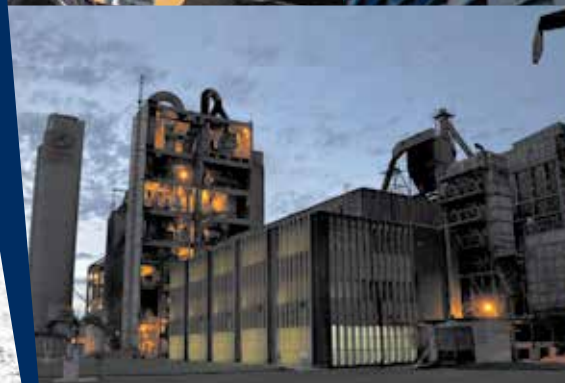
A CIMPOR é um grupo internacional, que está entre os maiores no ranking mundial.

No Brasil desde 1997, seus produtos já fazem parte da vida das pessoas, contribuindo com o crescimento e desenvolvimento do país.

CIMPOR: Produtos para toda vida.



www.cimpor.com.br



3º Concurso TQS de Sistemas Estruturais – Ponte de Macarrão

A EDIFICar Jr., empresa júnior do curso de Engenharia Civil da UFSCar, em parceria com a empresa TQS Informática, promoveu, no dia 23 de outubro último, o 3º Concurso TQS de Sistemas Estruturais – Ponte de Macarrão.

O evento teve a finalidade de estimular o desenvolvimento de estruturas em formato de ponte, utilizando-se do macarrão como material principal, além de exercitar o espírito criativo e o trabalho em grupo. Cada equipe participante recebeu uma quantidade específica de macarrão (equivalente a 1kg) e outros materiais necessários para o apoio e travamento, como cola e fio-dental.



As equipes eram formadas por estudantes de engenharia civil, engenharia de materiais, engenharia física, engenharia mecânica e arquitetura de três grandes universidades: UFSCar e USP – São Carlos e UNESP – Bauru.

Os universitários ti-

veram que usar a criatividade para deixar a ponte em pé. “Na montagem tem que deixar ela firme, na hora de colar e juntar as partes, acho que essa é a maior dificuldade. Procuramos deixar ela o mais rígida possível”, disse a estudante Jaqueline Pimentel, participante do grupo “Mary Jane” do evento. As equipes foram avaliadas em duas categorias. A primeira modalidade foi determinada pela maior ruptura, ou seja, a ponte que teve maior capacidade de resistência ao carregamento foi a vencedora. Nesta modalidade, a equipe vencedora foi a “Galo Cego”, formada por alunos da UNESP – Bauru. Eles desenvolveram uma ponte que suportou 37 Kg, quebrando o recorde de todas as edições do evento e, com isso, levaram o prêmio de R\$500,00!

Na segunda modalidade, as equipes tiveram que desenvolver um projeto detalhado do comportamento estrutural da ponte que foi feita e, então, prever uma carga de ruptura e tentar se aproximar do real que seria determinado no ensaio com o carregamento.

Nesta modalidade, a equipe vencedora foi a “Aero”, formada por alunos da UFSCar, cuja ruptura real mais se aproximou do determinado em relatório. A equipe levou o maior prêmio, que é de R\$1000,00 em dinheiro. Para os estudantes, a ponte é a ligação para o conhecimento. “Eles projetam, calculam e executam a ponte, além de realizar o carregamento até a ruptura. Então é uma atividade muito desafiadora”, destacou o professor Carlos Javaroni. ●

soluções: para cidades

O **Soluções para Cidades** é um programa de apoio aos municípios que promove soluções a base de cimento

Programas e recursos
Ciclo de palestras
Projetos técnicos
Apoio à execução
Iniciativas inspiradoras

VISITE NOSSA PLATAFORMA e conheça as ferramentas disponíveis
www.solucoesparacidades.org.br



Associação
Brasileira de
Cimento Portland

JOSÉ ARMENIO BRITO CRUZ

Arquiteto e urbanista, formado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP), em 1982. Lidera a equipe de projetos de Urbanismo na empresa Piratininga Arquitetos Associados, fundada, em 1984, conjuntamente com outros arquitetos.

Zê Armenio, como é chamado pelos colegas, foi responsável pela condução técnica de projetos premiados, tais como: restauro e modernização da Biblioteca Mário de Andrade; restauro e modernização da Biblioteca da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP; restauro e modernização da sede da Associação de Advogados de São Paulo; e projeto da Biblioteca Central da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Participou ainda do Plano Habitacional para reabilitação da área central de Fortaleza e requalificação urbana dos espaços públicos da região da Nova Luz, além do Parque Tecnológico de São Paulo, do Projeto Paisagístico da Praia do Sol, na margem da represa de Guarapiranga, em São Paulo, da urbanização e remanejamento de moradias de interesse social de São Luís, no Maranhão, e do desenvolvimento imobiliário privado em Cotia, em São Paulo.

Para a Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano do Estado de São Paulo (CDHU), coordenou o levantamento – identificação de tipologias, determinação de intervenções e estimativa de investimentos – em nove subdistritos da região central do município de São Paulo, para estudo de viabilidade técnica e financeira para o adensamento de domicílios na área central.

Professor da disciplina de projetos na Escola da Cidade, em São Paulo, desde 2007, José Armenio assumiu, neste ano, a presidência do Instituto de Arquitetos do Brasil – Departamento de São Paulo (IAB-SP).



“ SENTIA A NECESSIDADE DE COLOCAR MEU CONHECIMENTO A SERVIÇO DA SOCIEDADE, PORQUE A FORMAÇÃO DE ARQUITETO LHE INSTRUMENTA PARA PODER TRABALHAR O ESPAÇO, O HABITAT ”

IBRAÇON – COMO EXPLICA SUA VOCAÇÃO PARA URBANISTA, PARA PENSADOR DO ESPAÇO URBANO?

BRITO CRUZ – Decidi fazer arquitetura, onde o enfrentamento de questões sobre a organização das cidades aparece nas aulas. Meu trabalho de conclusão de curso foi sobre desenho urbano.

A questão da condição de vida na cidade é uma questão que mobiliza. Sentia a necessidade de colocar meu conhecimento a serviço da sociedade, porque a formação de arquiteto lhe instrumenta para poder trabalhar o espaço, o habitat, em pensar qual é o projeto de ocupação do território, de como se está ocupando este território.

Lembro-me de um texto do arquiteto João Batista Vilanova Artigas, que projetou a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP e foi meu professor, onde ele diz que a casa não termina na soleira da porta, mas a cidade é nossa casa, nossa casa é nossa cidade. Por isso, o urbanismo é uma questão que mobiliza. A arquitetura paulista sempre teve esta abordagem de seu objeto, como uma atitude frente à produção do objeto, frente à cidade.

IBRAÇON – DENTRO DESSA CONCEPÇÃO DE QUE A CIDADE É NOSSA CASA, VAMOS DISCUTIR ALGUNS PROBLEMAS QUE AS CIDADES VÊM ENFRENTANDO. UM DELES É O DA MOBILIDADE URBANA. DIVERSAS SOLUÇÕES TÊM SIDO IMPLEMENTADAS PARA DAR CONTA DO PROBLEMA: RODOANEIS, CORREDORES DE ÔNIBUS, EXPANSÃO DE LINHAS METROVIÁRIAS, CICLOVIAS, RODÍZIOS DE VEÍCULOS ETC. COMO VOCÊ VÊ ESSAS SOLUÇÕES? QUAIS OUTRAS PODEM SER FEITAS?

BRITO CRUZ – A mobilidade na cidade tem uma solução que é o transporte público. A cidade estruturada no transporte individual não é viável. Por mais que isso seja óbvio, a cidade que nós vivemos não revela essa obviedade, porque as cidades brasileiras são estruturadas historicamente para o automóvel. Isso é um erro! Mobilidade urbana é transporte público! Temos que mudar.

Por sua vez, o transporte público deve ser pensado de uma forma multimodal. Não é só trilha. Não é só ônibus. Esta multimodalidade parte do pedestre. Eu costumo dizer que o primeiro transporte público é o pé. Se você não consegue andar pelas ruas da cidade, você não chega até o metrô. E não sai do metrô. Então, o investimento em calçadas é um investimento em mobilidade.

IBRAÇON – VOCÊ CONCORDA COM AS DIRETRIZES DA PREFEITURA DE SÃO PAULO QUANTO À PADRONIZAÇÃO DAS CALÇADAS?

BRITO CRUZ – Cada vez mais a prefeitura deve achar instrumentos legais para exigir qualidade nas calçadas. A responsabilidade pelas calçadas é pública, mas os custos de manutenção são privados. Entre a responsabilidade jurídica e a responsabilidade financeira fica um buraco, que é o da fiscalização, que o poder público não faz satisfatoriamente.

O levantamento das demandas dos pedestres é o ponto de partida para a mobilidade. Ótimo, termos metrô! Mas o metrô descarrega em alguma calçada. Rodoanel é importante! Ferroanel é importante! O transporte hidroviário vai tomar corpo nos próximos anos, com planos para transporte de carga, de pessoas e de lixo pelos rios. É essa perspectiva de integração que temos que ter para o problema da mobilidade urbana, partindo do pé.





Vista aérea das calçadas da Avenida Paulista, em São Paulo

IBRACON – PARECE EXISTIR UM CONFLITO ENTRE O AUTOMÓVEL E O TRANSPORTE PÚBLICO NO PAÍS. COMO RESOLVÊ-LO?

BRITO CRUZ – Existe uma ciência no mundo, que é o urbanismo. O Brasil, apesar de financiar diversas escolas de arquitetura e urbanismo, reluta em assumir esta área do conhecimento na administração pública. Existe uma distância entre o que a universidade está pensando e o que administração pública está fazendo. O que precisa ser feito com relação a questão da mobilidade é pensá-la com a estruturação das cidades. Por que mandar as pessoas morarem nos confins da Zona Leste, fazendo o transporte público para lá, deixando o Centro vazio?

O centro está agora assistindo a um movimento de volta das pessoas, porque, nas últimas três décadas, ele perdeu aproximadamente 300 mil pessoas. Se essas pessoas não tivessem ido morar nos limites da Zona Leste ou da Zona Sul, o poder público não precisaria estar investindo tanto em transporte público,

mas investiria menos, em calçadas, para as pessoas irem da casa para o trabalho, do trabalho para casa. Isso é urbanismo, área do conhecimento que pensa as questões de forma integrada. Não leva em conta somente o transporte, mas também a habitação. A administração pública precisa assumir o urbanismo como área de conhecimento vital para a estruturação do país. Precisamos mudar a rota que estamos seguindo. Sair do automóvel para o transporte público. Pensar no pedestre. Pensar numa cidade estruturada onde o cidadão vai ao trabalho em meia hora. Pensar na integração social. A separação de renda – do pobre morar longe, separado do rico – não deve existir, pois somos um país. Pobre tem que morar ao lado de rico, para termos uma coesão social na cidade.

IBRACON – MAS SERÁ ISSO VIÁVEL? SE PENSARMOS NO CONFLITO QUE EXISTE ENTRE MORADIA DIGNA PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA, PRÓXIMA AO CENTRO DA CIDADE, E

“ A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
PRECISA ASSUMIR O
URBANISMO COMO ÁREA
DE CONHECIMENTO VITAL
PARA A ESTRUTURAÇÃO
DO PAÍS ”

“ NÃO SE PODE DEIXAR
 IMÓVEIS E TERRENOS VAZIOS
 NA CIDADE, PORQUE É
 CONTRAPRODUCENTE. TEM
 LEI NO BRASIL PARA INIBIR ISSO.
 FALTA A DECISÃO POLÍTICA ”

**A ESPECULAÇÃO IMOBILIÁRIA, QUE PAGA A
 PREÇO DE OURO TERRENOS EM REGIÕES BEM
 LOCALIZADAS. A SOLUÇÃO PROPOSTA POR VOCÊ
 NÃO É MUITO TEÓRICA?**

BRITO CRUZ – O que eu disse não é teórico, mas uma proposição: de outro modo, não é viável. Não é viável uma cidade estruturada no automóvel. A questão é como virar isso. O mercado imobiliário vai aonde existem as oportunidades. Quem define as oportunidades? O Estado. É o Estado quem diz onde será feita uma cidade, onde será construída uma escola. O mercado vai atrás, trazendo investimento e desenvolvimento. Na hora que o Estado assume seu papel, ele assume sua função de dirigir o mercado.

Para o mercado tanto faz ganhar no leste quanto no oeste, ou ganhar com casa de 40m² ou com casa de 400m². A questão é o Estado dizer qual é a perspectiva social, qual é a sociedade que ele quer. Por exemplo: o Programa Minha Casa Minha Vida é uma ação importante do Governo Federal, enfrentando o déficit habitacional brasileiro, dimensionado em milhões. Esta ação tem mérito quando resolve enfrentar o déficit habitacional e acelerar a economia, mas ela precisa ser qualificada em seu resultado, na estruturação das cidades. Qual é a qualidade das moradias? Ela implica a cidade do automóvel ou a cidade do transporte público? Qual é o modelo de tipologia do Programa, sob o ponto de vista da coesão



Perspectiva da ciclovía na Avenida Faria Lima, em São Paulo

social? Ele está fazendo guetos ou promovendo a coesão social?

No Canadá e nos Estados Unidos, o Estado obriga que se façam apartamentos pequenos, baratos, para população de baixa renda, ao lado de apartamentos grandes. É uma lei. É uma direção. Basta decidir: 30% deste empreendimento é para habitação de interesse social; e 70% são apartamentos de 100m². As cidades saudáveis são as que têm essa coesão social.

Não se pode deixar imóveis e terrenos vazios na cidade, porque é contraproducente. Tem lei no Brasil para inibir isso. Falta a decisão política.

IBRACON – UM ASSUNTO EM MODA ATUALMENTE É A CONTRIBUIÇÃO TRAZIDA PELA COPA E PELAS OLIMPIADAS PARA RESOLVER OS PROBLEMAS URBANOS. COMO VOCÊ VÊ ESTA QUESTÃO?

BRITO CRUZ – É uma janela de oportunidade aberta. Os grandes eventos potencializam grandes investimentos. No entanto, sob o ponto de vista dos projetos, de sua integração, perdermos a oportunidade, porque já foram definidos. Como presidente do IAB/SP não tive conhecimento sobre essa integração promovida pelos projetos. O que a cidade vai ganhar com a Copa, além de um estádio? Faltou inteligência urbanística integradora nos projetos em andamento.

Ainda temos chances de gerar externalidades saudáveis, de modo a não termos, no final, um cemitério de elefantes brancos, apesar das decisões sobre o desenho dos projetos não terem sido claras.

IBRACON – UM OUTRO PROBLEMA NAS CIDADES SÃO AS ENCHENTES. VOCÊ APONTOU UMA DIREÇÃO PARA PARTE DESTA PROBLEMA, NO SENTIDO DE COIBIR A EXPANSÃO DA MANCHA URBANA PARA ÁREAS DE RISCO E

DE MANANCIAS E VÁRZEAS DE RIOS PELA POPULAÇÃO MAIS CARENTE. COM RELAÇÃO A UMA POLÍTICA DE BOA DRENAGEM NAS CIDADES, QUE SOLUÇÕES TEMOS?

BRITO CRUZ – Tecnicamente existem soluções, desde a preocupação em cada imóvel com a permeabilidade do solo e com a vazão da água até a preocupação com a recuperação de várzeas de rios.

A questão coloca-se como o diálogo da cidade com sua geografia, seu sítio geográfico. Tem que haver inteligência: não posso ocupar aqui, vou ocupar lá, para não haver enchente. Ou se se decidir construir, deve-se lançar mão de recursos técnicos de pavimentação, de contenção de água etc. Amsterdã é feita sobre a água. Nós não somos vítimas da cidade porque nós construímos a cidade. A enchente é o resultado de um projeto de cidade que não se preocupou com os recursos naturais e com a qualidade de vida das pessoas. A gente deve assumir o diálogo com as águas nas cidades, gerando permeabilidade, baixando a velocidade das vazões. Existem conceitos que reforçam este diálogo da cidade mais inteligente e humana com a natureza. Por exemplo: a cidade compacta. O espraiamento urbano não é uma forma de diálogo saudável com o meio ambiente, porque temos que trabalhar com uma densidade urbana viável. São Paulo tem uma densidade média de 100 habitantes por hectare. Paris tem uma densidade média de 270. Qual é o significado deste número do ponto de vista social, ambiental, econômico e cultural? Morar numa cidade com 100 habitante por hectares é morar longe do trabalho.

IBRACON – HOJE A SUSTENTABILIDADE ESTÁ NA ORDEM DO DIA QUANDO SE PENSA EM

“ NÓS NÃO SOMOS VÍTIMAS DA CIDADE PORQUE NÓS CONSTRUÍMOS A CIDADE. A ENCHENTE É O RESULTADO DE UM PROJETO DE CIDADE QUE NÃO SE PREOCUPOU COM OS RECURSOS NATURAIS E COM A QUALIDADE DE VIDA DAS PESSOAS ”

“ O PLANO DIRETOR
TEM QUE DAR O PASSO NO
SENTIDO DA INSTRUMENTAÇÃO DA
SOCIEDADE PARA IMPLEMENTAR
OS PROJETOS PARA SUA
TRANSFORMAÇÃO ”

**DESENVOLVIMENTO URBANO. QUAIS SÃO
AS DIRETRIZES BÁSICAS DAS CIDADES
SUSTENTÁVEIS?**

BRITO CRUZ – Já dissemos: transporte público, cidades compactas. Por outro lado, a arquitetura brasileira tem uma sabedoria sobre consumo de energia. Em 1946, foi construído o símbolo da arquitetura moderna brasileira – o Ministério de Cultura e Educação, no Rio de Janeiro, projetado por Gustavo Capanema, que, hoje, é um prédio que tem temperatura ambiente agradável, sem ar condicionado, porque a fachada ensolarada é protegida por brissolés e a fachada que não toma sol é mais exposta.

**IBRACON – FALANDO SOBRE O PLANO DIRETOR
DA CIDADE DE SÃO PAULO, QUAL É O DESAFIO**

COLOCADO POR SUA REVISÃO EM 2013?

BRITO CRUZ – Com o plano diretor completando dez anos, temos condições de avaliar o que funcionou e o que não funcionou na cidade. Com ele tivemos um forte diagnóstico da cidade: zonas que precisam ser melhor estruturadas, zonas que precisam ser mantidas, desafios ambientais, desafios sociais. Ele sinalizou também demandas da cidade em termos de transportes, conexões, pontes, passarelas, habitação. O desafio da revisão é o da implementação de processos de viabilização de projetos para fazer frente ao diagnóstico e às demandas. O plano diretor tem que dar o passo no sentido da instrumentação da sociedade para implementar os projetos para sua transformação.



Interior da
Associação dos
Advogados de
São Paulo



Perspectiva da Biblioteca Mario de Andrade, em São Paulo

IBRACON – QUAL SERÁ A PARTICIPAÇÃO DO IAB-SP NESTA REVISÃO?

BRITO CRUZ – O IAB-SP tem representação em diversos órgãos da Prefeitura, sendo uma conexão da administração pública com a sociedade. Seu papel é o de apresentar os instrumentos técnicos para a sociedade construir uma cidade melhor.

IBRACON – VAMOS TOCAR AGORA NO TEMA DO CONCRETO NAS CIDADES. ESTE MATERIAL TEM DUAS CARACTERÍSTICAS QUE O DESTACAM EM RELAÇÃO AOS OUTROS MATERIAIS: A DURABILIDADE E A MOLDABILIDADE. POR OUTRO LADO, SOMOS UM PAÍS TRADICIONALMENTE EDIFICADO EM CONCRETO. SERÁ O CONCRETO UM MATERIAL SEMPRE PRESENTE NAS CIDADES BRASILEIRAS?

BRITO CRUZ – O Brasil tem uma inteligência de ponta sobre o concreto nos seus diversos usos na cidade – prédios, pavimentação, passeios públicos etc.

O concreto é o grande aliado na construção dessa nova cidade. Porque traz racionalidade para o canteiro de obras, gerando sustentabilidade. Por outro lado, a tecnologia avança muito – hoje existe o concreto poroso e permeável, o concreto com resistência maior às intempéries. Costumo dizer: sustentabilidade não é rancho, mas tecnologia em atender às demandas. Por exemplo: na calçada da Avenida Paulista, eu argumentei com a Prefeitura que a melhor solução era calçada de concreto! Porque é uma fórmula, não depende do humor de quem executa. Minha opinião como arquiteto é que calçada, pavimentação, mobilidade urbana deve ser em concreto. O concreto pode ser um aliado, por exemplo, na construção de edifícios-garagem. Porque não é viável o espaço ocupado pelos estacionamentos para carros. A solução é verticalizar. Isto é uma cidade sustentável.

IBRACON – O SUCESSO DE GRANDES PROJETOS E EMPREENDIMENTOS É O TRABALHO INTEGRADO

“ O CONCRETO É O GRANDE ALIADO NA CONSTRUÇÃO DESSA NOVA CIDADE. PORQUE TRAZ RACIONALIDADE NA FABRICAÇÃO, NO CANTEIRO DE OBRAS, O QUE SUSTENTABILIDADE ”

“ A BOA ARQUITETURA
É A BOA ENGENHARIA.
SÃO CAMADAS
COMPLEMENTARES E
INTEGRADAS. É UM SÓ
PENSAMENTO NA REALIZAÇÃO ”

DE EQUIPES MULTIDISCIPLINARES. SOB SUA ÓTICA, COMO INTEGRAR CADA DIA MAIS ARQUITETOS E ENGENHEIROS?

BRITO CRUZ – A realização os integra. É uma via de mão dupla. Eu não vejo conflito. A arquitetura levanta a engenharia e a engenharia levanta a arquitetura, no sentido de área de conhecimento. Se estamos pensando uma arquitetura com toda essa preocupação, precisamos da engenharia para suportar isso. A boa arquitetura é a boa engenharia. São camadas complementares e integradas. É um só pensamento na realização.

Neste prédio que estamos (prédio do IAB-SP), projeto do Rino Levy, construído em 1951, não se separa arquitetura e engenharia. A laje estrutura-se sem vigas: tem um desenho da armação, que é genial! Tem uma passagem do livro “Memórias”, do Oscar

Niemeyer, onde lhe perguntam se houve brigas para construir Brasília. “Não! Tivemos que fazer uma cidade em cinco anos. Não dava tempo para brigar”, disse ele. O desafio da realização supera conflitos.

IBRACON – TEMOS ENFRENTADO NOS ÚLTIMOS ANOS O CHAMADO APAGÃO DE TALENTOS, COM A FALTA DE PROFISSIONAIS QUALIFICADOS. AS UNIVERSIDADES NÃO TÊM FORMADO BONS PROFISSIONAIS EM FACE DA INOVAÇÃO E DIVERSIFICAÇÃO DE PRODUTOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS?

BRITO CRUZ – Eu discordo. Eu acho que nossas universidades são boas. Volto ao começo da entrevista onde comentei da apropriação pelo administrador público do conhecimento gerado na universidade.

Talvez, falte a aproximação do mercado e da administração pública com relação ao conhecimento que existe nas universidades. Eu vejo profissionais de altíssima competência lutando muito para trabalhar, para impor a sua visão, sua convicção de país. Não sinto falta de qualificação. Sinto que o recém-formado precisa ter um período – quase como o período de residência do médico – para se aclimatar no trabalho. Meu escritório tem uma característica: passa muita gente por lá. A gente forma muita gente, servimos de residência para muita gente. Eu acho bom isso: muita gente que está no mercado e está trabalhando muito bem, passou por lá. Quando saiu da faculdade, aprendeu a trabalhar lá.

ARO RAFAEL SCHMIDT



Vista da sede do IAB-SP





Corredor de acesso à Biblioteca da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

IBRACON – CURSOS DE ATUALIZAÇÃO PROFISSIONAIS, CONGRESSOS E FEIRAS TÉCNICAS SÃO IMPORTANTES?

BRITO CRUZ – São fundamentais porque a formação é um processo continuado. Nós estamos discutindo os desafios das cidades de hoje, que é uma discussão nacional e internacional. A formação continuada é base para o bom profissional.

IBRACON – AGORA EM MARÇO DE 2013 ESTÁ PREVISTA PARA ENTRAR EM VIGOR A NORMA DE DESEMPENHO, A ABNT NBR 15575, TRAZENDO IMPORTANTES MODIFICAÇÕES NA RELAÇÃO ENTRE OS DIVERSOS INTERVENIENTES DO PROCESSO CONSTRUTIVO. OS ARQUITETOS ESTÃO PREPARADOS PARA ATENDÊ-LA?

BRITO CRUZ – À norma de desempenho deve-se seguir a formação do arquiteto e a regulamentação da profissão, na medida em que trará responsabilização. Enfim, vamos passar por uma readequação do mercado

de arquitetura, que já começou. Porque ela traz mais responsabilidades e mais qualidade aos projetos. Eu ainda não me detive a um estudo detalhado da norma, mas essa responsabilização vai demandar necessariamente um período de adaptação e de estruturação.

IBRACON – COMO O IAB E O IBRACON PODEM UNIR FORÇAS E TRABALHAR EM PARCERIA PARA VIABILIZAR O DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL?

BRITO CRUZ – O IBRACON e o IAB podem lançar temas para a sociedade – da sustentabilidade, da tecnologia, da coesão social, do desenvolvimento urbano, contribuindo para a administração pública e o mercado fazerem uma cidade melhor para nós.

IBRACON – QUAIS SUAS METAS DE GESTÃO NO IAB-SP?

BRITO CRUZ – Fortalecimento institucional do IAB; restauro do prédio do IAB-SP (estamos em fase

“ A ARQUITETURA
COMO
INSTRUMENTO
PARA A SOCIEDADE
PARA QUALIFICAR
SUA VIDA ”

de captação de patrocínios); e viabilização da próxima Bienal de Arquitetura. Por trás delas está a premissa de construção de uma nova face pública para a arquitetura. Tirar a arquitetura do cercadinho das idiosincrasias pessoais. A arquitetura como instrumento para a sociedade para qualificar sua vida.

IBRACON – COMO ESSA SUA VISÃO DA ARQUITETURA SE REFLETE NA ORGANIZAÇÃO DA PRÓXIMA BIENAL?

BRITO CRUZ – Na tematização. Nosso tema será o desenvolvimento urbano e a cultura urbana. A Bienal vai ser um espaço de discussão da sociedade sobre questões urbanas. Serão projetos para discutir soluções para a cidade. Esse é o nosso desafio.

IBRACON – DOS PROJETOS EM QUE VOCÊ ESTÁ ENVOLVIDO, QUAIS DESTACARIA COMO UMA BOA INICIATIVA PARA RESOLVER OS PROBLEMAS DAS CIDADES?

BRITO CRUZ – Estou envolvido num trabalho de reocupação do centro de São Paulo, que venho participando desde 2006. Ele partiu de um diagnóstico do Governo do Estado de São Paulo de que o investimento em infraestrutura urbana para longe é mais caro do que um subsídio para as pessoas morarem no centro, bem como do potencial de ocupação que ainda existe no centro de São Paulo. Fizemos há três anos atrás um trabalho de identificação de tipologias de imóveis no centro expandido e um estudo da movimentação demográfica. Estamos concluindo um trabalho sobre calçadas. Fizemos as calçadas da Avenida Paulista e da Avenida Faria Lima. E participamos das reformas dos museus da USP com o arquiteto Paulo Mendes da Rocha.

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

BRITO CRUZ – Eu gosto de correr. Gosto de fazer atividade física. Eu já corri 20 São Silvestres. ●

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

Pavimento intertravado permeável – conceitos, seção tipo e avaliação de desempenho

MARIANA MARCHIONI – ENGENHEIRA

CLAUDIO OLIVEIRA – MSc.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP

1. INTRODUÇÃO

Na gestão da drenagem urbana, com foco ao combate às enchentes, tem se observado uma tendência em descentralizar as redes de drenagem, privilegiando o retardo na fonte e visando, assim, reduzir a necessidade de grandes obras de canais e reservatórios de detenção. Nessa tendência, a utilização dos pavimentos permeáveis tem se apresentado uma solução de excelente custo x benefício para o retardo do escoamento já na sua origem. Com estes pavimentos, é possível manter o espaço útil do terreno e ao mesmo tempo, reduzir em até 100% as enxurradas. Eles também melhoram a qualidade da água devido à filtragem realizada pela base do pavimento. Dentre as diversas opções de revestimentos, a utilização de peças pré-moldadas de concreto tem como principais características a execução simples e rápida, liberação imediata ao tráfego e fácil manutenção. Nesse artigo, serão descritos os principais conceitos envolvendo os pavimentos permeáveis, com foco no revestimento utilizando peças de concreto para pavimentação intertravada.

2. DRENAGEM URBANA

As medidas adotadas para a drenagem urbana podem ser divididas em medidas estruturais e medidas não es-

truturais (Figura 1). As medidas estruturais normalmente implicam em grandes obras e têm como principal objetivo afastar a água da chuva da sua origem e direcionar a um ponto de convergência. Essas medidas podem envolver a microdrenagem, utilizando principalmente elementos, como sarjetas, bocas de lobo e galerias pluviais, e a macrodrenagem, que envolve obras de canais e reservatórios de detenção. Já, as medidas não estruturais não implicam necessariamente grandes obras e visam gerenciar a água da chuva de forma local ou mesmo encontrar formas de

Figura 1 – Fluxo de gestão de drenagem urbana

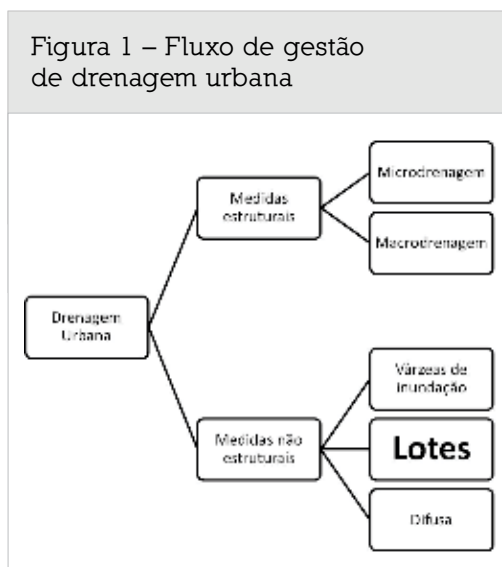
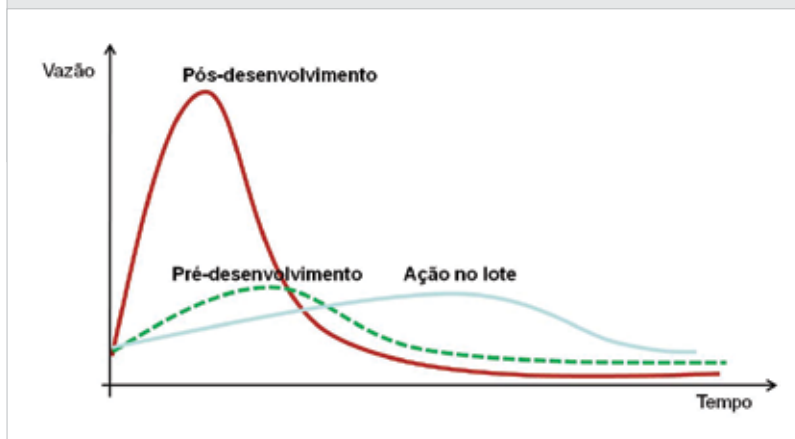


Figura 2 – Hidrograma de pós-desenvolvimento, pré-desenvolvimento e após ação no lote



conviver com o fenômeno das enchentes. Essas medidas consistem basicamente em preservar as várzeas de inundação, retardar o escoamento superficial de água nos lotes ou ainda utilizar medidas difusas, como, por exemplo, campanhas de conscientização ou sistemas de avisos para o caso de chuvas intensas (PORTO, 2012).

Os pavimentos permeáveis podem ser classificados dentro da drenagem urbana nas ações não estruturais realizadas no próprio lote, ou seja, atuam no local da edificação retardando a chegada da água ao sistema de drenagem urbana. Dentre os sistemas de atuação no lote, os pavimentos permeáveis funcionam tanto na infiltração de água como reservatórios (PORTO, 2012).

A busca por sistemas que promovam o retardo da água já na fonte tem como objetivo manter uma situação anterior ao desenvolvimento urbano. Conforme cresce a ocupação dos centros urbanos, a maior impermeabilização do solo demanda mais dos sistemas de drenagem urbana, devido ao aumento da vazão de água.

Observando o hidrograma na Figura 2, em uma situação pré-desenvolvimento urbano, o pico de vazão é inferior ao comportamento

verificado numa situação pós-desenvolvimento, quando os lotes passam a ser ocupados com edificações e são impermeabilizados.

O principal objetivo do retardo na fonte (lote) é manter o hidrograma do lote condizente com a situação de pré-desenvolvimento, ou seja, antes da ocupação e construção, de modo a não saturar o sistema de drenagem do município.

Substituindo em um lote as áreas impermeabilizadas por pavimento permeável, ocorre a redução do escoamento superficial¹ e, assim, é reduzida a vazão de água gerada no lote, mantendo-se a vazão inicial.

Nos pavimentos impermeáveis ou de baixa permeabilidade, rapidamente há formação de escoamento superficial, esta água superficial irá demandar os sistemas de microdrenagem durante a chuva, podendo vir a causar enchentes (Figura 3).

Ao contrário, os pavimentos permeáveis (Figura 4) evitam este tipo de escoamento superficial, garantindo que praticamente 100% da água seja infiltrada através de sua estrutura, podendo servir para recarga do aquífero ou ser transportada através de sistemas auxiliares de drenagem. Os pavimentos permeáveis podem apresentar coeficientes

Figura 3 – Pavimento praticamente impermeável. Verifica-se a rápida formação de escoamento superficial da água



¹ COEFICIENTE DE ESCOAMENTO OU DEFLÚVIO SUPERFICIAL: PARTE DA ÁGUA DA CHUVA PENETRA NO TERRENO, PARTE É RETIDA PELA VEGETAÇÃO, PARTE SE ACUMULA EM LAGOS E BARRAGENS, E PARTE ESCOIA PELA SUPERFÍCIE. ESTA PARCELA QUE ESCOIA PELA SUPERFÍCIE É CHAMADA "DEFLÚVIO SUPERFICIAL" OU "RUN-OFF" EM INGLÊS. O COEFICIENTE DE ESCOAMENTO É A RELAÇÃO ENTRE O VOLUME TOTAL ESCOADO PELA SEÇÃO DE CONTROLE E O VOLUME TOTAL PRECIPITADO.

Figura 4 – Pavimento permeável. Não ocorre o escoamento superficial. Praticamente 100% da água é infiltrada e pode-se adotar coeficiente de escoamento superficial igual a 0,05



de escoamento inferiores a 0,05 e, ainda assim, permitem a utilização do terreno como um pavimento. O objetivo de utilizar pavimentos permeáveis é justamente reduzir o coeficiente de escoamento, resultando, assim, numa área útil com um valor de “c” abaixo da faixa de regiões de matas, parques e campos de esporte (WILKEN, 1978). Na prática, uma área com pavimentação permeável apresenta desempenho até mesmo superior quanto à infiltração de água quando comparada a uma área com vegetação, caso esta já tenha parte do solo compactado.

3. CONCEITOS – PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

Para que o pavimento permeável funcione na redução do escoamento superficial e infiltração de água, é necessário que sejam atendidos os requisitos de projeto e materiais da estrutura do pavimento, onde todo o caminho percorrido pela água deve ser considerado.

Pavimentos permeáveis são definidos como aqueles que possuem espaços livres na sua estrutura por onde a água pode atravessar. (FERGUSON, 2005).

O revestimento deve permitir a passagem rápida da água evitando, assim, que ela escoe superficialmente ou forme poças, garantindo que 100% da água superficial seja infiltrada através do pavimento em um intervalo de tempo compatível com a chuva local, resultando em um baixo coeficiente de escoamento superficial.

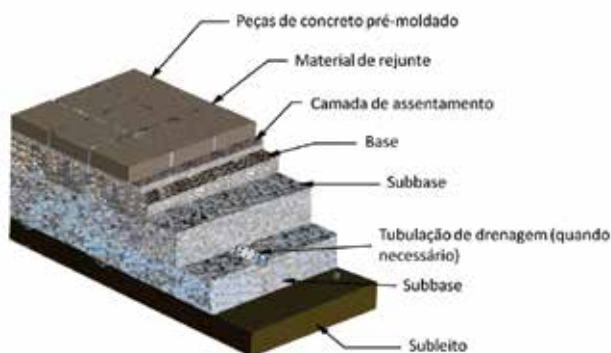
A água infiltrada fica, então, armazenada na estrutura do pavimento até escoar, funcionando como uma caixa de retardo.

A estrutura do pavimento deve ser dimensionada considerando-se a intensidade da chuva no local e as características do solo, além das condições de tráfego às quais o pavimento estará sujeito.

4. SEÇÃO-TIPO DE UM PAVIMENTO INTERTRAVADO PERMEÁVEL

A seção tipo (Figura 5) do pavimento permeável consiste no revestimento, que pode ser de diferentes materiais que permitam a passagem rápida da água, dentre elas as peças pré-moldadas de concreto. A camada de assentamento possui espessura 50mm e tem como principal fun-

Figura 5 – Seção tipo de pavimento permeável com revestimento de peças de concreto pré-moldadas



ção fornecer uma superfície uniforme para assentamento das peças de concreto pré-moldadas. A base e subbase devem ser dimensionadas para cada caso, podendo ainda ser necessária a utilização de tubulação de drenagem para complementar o sistema (MARCHIONI, 2011).

Serão descritas as principais características de cada camada.

4.1 SUBLEITO

São necessários dados do subleito para o dimensionamento do pavimento permeável, sendo o tipo de solo, a capacidade de suporte, o coeficiente de permeabilidade e o nível do lençol freático, dados utilizados para dimensionar a camada de base do pavimento permeável. A capacidade de suporte do solo é determinada através da ABNT NBR 9895, determinando o Índice de Suporte Califórnia (CBR).

Já o coeficiente de permeabilidade é determinado através das ABNT NBR 13292 ou ABNT NBR 14545, podendo ainda ser estimado conhecendo a distribuição granulométrica do solo. Quanto menor o valor do coeficiente de permeabilidade, menos permeável é o solo. Para utilização de pavimentos permeáveis em solos muito pouco permeáveis é necessária a utilização do sistema de infiltração parcial, onde o sistema é complementado com tubos de drenagem.

Também deve ser conhecido o nível do lençol freático, que recomenda-se estar a pelo menos 60cm abaixo da subbase do pavimento permeável (MARCHIONI, 2011).

Tabela 1 – Granulometria recomendada para camadas de subbase e base de um pavimento permeável (MARCHIONI, 2011)

Peneira com abertura de malha	Subbase	Base
75mm	0	-
63mm	0 a 10	-
50mm	30 a 65	-
37mm	85 a 100	0
25mm	-	0 a 5
19mm	95 a 100	-
12,5mm	-	40 a 75
4,75mm	-	90 a 100
2,36mm	-	95 a 100

Tabela 2 – Características do agregado para assentamento e preenchimento das juntas (MARCHIONI, 2011)

Distribuição granulométrica - porcentagem retida		
Peneira com abertura de malha	Camada de assentamento e material de rejunte*	Material de rejunte
12,5mm	0	-
9,5mm	0 a 15	0
4,75mm	70 a 90	0 a 15
2,36mm	90 a 100	60 a 90
1,16mm	95 a 100	90 a 100
0,300mm	-	95 a 100

Teor de finos: menor que 3% passante na peneira 0,075mm.
*quando o formato da peça permitir a utilização deste material como rejunte

4.2 CAMADA DE BASE E SUB-BASE

Para a base e subbase, utiliza-se brita lavada de um material durável com 90% de faces fraturadas e Abrasão Los Angeles menor que 40, determinado de acordo com a ABNT NBR NM 51. O índice de vazios mínimo é de 32% e é necessário um Índice de suporte Califórnia (CBR) de pelo menos 80%, determinado de acordo com a ABNT NBR 9895 (MARCHIONI, 2001).

A capacidade de atuar como reservatório de água da base e subbase vai depender do índice de vazios do agregado, que é determinado de acordo com a ABNT NBR NM 45 e deve ser superior a 32% (MARCHIONI, 2011).

Na Tabela 1 estão as granulometrias sugeridas para a base e subbase.

Outras granulometrias de agregados podem ser utilizadas, desde que atendido o critério de índice de vazios superior a 32%, garantindo, assim, a capacidade de armazenar água.

4.3 REJUNTE E CAMADA DE ASSENTAMENTO

Nos pavimentos permeáveis, as peças de concreto são assentadas em uma camada uniforme e nivelada de agregado graúdo com dimensão máxima igual a 9,5mm, teor

de finos menor que 3% passante na peneira 0,075mm e com granulometria recomendada de acordo com a Tabela 2 (MARCHIONI, 2011).

Um aspecto de grande importância no agregado da camada de assentamento é que ele tenha dimensão suficiente para garantir uma superfície uniforme para o assentamento das peças pré-moldadas de concreto, mas que também ocorra um travamento com a camada de base. Para que isso ocorra, os agregados da camada de base e da camada de assentamento devem atender o seguinte critério:

$D_{15} \text{ base} / D_{15} \text{ assentamento} < 5$ e $D_{75} \text{ base} / D_{75} \text{ assentamento} > 2$	[1]
---	-----

Onde:

D_x = dimensão onde x% dos agregados é mais fino.

Para o material de rejunte, deve ser verificado se a $d_{\text{máx}}$ do agregado permite o rejuntamento e também garantir um teor de finos menor que 3% passante na peneira 0,075mm. O teor de finos tem relação direta com o coeficiente de permeabilidade do material e, assim, tem grande influência no desempenho do pavimento permeável.

Quando possível, pode ser utilizado como material de rejunte o mesmo agregado da camada de assentamento; porém, é permitido utilizar agregados mais finos para garantir o preenchimento das juntas, conforme granulometria recomendada na Tabela 2.

Por exemplo, no caso de uma peça com espaçador de 6mm não é possível rejuntar com um agregado de $d_{\text{máx}}$ 9,5mm; sendo assim, pode ser utilizada a granulometria da coluna subsequentes, com $d_{\text{máx}}$ =4,75mm.

O agregado da camada de assentamento e do material de rejunte deve apresentar um coeficiente de permeabilidade

de mínimo de $3,5 \times 10^{-3}$ m/s, sendo que, atendida a granulometria, este requisito normalmente também é atendido.

4.4 REVESTIMENTO DE PEÇAS DE CONCRETO

Para ser considerado intertravado, as peças de concreto devem atender a relação de comprimento/espessura menor que 4, garantindo um comportamento de pavimento flexível. Peças que excedam essa relação são denominadas placas de concreto, são indicadas apenas para tráfego exclusivo de pedestres e não serão tratadas neste artigo.

No caso das peças de concreto para pavimento intertravado permeável, as peças podem ser de concreto convencional, onde a infiltração de água se dá por espaços vazios nas peças ou pela junta de assentamento ou podem ainda ser de concreto poroso, permitindo a infiltração de água pela própria peça.

- Revestimento com peças de concreto com juntas alargadas: Utilizam-se peças de concreto simples e a infiltração da água ocorre através das juntas entre as peças.
- Revestimento com peças de concreto com aberturas: Utilizam-se peças de concreto simples e a infiltração da água ocorre através de aberturas dispostas entre as peças.
- Revestimento com peça de concreto poroso: Utilizam-se peças de concreto poroso e a infiltração da água ocorre através dos poros interligados do concreto.

5. AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO PERMEÁVEL

A forma correta de avaliar o desempenho de um pavimento permeável e garantir que ele irá contribuir com a diminuição do escoamento superficial de água, problema

Figura 6 – Tipos de revestimento para pavimento intertravado permeável

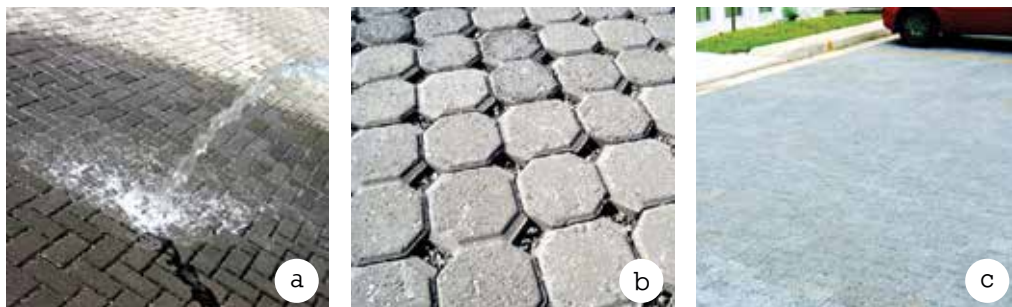


Tabela 3 – Valores típicos de coeficiente de permeabilidade de solos (TERZAGUI; PECK, 1967)

Tipo de solo	Coeficiente de permeabilidade k (m/s)	Grau de permeabilidade
brita	$>10^{-3}$	Alta
areia de brita, areia limpa, areia fina	10^{-3} a 10^{-5}	Média
areia, areia suja e silte arenoso	10^{-5} a 10^{-7}	Baixa
silte, silte argiloso	10^{-7} a 10^{-9}	Muito Baixa
argila	$< 10^{-9}$	Praticamente Impermeável

típico de áreas impermeáveis, é medindo a velocidade de infiltração de um volume conhecido de água, ou seja, deve determinar o coeficiente de permeabilidade.

O coeficiente de permeabilidade indica a velocidade de infiltração de água no solo, referida em m/s. (PINTO, 2002). Esta informação é importante para o dimensionamento do sistema na fase de projeto e também após a execução, como forma de acompanhar o desempenho do pavimento ao longo da sua vida útil.

Os valores de referência da estrutura do pavimento permeável se baseiam nos estudos da permeabilidade natural dos solos. Na Tabela 3, encontram-se os valores de referência para coeficientes de perme-

abilidade de solos (TERZAGUI; PECK, 1967). Nas faixas de permeabilidade alta e média, a água irá infiltrar com facilidade; fora destas faixas, o tempo de infiltração será bem maior e inadequado para superfícies consideradas permeáveis.

De maneira análoga, podemos utilizar o coeficiente de permeabilidade para avaliar os pavimentos permeáveis, considerando-se como valor mínimo de coeficiente de permeabilidade o valor de 10^{-5} m/s.

A determinação do coeficiente de permeabilidade de pavimentos permeáveis já executados é baseado na norma ASTM C 1701 – *Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete*, ou método de ensaio *in situ* para determinação de coeficiente de permeabilidade em concreto permeável.

O método utiliza um cilindro com diâmetro de 30cm e altura mínima de 20cm posicionado na superfície do pavimento permeável (Figura 7). As laterais do cilindro são vedadas com massa de calafetar de modo a evitar perda de água (MARCHIONI, 2011).

O método pode ser utilizado para todos os tipos de pavimentos permeáveis já executados.

Este método de ensaio bastante simples, pode ser utilizado para aprovação do pavimento após sua execução e para monitoramento ao longo da utilização do pavimento, garantindo, assim, que o pavimento atenda aos requisitos de projeto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de pavimentação permeável é uma solução simples e de ótimo custo x benefício para o combate de enchentes no manejo da drenagem urbana. Ao apresentar um coeficiente de escoamento superficial igual a 5%, a utilização do pavimento permeável

Figura 7 – Cilindro acrílico posicionado no pavimento permeável para realização do ensaio para determinação do coeficiente de permeabilidade



promove uma redução na vazão gerada por um lote, promovendo, assim, o retardo na fonte.

A maneira de verificar se o pavimento é, efetivamente, permeável, é através da determinação do coeficiente de permeabilidade, tanto no revestimento como no pavimento acabado, que devem ser condizentes com superfícies permeáveis. Valores de coeficiente de permeabilidade acima de

10^{-5} m/s atestam que o pavimento irá funcionar de forma adequada. Para garantir o atendimento deste requisito, devem ser verificados alguns cuidados no projeto e na especificação dos materiais de toda a estrutura do pavimento.

Atendido os requisitos indicados, o pavimento permeável irá atender sua função de redução de vazão ao mesmo tempo que permite manter a área útil do local.

Referências Bibliográficas

- [01] FERGUSON, B. K. Porous Pavements. Integrative Studies in Water Management and Land Development. Florida, 2005.
- [02] MARCHIONI, Mariana; SILVA, Cláudio Oliveira. Pavimento intertravado permeável – melhores práticas – ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. São Paulo, 2011.
- [03] PINTO, C. Curso básico de mecânica dos solos. Oficina de textos. 2ª edição. São Paulo, 2002.
- [04] PORTO, R. A Questão da Drenagem Urbana no Brasil. Escola Politécnica -USP. Disponível em: <<http://www.fcth.br/public/cursos/unimar/drenurbbr/drenurbbr01.pdf>>. Acesso em: 15 de ago. de 2012.
- [05] TERZAGHI, K. and PECK, R. B. (1967). Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd edn.. John Wiley, New York, London, Sydney.
- [06] WILKEN, P. S. Engenharia de drenagem superficial. CETESB. São Paulo, 1978. ●

Contribuir com a sustentabilidade é o nosso papel.



OgilvyOne

Da construção civil à agropecuária. Conte com os produtos Gerdau certificados com o Selo Ecológico.

A Gerdau acredita que seus produtos podem construir grandes obras e também um mundo melhor. Somos a maior recicladora de aço da América Latina e a pioneira na conquista do Selo Ecológico na construção civil. E agora temos a maior linha certificada, incluindo produtos para a agropecuária. Todo esse reconhecimento reafirma nosso compromisso com o meio ambiente, com o futuro e com as próximas gerações.



Saiba mais:
www.gerdau.com.br/seloecologico



www.gerdau.com.br

Diretrizes para construção de ciclovias: a utilização do concreto moldado “in loco”

CRISTIANE BASTOS – ARQUITETA

ERIKA MOTA – ENGENHEIRA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND

1. INTRODUÇÃO

O tema Mobilidade Urbana Sustentável tem sido, cada vez mais, discutido entre o setor público (nas diferentes esferas, federal, estadual e municipal), setor privado, terceiro setor e sociedade civil. A preocupação com os deslocamentos na cidade é crescente em todo o mundo. Os altos índices de poluição, congestionamento, tarifas elevadas, falta de conforto no transporte público, necessidade de integração entre modais e o incentivo ao transporte não motorizado, demandam atenção especial ao tema. Tal necessidade desencadeou a recente aprovação da Lei 12.587/2012, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, que enfoca o transporte não motorizado (principalmente pedestres e ciclistas) e o transporte coletivo. Para dar a ênfase exigida pela Lei, municípios, técnicos e profissionais da área precisam se preparar para esta demanda desenvolvendo projetos e executando obras de qualidade.

No Brasil, algumas iniciativas de implantação de infraestrutura cicloviária são observadas, porém, juntamente com essas ações, diversas inadequações no âmbito do planejamento, do projeto e da execução foram encontradas e resultaram na não utilização da rede cicloviária, na insatis-

fação de usuários, moradores, comerciantes e, até mesmo, em acidentes com óbitos.

Diante desta realidade, este trabalho se propôs a pesquisar diretrizes de projeto e execução de ciclovias, indicando as melhores soluções técnicas encontradas e orientando na sua aplicação para que a infraestrutura cicloviária seja realmente eficiente. Está organizado nos tópicos: projeto básico, projeto executivo e execução, conforme a lei de licitações 8666/93, Artigo 7º, onde diz que as licitações para a execução de obras e para a prestação de serviços obedecerão à seguinte sequência:

- I - projeto básico;
- II - projeto executivo;
- III - execução das obras e serviços.

2. PROJETO BÁSICO

Um projeto básico constitui o conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução. (Lei 8666/93, Artigo 6º, Inciso IX).

No projeto básico, é necessária, principalmente, a definição dos materiais a serem utilizados. No caso da ciclovia, é importante a escolha certa do pavimento para garantir a segurança e o conforto do ciclista.



2.1 PAVIMENTAÇÃO

O pavimento recomendado para a construção de ciclovias é o chamado *Concreto Simples Moldado “In Loco”*, o concreto comum. Entre as vantagens deste tipo de pavimento, destacam-se: a facilidade de manutenção, a alta durabilidade e, principalmente, o conforto proporcionado aos ciclistas durante seu deslocamento. Veja abaixo mais algumas vantagens da utilização do pavimento.

2.1.1 Conforto de rolamento

O concreto desempenado moldado “in loco” garante uma superfície uniforme, sem irregularidades. Com as novas técnicas construtivas, as juntas de retração, aplicadas aproximadamente a cada três metros, possuem apenas 3mm de abertura, passando despercebidas pelos ciclistas, diferentemente do pavimento flexível que apresenta trilha de rodas e deformações plásticas.

2.1.2 Durabilidade

Toda ciclovia deve ser projetada para durar décadas. Bem executado, o pavimento de concreto dura mais de 20 anos sem a necessidade de grandes intervenções, compensando os investimentos e garantindo a qualidade do trajeto.

O Pavimento de concreto, considerado uma estrutura rígida, não sofre deformação plástica, trilhas de rodas ou buracos e resiste à deformação ou degradação devido ao derramamento de óleo ou combustível.

2.1.3 Conforto ambiental

Durante seu trajeto, o ciclista encontra-se muito próximo ao solo, e a temperatura do piso influencia muito o conforto e a qualidade do caminho. Em pavimentos de coloração clara, como é o caso do concreto, há uma menor reflexão de calor. Com isto, a diferença de temperatura pode chegar a 20°C, em comparação pavimentos de coloração escura. Essa sensação térmica é percebida entre 1,00 e 1,50 metros acima do piso. Portanto, para o ciclista, este fator torna-se muito importante.

2.1.4 Aderência

Para garantir uma boa aderência, evitando o escorregamento de usuários, o ideal é que o concreto moldado “in loco” seja desempenado e texturizado com leves ranhuras feitas com a técnica de vassouramento, com vassoura de pêlo ou náilon. Elas ajudam a escoar a água e manter a aderência.

2.1.5 Visibilidade noturna

A coloração clara do pavimento em concreto, além de não aquecer, proporciona melhor visibilidade noturna por ter maior reflexão de luz. Desta forma, o número de pontos de iluminação pode ser reduzido e, conseqüentemente, haverá economia de energia elétrica nas áreas urbanas.

2.1.6 Meio ambiente

A fabricação do cimento utilizado no pavimento de concreto aproveita muitos resíduos de outras indústrias (escórias de alto-forno, cinzas volantes de termelétricas, gesso sintético etc.), além de queimar pneus inservíveis como fonte de energia em coprocessamento.

3. PROJETO EXECUTIVO

Projeto Executivo é o conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (Lei 8666/93, Artigo 6º, Inciso X). Neste projeto, serão necessárias as contratações de diversos projetos complementares e imprescindíveis como projeto estrutural, drenagem, iluminação e sinalização.

4. EXECUÇÃO

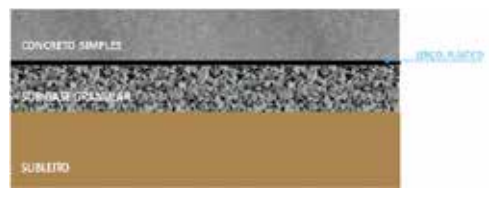
A execução da ciclovia deve ser feita com qualidade e, ao contrário do que se pensa, com muita atenção aos detalhes que podem poupar a vida de um ciclista no futuro.

4.1 SEÇÃO TIPO

A estrutura do pavimento para ciclovias é constituída de três camadas e uma lona plástica:

- Subleito;
- Sub-base granular;

Figura 1 – Seção tipo

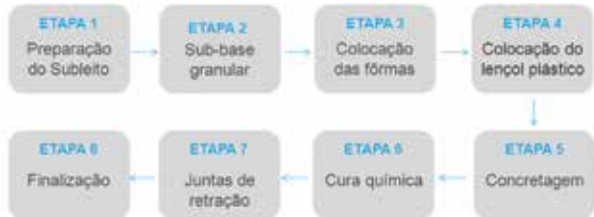


- Lençol Plástico (lona);
- Camada de concreto simples.

4.2 ETAPAS DE EXECUÇÃO

A execução do pavimento de concreto obedece a uma sequência de 8 etapas, que correspondem à construção da estrutura do pavimento (etapas 1, 2, 3 e 4), concretagem (etapa 5), procedimento de cura do concreto (etapa 6) e execução das juntas (etapa 7) e finalização (etapa 8).

Figura 2 – Etapas de execução



4.2.1 Preparação do subleito

O Subleito deve oferecer ao concreto o suporte adequado e as condições de manter sua espessura constante em toda a área pavimentada. Portanto, é importante fazê-lo com muita atenção.

A primeira providência a ser tomada é verificar as condições da camada do subleito. É preciso avaliar se o solo local:

1. É expansivo (se ele incha na presença de água). Caso seja, será necessário substituir o solo existente por um não expansivo, ou seja, utilizar solo de empréstimo.
2. Está limpo e seco.

A drenagem deve manter o lençol freático rebaixado a, pelo menos, 1,5 metro da cota final da superfície do pavimento acabado.

Figura 3 – Abertura da caixa



Após verificação e tomadas devidas providências de adequação do solo, inicie a escavação da caixa (caixa = volume destinado a receber a estrutura do pavimento), mantendo-se o greide do terreno a uma profundidade mínima indicada no projeto e com os mesmos caimentos que o pavimento pronto terá.

Nestas condições, regularize e compacte o subleito até que fique na cota definida no projeto. A superfície deverá ser a mais fechada possível.

A área a ser pavimentada deve atender aos seguintes requisitos:

- O solo deve ter um índice de suporte Califórnia (CBR) mínimo de 5% e expansão volumétrica no máximo igual a 2%;
- No caso de valor de CBR entre 3% e 5%, recomenda-se adotar uma camada de reforço com 15 cm de solo escolhido, com CBR maior do que 7% e expansão máxima de 1%;

Figura 4 – Solo compactado



Figura 5 – Distribuição da camada granular



- Para valores de CBR menores que 3%, recomenda-se a substituição de solo, numa profundidade mínima de 40cm, por outro com as mesmas características citadas acima para a camada de reforço.

4.2.2 Sub-base granular

A Sub-base granular auxilia na uniformização do suporte da fundação do pavimento. Também contribui para que se evite a ocorrência do fenômeno de bombeamento, através das juntas ou eventuais fissuras; minimiza o efeito danoso à estrutura do pavimento, causado por mudanças excessivas de volume de solos instáveis do subleito; facilita a execução e o controle geométrico da espessura das camadas sobrejacentes; contribui para isolar e drenar o subleito, reduzindo a instabilidade volumétrica do solo (causas de insucessos desses pavimentos); e é capaz de prover uma camada drenante (garantia do sistema de drenagem subsuperficial), com aumento de durabilidade. Nesta etapa, recomenda-se a adoção de uma sub-base granular com 10 cm de espessura (brita graduada simples, bica corrida ou solo escolhido).

A sub-base granular deve apresentar as seguintes características:

- Índice de suporte Califórnia: $CBR \geq 30\%$;
- Limite de liquidez: $LL \leq 25\%$;
- Índice de plasticidade: $IP \leq 6\%$;
- Expansão volumétrica $\leq 1\%$;
- Grau de compactação: $GC \geq 100\%$, considerada a energia normal.

Figura 6 – Compactação da camada granular



4.2.3 Colocação das fôrmas

Quando não existirem contenções para a camada de concreto, como guias ou sarjetas, devem ser fixadas, sobre a base compactada e regularizada, fôrmas de madeira ou metálicas, de modo que estas suportem, sem deslocamento, os esforços durante o lançamento e acabamento do concreto. É importante aplicar o desmoldante nas fôrmas para facilitar sua retirada. Deve ser utilizado um desmoldante compatível com o tipo de fôrma (madeira ou metálica) e que não cause retardamento ou manchamento no concreto.

4.2.4 Colocação do lençol plástico

O lençol plástico (lona) forma uma camada impermeabilizante protegendo a estrutura da infiltração de água,

Figura 7 – Colocação do lençol plástico



além reduzir o atrito com a base, permitindo livre movimentação do concreto, evitando o aparecimento de fissuras. Durante a colocação, ele não deve conter dobras, nem rasgos e ser aplicado sobre a base já regularizada e compactada.

4.2.5 Concretagem

Em uma ciclovia, o principal fator de durabilidade da estrutura é a capacidade de o concreto resistir ao desgaste por atrito e não aos esforços de tração na flexão.

Por isso, neste caso, recomendam-se:

- Concreto - Resistência característica à compressão simples (f_{ck}) aos 28 dias = 25 MPa (mínimo);
- Dimensão máxima do agregado graúdo = 25 mm;
- Espessura recomendada (h) da camada de concreto simples = 10 cm (ou 12 cm, se houver locais de entrada e saída de automóveis).

A qualidade do concreto é muito importante para o resultado final do pavimento. O concreto simples, quando produzido em central de concreto, deve ser pré-misturado e fornecido na obra em caminhões-betoneira por empresas especializadas, atendendo às características definidas em projeto. O fornecimento deve ser programado, de acordo com a frente de serviço que está apta a receber o concreto. Assim, evita-se desperdício ou falta de material.

Algumas situações, como trechos de travessias ou determinadas condições geométricas (geometrias irregulares, com ângulos que não sejam retos) das placas de concreto, podem exigir o uso de armação metálica. A utilização ou não dessa armação, bem como seu dimensionamento, deve ser especificada em projeto.

4.2.5.1 Pigmentação do pavimento

A construção de uma ciclovia pode envolver o uso de concreto colorido, eventualmente em pontos de travessia ou em parte da sinalização horizontal. Neste caso, prepara-se o concreto colorido da mesma maneira que o concreto convencional, bastando adicionar o pigmento em pó no misturador ou betoneira durante o preparo do concreto, na sequência da colocação do cimento. Diferentes tonalidades de concreto podem ser obtidas a partir da relação entre as quantidades de pigmento e de cimento, conforme proporções a seguir:

- De 1% e 3% de pigmento - cores mais esmaecidas;

- De 3% a 7% de pigmento - cores mais fortes.

É importante utilizar apenas pigmentos inorgânicos (óxidos). Os pigmentos de base orgânica não proporcionam durabilidade de cor, pois são degradados pela ação da radiação solar. As cores básicas disponíveis são: vermelho, amarelo e preto (óxidos de ferro), verde (óxido de cromo) e azul (óxido de cobalto). Outras cores são obtidas pela mistura de pigmentos.

Todos os passos a seguir devem ser feitos com um intervalo de tempo pequeno entre eles. Assim que o concreto for lançado, uma equipe já faz a distribuição e outra, na sequência, já faz o adensamento, e assim por diante. Deve existir uma programação diária para saber em qual etapa e trecho encerrar o dia.

O lançamento, a distribuição, o adensamento e o nivelamento da camada de concreto são feitos de maneira convencional: lançamento e distribuição feitos manualmente; o adensamento, feito com o auxílio de vibradores de imersão e régua vibratórias; e o nivelamento é feito por desempenadeiras (floats), observando apenas que o caimento mínimo da superfície do piso acabado é da ordem de 1% a 2% e deve iniciar desde o subleito. Já o acabamento, deve ser feito com muita atenção. O acabamento do concreto, já nivelado, é a texturização. Essa textura serve para dar maior aderência ao concreto evitando o escorregamento dos usuários. Ela pode ser feita com vassoura de piaçava, de pelo ou de náilon.

No caso de ciclovias, deve-se usar a vassoura de pelos ou de náilon, por se tratar de um acabamento mais fino, sem necessidade de veios mais profundos. A textura mais profunda pode atrapalhar o conforto de rolamento.

A textura deve ser:

- **Uniforme.** Não deve haver diferença na texturização, ela deve seguir o mesmo traçado e intensidade do começo ao fim.
- **Sem acúmulo de concreto.** As “bolinhas” de concreto podem se formar caso as cerdas da vassoura não estejam limpas (Limpe as cerdas da vassoura constantemente. Deixe um balde com água ao lado do local a ser texturizado e limpe a vassoura a cada passada. Uma enxaguada a cada passada já é suficiente para garantir uma textura limpa).
- **Sem buracos.** Estes podem se formar por diversos



Figura 8 – Textura



motivos, entre eles sujeira nas cerdas da vassoura e falhas no adensamento do concreto (bolhas de ar, agregado de grande dimensão ou outras impurezas na superfície do concreto) - é importante que eles sejam reparados, refazendo o desempenho e a texturização ainda no estado fresco, para não comprometerem o conforto de rolamento e a segurança do ciclista.

- **Com traço constante.** A grande dificuldade na hora de fazer o acabamento é manter o mesmo traço em toda a área em execução; Porém, ao final dos serviços, o visual será o grande cartão de visitas, além da sua funcionalidade, claro.

As medidas a seguir ajudarão a manter o traço constante e obter um resultado estético e funcional de qualidade:

- **Não alterar o “operador”.** Não se deve trocar a pessoa que está fazendo a textura durante a execução. Essa mudança causará mudança também no resultado.
- **Regular a pressão de contato.** O operador deve manter a mesma pressão de contato em todo o percurso.
- **Utilização de plataformas de apoio.** As

plataformas de apoio permitem que o operador faça o traço de uma vez, sem interrupções ou mudanças de direção.

4.2.6 Cura química

A camada de cura química serve para evitar a evaporação da água. Existem outros tipos de cura além da cura química, mas não são tão eficientes quanto esta.

Imediatamente após o término da texturização superficial, inicia-se a cura química com produtos a base de solvente ou água que impermeabilizam a superfície, evitando a evaporação da água do concreto. Estes produtos formam uma membrana plástica.

Cada produto tem uma taxa que não deve ser menor que 400 ml/m². A aplicação do produto, na taxa especificada em projeto, deve atender à norma *ASTM C309-07: Standard Specification for Liquid Membrane - Forming Compounds for Curing Concrete*.

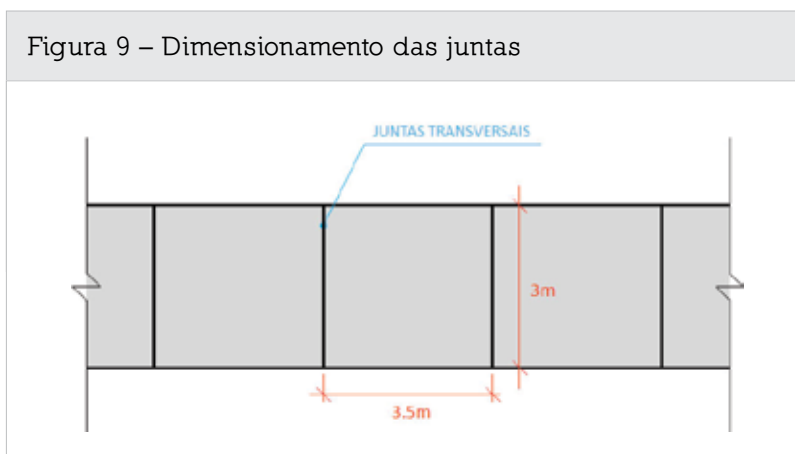
4.2.7 Juntas de retração

O Projeto Executivo de Engenharia deve prever juntas transversais de retração e de construção. Considerando-se a largura padrão da ciclovia igual a 3 metros e a espessura recomendada igual a 10 cm, as dimensões da placa de concreto devem ser as indicadas na figura 9:

As juntas devem ser serradas:

- Com serra de disco diamantado;
- Por mão de obra treinada;

Figura 9 – Dimensionamento das juntas



- Assim que o concreto aceitar o corte sem se danificar; em geral, essa operação ocorre entre 6h e 12h depois do acabamento, mas recomenda-se efetuar um teste no local;
- Em sequência pré-definida, que diminua progressivamente o comprimento concretado;
- Com dimensionamento especificado (A largura e profundidade das juntas deverão estar especificadas em projeto).

Após o corte das juntas, procede-se à limpeza e a selagem. Depois de limpas, as juntas são preenchidas com material selante apropriado, moldado a frio ou pré-moldado, de alta qualidade, conforme as recomendações do projetista.

Em encontros da ciclovia com outro tipo de estrutura (canaletas, por exemplo) devem ser adotadas juntas de expansão.

4.2.8 Finalização

A finalização implica em retirar as fôrmas 12 horas após o término da concretagem, implantar toda a sinaliza-

ção vertical e horizontal e, finalmente, liberar para o uso.

5. CONCLUSÃO

Para a construção de ciclovias que garantam a segurança e o conforto do ciclista é importante observar que, desde o planejamento da rede cicloviária até a finalização da execução, é preciso sempre pensar nos usuários, lembrando que os Modos Não Motorizados exigem soluções específicas e muitas vezes discretas, mas que farão toda a diferença, principalmente para evitar acidentes. Apesar do concreto moldado “in loco” já ser uma tecnologia conhecida, sua aplicação feita de maneira errada pode ocasionar diversas patologias e a não utilização da infraestrutura cicloviária pelos usuários.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço à equipe do Programa Soluções para Cidades, à Associação Brasileira de Cimento Portland e aos colegas de trabalho, Ronaldo Vizzoni, Marcos Dutra e Mariana Marchione pelo incentivo e confiança. ●



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

Há 100 anos, 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.

Paredes de concreto – um sistema normalizado

ARNOLDO WENDLER – DIRETOR DA WENDLER PROJETOS ESTRUTURAIS,
CONSULTOR DA ABCP E GRUPO PAREDE DE CONCRETO, COORDENADOR DO COMITÊ DA NBR16055

1. INTRODUÇÃO

As construções em paredes de concreto estão de volta. Depois de muito utilizadas nas décadas de 1960/70 e com uso mais limitado nas décadas seguintes, a utilização do sistema construtivo com concretagem das paredes “in loco” reapareceu com força total.

Durante este período foram utilizadas grandes fôrmas movimentadas por guindastes ou grua. Tivemos as fôrmas-túnel, fôrmas de aço e fôrmas de aço-compensado. Estas também foram muito utilizadas em painéis menores preenchidas com concreto celular.

Nas décadas seguintes a sua utilização foi restrita a poucas construtoras e alguns canteiros isolados.

O que mudou? O mercado, que agora comporta grandes canteiros, com milhares de unidades, que necessitam ser realizadas em cronogramas reduzidos. Aliado à continuidade e repetitividade, base para utilização do sistema. A busca de qualidade com velocidade achou uma resposta natural no sistema de paredes de concreto.

Quando as construtoras começaram a pesquisar novas tecnologias, as associações ABCP, ABESC e IBTS perceberam o potencial do sistema de paredes de concreto e promoveram, junto com alguns fornecedores, viagens ao Chile, México e Colômbia para construtoras, projetistas e demais empresas interessadas. Destas viagens, surgiram os grupos de estudo que, ao longo de 4 ciclos, desde 2008, aglutinaram 39 empresas, com 40 ativos produzidos em mais de 10.000 horas técnicas de profissionais do mercado. Foi um amplo e completo estudo dos mais diferentes aspectos e que está à disposição de todos nos sites das associações promotoras. Hoje, o sistema tem uma norma prescritiva, de projeto e execução, a NBR16055, que já foi ensaiado confor-



Conjunto residencial Cotia – Bairro Novo/Tenda

me os critérios da Norma de Desempenho, a NBR15575, em consulta pública e aprovação final no momento.

2. O SISTEMA PAREDE DE CONCRETO

As principais características do sistema são:

- Qualidade;
- Velocidade;
- Economia;
- Redução de mão de obra;
- Fácil treinamento de pessoas não vinculadas à construção civil;
- Sustentabilidade com redução de resíduos;
- Terminalidade.

O sistema está baseado na concretagem diária de paredes e lajes utilizando fôrmas manoportáveis. A partir da execução da fundação, que é convencional, e deixando-se esperar, montam-se as telas metálicas de parede, reforços de aberturas e tubulações das instalações elétricas. No dia seguinte, retiram-se as fôrmas concretadas no dia ante-



Vista da montagem das telas das paredes

rior e monta-se de novo na ferragem já executada. Com as fôrmas das lajes já prontas, completa-se com a ferragem e instalações elétricas. Ao final do dia, concretiza-se todo o conjunto, reiniciando o ciclo no dia seguinte de manhã. O acabamento das paredes é realizado com uma estucagem, logo após a desforma, e pintura ou textura diretamente sobre o concreto. A finalização da construção com os demais subsistemas, instalações hidráulicas e sanitárias, revestimentos cerâmicos, esquadrias, telhados, etc... é feito por equipes complementares em 20 a 30 dias.

Exemplificando: um prédio de térreo mais 4 pavimentos tipo, 4 unidades habitacionais por andar, será construído em :

- 30 dias para terraplanagem e fundação;
- 15 dias para toda a estrutura, que já é também o fechamento;
- 20 a 30 dias para o acabamento final.

O principal material utilizado é, evidentemente, o concreto. Precisamos que o projeto tenha toda a especificação necessária e que esta seja analisada cuidadosamente por especialistas em tecnologia de concreto para termos um produto com a resistência inicial requerida para desforma, coesão e plasticidade com alta fluidez, baixa retração e perfeito acabamento final, tanto quanto ao preenchimento completo das fôrmas, como na perfeição de cantos e arestas. A tendência, hoje, é caminharmos para a plena utilização do concreto autoadensável. Na sequência, serão necessários os cuidados com a aplicação e, principalmente, com a cura.

Um cuidado especial deve ser dado ao escoramento permanente. Como a velocidade do sistema é muito alta, temos desforma com 14 a 16 horas e é essencial que exis-

tam escoras permanentes para evitar as deformações nas lajes. Os diferentes fabricantes de fôrmas já possuem as peças especiais que permanecem no local mesmo com a retirada do restante da fôrma. Observe-se que a estrutura toda de um prédio de 4 pavimentos fica pronta em 10 dias e as escoras terão que absorver toda esta carga, prevista pelo projetista de estruturas.

3. NORMA NBR16055 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Todo o sistema construtivo já foi amplamente estudado e testado, e está refletido no texto da NBR16055:2012 - “Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos” . Ela apresenta os capítulos 1 a 17 sobre projeto e 18 a 21 sobre execução das estruturas de paredes de concreto. É compatível com a NBR6118 na parte de projeto e com a NBR14931 na parte de execução.

No escopo do texto, esclarece-se que ela é válida para paredes de concreto com densidade normal conforme a ABNT NBR 6118:2007, executadas com fôrmas removíveis e armadas com telas soldadas que garantem as ligações entre todos os elementos: paredes e lajes. É válida para qualquer número de pavimentos, podendo o último pavimento ter laje ou não, desde que as paredes sejam reforçadas como prevê a norma no item 17.4.

Como temos muitas interferências nas paredes e elas são agora toda a estrutura da construção, a norma prevê explicitamente em 5.3 e 18.1 que os projetos de fôrma, escoramentos, detalhes embutidos ou vazados e os projetos de instalações devem ser validados pelo projetista de estrutura.

A utilização de outros tipos de concreto - concretos leve, concreto celular, concreto com ar incorporado - não é do escopo desta norma, continuando a ser tutelados pela diretriz SINAT 001-rev2. Sistemas que não utilizam armadura em tela soldada distribuída em toda a extensão da parede necessitam ter a sua própria diretriz SINAT aprovada.

4. NORMA NBR16055 – PROJETO

4.1 ANÁLISE ESTRUTURAL

O projeto de uma estrutura em paredes de concreto deve ser elaborado adotando-se:

- sistema estrutural adequado à função desejada para a edificação;
- combinação de ações compatíveis e representativas;
- dimensionamento e verificação de todos os elementos estruturais presentes;
- especificação de materiais de acordo com os dimensionamentos efetuados;
- coordenação modular conforme a ABNT NBR 15873.

O projeto estrutural deve ser constituído de desenhos, especificações e memorial descritivo. Esses documentos devem conter informações claras, corretas e consistentes entre si, tornando possível a execução da estrutura de acordo com os critérios adotados.

Dependendo da velocidade de execução da estrutura, o projeto deve contemplar as etapas construtivas com as respectivas idades e resistências do concreto, tendo em vista a capacidade resistente das lajes juntas às escoras e a fissuração oriunda do processo construtivo.

Os edifícios de paredes de concreto devem ser contraventados de tal forma que não ocorram grandes deslocamentos relativos entre o topo e a base do edifício, respeitando-se os limites estabelecidos na ABNT NBR 6118:2007,13.3. Admite-se que esta condição foi atendida quando:

- a estabilidade lateral dos componentes e do conjunto estrutural é garantida pela disposição de paredes resistentes nas duas direções - a rigidez da ligação entre as paredes deve ser assegurada, de modo a minimizar sua esbeltez;
- a laje é calculada como solidária com as paredes resistentes e funciona como diafragma rígido, de forma a transferir a estas os esforços horizontais.

A consideração no modelo estrutural da interação solo-estrutura é obrigatória, no caso de edifícios com mais de cinco pavimentos, considerando a deformabilidade da fundação (inclusive vigas de apoio), conforme parâmetros geotécnicos definidos por especialista em mecânica de solos. Deve-se, no mínimo, considerar o modelo de molas discretas independentes localizadas nos pontos de apoio das vigas de fundação.

As estruturas de paredes de concreto projetadas e construídas de acordo com a Norma NBR16055 devem atender às seguintes premissas básicas:

- comprimento da parede maior ou igual a dez vezes a



Montagem das fôrmas das paredes

sua espessura (para caracterizar o elemento de parede de concreto); os casos não atendidos por esta prescrição devem ser dimensionados como elemento linear de pilar ou pilar-parede ou viga-parede;

- espessura de parede igual ou maior que 10 cm, observadas as ressalvas e limitações previstas em 13.1;
- resistência característica à compressão de projeto no concreto (f_{ck}) menor ou igual a 40 MPa e atendendo aos requisitos de durabilidade em função da classe de agressividade ambiental;
- consideração, no dimensionamento, dos esforços causados pelas restrições devido aos efeitos da variação volumétrica por retração e dilatação térmica;
- análise dos esforços de torção, quando o centro de gravidade não coincidir com o centro de torção, no caso da utilização de modelos de barras para as paredes.

4.2 MATERIAIS E GEOMETRIA

A correta especificação do concreto é um dos pontos mais importantes para o bom desempenho da estrutura. Deve constar na especificação:

- resistência à compressão para desforma, compatível com o ciclo de concretagem;
- resistência à compressão característica aos 28 dias (f_{ck});
- classe de agressividade do local de implantação da estrutura, conforme a ABNT NBR 12655 (No caso do uso de armaduras centradas com cobrimentos maiores que o especificado pela ABNT NBR 6118:2007, pode-se utilizar as prescrições de uma classe de agressividade ambiental imediatamente acima (mais branda), desde que se verifique que o estado limite de abertura de fissuras em uma eventual face tracionada atende ao estabelecido na Norma);
- trabalhabilidade, medida pelo abatimento do tronco de cone (ABNT NBR NM 67) ou pelo espalhamento do concreto (ABNT NBR15823-2);

- módulo de elasticidade do concreto, a uma determinada idade e tensão (se houver concretagem da laje simultânea com a da parede).

A espessura mínima das paredes com altura de até 3m deve ser de 10cm. Permite-se espessura de 8cm apenas nas paredes internas de edificações de até dois pavimentos. Para paredes com alturas maiores, a espessura mínima deve ser $le/30$, com le obtido com o disposto em 17.2

Para paredes de concreto contidas em um único plano e na ausência de uma avaliação precisa das condições específicas da parede, devem ser dispostas juntas verticais de controle. O espaçamento máximo das juntas deve ser determinado com dados de ensaios específicos. Na falta desses ensaios, adotar o distanciamento máximo de 8m entre juntas para paredes internas e 6m para paredes externas. As juntas podem ser passantes ou não passantes, pré-formadas ou serradas.

Em face da dilatação da última laje, deve ser prevista uma junta de controle horizontal imediatamente sob esta laje. Esta junta segue os mesmos procedimentos das verticais.

Sempre que a deformação por efeito da variação da temperatura puder comprometer a integridade do conjunto, recomenda-se o uso de juntas de dilatação como estabelecido a seguir:

- a cada 25m da estrutura em planta - este limite pode ser alterado desde que seja feita uma avaliação mais precisa dos efeitos da variação de temperatura e de retração do concreto sobre a estrutura;
 - nas variações bruscas de geometria ou de esforços verticais.
- Não se admitem tubulações horizontais, a não ser

trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1m, desde que este trecho seja considerado não estrutural. Em nenhuma hipótese são permitidas tubulações, verticais ou horizontais, nos encontros de paredes

4.3 DIMENSIONAMENTO

A seção mínima de aço das armaduras verticais obtidas com aço CA-60 deve corresponder a 0,09 % da seção de concreto. Para construções de até dois pavimentos, permite-se a utilização de armadura mínima equivalente a 66 % deste valor.

A seção mínima de aço das armaduras horizontais deve corresponder a 0,15 % da seção de concreto. No caso de paredes externas com até 6 m de comprimento horizontal entre juntas de controle ou paredes internas de qualquer comprimento, permite-se a utilização de armadura mínima equivalente a 60 % destes valores. Para construções de até dois pavimentos, permite-se a utilização de armadura mínima equivalente a 40 % destes valores.

Todas as aberturas com dimensão horizontal maior ou igual a 40 cm devem ser reforçadas com armaduras horizontais nas faces superior e inferior da abertura, sendo a seção da armadura determinada por modelo elástico ou biela-tirante, respeitando o mínimo de 0,5 cm² em cada face, e comprimento que ultrapasse a face lateral da abertura em no mínimo o comprimento de ancoragem da barra acrescido de 1/4 do vão horizontal da abertura

A resistência de cálculo, para a pressão máxima de vento de 1 kN/m², deve ser determinada conforme a equação a seguir, considerando a minoração referente à instabilidade localizada (15.3) com as excentricidades previstas em 17.2:

$$n_{d, resist} = \frac{(0,85f_{cd} + \rho_v f_{sca})t}{k_1[1 + 3k_2(2 - k_2)]} \leq \frac{(0,85f_{cd} + \rho_v f_{sca})t}{1,643} \leq 0,4f_{cd}A_c \quad [1]$$

onde:

$n_{d, resist}$ é a normal resistente de cálculo, por unidade de comprimento, admitida no plano médio da parede;

ρ_v é a taxa geométrica da armadura vertical da parede, não maior que 1%;

t é a espessura da parede;

A_c é a área da seção transversal de concreto da parede;

sendo:

$f_{sca} = E_s \cdot 0,002/g_s$, considerando a compatibilização da deformação no aço com a do concreto adjacente;



Fôrmas montadas - Construtora Mogmo em Valinhos

$$\gamma_c = 1,4 \cdot 1,2 = 1,68;$$

Para: $35 < \lambda < 86$: $k_1 = \lambda / 35$, $k_2 = 0$;

Para: $86 < \lambda < 120$: $k_1 = \lambda / 35$, $k_2 = (\lambda - 86) / 35$.

Para pressões de vento superiores a 1 KN/m^2 , deverão ser feitas verificações adicionais das paredes de periferia submetidas a flexão simples. As paredes do último pavimento deverão ser calculadas como engastadas na parte inferior e apoiadas na laje de cobertura na parte superior. As paredes dos demais pavimentos deverão ser calculadas como bi-engastadas.

5. NORMA NBR16055 – EXECUÇÃO

Aplicam-se os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 14931:2004 para o canteiro de obras, o recebimento e o armazenamento e aplicação de materiais e equipamentos.

Os projetos de fôrmas, escoramentos, detalhes embutidos ou vazados e os projetos de instalações devem ser validados pelo projetista de estrutura.

5.1 FÔRMAS

As fôrmas e escoramentos devem obedecer ao que estabelece a ABNT NBR 15696. É obrigatória a realização do projeto de fôrmas em conformidade com o projeto estrutural, contemplando:

- detalhamento geométrico e posicionamento dos painéis;
- detalhamento geométrico dos equipamentos auxiliares;
- detalhamento geométrico do travamento e aprumo;
- detalhamento do escoramento, inclusive escoramento residual permanente;
- tempo de retirada do escoramento residual;
- carga acumulada nas escoras do escoramento residual;
- sequência executiva de montagem e desmontagem.

Como o sistema construtivo de parede de concreto admite o uso de fôrmas metálicas, de madeira, plásticas e outros tipos, atenção especial deve ser dada ao desmoldante escolhido. O produto precisa ser adequado a cada superfície, atendendo aos seguintes requisitos:

- garantir que o concreto não tenha aderência à fôrma;
- não deixar resíduos na superfície das paredes ou ser de difícil remoção, podendo comprometer a aderência do revestimento final e o aspecto da parede;
- não alterar as características físicas e químicas do concreto;
- não degradar a superfície das fôrmas.



Concretagem da laje

5.2 TOLERÂNCIAS DE EXECUÇÃO

A tolerância dimensional para as espessuras das paredes é de $\pm 5 \text{ mm}$.

A tolerância dimensional para os comprimentos das paredes é de $t/10$, sendo t a espessura das paredes.

O desalinhamento horizontal (T_H) de elementos estruturais lineares deve ser menor ou igual a $l/500$ ou 5 mm .

A tolerância individual de desaprumo (T_V) de elementos estruturais deve ser menor ou igual a $h/500$ ou 5 mm , adotando-se o menor valor, e a tolerância cumulativa para o desaprumo (T_{Vr}) deve ser menor que 10 mm , sendo h a altura do pavimento, expressa em mm .

5.3 CUIDADOS EXECUTIVOS

Quando não utilizado concreto autoadensável (ABNT NBR 15823-1), devem ser tomados os seguintes cuidados:

- o adensamento (manual ou mecânico) deve garantir que o concreto preencha todos os espaços da fôrma sem prejuízo da aderência das armaduras;
- o enchimento da fôrma deve ser realizado sem a ocorrência de falhas por ar aprisionado - deve-se acompanhar o enchimento das fôrmas por meio de leves batidas com martelo de borracha nos painéis.

Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais para:

- evitar a perda de água pela superfície exposta;
- assegurar uma superfície com resistência adequada;
- assegurar a formação de uma capa superficial durável.

A cura do concreto deve sempre ser executada e seu início deve ocorrer logo após a desforma das paredes e, no caso de lajes, logo após o acabamento do concreto, evitando-se, assim, a sua secagem prematura e possibilitando que este desenvolva a resistência e a durabilidade adequadas.



Aspecto das paredes desformadas com armação pronta no andar superior - Construtora Mogmo em Valinhos

Quanto mais cedo for feita a cura, menor a possibilidade de surgirem fissuras superficiais devido à grande área exposta.

6. CONCLUSÃO

O sistema de paredes de concreto está agora equiparado aos demais sistemas construtivos já normalizados.



Prédio de 4 pavimentos em Cotia

Cada um deles deve atender a respectiva norma prescritiva e também à nova NBR15575 – Norma de Desempenho. No concreto armado, as normas prescritivas são a NBR6118 (projeto) e NBR14931 (execução). Na alvenaria estrutural, é a NBR15961-parte 1 (projeto) e a NBR15961-parte 2 (execução) e, agora, para as paredes de concreto, a NBR16055 (projeto e execução).

Uma das vantagens do sistema em paredes de concreto é que ele foi totalmente estudado e desenvolvido já com as ideias da norma de desempenho, sendo que todos os testes necessários já foram feitos. ●



*A construção de
uma sintonia perfeita.*

Cimento Itambé. Uma companhia cada vez melhor.



A inauguração do terceiro forno da Itambé, em Balsa Nova/PR, demonstra a sintonia perfeita entre a empresa e o mercado da construção civil. Com o aumento significativo da sua capacidade de produção de cimento, a Companhia irá atender a um mercado cada vez mais exigente, de forma planejada e segura. Juntos, construímos um futuro cada vez melhor.

www.cimentoitambe.com.br



Infraestrutura: vital, mas não prioritária

MARIO HUMBERTO MARQUES – ENGENHEIRO E VICE-PRESIDENTE

SOBRATEMA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA PARA EQUIPAMENTOS E MANUTENÇÃO

Brasil vive uma situação contraditória em termos de investimentos na área de infraestrutura. Por um lado, o governo federal iniciou um processo para aumentar a participação do setor privado nessa área, que é, em sua maioria, de cunho estatal, e os investimentos cresceram 73,5% entre 2007 e 2011, e neste ano, com os diversos anúncios de aportes financeiros bilionários para as mais variadas áreas desse segmento, a expectativa é que a alta seja de 17,6% em relação ao ano passado.

Por outro lado, parte das obras do Programa de Aceleração de Crescimento (PAC), o maior plano de estímulo à economia, apresenta uma trajetória de atrasos e problemas, tanto é que o percentual de obras concluídas até junho deste ano representou 29,8% do total estimado para até 2014, que é de R\$ 708 bilhões. Se considerarmos que a maior parte desse volume de obras concluídas se refere ao programa Minha Casa Minha Vida, a conclusão é de que resta pouco recurso efetivamente aplicado em grandes projetos de infraestrutura, como portos, aeroportos, rodovias e ferrovias, empreendimentos com maior potencial de solucionar os problemas de infraestrutura do País, ao mesmo tempo em que gera mais desdobramentos econômicos em toda a cadeia.

Uma recente pesquisa encomendada pela Sobratema – Associação Brasileira de Tecnologia para Equipamentos e Manutenção confirma a percepção de que o Minha Casa Minha Vida vem apresentando a maior taxa de execução do PAC. Neste ano, por exemplo, enquanto o programa habitacional registra uma taxa de execução dos projetos que resulta em investimento de R\$ 129,3 bilhões, os recursos para energia ficaram em apenas R\$ 55,1 bilhões, recuando ainda mais no caso de transportes, que não passou de R\$ 24,4 bilhões. No montante do MCMV estão envolvidos também recursos para a infraestrutura de habitação e edificação. Os aportes previstos apenas para a infraestrutura

de habitação até 2017 são de R\$ 9,33 bilhões, segundo o levantamento.

O preocupante de toda essa situação é que a relação entre o investimento em infraestrutura e o Produto Interno Bruto (PIB) vem caindo desde 2009 e, para este ano,

a expectativa é obter um índice ao redor dos 2%, o que leva o País a ter indicadores de qualidade de infraestrutura inferiores a diversos países com o PIB menor que o do Brasil, como o Chile e a Colômbia. O Chile, por exemplo, segundo dados do Fórum Econômico Mundial, investe 6,2% do PIB em obras de infraestrutura, enquanto a Colômbia chega a aplicar 5,8% do seu PIB nessa atividade. Isso sem falar na China, cuja relação investimento em infraestrutura/PIB chega a 13,4%. A infraestrutura também é um dos fatores determinantes para a competitividade de um País. No relatório 2011-2012 produzido pelo World Economic Forum, a posição brasileira no ranking de competitividade de 142 países era de 53^o enquanto na infraestrutura a colocação era 104^a posição.

O investimento ideal para alavancar a infraestrutura no ritmo e montante necessários deveria estar situado entre 4% e 5% do PIB. Com isso, seria possível reduzir os gargalos que impedem o País de manter um índice de expansão econômica consistente e duradoura. A perseguição dessa meta é difícil, mas o governo federal tem caminhado na direção correta com a abertura para formação de PPPs (Parcerias Público-Privadas) e o anúncio de concessões. Tais mecanismos, se bem coordenados, podem ser de grande valia, trazendo agilidade e qualidade para os empreendimentos, principalmente, nos segmentos rodoviário, ferroviário, aeroportuário, saneamento e energético.

Figura 1 – Relação investimento infra/PIB (%)

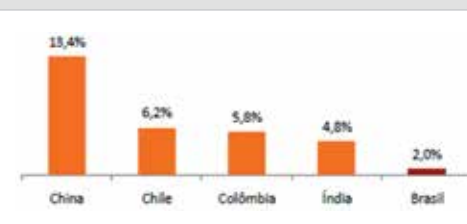


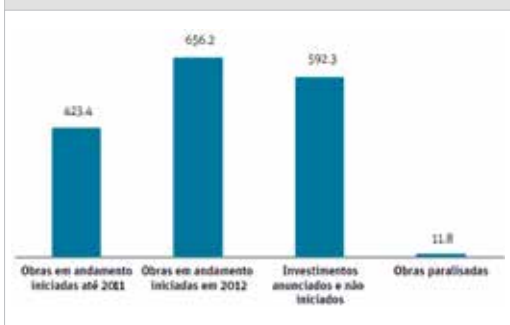
Figura 2 – Relação investimento infra/PIB em queda



zoo, no qual os projetos sejam detalhados e integrados de forma harmônica com uma política econômica de Estado.

E não é por falta de projetos que não se avança nos investimentos no campo das grandes obras necessárias ao País. Basta ver o resultado da pesquisa da Sobratema, intitulada Principais Investimentos em Infraestrutura no Brasil até 2017, que teve como base 1.200 fontes primárias e secundárias. Foram compiladas no levantamento 11.533 obras em oito setores, cujo montante estimado de investimento chega a casa de R\$ 1,68 trilhão. Desse total, aproximadamente R\$ 420 bilhões já foram execu-

Figura 3 – Investimento (R\$ Bi)



A orquestração das áreas governamentais com o setor privado se mostra indispensável, uma vez que, dependendo das projeções, o País terá uma necessidade de financiamento privado para os próximos anos na área de infraestrutura que varia de R\$ 100 a R\$ 150 bilhões por ano. Acrescentando-se à persistência nessa direção, um indispensável planejamento de longo prazo,

no qual os projetos sejam detalhados e integrados de forma harmônica com uma política econômica de Estado. O estudo levanta investimentos públicos e privados em andamento ou programados até 2017.

O segmento da economia que responde pela maior fatia desse investimento é o de óleo e gás, com 43% dos recursos. A área de Exploração e Produção (E&P) representa

75% do montante geral para esse setor que é de R\$ 724 bilhões. A representatividade da exploração e produção do petróleo em onshore vem caindo desde os anos 90 e, em 2010, chegou a 10,7%. A produção offshore responde por 89,3%.

O trem de alta velocidade (TAV) ainda é a obra de maior visibilidade e valor, na ordem de R\$ 33,1 bilhões, na área de transporte. Os investimentos para esse segmento chegam a R\$ 397,59 bilhões até 2017, sendo que 30% desse montante estão destinados aos portos e hidrovias, 26% em ferrovias, e 18% em

rodovias. Todos esses segmentos são considerados estratégicos para a manutenção da competitividade no Brasil porque a baixa qualidade da malha logística e de transporte pode implicar em custos adicionais para toda cadeia produtiva. Em 2011, o investimento do governo federal foi de apenas R\$ 12,8 bilhões. Apesar disso, acreditamos que, a partir das medidas anunciadas ao longo deste ano, os negócios voltarão a se acelerar a partir de 2014.

Já no setor energético a quantidade de investimento previsto está na casa dos R\$ 216,61 bilhões, com destaque para obras de geração de energia, que representam 89% desse montante. Segundo avaliação da Empresa de Pesquisa Energética, a oferta interna de energia no Brasil é composta de 44,1% de fontes renováveis e 55,9% de fontes não renováveis. Em 2011 a oferta interna de energia cresceu apenas 1,3% enquanto o consumo de energia elétrica aumentou em 3,6%. Para os próximos 10 anos, a projeção de crescimento da demanda de energia elétrica é de 4,5% ao ano, o que significa que é preciso continuar, em ritmo acelerado, os investimentos nesse segmento para que não ocorram problemas de escassez ou falta de energia para as indústrias e para as residências.

Outra área da infraestrutura que apresenta um grande desafio para o País é o saneamento. Somente 0,2% do PIB é investido nesse segmento. Por isso, a coleta de esgotos atinge 46,2% da população e apenas 37,9% do esgoto coletado recebe algum tipo de tratamento. Até 2017, esse setor deve ter investimentos de R\$ 92,3 bilhões, valor ainda insuficiente para universalizar o sistema de escoamento e tratamento de esgoto, que precisaria de recursos da ordem de R\$ 17 a R\$ 20 bilhões por ano.

O setor industrial deverá apresentar aumento de 8,9% em termos de investimentos no período de 2012-2015 ante a 2007-2010. Esse percentual é menor do que o crescimento econômico do País registrado no período, uma vez que vários setores industriais brasileiros vêm perdendo competitividade frente aos competidores externos e sentindo os efeitos da crise internacional. No caso das obras da indústria, a pesquisa estima que sejam investidos R\$ 182,4 bilhões até 2017.

A infraestrutura esportiva também está contemplada na pesquisa Principais Investimentos em Infraestrutura no Brasil até 2017. As arenas, estádios e instalações para a Copa do Mundo 2014 e Jogos Olímpicos de 2016 terão investimentos totais de R\$ 11,14 bilhões. O setor de hotéis e resorts, que está sendo impulsionado pelos eventos esportivos, deve receber aporte de R\$ 39,3 bilhões.

Considerando todos esses dados apontados pela pesqui-



sa, há uma nítida percepção de que o País está diante de uma grande oportunidade para dar um salto de qualidade nos seus investimentos em infraestrutura. Para tanto, é inadiável tomar todas as medidas para atrair capitais e também a competência do setor privado. Nesse sentido, os recentes passos adotados pelo governo federal quebram certa resistência em relação ao tema da privatização e abrem caminho para reduzir os gargalos que impedem o bom funcionamento da logística.

Seria importante que aproveitássemos a situação privilegiada que o País desfruta atualmente, inclusive no cenário mundial. Afinal de contas, dispomos de um sistema financeiro sólido e saneado, nossa estabilidade macroeconômica já dura mais de uma década de continuidade e possuímos uma robusta reserva internacional, que supera nossa dívida externa.

Para isso, é preciso sanar alguns problemas dificultam o avanço na infraestrutura do País, como por exemplo, a retomada de antigos projetos, o adiamento de novas licitações, o licenciamento ambiental e a mão de obra. A revisão de projetos que foram iniciados há mais tempo, em geral, implicam em uma revisão de cronograma e planejamento e uma readequação dos custos or-

çamentários, o que acarreta em uma nova liberação pelo Tribunal de Contas da União.

Ao realizar um anúncio de investimento para a melhoria da infraestrutura, o poder público mostra uma oportunidade de aumentar a competitividade da economia e da indústria brasileira e, conseqüentemente, melhorar a condição socioeconômica da população. Para

2013, a expectativa é a retomada da infraestrutura, com as obras no setor de transportes sendo iniciadas e outros projetos finalmente saindo do papel. Em 2014, é esperado que o setor entre em ritmo acelerado. Assim, nossa perspectiva para os próximos anos é o Brasil consiga, pelo menos, atingir um patamar médio de 3,0% de investimentos em infraestrutura sobre o PIB, um percentual ainda insuficiente, mas melhor do que vem sendo apresentado. ●

Figura 4 – Distribuição setorial do investimento

SETOR	INVESTIMENTO (R\$)	%
Óleo e Gás	723.973.617.528,29	43%
Transportes	397.596.044.418,08	24%
Energia	216.608.924.650,48	13%
Industrial	182.397.567.100,00	11%
Saneamento	92.270.486.456,74	5%
Outros	45.969.082.083,22	3%
Infraestrutura esportiva	15.629.800.895,70	1%
Infraestrutura habitação	9.328.202.692,89	1%
TOTAL	1.683.773.725.825,40	100%



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



Programa de redução de riscos e aumento da vida útil de estruturas

BERNARDO FONSECA TUTIKIAN
ALCONPAT – BRASIL

EDUARDO MILLEN
ABECE

LUIZ CARLOS PINTO DA SILVA FILHO
LEME/UFRGS

MARIA ANGELICA COVELO SILVA
NGI CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO

PAULO HELENE
ALCONPAT

THOMAS CARMONA
EXATA ENGENHARIA

TULIO BITTENCOURT
IBRACON

Como é de conhecimento público, nos últimos anos o Brasil vivenciou algumas tragédias associadas a colapsos em estruturas diversas, que vêm gerando fortes traumas às comunidades afetadas criando-se, a cada ocorrência, uma situação de insegurança na população.

A falta de cuidados durante o projeto e execução, a realização de reformas descuidadas e/ou por empresas e profissionais não capacitados, e a ausência de manutenção, causas estas em alguns casos



Ninhos de concretagem em elemento estrutural por falha de execução



Cobrimento de armaduras insuficiente e corrosão de armaduras

superpostas, acabaram levando à ruína alguns edifícios em estágio de execução da obra e outros em uso, sendo os exemplos mais recentes e relevantes os ocorridos em Belém, em 2011, no Rio de Janeiro e em São Bernardo do Campo, em 2012, com várias vítimas fatais e prejuízos elevados.

Se, felizmente, os colapsos totais são raros, os problemas com elementos de fachadas e marquises são muito mais frequentes e representam outro considerável fator de risco a usuários e transeuntes. Essas falhas parciais, que já custaram muitas vidas, foram registradas em várias partes do território nacional, denotando que temos um problema que precisa de ação setorial preventiva.



Fissura em viga de edifício

Em resposta a essa situação, vários municípios brasileiros estão discutindo ou já aprovaram leis municipais que tornam obrigatória a inspeção técnica de edifícios em uso, visando constatar seu estado de conservação, aferir seu desempenho e identificar sintomas de problemas estruturais. Também em alguns estados e na esfera federal, Câmara dos Deputados e Senado, tramitam vários projetos de lei desta natureza.

Tais propostas têm a expectativa de reduzir os riscos e identificar os problemas mais sérios antes que

essas edificações venham a atingir precocemente e, pior ainda, repentinamente, o fim de sua vida útil, colocando em risco seus ocupantes e a comunidade.

As Leis de Inspeção são uma medida importante e fundamental para mudar a realidade e aumentar a segurança de nossas estruturas, mas devem vir acompanhadas de uma série de ações técnicas que viabilizem sua implementação adequada. Em vários países desenvolvidos, as inspeções são obrigatórias, porém medidas setoriais ou do próprio Poder Público tratam de disciplinar a implementação destas leis, criando procedimentos e normas para a realização destas inspeções de forma correta, cursos de formação e sistemas de certificação de inspetores, e meios de educação e orientação aos proprietários de edifícios para a correta contratação de profissionais para a realização das inspeções.

A ocorrência das falhas que vêm sendo vivenciadas tem sido fruto da existência de situações de risco decorrentes de deficiências de projeto e execução, de falta de conservação ou de intervenções inadequadas, problemas que denotam um sério déficit de conhecimento sobre o comportamento estrutural e os mecanismos de deterioração de edifícios e outras obras. Esse problema tende a se agravar nos

próximos anos, pois muitas estruturas estão atingindo idades avançadas, o que vai aumentar a demanda por intervenções de reparo e proteção.

Por outro lado, o tamanho de nossos empreendimentos residenciais, comerciais de várias naturezas e/ou de uso misto construídos nos últimos anos, alerta para um aumento da complexidade e dos custos de manutenção. Apesar das responsabilidades dos proprietários, síndicos e administradores estarem claras na NBR 5674 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, revisada e publicada em agosto de 2012, e dos edifícios mais recentes serem entregues com manuais de uso e manutenção segundo a NBR 14037 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos, revisada e publicada em 2011, tanto para áreas comuns como para áreas privativas, há uma crescente preocupação com a efetividade e condições técnicas com que vêm sendo feitas as atividades que buscam a redução de riscos e aumento da vida útil de edifícios de toda natureza.

Em 2012, foi instalada por solicitação da ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural e do SindusCon-SP uma comissão de estudos na ABNT, no âmbito do CB-2 – Comitê Brasileiro de Construção Civil, sobre reformas de edificações, o que denota também a preocupação em torno do tema. Em várias situações, tem sido detectada a realização de reformas em todos os tipos de edifícios, com ações que geram riscos estruturais, como alterações em elementos estruturais, mesmo em casos em que os manuais entregues aos proprietários deixam claras as implicações técnicas de tais ações, como é o caso dos edifícios de alvenaria estrutural, de paredes de concreto e até mesmo em estruturas convencionais as alterações em pilares ou outros elementos. Uma situação mais delicada é quando serviços desta natureza são realizados com a participação de um profissional que sem conhecimento adequado e/ou avaliação de riscos “projeta” e/ou autoriza a realização destas alterações.

A falta de manutenção decorrente da negligência em relação aos prazos de realização previstos ou da falta de recursos financeiros dos condomínios, aliada à con-



Fissura em pilar de edifício

tratamento de empresas e/ou profissionais informais, sem habilitação adequada, são fatores que têm contribuído fortemente para a deterioração precoce dos edifícios e/ou para os riscos estruturais, nem sempre decorrentes de alterações estruturais, mas também de falta de proteção adequada dos elementos estruturais e várias outras causas na interface com outros subsistemas construtivos.

Atuar numa obra deteriorada demanda conhecimentos específicos e diferentes dos empregados no projeto de novas estruturas. Projetar para a vida útil requer uma visão mais apurada dos mecanismos de degradação e da importância de certos detalhes e especificações de projeto. Portanto, para dar subsídio às leis de inspeção, e responder às demandas da sociedade brasileira, reduzindo os riscos de outros colapsos de estruturas, é necessário capacitar os profissionais para lidar com essa nova realidade.

Foi neste cenário, que se tornou mais claro em 2012, que a ALCONPAT – Associação Brasileira de Patologia das Construções, o IBRACON e a ABECE se uniram para estruturar uma proposta de programa setorial que fomente a especialização e a difusão do conhecimento necessário para garantir mais segurança e qualidade na construção e conservação de estruturas de edifícios no Brasil.

Estas instituições acreditam que é fundamental preparar o meio técnico por meio da implantação de um



Detalhe da execução do reforço de um pilar

programa articulado de ações, que oriente as atividades de projeto e execução sobre os cuidados necessários para garantir uma vida útil elevada das novas construções, ao mesmo tempo em que qualifique os inspetores e especialistas que vão avaliar e intervir nas estruturas existentes, com conhecimentos específicos sobre desempenho, patologia e terapia das construções.

As três entidades esperam assim contribuir para



Segunda etapa de reforço de pilar

evitar que as leis de inspeção sejam mal aplicadas ou se tornem inócuas, devido à realização de inspeções inadequadas ou incompletas por profissionais sem a capacitação apropriada, que não disponham de procedimentos e normas adequadas.

O “Programa de redução de riscos e aumento da vida útil de estruturas” foi estruturado a partir de abril de 2012 com uma série de reuniões entre representantes das três entidades e com a coordenação da NGI Consultoria e Desenvolvimento, com a definição de seus objetivos e escopos em fases bem cla-

ras e específicas e foi composto um Comitê Gestor.

O Programa contará com uma equipe técnica mobilizada pelas três entidades e promoverá a produção de material técnico especializado, contendo procedimentos recomendados para projeto e execução visando maior durabilidade; de orientações e regras para a realização e interpretação das inspeções (que se espera possam vir a ser a base para futuras normas ABNT); e a montagem de cursos de capacitação que possam embasar a certificação de profissionais para realizar as inspeções.

Para a primeira fase do Programa foi priorizada a área de edificações, sem considerar estruturas de obras de arte ou obras de infraestrutura, e a estruturação dos procedimentos de inspeção e de contratação de inspeção, e do manual técnico sobre conservação de estruturas, para dar uma resposta imediata à iminente aprovação dos projetos de lei em trâmite no âmbito federal e às várias leis estaduais e municipais que estão surgindo.

Caberá à ALCONPAT e à ABECE estruturar os cursos que, nesta primeira fase, serão aplicados em até cinco turmas, por reconhecidos especialistas de mercado e do meio acadêmico, a profissionais interessados em se tornar inspetores de estruturas e entre os quais se espera selecionar multiplicadores para ministrar cursos em todo o território nacional. Os cursos também estarão sendo embasados nas condições estabelecidas em norma ABNT sobre qualificação de inspetores de estruturas que está sendo objeto de trabalho de uma comissão de estudos especial em andamento.

Caberá ao IBRACON, por meio de seu Núcleo de Qualificação e Certificação Profissional estruturar o sistema de certificação dos profissionais que desejarem se certificar, o que será estimulado pelo Programa como forma de seguir as melhores práticas internacionais nesta questão.

Nesta primeira fase, estimada para se desenvolver em 12 (doze) meses, está prevista ainda a criação de um website do Programa, que servirá de referência para todos os agentes envolvidos com a questão de conservação de estruturas.

Com a compreensão da relevância deste Programa, as entidades obtiveram a adesão com apoio financeiro e técnico da ABESC – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem, da Anchartec Quartzolit, do IBTS – Instituto Brasileiro de Telas Soldadas e do ICZ – Instituto de Metais Não Ferrosos.

A participação destas entidades e empresas, que fazem parte de uma extensa cadeia produtiva diretamente envolvida com o tema, é de extrema relevância,

tendo em vista não só a viabilização financeira do Programa, mas, especialmente, o aporte de conhecimento de todos os envolvidos, de forma a gerar material e cursos de alto nível técnico. A partir de março de 2013, o Comitê Gestor deverá abrir nova rodada de captação de apoios e patrocínios, pois o Programa será permanente, sendo algo que deverá com o tempo se aperfeiçoar e gerar toda uma cultura de conservação de estruturas, redução de riscos e aumento da vida útil.

Entendemos que esta ação se torna ainda mais relevante quando o País se encontra imerso neste forte ciclo de construção de edifícios e infraestrutura.

A adoção de cuidados adequados, que aumentem a vida útil e facilitem a manutenção, poderá melhorar significativamente o desempenho ao longo do tempo das novas construções, evitando que os investimentos efetuados tenham seu período de retorno reduzido, com repercussões danosas para a sociedade e o Poder Público. ●

Sika® Carbodur®

Lâminas de fibra de carbono para reforço estrutural

Para reforçar estruturas devido a:
Incremento de Carga, Danos em Elementos Estruturais
Melhoria das Condições em Serviço, Mudanças no Sistema Estrutural, Alterações de Projeto, Defeitos de Projeto ou Executivos.

Explore todas as possibilidades com os sistemas Sika Carbodur

- **Sika® Carbodur®:** Laminados em diversas dimensões,
- **Sika® Carbodur®:** Laminados para embutimento no sistema NSM,
- **Sika® CarboStress®:** Sistemas pós tensionados com laminados,
- **Sika® CarboShear®:** Laminados em perfil “L”,
- **Sika® Wrap®:** Tecidos de fibra de carbono,
- **SikaWrap® Anchor C:** Ancoragens para tecidos de fibra de carbono,

Total segurança para o seu projeto!

- Suporte especializado ao projeto,
- Projetistas e aplicadores referenciados,
- Treinamentos,
- Soluções completas,
- Referências locais e globais.

entre em contato

construcao.marketing@br.sika.com

facebook.com/sikabrasil

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 quesito 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.

10º Prêmio Talento Engenharia Estrutural

Único prêmio em nível nacional que reconhece e homenageia o trabalho do engenheiro estrutural, responsável pelo projeto da estrutura de uma obra, o Prêmio Talento Engenharia Estrutural anunciou os vencedores de sua décima edição em cerimônia realizada no último dia 24 de outubro.

Julgados por uma comissão de profissionais formada por membros da Gerdau, Abece e da Editora PINI, os 230 projetos inscritos foram avaliados a partir de critérios como o uso adequado de materiais, a economia de produtos durante a construção, a concepção estrutural e a implantação harmônica da estrutura em relação ao ambiente.

Os projetos são avaliados em quatro categorias de premiação: Infraestrutura, Edificações, Obras de Pequeno Porte e Obras Especiais. Para cada categoria, foram apontados um vencedor e uma menção honrosa. Além disso, o Prêmio selecionou um trabalho destacado pelo Júri, bem como uma menção honrosa em Sustentabilidade.

“Os projetos inscritos vêm de norte e a sul do Brasil, com trabalhos de alta qualidade, que refletem os avanços da engenharia estrutural brasileira. Estes trabalhos de excelente nível sempre dificultam sobremaneira as decisões da comissão julgadora”, avalia o então presidente da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural, Eng. Eduardo Barros Millen, que, conjuntamente com a Gerdau, são responsáveis pela premiação.

O 10º Prêmio Talento Engenharia Estrutural abriu o 15º Encontro Nacional de Engenharia e Consultoria Estrutural – ENECE 2012, realizado pela Abece, nos dias 24 e 25 de outubro, no Milenium Centro de Convenções.

Os primeiros colocados de cada categoria ganham uma viagem a Nova York, no primeiro semestre

de 2013, para uma visita monitorada à obra de reconstrução do World Trade Center, que conta com a Gerdau entre seus fornecedores.

“A engenharia estrutural é pouco conhecida pela sociedade em geral. O Prêmio Talento tem se mostrado um canal importantíssimo para divulgação da categoria do engenheiro estrutural e para o reconhecimento da importância de seu trabalho, que resulta em obras seguras, duráveis e econômicas”, conclui Millen.

VENCEDORES

CATEGORIA INFRAESTRUTURA

VICENTE GARAMBONE NETO

OBRA: PONTE DO SABER (RJ)

A ponte sul da Ilha do Fundão, atualmente em obra e com previsão de inauguração em outubro deste ano, foi projetada para desafogar o trânsito intenso na saída da ilha e servir como cartão postal para quem chega à cidade do Rio de Janeiro. Construída sobre o canal do Fundão, a obra chama atenção pela arquitetura, bem como o modelo de contratação e gestão da obra e sua inserção em um projeto mais amplo de revitalização de uma área deteriorada da baía de Guanabara.



CATEGORIA EDIFICAÇÕES

JOÃO JOSÉ ASFURA NASSAR

**OBRA: EDIFÍCIOS PÍER MAURÍCIO DE NASSAU
E PÍER DUARTE COELHO (PE)**

Com 126,47m de altura, os edifícios possuem estrutura em concreto armado, fachada curva, grandes vãos entre os pilares, lajes nervuradas e fundação em estacas metálicas de seção decrescente, uma utilização inédita no Brasil. Cartão postal do Recife, os projetos marcam o início da renovação de área abandonada da cidade e foram pioneiros nas obras que oferecem confortos e refletem o conceito de “morar bem” nos centros das cidades brasileiras.



CATEGORIA PEQUENO PORTE

IBSEN PULEO UVO

OBRA: CASA EM UBATUBA (SP)



Projeto em concreto armado com 3 pavimentos, apoiado em apenas 3 pilares. Trata-se de uma estrutura particular totalmente pendurada e integrada, utilizando

como base o concreto, o vidro e a madeira. A edificação foi construída sobre um terreno inclinado, com a preservação da vegetação natural.

CATEGORIA OBRAS ESPECIAIS

MARCELO CORREIA ALCANTRA SILVEIRA

OBRA: ARENA CASTELÃO (CE)

O projeto foi desenvolvido a partir de uma estrutura existente, que teve que ser adaptada às condições atuais de utilização dos estádios modernos. A estrutura está dividida em 4 setores: Secretaria de Esportes (Setor 1), estacionamentos no subsolo (Setor 2), prédio FIFA (setor 3) e entorno da arena e anel inferior (Setor 4). As duas primeiras áreas têm a estrutura mista, sendo pilares e fundações pré-moldadas em concreto armado, vigas metálicas em perfil laminado e lajes mistas “steel deck”. O setor 4 é onde se encontram as rampas de acesso, projetadas em lajes planas maciças em concreto e apoiadas em vigas de estrutura metálica.

O setor 3 abriga o espaço VIP do estádio com área de convivência, camarotes e restaurantes, as instalações da imprensa, vestiários e área administrativa. É composto por seis pavimentos em concreto, com sistema estrutural em lajes planas maciças, e, para o apoio das arquibancadas, vigas, em concreto armado, que fazem parte do sistema de contraventamento responsável pelo combate às ações dinâmicas provocadas pelo comportamento das torcidas.



DESTAQUE DO JÚRI

BRUNO CONTARINI

**OBRA: NOVA SEDE DO TRIBUNAL SUPERIOR
ELEITORAL (DF)**

Complexo formado por um prédio principal de 12 pavimentos em concreto armado e protendido, com

210m de comprimento de laje e largura de 18 metros. A obra possui subsolo único com vãos de até 27m em grelha e três cúpulas com 28m, 30m e 35m de diâmetro.



SUSTENTABILIDADE

CARLOS ALBERTO SZUCS

OBRA: ESTRUTURA EM MADEIRA LAMINADA

COLADA (MLC) - RESIDÊNCIA ROGER WRIGHT (RJ)

Obra residencial com planta na forma de um H e sistema estrutural com pórticos modulados. Levando em conta que a estrutura utiliza Madeira Laminada Colada (MLC), foram consideradas as cargas normais de edificações, mas com rigorosa consideração do efeito do vento, principalmente pelo formato e dimensão dos beirais que contornam toda a edificação e pela localização de frente para o mar. A característica de pré-fabricação industrializada dos elementos estruturais confere à obra um canteiro limpo e baixo desperdício. ●

CIMENTO NACIONAL PERFORMANCE SUPERIOR PARA QUEM PROCURA QUALIDADE



giacometti

O CIMENTO COM A FORÇA DO BRASIL

A Brennand Cimentos é hoje a mais moderna fábrica de cimentos do país, em Sete Lagoas, Minas Gerais. A produção integrada utiliza equipamentos de última geração em todas as etapas do processo, da matéria prima ao produto final, com monitoramento em tempo real da qualidade, homogeneidade, padronização e garantia de fornecimento. O resultado é o Cimento Nacional: cimento de qualidade superior e alta performance em todo tipo de aplicação.

The development of masonry reinforced by bond beams and bond columns to resist lateral load

GEOFF, EDGELL

PHD, DIRECTOR, CERAM

ANDREW, BEST

GROUP DIRECTOR, BURO HAPPOLD

In 2009 the Design Guide for Masonry Reinforced by Bond Beams to resist Lateral Loads was published. This represented the culmination of a series of tests on full size walls, small beams and low height walls. The tests demonstrated that large walls could be subdivided into smaller panels by the use of bond beams and that the lateral load resistance was considerable and comparable to walls subdivided by wind posts. The system has now been further developed to include the use of reinforced hollow blockwork columns, which enables walls to be subdivided by both horizontal and vertical reinforced elements. This paper describes the column tests and the development of a revised and extended design guide. A major application of the system is at the Aquatic Centre for the 2012 Olympic Games in London. In this iconic structure the internal blockwork walls are up to 7 m high and are required to accommodate numerous openings for services. The system enables this to be done in an elegant and efficient way and the paper describes how this was achieved.

Keywords: *blockwork, lateral loading, bond beams, columns*

Theme: *innovative products and system*

1. INTRODUCTION

In 2006 Ceram were approached by a major masonry contractor, Wembley Innovation, who had developed a means of reinforcing large blockwork walls with a view to eliminating wind posts. The system essentially consisted of a horizontally reinforced blockwork course (a bond beam), at intervals up the height of the wall, so as to subdivide the wall into a number of smaller vertically spanning panels see Figure 1. The motivation for the development was the fact that wind posts were relatively difficult to install and the tendency seemed to be to use them at ever closer horizontal spacing, which had an inevitable upward effect on prices. As a result, a series of laboratory tests were commissioned to investigate the structural performance of the system.

2. BACKGROUND

Initially four walls were tested. These were each 8 m long, 5 m wide and 140 mm thick, solid aggregate concrete blockwork. Bond beams were introduced at approximately one third and two thirds of the wall height. Each contained two 16 mm diameter high yield reinforcing bars, placed one above the other at the mid-



point of the wall, placed within a series of trough shaped units, which were subsequently concreted, with 40 N/mm² concrete. The walls were built within a steel frame and the reinforcing bars fitted into simple cleats attached to the columns. Shear transfer rods connected the bond beam to the course above and below. An early test wall is shown in Figure 2 and the typical loading arrangement in Figure 3. Two further walls containing wind posts at the wall centre line were tested for comparison purposes. One wind post was a 100 mm box section and the other, an 80 mm section, placed in a vertical hollow blockwork void, i.e. it was within the wall thickness.

The initial results were very encouraging, in that the walls with the bond beams gave similar results to those with the wind posts. However, the details that were used, for example, inclusion of bed joint reinforcement and closer than usual spacing of ties, meant that the designs were deliberately conservative. As a result a second, similar phase was carried out where these conservative measures were not taken. The results were similarly encouraging, in fact, slightly improved in the case of the bond beams, one of the walls having been extended to a 12 m horizontal span. There was no evidence of cracking due to shrinkage.

One key observation in these initial phases of the work was that when the walls containing the wind posts failed, they did so by one half of the wall cracking. However, the crack pattern was one half of that which would have been expected in a wall not subdivided by the wind post. This seems to suggest that the wind posts were providing an improvement in resistance to wind load, but were not fully subdividing the panel as is assumed in design. It is probably that the stiffness of the post in a fairly tall wall is not sufficient to alter the failure crack pattern.

In total, some eighteen wall panels were tested, supplemented by eighteen smaller beam tests. The details of the full programme are given elsewhere.

The design approach for the sub-panels between the bond beams is straightforward and follows the principles of BS 5628-1 or EN 1996-1 and PD 6697. However, design of the bond beams to BS 5628-2 proved to be more difficult, in particular, as for the 140 mm thick blockwork, the effective depth of the beam is only 70 mm. This led to the check against a sudden compression failure, which is incorporated in BS 5628-2, controlling the design and would have led to span limitations. There was no sign of sudden compression failure in any of the tests, and consequently a series of tests on low height walls was undertaken, to determine some limiting bending moments that could be used for design. From the four tests carried out, the lowest result was used to define a maximum ultimate bending moment, for use in design, which was such that, when taken with the recommended partial safety factors, ensured that no cracking occurred and deflections were limited, and

hence a serviceability check was not required.

The specification of materials, design and execution were all brought together, in a Design Guide, which was published by Ceram in 2009. This was developed with collaboration from practicing engineers and the sponsoring contractor, and so although retaining a perceived authoritative and independent approach, it included realistic and achievable guidance.

3. INITIAL APPLICATION

The first significant application of the bond beam system was in a large Data Centre constructed in South East England. The Centre was constructed as a robust two storey steel and concrete 'bunker' built entirely within a large steel framed building. The interior was broken down into smaller rooms, with a requirement that a fire or explosion in any room did not spread into the adjacent areas.

The solution adopted for constructing the walls was to use long runs of 140 mm thick block walls, with a design lateral loading of 0.5 kN/m². These walls were typically 6 m high, and the original design featured bed joint reinforcement in every course plus 200 x 200 Square Hollow Section windposts at maximum 4.5 metre centres. The total amount of blockwork used was 11,000 m².

The governing factor for the spacing of the wind posts was the ability of the blockwork walls to span laterally under the 0.5 kN/m² lateral load. The introduction of bond beams substantially increased the allowable span of the walls. In most cases this allowed the walls to span the 8.5 metres between primary steel columns, eliminating interim wind posts. In total some 650 wind posts were omitted, although there were still some windposts required adjacent to doorways and on unusual

Figure 1 – Wall containing one bond beam in concrete frame

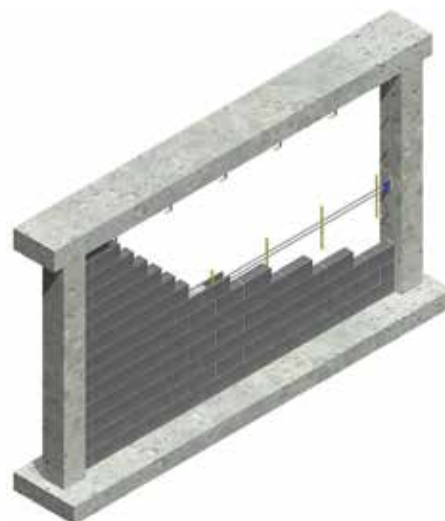


Figure 2 – Early test wall



Figure 3 – Typical loading arrangement



spans etc. The masonry contractor reported that the use of the bond beam system achieved cost savings of approximately 15% over a traditional wind post system.

This Data Centre was an ideal use for the bond beam system, as it featured long, uncomplicated runs of high walls, loaded by a moderately high lateral load. It is interesting to compare this to construction of the Athletes Village for the 2012 London Olympics, constructed soon after the completion of the Data Centre. The Athletes village buildings were concrete framed, and made widespread use of blockwork for facade and internal wall elements. The cellular nature of the rooms and low lateral loads meant that few of the walls required reinforcement, and whilst it was possible to replace most of the few wind posts

this was not the ideal project for the system.

The bond beam system was very successfully used on the Data Centre, but that project also pointed out the shortcomings of the system. Whilst the bond beams allowed for a much wider spacing of wind posts, it was not possible to entirely omit them. The obvious next step in the development of the product was to investigate a vertical version of the bond beam.

4. COLUMN TESTS

Column tests were carried out on what were essentially locally reinforced hollow blockwork. The columns

were 0.89 m long and either 3 m or 5 m high, in both 140 mm blockwork and 190 mm blockwork. Two block sections were used, either one; with two formed voids, separated by a central web and one where the central web was removed. In each case two vertical steel bars were used, but the system eventually was designed about the single voided block.

In the case of the 140 mm blocks, only one of the four columns failed by the section failing, in the remaining three, the air bags in the loading system failed prematurely. The ultimate failure moment, was based on that which actually failed, although one which subsequently failed by an air bag, burst, did so at a higher bending moment.

Consequently, the design bending moments to be used in design, were fixed based upon these columns, and a check at working loads, showed that the deflection in all cases was acceptably low.

In the case of the 190 mm columns, all of the failures were by the air bags bursting, and so although the actual failure moments were in some cases extremely high, they did not really provide a sound basis for fixing a limiting ultimate moment.

Consequently, the moments to achieve a span/500 deflection were determined and the lowest value used to define the maximum moment permitted in service. This is a very conservative approach, and it was anticipated that it would be revised upwards in the light of more relevant test results.

The completed system now consists of both beams and columns, shear transfer rods, cleats to fix reinforcing bars to building columns, and to the vertical bars in the columns. All of the details, together with the limiting moments to be used for both beams and columns are available in a revised design guide.

Figure 4 – 2012 aquatics centre



Figure 5 – Completed wall showing openings for ducting



5. APPLICATION AT THE 2012 AQUATICS CENTRE

The first application for the completed system occurred on the London 2012 Aquatic Centre. This is an architecturally impressive building constructed for the Olympic Games, and it features a large lower level containing large areas of plant rooms, changing areas and various other back of house functions see Figure 4.

The lower level is divided up into the various functions by 9,500 m² of 140 mm thick blockwork walls. The design of the walls were complicated by several factors;

- The lower level is a cavernous space and most of the walls were 6-7 m high;
- The designers had specified a lateral design load of 05 kN/m², with higher loads at balustrade level along escape corridors;
- Many of the walls were not full height and hence, had no restraint at their head;
- There were large amounts of large services distributed at high level in the spaces, creating many penetrations through the full height walls.

The original design proposals featured bed joint reinforcement, wind posts, and a large amount of head restraint connections to the ceiling slab. For the partial height walls these head restraints were spaced at 600 mm centres, and cantilevered over 3 m from the soffit of the slab down to the head of the wall. This created a forest of steel components making it very difficult for services distribution.

The bond beam and column system was an ideal solution for stiffening and restraining these walls. The bond columns were able to span the full 6.5 m from floor to soffit level, and the beams and columns could be positioned to avoid the ductwork and cabling runs see Figure 5 and 6. Bond beams could be located at the head of partial height walls to provide restraint, and also at balustrade

height along escape corridors to resist the unusually high loads in these areas.

As a very high profile publicly funded project, the Aquatic Centre was under much more scrutiny than normal construction projects, and many different regulatory bodies had an interest in approving and then monitoring the performance of the bond beam and column system. Through a combination of test results, visits to completed buildings and then excellent construction quality on site all of these parties agreed to the use of the system. The Olympic Delivery Authority contained a team of 'Innovation Champions' who were very supportive of the system.

As with all masonry applications, the length of blockwork panels is limited by the need for movement joints to manage shrinkage. It is certain that the use of bond beams will reduce the amount of shrinkage in a wall panel; however this is not yet documented by test results and could not be relied on. In designing the Aquatic Centre masonry the strength added by introducing bond beams meant that the walls were able to span significantly further than the recommended spacing of movement joints. In order to avoid this limitation it was necessary to introduce bed joint reinforcement to allow the movement joint spacing's to be increased.

6. POTENTIAL FUTURE DEVELOPMENTS

The application of the system at the Aquatic Centre was a great demonstration of how well the system worked, however it revealed the shortcomings of the system with regard to blockwork shrinkage and movement joint spacing. Whilst the introduction of bed joint reinforcement was able to overcome this problem, further testing would enable the investigation of the effect of bond beams on reducing shrinkage, allowing the reduction or omission of bed joint reinforcement on future projects.

Figure 6 – Complex services at wall head



7. CONCLUSIONS

The subdivision of large blockwork walls subjected to high lateral loads can be achieved without the extensive use of wind posts. The combination of the design of the subpanels using Code Guidance and a 'design by test' approach for the bond beams and columns has enabled an ultimate limit state design approach to be developed, without the need for serviceability checks. Throughout the test programme progressive improvements were made to the components of the system.

The system has been used very successfully on the complex 2012 Aquatic Centre project. The masonry contractor has reported that the block walls were erected faster and cheaper than using comparable traditional systems. This project demonstrated the value of the system for applications with long or high walls with significant lateral loads. Further investigation would lead to improved guidance on provision for the effects of shrinkage.

Referências Bibliográficas

- [01] British Standards Institution Code of Practice for the use of Masonry Part 1: Structural use of Unreinforced Masonry BS 5628-1: 2005. Part 2: Structural use of reinforced and Prestressed Masonry BS 5628-2: 2005. Part 3: Materials and Components, design and workmanship BS 5628-3: 2005.
- [02] British Standards Institution Eurocode 6 – Design of Masonry Structures Part 1.1 General Rules for Reinforced and Unreinforced Masonry Structures BS EN 1996-1-1 2005.
- [03] British Standards Institution Draft for Development. Damp Proof Courses Part 1: Methods of Test for Flexural Bond Strength and Short Term Shear DD 86-Part 1.
- [04] Ceram Design Guide for Masonry Reinforced by Bond Beams and Bond Columns to Resist Lateral Load 2010.
- [05] Corbett, H and Edgell, G J – Design Guide for Masonry Containing Bone Beams Proc. 11th Canadian Masonry Symposium, Toronto, 2009.
- [06] Edgell, G J and Clear, L – Comparative Tests on Aggregate Concrete Blockwork Walls Containing Wind Posts and Bond Beams Proc. 14th Int. Brick and Block Masonry Conference, Sydney, Feb. 2007. ●



SCHWING Stetter

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



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
www.schwingstetter.com.br


FABRICAÇÃO · TRANSPORTE · BOMBEAMENTO · DISTRIBUIÇÃO · RECICLAGEM

Construtora Camargo Corrêa vence Prêmio Época Empresa Verde

A Construtora Camargo Corrêa foi uma das grandes vencedoras do Prêmio Época Empresa Verde 2012. Além de figurar entre as 20 companhias escolhidas por ter as melhores práticas ambientais do Brasil, a Camargo Corrêa foi homenageada como referência em gestão ambiental e mudanças climáticas. Especificamente pelos trabalhos voltados para o combate ao aquecimento global recebeu o Prêmio Especial Época Mudanças Climáticas 2012 na categoria indústria. O reconhecimento se baseou nos resultados do Plano de Gestão de Carbono, projeto pioneiro no setor da construção civil que reduziu em 10% as emissões de gases de efeito estufa em 2011 e de forma antecipada à futura regulamentação do tema, definiu metas de redução de emissões até 2020.

“Os resultados obtidos pela Construtora Camargo Corrêa colocam a empresa à frente de seu segmento em relação às questões ambientais e esse prêmio é um reconhecimento de nosso exemplo de pioneirismo”, afirmou o presidente da empresa, Dalton Avancini.

A cerimônia de premiação ocorreu na segunda-feira, 17, em São Paulo. Os prêmios recebidos são resultados de uma pesquisa realizada pela Editora Globo e PricewaterhouseCoopers (PwC), que avaliou mais de 120 companhias em temas como eficiência energética, uso consciente da água, destinação do lixo, transporte, incorporação de critérios ambientais no desenvolvimento de produtos e serviços e redução de emissões de gases do efeito estufa.



Dalton Avancini (à direita, de terno preto), presidente da Construtora Camargo Corrêa, recebe o prêmio de João Gabriel de Lima, redator-chefe da Revista Época

MARCEL MARTINS / DIVULGAÇÃO

O Plano de Gestão de Carbono da Construtora Camargo Corrêa tem como meta reduzir as emissões da empresa em 21% até 2016 e em 37% até 2020. Iniciado em 2009, o projeto mapeou a quantidade de gases do efeito estufa que a construtora emite em suas obras e a partir de então foram estabelecidas as metas. Entre os processos envolvidos estão o consumo de energia elétrica e combustível, supressão de vegetação, geração de resíduos, aplicação de aço e cimento e utilização de madeira.

A Construtora realiza ainda outras práticas que justificam o prêmio. Com seu Plano de Gestão de Resíduos, por exemplo, a empresa alcançou 42% de reciclagem de materiais em suas obras em 2011. No caso da sucata metálica, esse índice de aproveitamento chega a 97%. No caso do papel e da madeira, os índices de reciclagem são de 77% e 76% respectivamente. Para otimizar esse aproveitamento, a empresa desenvolveu ainda a Bolsa de Resíduos, uma espécie de “leilão online” no qual os responsáveis pelas obras informam em tempo real os resíduos disponíveis e recebem ofertas de compra de cooperativas, associações e empresas para comercialização, doação ou tratamento. ●

O compósito que deu certo: Concreto + Aço = Concreto Armado

MARCELO H. F. MEDEIROS – PROFESSOR DOUTOR

FERNANDA A. CARDOSO – ENGENHEIRA CIVIL

JOSÉ ROBERTO HINO JR. – GRADUANDO EM ENG. CIVIL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JUAREZ HOPPE FILHO – PROFESSOR DOUTOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

1. INTRODUÇÃO

O incessante anseio humano em aprimorar a qualidade de vida resulta em avanços tecnológicos em todas as áreas do saber, abrangendo, inclusive, a construção civil.

O concreto armado, resultado de tais avanços, é um compósito que une materiais cerâmicos (matriz cimentícia e agregados) e material metálico (aço) com o intuito de aprimorar o comportamento frente aos esforços que lhe são impostos. A união de diferentes materiais remonta a 3.000 anos a.C., onde os povos já utilizam tal combinação para obter as propriedades adequadas para atender as demandas da época.

A evolução da humanidade traz consigo o desenvolvimento das mais variadas tecnologias e, sobretudo, o aprimoramento do conhecimento acerca dos materiais utilizados para suprir as necessidades cotidianas da sociedade. Neste sentido, o concreto armado vem sofrendo constantes evoluções que repercutem no seu desempenho e versatilidade, tornando-o um material indispensável na execução de edificações com arquitetura cada vez mais complexa e que requerem maior durabilidade. Além disso, o contínuo

avanço do conhecimento acerca do comportamento do concreto armado diante das mais variadas solicitações propiciam aos engenheiros projetar estruturas mais esbeltas e capazes de apresentar desempenho adequado quando submetida a esforços compostos.

O transcorrer deste trabalho visa apresentar uma singela reflexão acerca da origem e evolução do concreto armado, principal sistema estrutural utilizado pela engenharia brasileira.

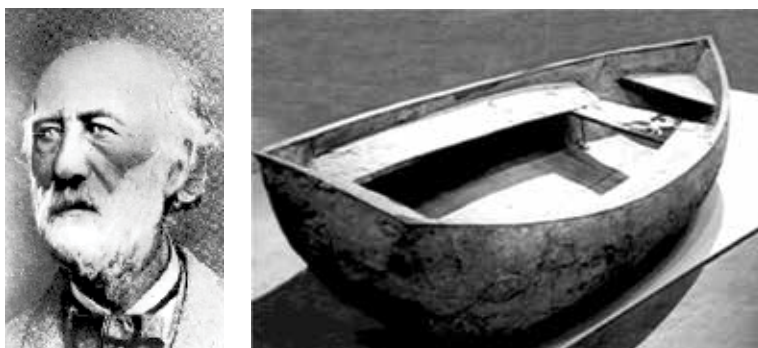
2. ASPECTOS HISTÓRICOS

Os relatos históricos indicam que o povo egípcio, entre 3.000 e 2.500 anos a.C., já associavam materiais dúcteis com materiais frágeis para suprir as demandas construtivas da época. A adição de fibras vegetais à argamassa de gipsita e cal, para a fabricação de tijolos usados na construção das pirâmides, incrementava o desempenho do material quando submetido à esforços de tração, suprimindo, assim, a deficiência mecânica apresentada pelos materiais frágeis.

O objetivo da inserção de um material a outro é, justamente, dotar ao conjunto (material compósito) melhorias nas propriedades mecânicas nas regiões onde se faz necessário. A disposição do material adicionado pode ser aleatória, isto é, distribuído homogê-



Figura 1 – Joseph-Louis Lambot e seu barco de cimento reforçado com ferro



neamente por toda a seção do material que o contém, ou posicionado em locais específicos, onde realmente se faça necessário a sua presença, para atuar, de forma precisa, na propriedade mecânica de interesse. O concreto armado se enquadra, por questões econômicas, no segundo método, embora no início da sua utilização a armadura era disposta no concreto de forma empírica e intuitiva.

A argamassa armada surgiu na França, em 1849, quando o agricultor Joseph-Louis Lambot (1814 – 1887) construiu um barco de cimento reforçado com ferro, o que não caracteriza o atual concreto armado e, sim, uma argamassa armada. A Figura 1 apresenta o inventor da argamassa armada e um protótipo original do seu barco, preservado no Museu de Brignoles, na França.

O agricultor tinha por objetivo desenvolver um barco com boa durabilidade, ou seja, com baixa manutenção e adequada resistência ao meio aquático. Para tanto, introduziu uma malha fina de barras de ferro entrelaçada com barras mais grossas, preenchendo-as com argamassa de cimento Portland produzido em fornos verticais. O barco foi patenteado em 1855 e apresentado na Feira Mundial de Paris (World's Fair in Paris) no mesmo ano.

O invento de Lambot não apresentou ampla repercussão, porém inspirou Joseph Monier (1823 – 1906) a fabricar produtos com base na sua tecnologia, englobando desde vasos para a horticultura até pontes e vigas de argamassa armada. A apresentação de seus vasos na Feira Mundial de Paris, em 1867, lhe

rendeu a patente do produto e, posteriormente, a execução de reservatórios de água, entre 1868 e 1873.

As vantagens advindas do uso de aço embebido na argamassa fez com que esta tecnologia se difundisse pelo mundo a partir de 1870, tanto que o engenheiro mecânico William E. Ward e o arquiteto Robert Mook construíram, em Nova Iorque, ao longo de 3 anos, a primeira residência dos Estados Unidos com o referido material, finalizando-a em 1876. A edificação, além de um feito histórico para a época, demonstrou a viabilidade do uso deste compósito para a construção civil. Os registros indicam o uso de argamassa bastante “seca” na execução da obra. Os pisos foram armados com barras cilíndricas de aço dispostas ortogonalmente sobre perfis metálicos na forma de “I” sendo, então, esta armadura embebida no material cimentício. As paredes foram executadas em placas de argamassa, com aproximadamente 4 (quatro) centímetros de espessura e 1 (um) metro de largura, com altura compatível ao pé-direito dos pavimentos da edificação, espaçadas entre si por distância entre 15 e 25 cm, com o objetivo de propiciar a instalação de sistema de calefação por irradiação no interior da parede. As vigas, segundo relatos de Ward, continham perfis metálicos dispostos na região inferior para resistir os esforços de tração, formando, assim, um binário com a região superior, comprimida, de concreto. A Figura 2 apresenta uma vista frontal da residência de Ward.

Em 1892, o construtor francês François Hennebique desenvolveu e patenteou o projeto completo e

Figura 2 – William E. Ward House – Nova Iorque, Estados Unidos



construção de edificações com base em um processo construtivo por ele denominado de “béton arme”, cujos primeiros desenhos estão ilustrados na Figura 3.

Hennebique, que também projetou e construiu a primeira ponte efetivamente de concreto armado em Châtelleraut, em 1899, mostrou que havia resolvido os problemas de ligação e engastamento entre vigas, pilares e lajes. Para demonstrar as vantagens e segurança deste novo sistema construtivo, ele projetou e construiu o primeiro edifício totalmente de concreto armado, com pilares, vigas e lajes, similar ao que hoje se pratica em todas as nações do mundo. Ele demonstrou ser possível, seguro e durável, substituir as paredes portantes por paredes de vedação e os pisos metálicos ou de madeira por lajes de concreto arma-

Figura 3 – Desenho típico de um projeto e construção de edifícios com estruturas de concreto armado de acordo com a patente de Hennebique em 1892

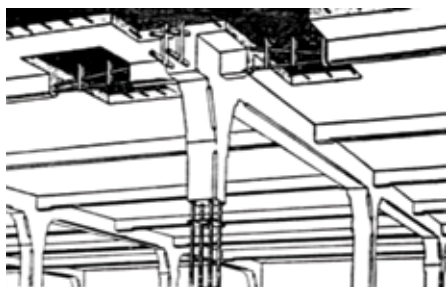


Figura 4 – Edifício de Hennebique – Rue Danton nº1, Quartier Latin, Paris, 1901 – Vida útil comprovada de mais de 100 anos



do, inaugurando, em 1901, um edifício de 7 andares onde fez sua residência e seu escritório de negócios, conforme mostrado na Figura 4 [4].

A contribuição de Hennebique causou uma revolução na forma de projetar e construir estruturas, de modo que, em apenas uma década sua empresa construiu 7.000 edifícios espalhados pelas principais cidades do mundo e localizados em continentes, como Europa, América, África e Ásia [4]. O principal slogan utilizado para sua patente era: “... nunca mais risco de incêndio...”. Esta foi sua estratégia para evidenciar que o concreto armado oferece maior segurança estrutural quanto à ocorrência de incêndio, se comparado aos seus principais materiais concorrentes, o aço e a madeira. Baseado nestas colocações, pode-se considerar que François Hennebique foi o pai do concreto armado.

No Brasil, o concreto armado atingiu um grau de desenvolvimento excepcional devido ao empenho do engenheiro Emílio Henrique Baumgart (1889 – 1943) em difundir a tecnologia, tanto que, na primeira me-

Figura 5 – Fachada no edifício “A Noite”, situado na praça Mauá, no Rio de Janeiro



tade do século XX, o país deteve dois recordes mundiais oriundos de seus projetos: o edifício do jornal “A Noite”, finalizado em 1929, no Rio de Janeiro, considerada a maior construção em concreto armado da época; e a ponte sobre o Rio do Peixe (1930), entre Herval d’Oeste e Joaçaba – Santa Catarina, com vão livre de escoramento de 68,5 metros.

O edifício do jornal “A Noite” (Figura 5) possui diversas peculiaridades referentes à estrutura de con-

Figura 6 – Ponte Emílio Baumgart sobre o rio do Peixe em Santa Catarina



creto armado, destacando-se as dimensões de algumas lajes, com 5,0 x 6,7 metros e 5,0 x 9,5 metros, com espessura de 7,0 cm, contrariando as normas da época, as quais previam uma espessura mínima de 12,0 cm. A singela espessura das lajes pode acarretar problemas estruturais (cisalhamento) nas regiões de apoio (interface viga/laje). A possibilidade deste inconveniente foi eliminada pela proposição, por Baumgart, de mísulas junto às vigas de apoio, com seção de 42,0 x 10,0 cm cada, formando dois degraus, o que resulta em uma espessura de 27,0 cm na interface viga/laje. O projeto inicial do edifício (1922) previa vinte e dois pavimentos, aos quais foram adicionados mais dois pavimentos, totalizando uma altura recorde para a época de 104,75 metros.

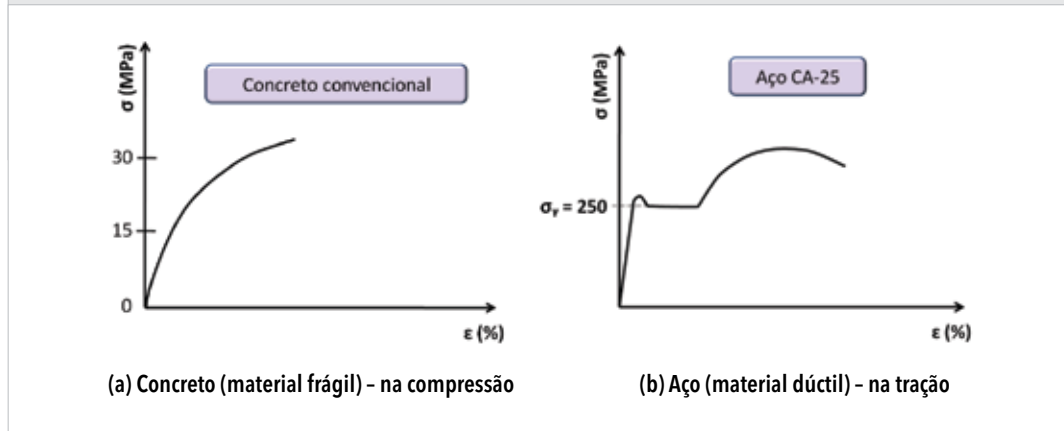
A obra de arte sobre o Rio do Peixe (Figura 6), construída em concreto armado e executada em balanços sucessivos, conquistou, à época, o título de mais longa ponte em viga reta do mundo. A obra, intitulada Ponte Emílio Baumgart, em homenagem ao idealizador do projeto, ruiu em 1983 devido a uma enchente na região, ocasionada por uma obra clandestina executada a montante da ponte.

3. COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO ARMADO

O concreto, um material frágil, apresenta excelente comportamento mecânico (resistência) quando submetido a esforços de compressão; porém seu desempenho diante dos esforços de tração é bastante prejudicado em função das imperfeições microestruturais da matriz cimentícia, ocasionando a propagação de fissuras e o rompimento do material em tensões significativamente inferiores às observadas nos ensaios de compressão. O comportamento mecânico do concreto diante destes esforços requer, no dimensionamento de seções, grandes áreas para suportar a tensão oriunda dos esforços de tração, inviabilizando, muitas vezes, a execução de determinada peça de concreto. Os esforços de compressão são facilmente suportados por pequenas seções transversais; portanto, a restrição à aplicação do concreto se deve, basicamente, à sua baixa resistência à tração.

O aço utilizado na construção civil é um material

Figura 7 – Tensão x deformação específica para o concreto (frágil) e aço CA-25 (dúctil) [4] [5]



dúctil, que apresenta grande resistência à compressão como à tração, o que o torna apto a suprir a deficiência do concreto no que se refere às solicitações de tração, compondo, assim, o concreto armado.

A questão econômica conduz à utilização do concreto para resistir aos esforços de compressão e o aço para os esforços de tração, haja vista o alto valor agregado ao material metálico. A combinação desses materiais, um com comportamento frágil e outro dúctil, resulta em um bom desempenho mecânico se forem adequadamente consideradas as peculiaridades de cada material quando do dimensionamento do concreto armado.

O aço apresenta grande deformação antes da ruptura e, na maioria dos casos, com patamar de escoamento bem definido (aço classe A), conforme apresentado na Figura 7(b). Já o concreto sofre deformação bem inferior à observada no aço até a ruptura, com pouco ou nenhum escoamento (Figura 7(a)).

O caráter frágil do concreto, diferentemente do aço, propicia ruptura bastante brusca, podendo apresentar ruptura explosiva quando sujeito a elevadas tensões de compressão.

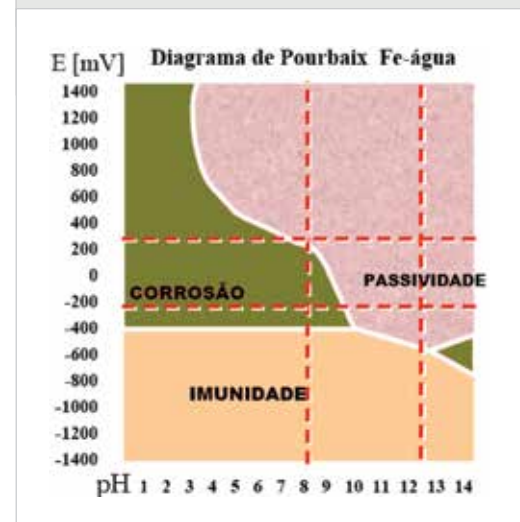
A utilização do concreto armado na execução de sistemas estruturais prediais, além de uma solução bastante viável economicamente, indica quando há problemas referentes à integridade do material. O caráter dúctil do aço faz com que este, em caso de tensão de tração superior à especificada em projeto, apresente considerável deformação, o que não é acompanhado

pelo concreto, ocasionando uma grande fissuração na região sob tração do concreto armado antes do colapso. Este comportamento é utilizado como um indicativo de segurança, pois constatada a grande deformação de parte da estrutura, há que se diagnosticar a causa e intervir adequadamente para restabelecer a adequada funcionalidade do elemento estrutural.

4 – DURABILIDADE DO CONCRETO ARMADO

A durabilidade do concreto armado está relaciona-

Figura 8 – Diagrama da Pourbaix de equilíbrio termodinâmico – Potencial x pH para o sistema Fe-H₂O a 25°C, delimitando os domínios de corrosão, passivação e imunidade [7]



da aos materiais que o compõe que, basicamente, são o cimento Portland, os agregados, a água de mistura e as barras de aço. A adequada seleção destes materiais em função da ação dos agentes ambientais a que estará exposto é capaz de garantir um adequado desempenho ao longo da vida útil proposta em projeto, salientando-se que a mistura, lançamento e cura do concreto exercem influência significativa na durabilidade do material a longo prazo. A degradação do concreto armado pode ocorrer de inúmeras formas, dentre as quais a corrosão do aço é uma das mais importantes.

Os feitos realizados por Joseph-Louis Lambot e Joseph Monier, no século XIX, não consideravam a proteção do aço embebido no concreto e, portanto, não havia previsão de durabilidade do material em virtude da falta de conhecimento acerca dos fatores intervenientes para controle das reações de oxidação do aço.

No ano de 1974, o engenheiro Marcel Pourbaix (1904 – 1998) desenvolveu um método para prever as condições que podem induzir à corrosão, imunidade ou passivação dos metais, relacionando, no plano cartesiano, o potencial elétrico em função do eletrodo de hidrogênio com o potencial hidrogeniônico (pH). O diagrama de Pourbaix representa, graficamente, as reações possíveis, a 25°C e pressão de 1 atmosfera, entre os metais e a água, para valores usuais de pH e diferentes potenciais de eletrodo. A Figura 8 apresenta o diagrama de Pourbaix para o sistema ferro/água sem a presença de cloretos.

Os diagramas de equilíbrio eletroquímico potencial versus pH, segundo Gentil [6], são extremamente úteis nos estudos da corrosão e da proteção contra a corrosão dos metais em meio aquoso; porém existe uma limitação no diagrama, acenada pelo próprio Pourbaix, de modo que não é possível prever a velocidade das reações de corrosão.

O concreto armado vem sendo utilizado e desenvolvido, gradativamente, ao longo dos anos, em virtude do seu bom comportamento mecânico, embora a corrosão da armadura seja um dos principais motivos de intervenção para restabelecer a capacidade portante da estrutura. A durabilidade do aço se deve à alcalinidade da solução aquosa contida nos poros do concreto, a qual tem origem nas reações de hidratação do

cimento Portland, especificamente da alita (C_3S) e da belita (C_2S). A hidratação destas fases silicato resulta na formação de C-S-H (silicato de cálcio hidratado) e portlandita ($Ca(OH)_2$). A portlandita ou hidróxido de cálcio é responsável por manter o elevado pH da solução aquosa, em valor próximo a 13 e, nestas condições, o aço se mantém passivado em termos de desenvolvimento de corrosão. A passivação se deve à formação de película de óxido de ferro na superfície do aço, conforme a teoria apresentada por Pourbaix.

A presença da película passivadora evita a corrosão do aço mesmo em ambiente com a presença de umidade e oxigênio. A corrosão terá início quando a película de óxido de ferro for dissolvida pela ação de agentes agressivos, como os íons cloreto e o dióxido de carbono, passando do estado passivo para o de corrosão ativa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As incessantes demandas por materiais de construção ao longo do tempo culminaram, na metade do século XIX, em uma das maiores criações no ramo da engenharia, decorrente da inserção de armaduras no concreto com o propósito de melhorar os aspectos mecânicos da estrutura, surgindo, assim, o concreto armado.

O sucesso desta combinação se deve ao fato de que o concreto é primoroso ao resistir esforços de compressão e o aço completa essa relação, resistindo muito bem os esforços de tração.

A grande vantagem da união destes dois materiais é que o concreto armado tem a característica de “avisar” antes de ruir, isto é, suporta consideráveis deformações a ponto de produzir um quadro de fissuras evidentes antes do colapso da estrutura. Este fato se traduz na redução do risco de acidentes e maior tempo para avaliar a situação e as possíveis causas, tomando as providências cabíveis.

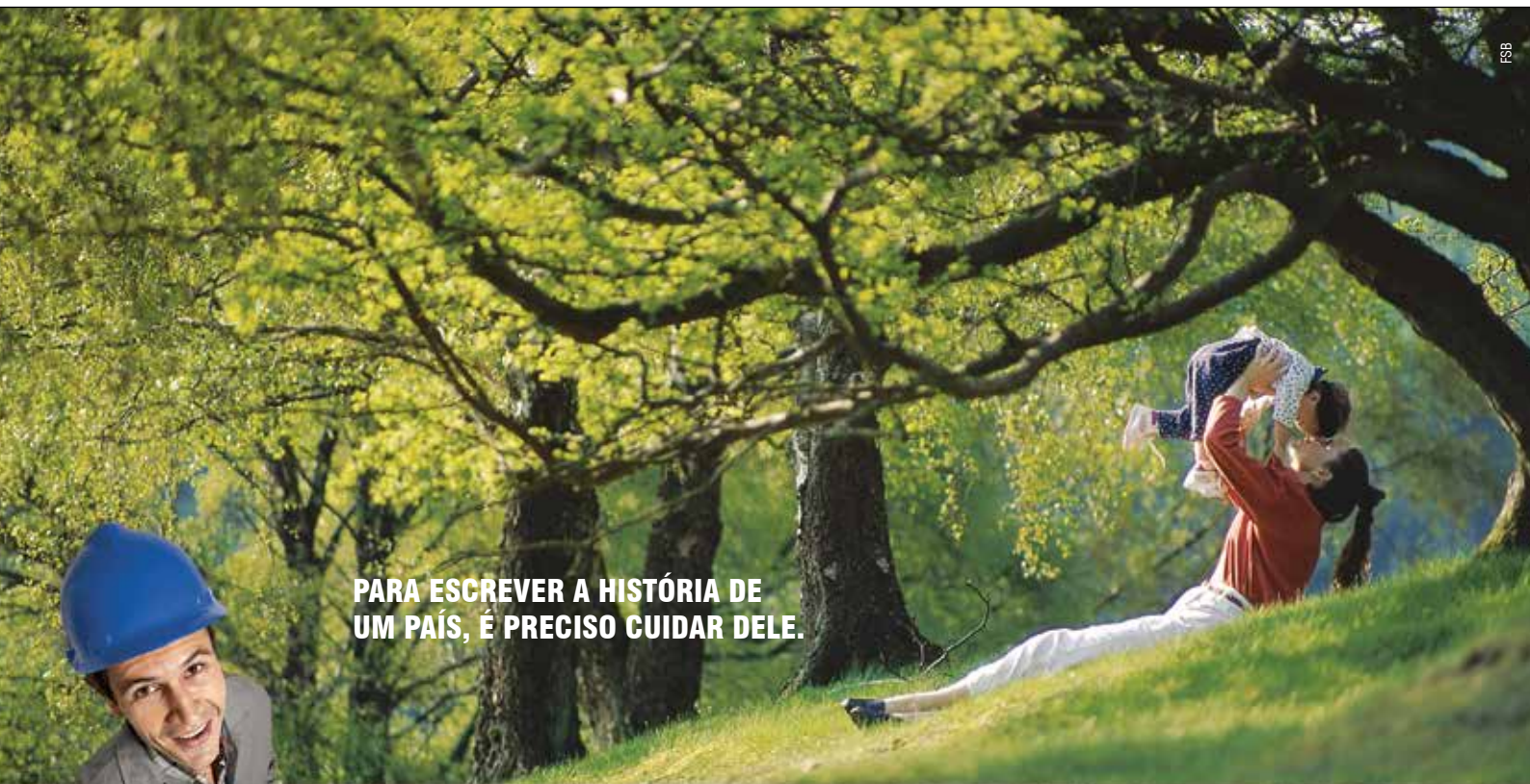
Ao passar do tempo, percebe-se que não foi apenas o comportamento mecânico a vantagem do concreto armado. A questão da passividade da armadura é um ponto muito importante desta combinação, já que as reações de hidratação do cimento proporcionam um ambiente alcalino, desfavorável à corrosão. É interessante notar que a durabilidade obtida de certa

forma ocorreu ao acaso, uma vez que os idealizadores do concreto armado não tinham conhecimento do comportamento do aço imerso em uma massa de concreto ao longo do tempo.

Todos esses fatores auxiliam para que a aplicação do concreto armado seja tão bem sucedida na construção civil, de modo que atualmente este é o material de construção mais empregado pela humanidade.

Referências Bibliográficas

- [01] KAEFER, L. F. A Evolução no Concreto Armado. São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.geocities.com/obraaberta/concreto_armado.htm>. Acessado em: agosto de 2009.
- [02] The Portland Cement Association Online. Disponível em: <<http://www.portcement.org>>. Acessado em: setembro de 2009.
- [03] VASCONCELOS, A. C. Emílio Henrique Baumgart: Suas Realizações e Recordes: Uma Vida Dedicada ao Concreto Armado. São Paulo, 2005.
- [04] HELENE, P.; ANDRADE, T. Concreto de Cimento Portland. In: ISAIA, G.C. (Ed). MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2010. p. 945-984.
- [05] PACHECO, A. Notas de Aula de Resistência dos Materiais UFRGS. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://chasqueweb.ufrgs.br/~apacheco/ENG01140/Notas%20de%20Aula/ENG01140_13%20Propriedades.pdf>. Acessado em agosto de 2009.
- [06] GENTIL, V. Corrosão 4. ed. Ed. LTC. Rio de Janeiro, 2003.
- [07] FREITAS, J. A. Notas de Aula de Materiais de Construção – Durabilidade UFPR. Curitiba. ●



**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.

Pré-fabricados de concreto: solução sustentável para habitações econômicas

MARCELO MONTEIRO DE MIRANDA – CEO
PRECON ENGENHARIA

O debate sobre a Sustentabilidade está em seu ápice após mais de 40 anos de evolução. No atual momento histórico, os diversos temas que compõem este conceito vêm sendo estudados para maior compreensão de suas características e para a busca por soluções para os problemas por eles gerados.

Neste contexto, o setor da construção vem sendo continuamente cobrado por governos, sociedade civil organizada, agentes financeiros, entre outros, para que tenha uma atuação com reduzidos impactos ambientais, econômicos e sociais negativos. Por outro lado, espera-se também que o setor possa contribuir para a solução de problemas de grande magnitude como o déficit habitacional e o crescimento urbano caótico.

Será apresentado neste artigo um estudo de caso de construção habitacional industrializada, concebida em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, incluindo a norma de desempenho e as premissas de sustentabilidade, tendo como foco a habitação social, em especial o programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Lançado em março de 2009 pelo ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva, o Programa Habitacional Popular, voltado para o atendimento de necessidades habitacionais de famílias de baixa renda nas áreas urbanas, visa garantir o acesso à moradia digna com padrões mínimos de segurança e habitabilidade, estimulando ainda a inclusão

de aspectos de sustentabilidade. Sancionada, em 2011, pela presidenta Dilma Rousseff, a segunda etapa do projeto, tem meta ambiciosa, que passou da construção de um milhão de habitações para dois milhões, priorizando famílias com renda bruta de até três salários mínimos, mas que também abrange famílias com renda de até dez salários mínimos. Até o fim de 2011, somando-se as duas etapas do PMCMV, 1,46 milhão de moradias haviam sido contratadas – 457 mil somente em 2011 – e 720 mil concluídas¹.

A Fundação João Pinheiro estimou, para 2008, um déficit habitacional correspondente a 5,546 milhões de domicílios, dos quais 4,629 milhões se localizam nas áreas urbanas. Deste total, 36,9% se localizam na região Sudeste e 35,1% no Nordeste.

Enquanto no Nordeste há um déficit na área rural de 641 mil domicílios, no Sudeste este número é de apenas 76 mil. No que diz respeito às Unidades da Federação, os valores do déficit são gritantes em São Paulo, com 1,060 milhões do total, sendo 510 mil unidades na Região Metropolitana de São Paulo. Em seguida aparece a Bahia com 485 mil, 116 mil na Região Metropolitana de Salvador. Em Minas Gerais, são 474 mil, das quais 115 mil na Região Metropolitana de Belo Horizonte. O Maranhão aparece em seguida com 434 mil unidades de déficit. Por fim, o Rio de Janeiro necessita de 426 mil unidades, 75% na Região Metropolitana de sua capital.

¹ DADOS DO RELATÓRIO DO 1º ANO DO PAC 2, DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.BRASIL.GOV.BR/PAC/RELATORIOS/PAC-2/BALANCO-DE-UM-ANO-DO-PAC-2](http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/pac-2/balanco-de-um-ano-do-pac-2).

Tabela 1 – Déficit habitacional por faixa de renda – Fonte: FJP, 2011

Renda Familiar	Percentual no déficit habitacional urbano brasileiro
Até 3 salários mínimos	89,6%
Acima de 3 até 5 salários mínimos	7,0%
Acima de 5 até 10 salários mínimos	2,8%
Acima de 10 salários mínimos	0,6%

Ao classificar o déficit habitacional segundo a faixa de renda das famílias em salários mínimos, a pesquisa reafirma a concentração do déficit habitacional na faixa de renda mais baixa da população, com famílias com rendimentos de até três salários mínimos (Tabela 1).

Neste contexto, a PRECON Engenharia, empresa que há quase 50 anos se dedica à construção civil, tendo na pré-fabricação em concreto um dos ramos de atuação, desenvolveu uma solução que, através de maior tecnologia agregada, apresentasse maior qualidade e produtividade, ao mesmo tempo que estivesse enquadrada nos custos propostos pelo programa. Aprovada pelo Sistema Nacional de Avaliações Técnicas vinculado ao PBQP-h (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat), teve o seu Datec (documento de Avaliação Técnica) expedido em conformidade com a diretriz 2, que estabelece sua conformidade com as normas técnicas da ABNT, com os critérios para desempenho estrutural, térmico, acústico, resistência ao fogo e de estanqueidade. A conformidade foi avaliada e tem sido monitorada pelo Instituto Falcão Bauer e pelo ITA (Instituto Técnico de Avaliação), credenciados e habilitados pelo programa. Foi também certificada pelo Selo Casa Azul, que estabelece critérios para as habitações sustentáveis. O fato da empresa possuir o nível III do Selo de Excelência Abcic, programa do setor de pré-fabricados da Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto, que avalia, por entidade de terceira parte, a qualidade, segurança e meio ambiente das plantas de produção e obras,

e também a certificação ISO9001, contribuiu sobremaneira para os resultados alcançados.

A CONCEPÇÃO DO SISTEMA EM PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO

O sistema construtivo é constituído por painéis de vedação pré-fabricados mistos, sem função estrutural, para aplicação em edifícios de até oito pavimentos, desde que a estrutura seja pré-fabricada e sejam desenvolvidos os projetos específicos para cada tipologia e empreendimento. A estrutura é composta por pilares, vigas e lajes pré-fabricadas de concreto:

- Pilares em concreto armado pré-fabricados com resistência característica do concreto especificada em projeto, f_{ck} , igual a 45MPa.
- Vigas pré-fabricadas protendidas e com resistência característica do concreto especificada em projeto, f_{ck} , igual a 35MPa.
- Lajes pré-concretadas do tipo pré-lajes, maciças, em concreto armado, com resistência f_{ck} igual a 25MPa com espessura mínima de 4cm. Após instalação em local definitivo, recebem armaduras negativas e complemento em concreto (definindo espessura conforme projeto) de mesma resistência, conformando uma laje monolítica. Na laje de cobertura, o complemento em concreto executado no local é de, ao menos, 8cm de espessura, conformando uma laje monolítica de 12cm de espessura total.
- Armaduras em aço CA 50 e/ou CA 60 conforme projeto estrutural.

Os componentes estruturais são dimensionados para atender as normas ABNT NBR 9062, ABNT NBR 6118, ABNT NBR 14860, ABNT NBR 12655 e recomendações do Projeto ABNT NBR 15575:2010 (revisão da Norma de Desempenho).

As paredes de vedação, consideradas como elementos inovadores do sistema construtivo, são em painéis pré-fabricados mistos e produzidas com blocos cerâmicos com oito furos, com dimensões de 11,5x19,0x29,0cm e nervuras de concreto armado.

Os painéis recebem reforços em nervuras de concreto com resistência f_{ck} igual a 40MPa, armado com aço CA 50 e/ou CA 60, posicionados conforme projeto específico do painel. As nervuras são dispostas na horizontal, vertical e no perímetro do painel, com função exclusiva de estruturar o

painel para sua desforma, manuseio, transporte e montagem no local definitivo.

Durante o processo de produção, os painéis recebem revestimento de 1,5cm de argamassa em sua face superior (face externa à edificação). A outra face (interna à edificação) recebe acabamento em gesso de 0,5cm, após instalação do painel no local definitivo. A espessura final dos painéis de fachada é de 13,5cm. Os painéis internos recebem revestimento em gesso nas duas faces de 0,5cm de espessura, conformando uma espessura total dos painéis de 14 cm.

Todos os elementos do sistema construtivo são produzidos em ciclos diários, nas respectivas linhas de produção das fábricas e, após liberados pelo controle de qualidade, são transportados para as obras, onde a montagem dos elementos é realizada com a utilização de equipamentos apropriados.

As ligações entre vigas, pilares e lajes são executadas na obra tornando a estrutura monolítica.

As instalações hidrossanitárias são externas aos painéis: as colunas do sistema hidrossanitário e sistema elétrico de alimentação são localizados em shafts que recebem fechamento em placas.

AVALIAÇÃO TÉCNICA EM RELAÇÃO À DIRETRIZ 2 – SINAT

A avaliação técnica de desempenho foi conduzida conforme a Diretriz SINAT N°002 Rev. 01, a partir da análise de projetos, ensaios laboratoriais, inspeções técnicas na unidade de produção, inspeções de campo em obras e demais atividades que constam dos relatórios técnicos e de ensaios citados no item 6.2.

DESEMPENHO ESTRUTURAL

A avaliação do desempenho estrutural foi realizada com base na memória de cálculo e no projeto detalhado da estrutura de concreto pré-fabricado para edifício de até oito pavimentos.

Na Memória de Cálculo foi avaliada diretamente a capacidade dos elementos estruturais resistirem aos carregamentos normais do seu peso próprio e àqueles provenientes das lajes, assim como das forças de vento e de sobrecargas.

Os painéis pré-fabricados mistos são elementos de vedação. Foram considerados na análise estrutural como



Figura 1 – Vista geral da fábrica - produção dos painéis

elemento de transferência dos esforços de vento para a estrutura e o carregamento de seu peso próprio.

O projeto estrutural contempla o detalhamento das armações de todos os elementos estruturais (vigas, lajes e pilares), capeamentos e ligações. No projeto analisado do edifício, foi observado o atendimento às condições de estabilidade global e aos estados limite último (ELU) e de serviço (ELS).

Foram verificadas, em campo e nos ensaios laboratoriais, as diversas situações de trabalho dos painéis, tais como: desforma, içamento, transporte e serviço.

Os painéis pré-fabricados mistos foram submetidos a ensaios para verificação do desempenho conforme segue:

- a – O ensaio de resistência ao impacto de corpo mole: Os resultados indicaram que não foram verificados deslocamentos além daqueles previstos na Diretriz e também não foram apresentadas não conformidades para as energias de impacto em relação aos critérios de desempenho quanto a falhas, deslocamentos e rupturas, com energias de 120J a 960J, para impactos internos e externos.
- b – Ensaio de resistência ao impacto de corpo duro: Foram conduzidos os impactos externos e internos com energias de 2,5J a 20J, com dez repetições para cada energia. Não foram observadas ocorrências que comprometam o desempenho do painel.
- c – Verificação da capacidade de suporte de cargas suspensas em dispositivo padrão com duas mãos francesas distadas de 50cm, fixadas por meio de bucha plástica FUR 8x100 e parafusos. Foi realizado carregamento de 80kg durante 24h, sem ocorrências que comprometessem o desempenho do painel.

d – Verificação de ações transmitidas por portas internas ou externas, com dez operações de fechamento brusco. O painel não apresentou falhas, tais como: rupturas, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento das regiões de solidarizarão do marco e destacamentos em juntas entre os componentes do painel. Na sequência, a mesma porta foi submetida a um ensaio de corpo mole com energia de 240J. Não ocorreram arranchamentos e/ou deslocamentos do marco, nem ruptura ou perda da estabilidade do painel.

Com base nos resultados dos ensaios realizados e da análise da documentação técnica apresentada pela empresa, conclui-se que o sistema construtivo analisado atende aos requisitos e critérios de desempenho estrutural estabelecidos na Diretriz N°002 – Rev. 01, para construção de edifícios habitacionais de até oito pavimentos.

ESTANQUEIDADE À ÁGUA

Foi realizado ensaio para avaliar a estanqueidade do painel e as interfaces entre a janela e o painel e entre o painel e a estrutura. Foram ensaiados dois corpos de prova, sendo um painel com a janela instalada e outro cego. Os painéis ensaiados foram revestidos com selador e textura acrílica conforme especificação. O ensaio foi feito com pressão estática de 50Pa, aplicada em painéis que haviam sido submetidos ao ensaio de choque térmico. Não foram observadas infiltrações, formação de gotas de água aderentes na face interna, nem manchas de umidade ou vazamentos.

Os resultados obtidos, tanto no ensaio do painel com janela quanto no painel cego, demonstram que foram aten-

didos os requisitos de desempenho prescritos no Projeto ABNT NBR 15575-4:2010 (revisão da Parte 4, que trata de sistemas de vedação vertical, da Norma de Desempenho).

Quanto à estanqueidade em pisos de áreas molháveis, foi analisado o projeto arquitetônico que prevê diferenças de cotas e caimentos, além de impermeabilização da laje e revestimentos cerâmicos, conforme memorial descritivo.

O piso do banheiro recebe impermeabilização antes da instalação do piso cerâmico rejuntado. A impermeabilização é realizada utilizando-se argamassa polimérica bicomponente a base de dispersão acrílica, cimento e aditivos especiais, sendo a mesma aplicada em duas camadas sobre a laje de concreto e na parede, conformando um barrado impermeável e semiflexível com 30cm de espessura.

Na sequência, é aplicada uma camada de impermeabilizante flexível à base de resina termoplástica e cimento aditivado.

A calçada, no entorno do edifício, está 10cm abaixo do nível do piso interno, com caimento adequado, permitindo o escoamento da água.

A estanqueidade na interface entre os painéis e os pilares da estrutura em concreto armado pré-fabricado e na interface das lajes entre pavimentos é garantida com tela poliéster e aplicação de impermeabilizante flexível à base de polímeros acrílicos, criando uma membrana acrílica monocomponente em dispersão aquosa, conforme norma ABNT NBR 13321.

O mesmo sistema de impermeabilização é realizado nas interfaces entre rufos e calhas da cobertura.

Terminada a instalação dos painéis do edifício, a face interna dos mesmos recebe aplicação de gesso liso nas áreas secas e argamassa nas áreas molhadas, para regularização da superfície, preparando-os para pintura. Na sequ-

ência, aplica-se tinta látex à base de PVA nas áreas secas e tinta látex de base acrílica nas áreas molhadas e/ou molháveis (banheiro, cozinha e área de serviço). A parede do banheiro é revestida com azulejo cerâmico, assentado na região do banho até a altura de 2,30m.

Na cozinha, a impermeabilização da parede sobre a pia é obtida por meio do assentamento de uma fiada de revestimento cerâmico e, nas demais regiões, com

Figura 2 – Canteiro de obras em fase de montagem



pintura acrílica. O piso recebe revestimento cerâmico com rodapé. Todos os assentamentos cerâmicos são realizados com auxílio de argamassa colante tipo AC-II.

Nas áreas comuns (áreas de circulação e de equipamentos comunitários), as paredes recebem pintura em látex PVA, com textura rolada sobre emboço, em duas demãos.

O Memorial Descritivo especifica os tipos de portas, janelas, batentes, guarnições e ferragens, com suas respectivas características e acabamentos.

DESEMPENHO TÉRMICO

Foram realizadas simulações computacionais para avaliação de desempenho térmico para as oito zonas bioclimáticas (Z1 a Z8, conforme indicadas na norma ABNT NBR 15220:2005).

As simulações computacionais foram realizadas por meio do software EnergyPlus para o projeto do edifício padrão de quatro pavimentos (Residencial Ville Paris), edificadas na cidade de Pedro Leopoldo – MG.

O sistema de cobertura é constituído por telha de fibrocimento com 6mm de espessura sobre estrutura de madeira. A estrutura do telhado pode ser de concreto ou metálica. A espessura da laje pode variar dependendo do projeto estrutural e da zona bioclimática, visando atender ao estudo de desempenho térmico específico, assim como o tipo de telha utilizada.

O estudo computacional avaliou o sistema construtivo com as seguintes características:

- pé direito mínimo de piso a teto: 2,60m;
- espessura das paredes externas: 13,5cm;
- espessura da laje de cobertura: 12cm (de forro);
- ático ventilado entre a laje de cobertura e telhado (al-

tura mínima de 50cm) por aberturas com venezianas instaladas nas platibandas.

Quanto ao desempenho para a condição de inverno, o estudo demonstra que o sistema construtivo atende a todas as zonas bioclimáticas avaliadas na condição padrão: ambientes com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas, a uma taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente de 1,0Ren/h; janelas sem sombreamento; ático do telhado ventilado; e paredes externas pintadas com cor clara ou média ou escura.

Para a condição verão haveriam restrições em apenas 4 zonas bioclimáticas (2,3,5 e 8) na condição padrão, ou seja, sem ventilação ou sombreamento

DESEMPENHO ACÚSTICO

Foi realizado ensaio em laboratório para verificar o índice de isolamento sonora dos painéis pré-fabricados mistos, que conformam as paredes com 13,5cm de espessura, utilizados nas paredes de fachada. A síntese dos resultados é apresentada na Tabela 2.

Foi realizado ensaio em campo para verificar o índice de isolamento sonora da parede com espessura de 14cm, de geminação entre unidades habitacionais. A síntese dos resultados é apresentada na Tabela 3.

Concluindo, os ensaios de laboratório e de campo realizados demonstram que, do ponto de vista do desempenho acústico, o sistema construtivo em painéis de vedação pré-fabricados mistos é adequado e atende aos critérios da Diretriz SiNAT N°002 – Rev. 01. Nas fachadas, os caixilhos utilizados devem apresentar índice (R_w) adequado para que o conjunto de parede e caixilho atenda o mínimo de 30dB, por meio de cálculo dos índices obtidos em ensaios individuais de laboratório, ou de 25 dB, em medições em campo.

DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE

Para a durabilidade do sistema construtivo, consideraram-se os detalhes de projeto, as características dos materiais e controles de produção e montagem, a agressividade ambiental e os procedimentos de uso e de manutenção.

A análise de projeto permitiu verificar desempenho adequado contra águas de chuva nas interfaces entre os painéis e a estrutura, painéis e janelas e painéis e portas.

Verificou-se a relação entre a classe de agressividade ambiental, a resistência à compressão do concreto e

Tabela 2 – Síntese dos critérios de desempenho e do resultado do ensaio de isolamento sonora realizado em laboratório para parede cega

Elemento	Índice de redução sonora ponderado ABNT NBR 15575-4 R_w (dB)	Resultado do ensaio de laboratório R_w (dB)
Fachada	30	42

Tabela 3 – Síntese dos critérios de desempenho e dos resultados do ensaio de isolamento sonora realizado em campo

Elemento	Índice de redução sonora ponderado ABNT NBR 15575-4 $D_{nT,w}$ (dB)	Resultado do ensaio de campo $D_{nT,w}$ (dB)
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)	40	40
Paredes de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos tipo	30	33

a relação água-cimento para garantir a qualidade mínima do concreto. O sistema enquadra-se na classe de concreto C40, considerando as classes I e II de agressividade ambiental (concreto com $f_{ck} = 40\text{MPa}$, consumo de cimento de 485Kg/m^3 e relação água cimento $\leq 0,45$).

Quanto ao cobrimento da armadura, verifica-se que as treliças metálicas empregadas nas nervuras de concreto dos painéis ficam protegidas por uma capa de concreto de 20mm na face interna e de 25mm na face externa, além do revestimento de argamassa de 15mm na face externa.

O cobrimento nominal (c_{nom}) exigido na Diretriz SINAT Nº002 – Rev. 01 para os painéis de parede é maior ou igual a 25mm, considerando Classe II de agressividade ambiental, $f_{ck} \geq 40\text{MPa}$, relação de água cimento $\leq 0,45$ e adotando-se $\Delta c = 5\text{mm}$ ($\Delta c =$ tolerância de execução para o cobrimento). Quando se supõe a existência de limites rígidos de tolerância das dimensões durante a execução, como no caso da fabricação de elementos pré-fabricados, pode-se considerar $\Delta c = 5\text{mm}$. Desta forma, o cobrimento mínimo deve ser maior ou igual a 20mm.

Assim, considerando-se a espessura dos painéis, as armaduras empregadas, o concreto de alto desempenho ($f_{ck} \geq 40\text{MPa}$) utilizado e o processo de produção pré-fabricado, verifica-se que é adequado o cobrimento das armaduras dos painéis estruturais para as classes I e II de agressividade ambiental, em conformidade com as normas ABNT NBR 9062 e ABNT NBR 6118:2007.

Os pontos de ligação dos painéis aos pilares, após soldados, são protegidos por meio de primer epóxi, rico em zinco e recoberto com argamassa industrializada de assentamento e revestimento. Após a finalização da mon-

tagem da edificação, na fase de pintura, as interfaces entre pilar e painel, painel e viga e painel e laje são tratadas com tela poliéster e aplicação de impermeabilizante flexível à base de polímeros acrílicos. Estes procedimentos permitem contribuir para atendimento da durabilidade prevista na ABNT NBR 15575-1.

Foi realizado ensaio de ação de calor e choque térmico e os resultados atendem a ABNT NBR 15.575-4:2010– Anexo E – Verificação do comportamento de SVVE exposto à ação de calor e choque térmico – Método de ensaio.

A manutenibilidade do sistema construtivo que compõe a edificação deve ser prevista e realizada conforme manutenções preventivas e corretivas contempladas no Manual de Operação, Uso e Manutenção (Manual do Proprietário), de acordo com a ABNT NBR 14037, a fim de que seja atendida a durabilidade projetada para a estrutura e seus componentes.

SEGURANÇA AO FOGO

A estrutura é constituída por pilares, vigas e lajes em concreto armado pré-fabricado. As verificações da estrutura em situação de incêndio foram realizadas utilizando-se o “Método Tabular” para tempos requeridos de resistência ao fogo (TRRF) e estão contempladas nas memórias de cálculo analisadas para edifícios com 4 e 8 pavimentos, sendo observado o atendimento às exigências da ABNT NBR 15200.

Além da verificação da segurança da estrutura pré-fabricada de concreto armado em situação de incêndio, foi realizado ensaio de resistência ao fogo dos painéis mistos de vedação, conforme método estabelecido na ABNT NBR 10636. Os resultados obtidos do ensaio de resistência ao fogo em parede sem

Figura 3 – Ville Barcelona (perspectiva do empreendimento acabado)



função estrutural demonstram que a parede entre unidades habitacionais oferece resistência superior a 60 minutos, ou seja, é classificada no grau corta-fogo como CF60.

Os painéis pré-fabricados mistos de concreto armado e bloco cerâmico são compostos por materiais incombustíveis, não se caracterizando como propagadores de incêndio. Também apresentam características adequadas em termos de desenvolvimento de fumaça, não agravando o risco de incêndio.

Vale ressaltar que a empresa deve elaborar projetos específicos para cada tipologia, levando-se em consideração as exigências nas regulamentações do Corpo de Bombeiros do Estado em que a construção será edificada e atender as exigências com relação a ABNT NBR 14432 e regulamentos municipais específicos.

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA SOLUÇÃO EM RELAÇÃO À VIABILIDADE ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL

Os apartamentos são oferecidos no mercado por valores que variam entre R\$ 95 mil e R\$ 130 mil, com a possibilidade de ter seu financiamento realizado dentro do Programa Minha Casa Minha Vida, voltado para o segmento entre 3 e 10 Salários Mínimos.

Os imóveis são produzidos no período entre 12 e 18 meses, entre 33% e 50% do ciclo de construção de empreendimentos que usam modelos tradicionais de construção. O ciclo mais curto de construção traz diferentes vantagens econômicas:

- Os compradores pagam por um período menor o aluguel e a prestação do imóvel;
- Os compradores ficam menos expostos às variações da inflação;
- Os donos dos terrenos que utilizam o método de permuta para serem remunerados conseguem ter acesso aos imóveis mais rapidamente;
- Os investidores se beneficiam com um ROI² mais alto.

O processo industrializado permite que a empresa utilize menos colaboradores em suas obras, reduzindo a exposição à escassez de mão de obra e ao aumento dos salários desses profissionais. A troca de mão de obra por tecnologia culmina em um dos maiores diferenciais econômicos desta solução, pois ela dá para a empresa, compradores e investidores maior previsibilidade, tanto de custos quanto de prazos.

Do ponto de vista ambiental, o método construtivo industrializado se destaca pela redução da geração de resíduos no processo de construção e pela eficiência energética potencial no período de uso do empreendimento.

A industrialização da construção, com a produção de componentes na fábrica, permite que muitas atividades do processo construtivo poupem recursos e, conseqüentemente, gerem poucos resíduos durante a construção dos componentes da solução.

- **Uso de fôrmas:** Todas as fôrmas utilizadas no processo construtivo são metálicas, podendo ser reutilizadas diversas vezes, evitando a necessidade de sua substituição para a produção de cada novo componente, como acontece na construção tradicional. Além disso, dispensa-se o uso de madeira, cuja demanda posiciona a indústria da construção como uma das maiores responsáveis pelo desmatamento no país. As fôrmas são flexíveis, o que permite que elas possam ter suas dimensões adaptadas, atendendo a alterações de projetos, sem perdas.
- **Paginação de alvenaria:** A quantidade e tamanho dos blocos a serem utilizados nos painéis de vedação foi determinada previamente. Isso permitiu a realização de encomendas de blocos inteiros e com a metade do comprimento padrão, evitando a necessidade de quebras, reduzindo, assim, a geração de resíduos.
- **Uso de argamassa:** O processo automatizado de concretagem proporciona um alto controle, com uso mínimo de argamassa e com redução dos resíduos gerados – que se limitam ao processo de retirada dos painéis das fôrmas. Além disso, as capas plásticas usadas nos tijolos impede a entrada de argamassa

² O RETORNO SOBRE INVESTIMENTO (ROI – RETURN OVER INVESTMENT) TRATA DA RELAÇÃO ENTRE O LUCRO LÍQUIDO DE UM INVESTIMENTO E O CAPITAL TOTAL APLICADO. NO CASO DA SOLUÇÃO HABITACIONAL PRECIN O ROI É MAIS ALTO DEVIDO AO MENOR INTERVALO DE TEMPO NO QUAL O INVESTIDOR PODE RECUPERAR O SEU CAPITAL, COM A VENDA DO IMÓVEL.



Figura 4 – San Marino (fotografia empreendimento acabado)

nos seus furos, reduzindo a quantidade usada nos painéis.

A produção dos componentes de um edifício com o sistema construtivo em causa gera na fábrica e durante todas as fases de obra cerca de 28 kg de resíduos por m² construído. Este valor equivale a uma redução de 81% na geração de resíduo, ao compararmos com a construção convencional, que é de 150 Kg de resíduos por m² construído (PINTO 1999). A cada moradia cons-

truída com o sistema evita-se a geração de 5,7 ton de resíduos. Este ganho se torna ainda mais representativo pelo fato dos RCDs (resíduos da construção e demolição) representarem, no mínimo, 50% do volume total de RSU (resíduos sólidos urbanos).

Já, em relação à eficiência energética no uso, a concepção do produto, visando oferecer o máximo de iluminação e ventilação natural possíveis nos apartamentos e nas áreas

comuns, gera resultados positivos. Isso porque o acionamento de lâmpadas ao longo do dia é dispensado e o resfriamento artificial da moradia tem necessidade reduzida.

Sob o ponto de vista social, os prédios possuem estrutura com pilares e vigas – com paredes de vedação, sem função estrutural –, o que propicia flexibilidade para seus proprietários modificarem a configuração dos apartamentos de acordo com suas necessidades, não comprometendo a integridade estrutural do empreendimento.

CONCLUSÃO

A industrialização da construção civil é eminente em face aos grandes desafios do país. A pré-fabricação em concreto é uma solução presente no contexto habitacional desde que a Europa do pós-guerra, em que a necessidade de reconstrução imprimia ritmos de cronogramas muito ousados. O incremento da produtividade, mantendo-se a qualidade, requisitos de sustentabilidade e desempenho, só será possível através da adoção de tecnologias que possibilitem soluções mais eficientes. ●

T&A. TECNOLOGIA APLICADA NA FABRICAÇÃO DE PRODUTOS COM ALTO DESEMPENHO.



A T&A Pré-Fabricados vem ampliando a sua participação na construção civil brasileira, assinando importantes obras e desenvolvendo soluções sob medida para os seus clientes. Com quatro unidades fabris, a T&A oferece uma linha completa de peças de concreto armado e protendido, como pilares, lajes alveolares, vigas, estacas centrifugadas e protendidas, painéis, telhas W, além de blocos e pisos intertravados. Os produtos T&A obedecem um rigoroso padrão técnico, assegurando maior qualidade de acabamento e desempenho singular. **T&A. À frente do seu tempo, concretizando o futuro.**



Análise da fluência e retração do concreto em corpos de prova e pilares

LUCIANA TIEMI KATAOKA – PESQUISADORA PÓS-DOUTORADO
TULIO BITTENCOURT – PROFESSOR ASSOCIADO
DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS E GEOTÉCNICA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

1. INTRODUÇÃO

O comportamento ao longo do tempo do concreto, devido às propriedades de fluência e retração, tem considerável influência no desempenho de estruturas em concreto, podendo causar deformação excessivas e redistribuição de tensões [1]. Com o passar do tempo, essas deformações excessivas e redistribuição de tensões, se não detectadas e adequadamente tratadas, podem provocar a degradação e, eventualmente, o colapso das estruturas, resultando em consideráveis custos econômicos e sociais [2]. Em geral, a fluência e retração do concreto afetam a durabilidade, as condições em serviço, a integridade estrutural, a estética e a estabilidade da estrutura. Neste sentido, a caracterização das propriedades de fluência e retração, assim como a análise estrutural desempenha um papel importante no desenvolvimento do projeto de grandes estruturas.

Um dos efeitos da fluência e da retração é a transferência gradativa de carregamento do concreto para a armadura em pilares de concreto armado. Esta transferência de carregamento pode causar, mesmo sob níveis de tensões baixas, o escoamento da armadura em pilares subarmados ou a flambagem de pilares carregados excêntrica [3]. Em pilares curtos o efeito da fluência causa pequena redução na resistência do concreto. Além disso, esta redistribuição de esforços também permite que seja determinada a carga atuante em um pilar, no caso da necessidade da transferência de carregamentos devido à remoção de pilares [4].

Visando contribuir para compreensão do comportamento das propriedades de fluência e retração por secagem, neste artigo estas propriedades são caracterizadas em corpos de prova e são estudados pilares de concreto armado, procurando explorar a redistribuição de tensões do concreto para a armadura que ocorre nestes pilares. Além disso, os resultados experimentais de corpos de prova são confrontados com modelos de previsão de fluência e retração mais estudados (ACI209R, 2008 – ACI, Eurocode 2, 2003 – EC2, Bazant e Baweja, 2000 – B3, Gardner e Lockman, 2001 – GL e NBR6118, 2004 – NBR*).

2. METODOLOGIA

Como este artigo está inserido em uma ampla pesquisa, foram escolhidos apenas alguns resultados mais relevantes para discussão. Portanto, foram avaliados dois traços (Tabela 1) utilizados comercialmente e de classes de resistência bastante empregadas em estruturas de concreto. O traço I com classe de resistência de 20 MPa foi utilizado para avaliação da fluência e retração por secagem em corpos de prova. O traço II com classe de resistência de 30MPa foi utilizado para o estudo da transferência de carregamento da armadura para o concreto devido à fluência e retração.

2.1 FLUÊNCIA E RETRAÇÃO

O ensaio de fluência foi feito de acordo com a NBR8224 (1983) em corpos de prova cilíndricos 15x30cm. O carregamento dos ensaios de fluência foi feito aos 7 dias a 20% da resistência média à compressão do concreto. Foi utilizada vibração manual com

*A NOVA VERSÃO DESSA NORMA DATA DE 2007, SEM ALTERAÇÕES DE CONTEÚDO QUE ALTEREM ESTE ESTUDO.

Tabela 1 – Traços de concretos convencionais (kg/m³)

Composição	Traço I	Traço II	Característica
Cimento	225	280	Endurecimento lento com substituição do clínquer por escória de alto-forno em até 36%
Areia de brita	487	460	Resíduo do agregado graúdo de origem calcária com dimensão máxima de 1,2 mm
Areia de quartzo	394	372	Areia natural com dimensão máxima de 2,4 mm
Brita 0	157	157	Origem calcária com dimensão máxima de 9,5 mm
Brita 1	911	911	Origem calcária com dimensão máxima de 19 mm
Água	225	164	Abastecimento local
Aditivo	1,797	1,957	Aditivo redutor de água com densidade de 1,2g/cm ³
a/c (kg/kg)	0,78	0,56	—
Traço unitário (massa)	1:3,92:4,75;0,78	1:2,97:3,81;0,59	—

haste metálica. Os ensaios foram conduzidos em uma câmara climatizada com temperatura e umidade relativa controlada em 23±1°C e 60±4%, respectivamente. A monitoração da fluência foi realizada desde a data de carregamento (7 dias) até 91 dias de idade do concreto. As deformações por fluência foram medidas utilizando sensores elétricos de imersão.

O ensaio de retração foi realizado baseado nas normas ASTM C490 (1997) e NBR NM131 (1998) em corpos de prova prismáticos 10x10x30cm. As leituras foram feitas a partir do primeiro dia até 154 dias. Foi utilizado para medição da retração o comparador mecânico do tipo vertical.

Em ambos os ensaios (fluência e retração), os corpos de prova permaneceram em câmara úmida até a data do ensaio.

Também foram moldados corpos de prova cilíndricos 10x20cm para caracterização da resistência média à compressão e módulo de elasticidade para as idades de 7, 28, 63 e 91 dias. As moldagens foram feitas de acordo com a NBR 5738 (2003*). Os ensaios de resistência à compressão e módulo de elasticidade foram realizados de acordo com as normas NBR 5739 (1994**) e NBR 8522 (2003***), respectivamente.

Para o concreto fresco, foram determinados o teor de

ar incorporado de acordo com a NBR NM47 (2002) e a consistência do concreto conforme a NBR NM67 (1998).

2.2 PROTÓTIPOS DE PILARES

Foram ensaiados à fluência e retração 9 protótipos de pilares curtos ($\lambda = 14$) em concreto armado com seção transversal de 15x15cm e altura de 60 cm (Tabela 2). Foi considerada carga centrada, taxa de armadura transversal constante e três taxas de armadura longitudinais de 0%, 1,4% e 2,8% (Tabela 2). O detalhamento da armadura foi feito de acordo com a NBR 6118 (2004) (Figura 1). Na moldagem foi utilizada vibração mecânica. Os protótipos ensaiados à fluência foram carregados aos 7 dias com 40% e 30% da resistência média à compressão desta idade. Também foram ensaiados pilares sem carregamento para determinação da deformação por retração (Figura 1), medida a partir dos 7 dias. Os pilares permaneceram em câmara úmida até a data do ensaio (7 dias) e foram ensaiados à fluência de acordo com a NBR 8224 (1983), em uma câmara climatizada com temperatura e umidade relativa constantes de 23 ± 1°C e 60 ± 4%, respectivamente. A medição das deformações nas armaduras dos protótipos foi feita por meio de sensores elétricos de resistência de colagem e as deformações do concreto foram medidas utilizando sensores elétricos de imersão (Figura 1).

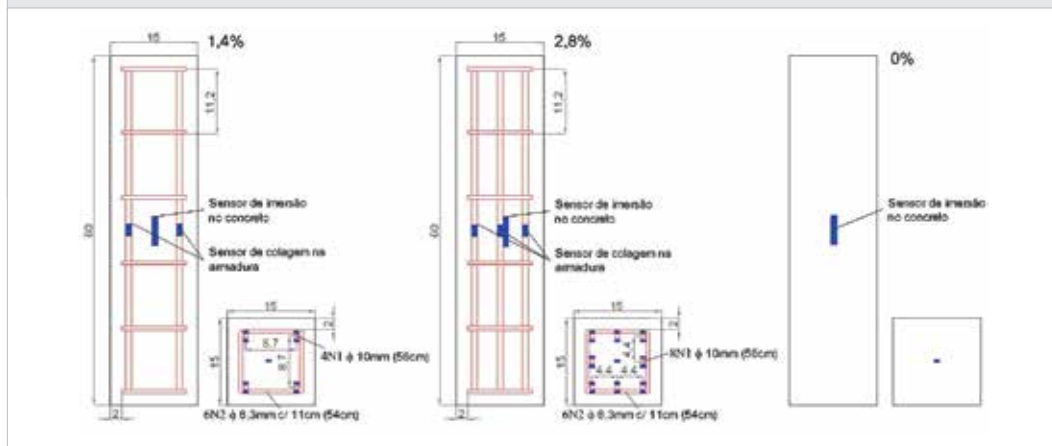
* A NOVA VERSÃO DESSA NORMA DATA DE 2008, SEM ALTERAÇÕES DE CONTEÚDO QUE ALTEREM ESTE ESTUDO.

** A NOVA VERSÃO DESSA NORMA DATA DE 2007, SEM ALTERAÇÕES DE CONTEÚDO QUE ALTEREM ESTE ESTUDO.

***A NOVA VERSÃO DESSA NORMA DATA DE 2008, SEM ALTERAÇÕES DE CONTEÚDO QUE ALTEREM ESTE ESTUDO.



Figura 1 – Detalhamento das armaduras e instrumentação



Na nomenclatura da Tabela 2, há uma letra que indica o tipo de ensaio (fluência - F ou retração - R), dois dígitos que representam a porcentagem de carregamento aplicada aos 7 dias (30 ou 40%), dois dígitos que indicam a taxa de armadura longitudinal em porcentagem (0,0, 1,4 ou 2,8%) e um único dígito utilizado para especificar o número do protótipo dentro de um grupo de pilares idênticos (1 ou 2).

3. RESULTADOS

3.1 PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO E ENDURECIDO

Os resultados das propriedades do concreto no estado fresco estão apresentados na Tabela 3 e os resultados da resistência à compressão e módulo de elasticidade para os concretos estudados estão apresentados na Tabela 4.

A partir das propriedades mecânicas, é possível notar que a taxa de crescimento, tanto da resistência média à compressão quanto do módulo de elasticidade, é maior até os 28 dias.

3.2 FLUÊNCIA

Os resultados das deformações de fluência por secagem são apresentados em fluência específica ($10^{-6}/\text{MPa}$) e foram confrontados com diversos modelos de previsão (ACI, EC2, NBR, B3 e GL), como pode ser visto na Figura 2. A comparação entre resultados experimentais e teóricos (Tabela 5) foi feita utilizando o coeficiente de variação B3 (ω_{B3}). Foram considerados eficazes os modelos que apresentaram coeficiente de variação próximo a 20%.

Como pode ser visto na Tabela 5, a resistência média à compressão e o módulo de elasticidade do concreto analisados não têm uma taxa de crescimento considerável após os 28 dias. Entretanto, as deformações de fluência por secagem ainda apresentam taxa de crescimento. Portanto, seria interessante a medição da fluência por secagem por um período maior de tempo, a fim de verificar o aumento da taxa de crescimento das deformações da fluência por secagem para idade superior a 91 dias.

Considerando a previsão dos modelos de fluência por se-

Tabela 2 – Protótipos de pilares

Nomenclatura	Taxa de armadura longitudinal (%)	Tensão aos 7 dias (MPa)	Grupo
F40-2,8-1	2,8	10,5	1
F40-2,8-2	2,8	10,5	2
F30-2,8-1	2,8	8,03	1
F40-1,4-1	1,4	10,5	1
F30-1,4-1	1,4	8,03	1
F40-0,0-1	0,0	10,5	1
R-2,8-1	2,8	-	1
R-1,4-1	1,4	-	1
R-0,0-1	0,0	-	1

Tabela 3 – Propriedades do concreto fresco

Componentes	Traço I	Traço II
Ar aprisionado (%)	2,9	3,9
Abatimento (cm)	119	132
Peso específico (kg/m ³)	2320	2362

cagem, o modelo do ACI foi capaz de prever as deformações de fluência por secagem (7,2%). Além deste modelo, é possível observar que o EC2 também apresentou coeficiente de variação aceitável (21,4%). A NBR superestima a fluência por secagem durante todo o período medido (38,7%). Uma possível explicação seria o fato deste modelo subestimar o envelhecimento do concreto. Dessa forma, o concreto estaria ganhando menos resistência ao longo do tempo e, conseqüentemente, deformando mais do que os valores reais. Além disso, Sampaio [5] conclui que a NBR6118 (2004) está desatualizada, pois a caracterização da fluência no concreto é atribuída a materiais com propriedades físicas diferentes dos materiais utilizados atualmente, ou seja, não foi levada em consideração a evolução tecnológica no comportamento de tais materiais.

3.3 RETRAÇÃO

Os resultados de retração foram apresentados em deformação (10⁻⁶) e foram confrontados com diversos modelos de previsão (ACI, EC2, NBR, B3 e GL), como pode

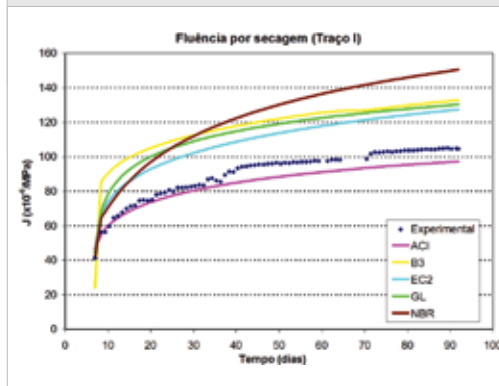
Tabela 4 – Propriedades mecânicas dos traços I e II

Propriedades mecânicas	Traço	Idade (dias)			
		7	28	63	91
Resistência à compressão (MPa)	I	21,6	28,2	32,4	32,2
	II	26,2	33,3	35,6	38,1
Módulo de elasticidade (GPa)	I	21,2	28,7	27,2	28,5
	II	26,8	29,8	30,7	33,9

Tabela 5 – Coeficientes de variação ω_{B3} para fluência por secagem (%)

Modelo	ω_{B3}
ACI	7,2
B3	29,8
EC2	21,4
GL	26,6
NBR	38,7

Figura 2 – Resultados experimentais e teóricos de fluência por secagem (Traço I)



ser visto na Figura 3. Assim como para a fluência, as deformações experimentais de retração por secagem são comparadas com resultados teóricos (Tabela 6), utilizando o coeficiente de variação B3 (ω_{B3}), e foram considerados eficazes os modelos que apresentaram coeficiente de variação próximo a 25%.

O modelo do ACI é um dos modelos que melhor prevê as deformações experimentais medidas no período estudado, pois apresenta o menor coeficiente de variação (23,3%). Entretanto, a NBR, apesar de ser o modelo utilizado para previsão das deformações dos concretos brasileiros, subestima exageradamente os resultados experimentais (40,4%).

Surpreendentemente, apesar do modelo do GL considerar poucos dados de entrada, é capaz de prever as deformações experimentais, pois este modelo foi elaborado a partir dos resultados do RILEM *data bank* (banco de dados de fluência e retração contendo informações de con-

cretos de diversos países). Apesar de não haver resultados brasileiros no RILEM *data bank*, neste banco de dados foi considerado um vasto grupo de resultados experimentais para elaboração deste modelo e, provavelmente, existam concretos com características semelhantes aos estudados nesta pesquisa.



Figura 3 – Resultados experimentais e teóricos de retração por secagem (Traço I)

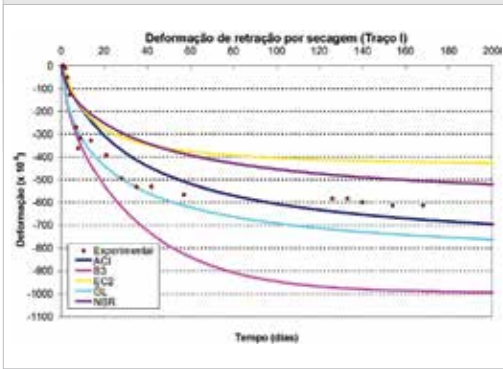


Figura 5 – Deformação por fluência e retração e retração por secagem com tensão de 40% (Traço II)

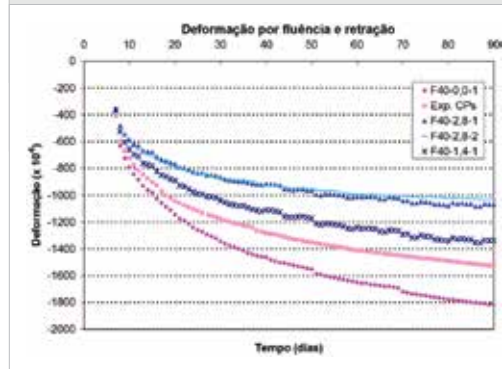


Tabela 6 – Coeficientes de variação ω_{B3} para retração por secagem (%)

Modelo	ω_{B3}
ACI	23,3
B3	68,4
EC2	45,5
GL	21,2
NBR	40,4

3.4 PROTÓTIPOS DE PILARES

Analisando o comportamento geral dos protótipos, foi possível notar que não foram detectadas fissuras nos pilares analisados. Além disso, apesar dos cuidados tomados para centralização da carga, foi verificada flexão indesejada nos protótipos, com maior intensidade nos pilares com taxa de armadura de 2,8%. Portanto, foram consideradas as médias das deformações.

A maior parte das deformações de fluência e retração ocorre nas primeiras 4 semanas (Figuras. 4, 5 e 6). Este período da taxa de crescimento da fluência coincide com

o período que o concreto tem menor resistência média à compressão (Tabela 4).

Nos pilares também não foi verificado escoamento da armadura, embora os pilares com menor taxa de armadura (1,4%) tenham apresentado as maiores deformações. A média de deformações das armaduras foi muito semelhante à deformação do concreto correspondente para 91 dias (Tabela 7). Isto demonstra que houve boa aderência entre a armadura e o concreto. Em média, as taxas de armadura de 1,4 e 2,8% restringiram 28 e 41% às deformações no concreto até 91 dias, respectivamente (Tabela 8).

Comparando os resultados entre pilares e corpos de prova, é interessante notar que as deformações do protótipo sem armadura são maiores do que as dos corpos de prova durante todo o período analisado, apesar das relações volume/superfície e área da seção transversal/perímetro da seção transversal serem iguais ($V/S = Ac/u = 3,75\text{cm}$). Aos 91 dias, a deformação dos protótipos foi de aproximadamente 16% maior do que a dos corpos de prova, tanto para tensão de 30% quanto para 40%. É interessante notar que alguns modelos de previsão da fluência e retração (NBR, ACI e EC2) consideram, para a previsão das deformações, estas relações. Isto indica que, apesar

Figura 4 – Deformação por fluência e retração e retração por secagem com tensão de 30% (Traço II)

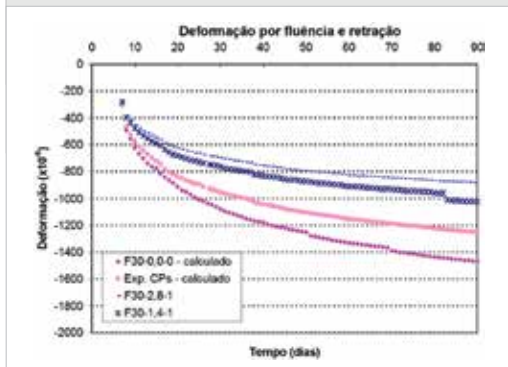


Figura 6 – Deformação de retração por secagem (Traço II)

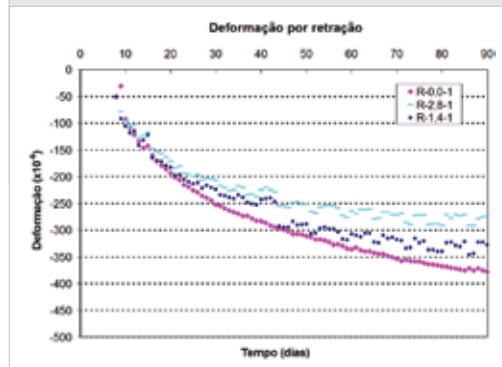


Tabela 7 – Deformação da armadura e do concreto ($\times 10^{-6}$) aos 91 dias

Pilar	Tensão (MPa)		Deformação ($\times 10^{-6}$)		Diferença deformação (%)
	Armadura	Concreto	Armadura	Concreto	
F40-2,8-1	225,1	4,63	1148	1072	6,6
F40-2,8-2	215,1	5,04	1125	1027	8,7
F40-1,4-1	282,5	6,7	1371	1345	1,9
F30-2,8-1	185,0	3,2	895	885	1,1
F30-1,4-1	215,5	5,1	1088	1028	5,5
F40-0,0-1	-	10,5	-	1820	-
R-2,8-1	-	-	-	273	-
R-1,4-1	-	-	-	327	-
R-0,0-1	-	-	-	377	-

destes modelos de previsão considerarem o efeito da geometria, não seriam capazes de prever as deformações entre elementos com geometrias distintas estudadas nesta pesquisa.

Entretanto, quando há presença de armadura, as deformações do concreto são reduzidas, possibilitando que a deformação dos corpos de prova seja capaz de prever as deformações destes elementos estruturais. De fato, nos pilares com taxa de armadura de 1,4% e 2,8%, as deformações no concreto foram inferiores às dos corpos de prova, embora os corpos de prova superestimem exageradamente as deformações para a taxa de armadura de 2,8%. Aos 91 dias, os corpos de prova submetidos à tensão, tanto de 40% quanto de 30%, têm deformação de aproximadamente 30% e 12% maiores que os protótipos com taxas da armadura de 2,8% e 1,4, respectivamente. Esta diferença aumenta para os protótipos com maior taxa de armadura devido à restrição da armadura.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados de caracterização da fluência e

retração por secagem do concreto estudado, é possível concluir que:

- Apesar da taxa de crescimento da resistência média à compressão do concreto após 28 dias dos traços analisados não ser expressiva, observa-se que a fluência por secagem apresenta taxa de crescimento considerável. Este fato demonstra a importância da realização do ensaio de fluência por secagem por um período superior a 91 dias;
- O período de 91 dias é suficiente para avaliar as deformações de retração por secagem, pois praticamente não há crescimento das deformações após esta data;
- Tanto para fluência quanto para retração por secagem, o modelo do ACI pode ser considerado o mais eficaz para prever estas deformações. Apesar da norma brasileira ser utilizada na previsão destas propriedades, subestima os resultados experimentais do traço estudado;
- É importante notar que não há um indicador estatístico disponível adequado para comparação dos modelos de previsão com os resultados experimentais, mas existem

Tabela 8 – Restrição das deformações por fluência e retração devido à taxa de armadura (%) aos 91 dias

Tensão	Taxa de armadura (%)	Restrição da deformação pela armadura (%)		
		Fluência	Retração	Fluência + Retração
40%	2,8	46	28	42
	1,4	29	13	26
30%	2,8	45	28	40
	1,4	36	13	31



coeficientes de variação que são os indicadores mais aceitos para fins comparativos. Portanto, é importante que o modelo represente a curva experimental com maior precisão possível.

A partir dos resultados de transferência de carga devido à fluência e retração dos pilares estudados, é possível concluir que:

- Em média, as taxas de armadura de 1,4 e 2,8% restringiram 28 e 41% às deformações no concreto até 91 dias, respectivamente;
- Apesar do pilar e do corpo de prova possuírem mesma

relação volume/superfície e área da seção transversal/perímetro da seção transversal ($V/S = Ac/u = 3,75\text{cm}$), que é utilizada em modelos de previsão de deformação de fluência e retração, as deformações não foram semelhantes. Para 91 dias, o coeficiente de geometria do pilar foi de 16% em relação aos corpos de prova;

- Como era esperado, apesar dos corpos de prova apresentarem deformação inferior a dos protótipos sem armadura, estes superestimam as deformações dos pilares em concreto armado. Isso ocorre devido à restrição da armadura existente nestes elementos estruturais.

Referências Bibliográficas

- [01] AL-MANASSEER, A., LAM, J. P. Statistical evaluation of shrinkage and creep models. ACI Materials Journal, p. 170-176, May-June, 2005.
- [02] ALMEIDA, L. C. Identificação de parâmetros estruturais com emprego de análise inversa. 2006. 192 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- [03] NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. São Paulo: Pini, 1997.
- [04] CASTRO, J. T. P.; VIEIRA, R.D; SOUSA, R. A; MEGGIOLARO, M. A; FREIRE, J.L.F. Time-dependent Residual Stresses in Reinforced Concrete Columns. In: PROCEEDINGS OF THE XI INTERNATIONAL CONGRESS ON EXPERIMENTAL AND APPLIED MECHANICS. Orlando, USA: Bethlen, 2008.
- [05] SAMPAIO, C. D. C. Comparação entre a modelagem numérica e experimental da deformação por fluência em vigas de concreto armado. 2004. 162p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. ●

CAD/TQS **17**

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

Mais intuitivo, produtivo, refinado e com mobilidade.



Análise do ciclo de vida energético de habitações de interesse social

ANGELA B. MASUERO – DOUTORA

LUCIANO P. SILVA – MESTRANDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como objetivo a comparação das energias incorporadas através da aplicação parcial da Análise de Ciclo de Vida Energético – ACVE para a determinação da energia consumida durante a fase pré-operacional em duas tipologias distintas de Habitações de Interesse Social – HIS. Foram selecionados dois projetos, o primeiro de uma casa térrea com 40,65 m² e o segundo de um apartamento com 41,80 m². A partir destes projetos foram calculadas as energias incorporadas nas edificações considerando os insumos empregados e suas respectivas energias embutidas, conforme dados tabulados por Tavares [1].

A ACVE completa engloba três fases distintas de consumo de energia em uma edificação. A fase pré-operacional, que consiste na quantificação das energias dos insumos empregados para a fabricação dos materiais e da edificação, além dos transportes relacionados. A fase operacional coincide com a vida útil da edificação, onde são consideradas as energias consumidas nos processos de manutenções ou alterações,

bem como as energias consumidas pelos usuários durante a realização de atividades cotidianas, como cocção, iluminação, climatização e utilização de eletro-eletrônicos. A fase pós-operacional resume-se à energia consumida para a desconstrução da edificação e para o transporte dos resíduos para deposição final ou reutilização [2]. Este trabalho se limitará a determinação das energias despendidas na fase pré-operacional da edificação, ou seja, aquela energia consumida para sua construção.

Colombo, Sattler e Almeida [3], ao tratarem de edificações mais sustentáveis, elencam as seguintes características: otimização de espaços (quanto menor, melhor); uso máximo de recursos locais; função múltipla para os elementos construídos ou naturais; considerar a natureza como modelo; aproveitamento da topografia; integração com o meio natural e social; gerenciamento de água, energia e resíduos gerados na construção e pós-ocupação; flexibilidade construtiva; emprego de materiais naturais, reciclados, locais e saudáveis; utilização dos recursos biológicos e naturais locais (terra, sol, ventos, plantas); e vida útil longa e de baixa manutenção.

Diversos autores como John, Oliveira e Agopyan [4] lecionam que uma construção mais sustentável depende da correta seleção dos materiais e componentes, que pode ser definida como a seleção de produtos que, combinados a um correto deta-



Foto 1 - Casas para HIS típicas

lhamento de projeto, resultam em impactos ambientais menores, benefício social e viabilidade econômica.

1.1 JUSTIFICATIVA

Estima-se que a construção civil consuma no Brasil cerca de 40% dos recursos naturais e energia produzida, 34% da água tratada e 55% da madeira não certificada. A atividade gera 67% da massa total de resíduos sólidos urbanos e 50% do volume total de resíduos [5].

Em decorrência do exposto, surge a necessidade de mensuração dos impactos ambientais gerados pela extração de matérias-primas, fabricação de produtos, utilização e destino final. Essa mensuração é feita através de Análise de Ciclo de Vida (ACV), que pode ser conceituada como uma investigação abrangente do uso de todos os insumos relativos a um processo de obtenção de um bem ou serviço e suas conseqüências em termos de impactos ambientais. A ACV se fundamenta em um minucioso levantamento qualitativo e quantitativo dos insumos utilizados, energia consumida, processo produtivo, transporte, utilização, reutilização, reciclagem e deposição final. Em outras palavras, é o estudo de um determinado produto do berço ao túmulo.

Embora a ACV seja de grande relevância, é um estudo extremamente complexo, pois considera todas as parcelas de interferência relevantes durante o ciclo de vida de um determinado produto. No intuito de otimizar os recursos disponíveis e simplificar este tipo de estudo, surgiu a Análise do Ciclo de Vida Energético – ACVE. Essa análise foca em uma parcela importante: a estimação da chamada Energia Incorporada, ou Energia Embutida, que seria o conjunto dos insumos energéticos para a fabricação de materiais, transporte destes e outros insumos indiretos [1]. Estudos multianálises, como a ACV, permitem a quantificação precisa dos impactos, contudo a energia e recursos necessários para que se alcance tal precisão não são justificáveis em relação à construção civil, uma vez que, com a aplicação de métodos mais simples, é possível identificar quais são os principais impactos e suas origens e permitir o desenvolvimento de tecnologias para reduzi-los [2]. Segundo Tavares [1], a energia embutida por materiais de construção e processos correlatos, como transportes, nas edificações brasileiras é relevante, representando, nos modelos analisados por ele, de 29% a 49% da energia total consumida durante todo o

ciclo de vida. A energia incorporada nos casos estudados pelo autor variaram entre 4,10 GJ/m² e 4,90 GJ/m².

1.2 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida para as tipologias de HIS consideradas representativas, disponíveis no sítio eletrônico da CAIXA e comumente encontradas em vários programas habitacionais. A determinação dos insumos utilizados nos serviços necessários à construção das habitações teve por base as composições disponíveis no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, reconhecido pela legislação como referência de custos para obras públicas.

Na determinação dos índices de energia embutida, ou incorporada, não foram computadas parcelas relativas à infraestrutura do entorno, como redes de abastecimento de água e energia, redes de esgotamento sanitário e pluvial, pavimentação e paisagismo. O cômputo considera apenas a energia embutida na própria edificação.

1.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa utiliza o método proposto por Tavares [1] para realizar a ACVE. As adaptações ao método ou aos dados propostos por aquele autor serão devidamente identificadas ao longo do texto.

Para estimar as energias embutidas nos materiais de construção, foram utilizados os dados tabulados por Tavares [1]. Ressalta-se que tais energias podem não corresponder àquelas de fato verificadas nos materiais empregados localmente, uma vez que dependem dos processos de fabricação, distâncias de transporte e tecnologias empregadas.

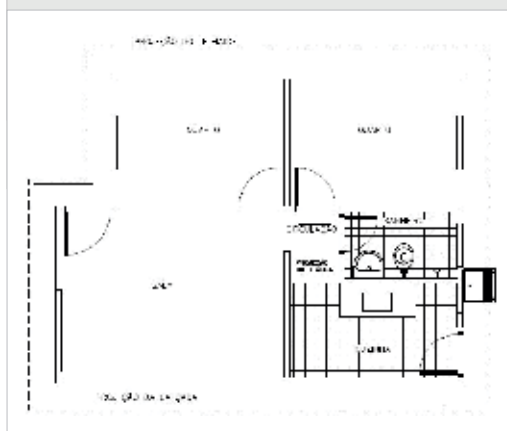


Foto 2 - Prédios de apartamento para HIS típicos

Tabela 1 – Especificações gerais da Unidade Habitacional Tipo 1

ESPECIFICAÇÕES	
Área construída	40,65 m ²
Área útil	34,26 m ²
Número de habitantes	4
Fundações	Alvenaria de pedra, baldrame
Estrutura	Concreto armado
Fechamento	Bloco cerâmico (10x20x30)
Revestimentos	Externamente chapisco esp. 0,5 cm e massa única esp. de 2,0 cm. Internamente chapisco esp. 0,5 cm, emboço esp. 2 cm e reboco esp. 0,5 cm
Pinturas	Textura acrílica externa e tinta PVA interna
Pisos	Pisos cerâmicos nos dormitórios, banheiro e cozinha
Forros	Laje pré-moldada, com vigotas de concreto e tavelas cerâmicas
Cobertura	Telha cerâmica com madeiramento apoiado nas paredes

Figura 1 – Planta baixa da Unidade Habitacional Tipo 1



Para o desenvolvimento da pesquisa foram considerados métodos construtivos e soluções aplicadas na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, no ano de 2010. A utilização de métodos e soluções distintas às consideradas tem implicações nas energias obtidas, principalmente na fase de pré-operação.

2. CARACTERIZAÇÃO DAS TIPOLOGIAS

Para a realização deste estudo foram selecionadas duas tipologias distintas de edificações que representam as obras correntes financiadas através dos programas governamentais para o atendimento da demanda habitacional de famílias com rendimentos de até 3 salários mínimos.

2.1 UNIDADE HABITACIONAL

TIPO 1 – EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR

Este projeto consiste em uma unidade habitacional térrea, com área construída de 40,65 m², área útil de 34,26 m², dois dormitórios, circulação, sala, cozinha e banheiro. A planta baixa e as especificações gerais podem ser visualizadas na Figura [1] e na Tabela [1], respectivamente.

2.2 UNIDADE HABITACIONAL

TIPO 2 – EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR

Este projeto consiste em uma edificação multifamiliar, composta por 4 apartamentos por andar e 5 pavimentos, totalizando 20 UH. Esta unidade habitacional contempla as especificações do Programa Minha Casa Minha Vida I. A área total de 41,80 m² e área útil de 37,00 m² por unidade, dois dormitórios, circulação, sala, cozinha/área de serviço e banheiro. A planta baixa e as especificações gerais podem ser visualizadas na Figura [2] e na Tabela [2], respectivamente.

3. MÉTODO DE ANÁLISE

Na fase pré-operacional são computadas as parcelas relativas à extração dos insumos, fabricação dos materiais, fabricação da edificação e os respectivos transportes (TAVARES [1]), podendo ser definida através da equação a seguir:

$$E_{pre} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot E_{imat_i} + \sum_{l=1}^k + EP_l \quad [1]$$

Tabela 2 – Especificações gerais da Unidade Habitacional Tipo 2

ESPECIFICAÇÕES	
Área construída	41,8 m ²
Área útil	37 m ²
Número de habitantes	4
Fundações	Estaca em concreto pré-moldada
Estrutura	Alvenaria estrutural em blocos de concreto
Fechamento	Bloco de concreto (14x19x39)
Revestimentos	Externamente chapisco esp. 0,5 cm e massa única esp. 2,0 cm. Internamente chapisco esp. 0,5 cm e massa única esp. 2,0 cm
Pinturas	Pintura externa acrílica e interna em PVA
Pisos	Pisos cerâmicos nas áreas molhadas e cimentado alisado no restante
Forros	Laje pré-moldada maciça
Cobertura	Estrutura de madeira e telha de fibro cimento

onde:

E_{pre} = Somatório das energias relativas à fase pré-operacional

n = número de materiais utilizados na construção

m_i = massa do material em quilogramas

E_{imat_i} = energia incorporada no material

k = número de processos relacionados à construção da edificação

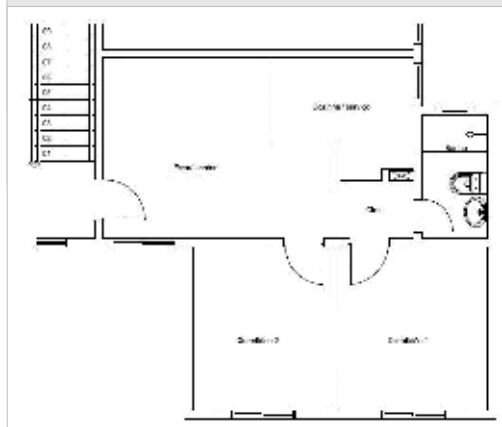
EP_i = energia despendida no processo de construção da edificação

Através dos serviços necessários para a construção da UH, são identificados e quantificados os respectivos insumos. O produto destas quantidades pelas energias incorporadas nos insumos resulta na parcela de energia incorporada à edificação por estes materiais. Para a determinação dos insumos necessários à execução das unidades habitacionais, partiu-se das planilhas orçamentárias cadastradas no SINAPI, utilizadas pela instituição financeira como paradigmas de custos para as obras. O estudo das composições de serviços, utilizadas nos orçamentos, permitiu a determinação dos insumos correspondentes, de forma a determinar as suas quantidades para cada serviço e para cada um dos projetos.

A utilização do SINAPI como fonte de pesquisa para a determinação das composições e insumos consiste em variação do método empregado por Tavares [1], uma vez que o autor utilizou composições provenientes do TCPO versão 13 na determinação da energia incorporada à edificação. As energias incorporadas nos materiais utilizadas para o cálculo são aquelas propostas por Tavares [1].

Durante a obra, são diversos os consumos energéti-

Figura 2 – Planta baixa Unidade Habitacional Tipo 2



cos de equipamentos, utilizados para a construção, sendo também utilizadas as composições de serviços disponíveis no SINAPI, para a quantificação de sua utilização. As composições de serviços necessárias à obra incluem as especificações de potência e o número de horas de utilização de máquinas e equipamentos, sendo, então, possível a determinação da parcela de energia consumida nesta etapa.

A energia de transporte de materiais, resíduos ou mão de obra depende principalmente das origens e destinos relacionados. Obras próximas aos centros produtores de materiais tendem a apresentar parcelas de energia de transporte menos relevantes. Da mesma forma, a distância da obra às residências dos trabalhadores tem impacto semelhante à parcela de ener-

Tabela 3 – Energias incorporadas nas edificações estudadas

Descrição	UH 1	UH 2
Energia incorporada na edificação (GJ)	137,22	129,58
Área Construída (m ²)	40,65	41,80

gia despendida no transporte, que é proporcional à distância percorrida. Outros fatores têm impacto nos resultados, como, por exemplo, o tipo de veículo utilizado, condições do trânsito, estilo de condução e condições das vias.

As parcelas de energia consumidas em transportes correspondem ao deslocamentos dos materiais dos centros de fabricação até a obra, transporte de mão de obra e transporte dos resíduos da obra até o local de disposição final. Segundo Tavares[1] para o transporte de 4 m³ de argila, o que equivale a 7200 kg, consome-se 1 litro de óleo diesel a cada 3 quilômetros. Considerando o poder calorífico do combustível, na ordem de 35 GJ/m³, obtêm-se a relação de 1,62 MJ/t.km. Para o transporte de materiais foi considerada uma distância de 80 km, a mesma arbitrada por Tavares [1]. O produto entre a distância de transporte e o índice resulta em uma energia consumida de 129,6 MJ/t .

O transporte da mão de obra foi considerado através da determinação do número de trabalhadores envolvidos na construção. A quantidade de trabalhadores e tempo das atividades foram determinados através do somatório dos tempos considerados nas composições dos serviços. Para a determinação da energia relativa aos deslocamentos foi arbitrada uma distância média percorrida por trecho de 15 quilômetros, em um veículo de transporte coletivo, com lotação média de 40 passageiros. O índice de consumo adotado é de 0,32 l/km, chegando-se ao consumo diário de 0,24 litros de óleo diesel por passageiro e uma relação de 8,4 MJ/dia.passageiro, considerando o poder calorífico na ordem de 35 GJ/m³.

O desperdício pode ser dividido em dois tipos. O primeiro é o emprego de materiais além do estritamente necessário, como espessuras maiores de revestimento, utilização de concreto com resistência maior do que a necessária, etc. Este desperdício pode ter origem no projeto ou no canteiro de obras. O segundo tipo consiste nos materiais que são estragados durante a construção, seja pela atuação da mão de obra ou pela omissão, como o armazenamento incorreto de materiais, por exemplo. O desperdício de materiais durante o processo de construção da edificação é considerado

através do acréscimo de uma parcela de desperdício para os principais materiais empregados na obra.

No caso da UH tipo 2, para o cálculo foram computadas as contribuições energéticas dos insumos necessários à execução de todo o prédio, sendo então obtida a razão entre a energia total em relação ao número de apartamentos construídos. Desta forma, em cada unidade habitacional foi contabilizada a energia dos insumos aplicados em sua área privativa e uma fração dos insumos aplicados nas áreas de uso comum.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As duas tipologias estudadas apresentam energias nas fases pré-operacionais distintas entre si, embora sejam bastante próximas. As energias da fase pré-operacional, decorrentes das energias incorporadas às edificações, foram de 137,22 GJ e 129,58 GJ, respectivamente para as edificações dos tipos 1 e 2. Os resultados obtidos em ambas as tipologias podem ser visualizados na Tabela [3] ao lado.

A Tabela [4] apresenta as participações dos principais insumos na energia incorporada às tipologias estudadas na fase pré-operacional. Na UH tipo 1, é possível verificar que 12 insumos são responsáveis por 91,13% da energia incorporada à edificação, destacando-se o cimento Portland, as telhas cerâmicas, os tijolos cerâmicos e as tintas, massas e

Tabela 4 – Participações dos principais insumos na energia incorporada nas edificações

Insumo	UH1	UH2
Aço	1,46%	15,45%
Areia	4,98%	3,88%
Bloco de Concreto	-	13,64%
Brita/Pedra de Mão	5,91%	2,86%
Cal Hidratada	3,26%	-
Cimento Portland	18,91%	15,85%
Estaca Pré-Moldada	-	12,34%
Laje Pré-fabricada	6,56%	-
Mão de Obra	1,59%	1,01%
Tintas, Massas e Texturas	11,83%	14,78%
Revestimento Cerâmico	4,01%	-
Telha Cerâmica	16,35%	-
Telha Fibrocimento	-	3,31%
Tijolo Cerâmico Furado	12,92%	-
Tubos de PVC	3,35%	-
Outros	8,87%	16,88%



Tabela 5 – Participações dos principais serviços na energia incorporada nas edificações

Serviço	UH1	UH2
Alvenarias	18,42%	14,33%
Cintas e Vergas	-	4,11%
Cobertura	18,96%	3,74%
Fundações	6,67%	14,27%
Laje Maciça	-	23,11%
Laje Pré-Moldada	14,12%	-
Pinturas/Texturas	9,07%	16,69%
Pisos	9,05%	0,68%
Revestimentos	8,64%	8,78%
Outros	15,07%	14,29%

texturas. Outros 130 insumos são responsáveis por apenas 8,87% do total de energia incorporada. Na UH tipo 2, apenas 9 insumos são responsáveis por 83,12% da energia incorporada à edificação. Nessa tipologia, destacam-se: o cimento Portland, o aço, as tintas, massas e texturas, os blocos de concreto e as estacas. Outros 145 insumos são responsáveis pela incorporação de 16,88% da energia à edificação.

Resalta-se que a mão de obra tem participação pouco expressiva no total de energia incorporada à edificação na fase pré-operacional, variando entre 1,01% e 1,59% para as duas edificações.

Na Tabela [5], é possível verificar as participações dos principais serviços nos totais de energia incorporados às edificações estudadas. Na UH tipo 1, apenas 7 serviços distintos são responsáveis por 84,93% do total de energia embutida, enquanto que, na UH tipo 2, apenas 8 serviços são responsáveis por 85,71% do total de energia incorporada à edificação. Destaca-se nesta tipologia a pequena participação no total do serviço cobertura, uma vez que, pela verticalização, cabe a cada

apartamento uma fração da energia correspondente ao madeiramento e às telhas. Assim, como no caso dos insumos, o item *Outros* engloba todos os serviços menos expressivos em relação àqueles citados.

A Figura [3] apresenta a participação da energia consumida no transporte dos materiais e pessoas frente à energia total incorporada à edificação na fase pré-operacional. Ambas as unidades habitacionais apresentam resultados bastante próximos.

O índice de energia incorporada na edificação consiste na razão entre a energia consumida na fase pré-operacional pela área da edificação. Os resultados referentes às duas tipologias podem ser observados na Figura [4].

Nas edificações estudadas, verifica-se que a UH tipo 2, um apartamento, apresenta índice ligeiramente inferior à UH tipo 1, representada pela casa térrea. No caso em tela, sob a ótica do índice de energia, há pequena vantagem na construção da UH tipo 2.

5. CONCLUSÕES

A determinação da energia incorporada nas edificações, assim como a ACVE, sofre diversas influências, que podem impactar os resultados obtidos. Dentre os principais fatores, podem ser citados a utilização de dados de energias embutidas em materiais distorcidos ou inapropriados, divergência entre as fronteiras aplicadas em estudos diferentes, aplicação de métodos construtivos e materiais diversos e diferenciação entre processos produtivos, tanto dos materiais quanto das edificações.

Os resultados obtidos denotam que a aplicação dos princípios de uma ACVE permite a identificação dos insumos que contribuem de forma mais expressiva para os impactos negativos ao meio ambiente pela construção civil. Esta determinação possibilita que sejam envidados esforços para o desenvolvimento de tecnologias que permitam a redução destes impactos. Uma vez estabelecidos novos patamares de participação destes insumos na energia incorporada às edificações, poderiam ser realizados estudos complementares, mais precisos, que indiquem novas possibilidades de atuação.

Quanto aos resultados obtidos, comprova-se a tese de

Figura 3 – Percentual de energia de transporte em relação à energia incorporada na edificação

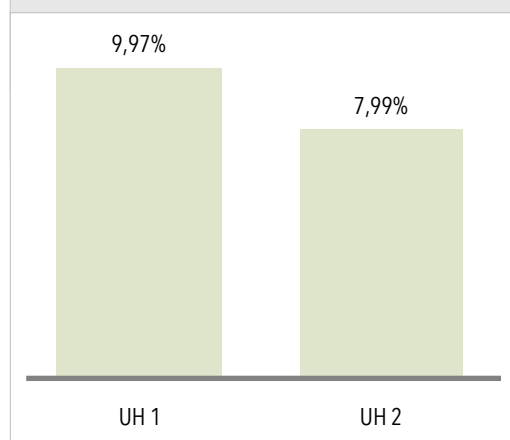
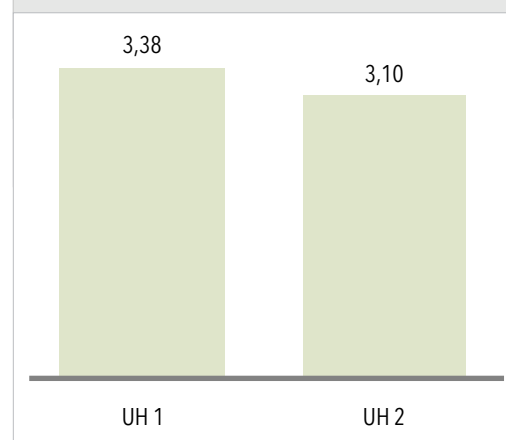


Figura 4 – Índice de energia incorporada à edificação, em GJ/m²



que poucos insumos são responsáveis por grande parcela da energia incorporada às edificações. Em ambos os casos, menos de 10% dos insumos representam mais de 80% das energias incorporadas às edificações. A energia referente à mão de obra aplicada na construção das unidades habitacionais é pouco expressiva, frente aos demais insumos.

A escolha dos materiais é determinante para a obtenção de montantes de energia incorporada menores, bem como para a consecução de obras cujos impactos negativos ao ambiente sejam menores. Igualmente a utilização de

materiais locais e/ou reciclados tende resultar em edificações com energias embutidas menores.

O resultado obtido indica que o senso comum, que há maior dispêndio energético para a construção de prédios em comparação com unidades térreas, mostra-se frágil. O índice de energia incorporada à edificação depende de diversos fatores, como materiais empregados, origem dos materiais e mão de obra, projeto, dentre outros. A verticalização, para o presente comparativo, não se mostrou como fator determinante para o resultado.

Referências Bibliográficas

- [01] Tavares, S. F. Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras. Tese de Doutorado – UFSC. Florianópolis, 2006.
- [02] Silva, L. P. Análise do Ciclo de Vida Energético de Habitações de Interesse Social. Dissertação de Mestrado – UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, 2012.
- [03] Colombo C.; Sattler, M. A.; Almeida, M. J. Bioconstrução: Construção do Passado ou do Futuro? In: ENTAC, 11., 2006, Florianópolis. A Construção do Futuro. Florianópolis: Antac, 2006. CD-ROM.
- [04] John, V. M.; Oliveira, D. P.; Agopyan, V.. Critérios de sustentabilidade para seleção de materiais e componentes: uma perspectiva de países em desenvolvimento. PUC, 2006.
- [05] ANAB. Arquitetura Bioecológica: Construções inteligentes, modernas e viáveis para o país. 2010. Disponível em: www.anabrazil.org.br. Acesso em fevereiro de 2011. ●



Após o lançamento do concreto, para evitar problemas com formação de fissuras de retração na secagem a Denver Imper tem a cura certa: DENVERCURA PAV

Atende a
ASTM C 309-3

SAC

55 11 4741-6000 (São Paulo)
0800-770-1604 (Demais Locais)

UMA LINHA COMPLETA DE PRODUTOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

www.denverimper.com.br

DENVER
IMPER MEABILIZANTES

Regional do Paraná realiza 1º Concurso sobre Concretos de Alta Resistência

Visando estimular o aprendizado de alunos do 2º ano do curso de Engenharia Civil da Universidade Positivo, esta, juntamente com a Regional IBRACON no Paraná, realizou, no último dia 10 de novembro, o 1º Concurso sobre Concretos de Alta-Resistência.

Realizado no laboratório de ensaios mecânicos da Universidade Positivo, o Concurso teve 11 equipes inscritas (45 alunos), mas contou com a participação efetiva de 7 equipes (30 estudantes).

A ideia surgiu do diretor técnico da Regional, o Eng. Cesar Henrique Sato Daher, também professor da disciplina de Construção Civil e Ciência e Tecnologia dos Materiais da Universidade Positivo, que convocou os demais professores da disciplina, Neile Cristina Andraos e Vinicius Bernardino Travagin, para auxiliarem na promoção e realização do evento.

Os estudantes tiveram que desenvolver concretos de alta resistência, sendo vedada a confecção de concretos de pós-reativos (os concretos necessitavam empregar um mínimo de 30% de agregado graúdo em massa) e o uso de fibras e colas de qualquer espécie, de agregados de natureza não pétreo (com exceção da argila expandida, vermiculita e pérolas de isopor).

As equipes poderiam participar com até dois corpos de prova, sendo classificado o de maior resistência. Qualquer tipo de participação dos professores foi vetado, buscando-se, assim, o desenvolvimento da autonomia dos estudantes.

Um dos aspectos interessantes foi que, na ocasião do concurso, os corpos de prova já deveriam apresentar seus topos regularizados. Uma boa parte das equipes não se atentou a essa necessidade e puderam aprender sobre

a importância do capeamento na resistência dos corpos de prova. Outras equipes relataram que, por terem adotado cura térmica em autoclave, conseguiram verificar a influência da falta de controle da temperatura na cura da resistência do concreto.

“Foi muito bacana ver os estudantes do segundo ano desenvolvendo sua autonomia, correndo atrás de bibliografia especializada, artigos e materiais para a produção de seus concretos, fortalecendo seu elo com a apaixonante tecnologia do concreto”, comentou o Eng. Cesar Henrique Sato Daher.

Segundo ele, os estudantes ficaram altamente estimulados com o evento e já estão se organizando para participar dos concursos estudantis que ocorrerão no próximo congresso do IBRACON, em 2013.



O diretor técnico da regional Paraná, Cesar Daher, com os vencedores do concurso

Tabela 1 – Classificação

Posição	Equipe	Membros	Resistência (MPa)
1º Lugar	Takamassa no Muro	Cíntia Faraco, Cleison V. da Silva, Jessica D. A. Szenddel, Kamal L. Vera e Maria Luiza S. Talamini	114,5
2º Lugar	Concreguys	Bruno Centurion, Kevelin Barbosa, Maiara Melara e Roberta Maito	90,9
3º Lugar	Concreninja	Daniel Bonatto, Edson Muraro, Marina M. de Lespinasse, Maurício A. Rodrigues e Maycon Alves	70,1
4º Lugar	NA (Jonas)	Jonas Rodrigues, Fernanda Maure e Leandro Cadena de Castro	57,7
5º Lugar	UHPC	Nicolas Gobor, Bruno R. de Souza, Bernardo Fontana, Fernando H. Ressetti e Juliana Kissula	48,6
6º Lugar	NB-1 (F. Pavone)	Welyton E. Przepiura, Diego Michalovicz, Leonardo Messias, Francisco Pavone e Gustavo F. Garçoa	41,2
7º Lugar	NB-2	Rafael J. Odppes, Cristiano S. Rodrigues, Eduardo Chioquetta, Caio Pellegrine e Eloi A. dos Santos	39,3

Encontro técnico na Regional do Pará

No período de 12 a 14 de novembro, foi realizado o XIX Encontro Regional do IBRACON em Belém, no Pará, que discutiu a tecnologia e as inovações na análise e nos projetos estruturais. O encontro aconteceu na Universidade da Amazônia (Unama), promotora do evento juntamente com a Universidade Federal do Pará (UFPA).

Alguns dos temas debatidos foram: tecnologias aplicadas ao projeto do BRT Belém; produção otimizada de blocos de concreto; utilização de RCD na produção de concreto; concreto projetado com fibras para obras subterrâneas; macro drenagem da Bacia da Estrada Nova; contribuição dos aditivos de concreto ao meio ambiente.



Prof. Cláudio Sbrighi Neto em momento de sua palestra

Palestras técnicas na Unoesc, na Regional de Santa Catarina

No último dia 13 de setembro, foram realizadas palestras na Regional IBRACON de Santa Catarina, em Joaçaba, com o tema “As influências dos materiais nas propriedades do concreto”, promovidas pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), em parceria com o CREA-SC, a Associação de Engenheiros Civis do Meio Oeste Catarinense, a Itambém e a RheoSet.

Participaram do evento, como palestrantes, o Prof. Cláudio Sbrighi Neto, diretor-tesoureiro do IBRACON, e o Eng. Idécio França Neves, da empresa Itambém.



Programa IBRACON de Qualificação e Certificação de Pessoal



Acreditado pelo INMETRO para certificar mão de obra da construção civil



O IBRACON é Organismo Certificador de Pessoas, acreditado pelo INMETRO (OPC-10).

Estão sendo certificados auxiliares, laboratoristas, tecnólogos e inspetores das empresas contratantes, construtoras, gerenciadoras e laboratórios de controle tecnológico.

O certificado atesta que o profissional domina os conhecimentos exigidos para a realização de atividades de controle tecnológico do concreto, entre os quais as especificações e procedimentos de ensaios contidos nas normas técnicas.

A certificação é mais um diferencial competitivo para sua empresa: **a garantia da qualificação dos profissionais contratados!**

INSCRIÇÕES ABERTAS!

Acesse: www.ibracon.org.br (link "Certificação")



PARA MAIS INFORMAÇÕES

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

Quadrado por fora.
Modernão por dentro.



Chegou Vedapren Fast com secagem ultrarrápida.

Vedapren Fast é uma manta líquida de secagem ultrarrápida: são apenas 2 horas a 25 °C. E você só precisa dar 2 demãos para cobrir a estrutura, garantindo uma proteção contínua e impermeável com excelente acabamento. Para deixar tudo ainda mais prático, a nova embalagem quadrada elimina o uso da bandeja, permitindo o manuseio direto com o rolo. Com tantos benefícios, você não vai querer saber de outro produto.

