



CONCRETO

& Construções



IBRACON

Instituto Brasileiro do Concreto

Ano XXXVII | Nº 53
Jan. • Fev. • Mar. | 2009
ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

MARCO REGULATÓRIO



Concreto para obras
de infra-estrutura

NORMALIZAÇÃO



Execução de ensaio
de carbonatação

GESTÃO DA QUALIDADE



Selo para
Pré-Fabricados
de Concreto

**CONCRETO: MATERIAL
CONSTRUTIVO MAIS
CONSUMIDO NO MUNDO**

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

ADITIVOS



MELBAR



EQUIPAMENTOS



Equipamentos e Sistemas de Ensaio

ADIÇÕES



Concreto de Alto Desempenho

JUNTAS



ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



Escola Politécnica - USP



POPTICA UNIVERSIDADE CATÓLICA



Instituto de Pesquisas Tecnológicas



ARMADURA



AMÉRICA LATINA



GERDAU
AÇO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL



ArcelorMittal

ESCRITÓRIOS DE PROJETOS



Concrete, Construction and Rehabilitation



engenharia



JUNTE-SE A ELAS

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

PRÉ-FABRICADOS



CONTROLE TECNOLÓGICO



EPT - ENGENHARIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS S.A.

FÓRMAS



CONSTRUTORAS

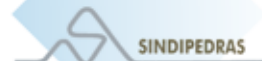


ODEBRECHT

CIMENTO



AGREGADOS



GOVERNO



PETROBRAS



CONCRETO



Diretor Presidente
Rubens Machado Bittencourt

Diretor 1º Vice-Presidente
Paulo Helene

Diretor 2º Vice-Presidente
Mário William Esper

Diretor 1º Secretário
Nelson Covas

Diretor 2º Secretário
Sonia Regina Freitas

Diretor 1º Tesoureiro
Claudio Sbrighi Neto

Diretor 2º Tesoureiro
Luiz Prado Vieira Júnior

Diretor Técnico
Carlos de Oliveira Campos

Diretor de Eventos
Túlio Nogueira Bittencourt

Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento
Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

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

Diretor de Marketing
Alexandre Baumgart

Diretor de Relações Institucionais
Wagner Roberto Lopes

Diretor de Cursos
Juan Fernando Matias Martin

Diretor de Certificação de Mão-de-obra
Júlio Timmerman

REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÕES
Revista Oficial do IBRACON

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

ISSN 1809-7197

Tiragem desta edição 5.000 exemplares
Publicação Trimestral
Distribuída gratuitamente aos associados

JORNALISTA RESPONSÁVEL
Fábio Luís Pedroso – MTB 41728
fabio@ibracon.org.br

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

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

ASSINATURA E ATENDIMENTO
office@ibracon.org.br

Gráfica: Ipsis Gráfica e Editora

Preço: R\$ 12,00

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

Copyright 2009 IBRACON. Todos os direitos de
reprodução reservados. Esta revista e suas partes
não podem ser reproduzidas nem copiadas, em
nenhuma forma de impressão mecânica, eletrônica,
ou qualquer outra, sem o consentimento por escrito
dos autores e editores.

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

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

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



14 Entenda o Concreto

As origens e a evolução do concreto enquanto material construtivo

23 Marco Regulatório

O concreto em obras de infra-estrutura seguras, duráveis e de qualidade

31 Recuperação Estrutural

As metodologias de recuperação e reforço de pontes rodoviárias no Rio Grande do Norte



35 Normalização

Proposta de planejamento e normalização dos ensaios de carbonatação

43 Gerenciamento Empresarial

Os processos gerenciais relativos a Clientes e Pessoas em empresas

52 Controle Tecnológico

Programas Interlaboratoriais referentes à resistência à compressão axial do concreto



57 Gestão da Qualidade

O processo de certificação de elementos pré-fabricados de concreto

SEÇÕES

- 5 Editorial
- 6 Converse com IBRACON
- 8 Personalidade Entrevistada – José Zamarion
- 20 Mercado Nacional
- 29 Entidades Parceiras
- 50 Engenharia Legal
- 66 Acontece
- 69 Mantenedor
- 70 Pesquisa Aplicada



Créditos Capa:
Foto aérea – Marginal Pinheiros

A publicação científica no IBRACON

É com grande satisfação que me dirijo à comunidade através deste editorial da Revista Concreto e Construções. Como professor universitário, empenhado na formação de jovens engenheiros e arquitetos e atuando também no desenvolvimento de pesquisa e ensino em pós-graduação, senti-me lisonjeado ao ser convidado, há três anos, para atuar como editor da Revista IBRACON de Estruturas (RIEst) e, mais recentemente, para participar da Diretoria do IBRACON.

Em atividades de pesquisa na Universidade, embora a preocupação principal seja a solução de problemas nacionais, é fundamental o intercâmbio com pesquisadores do mundo todo. Para isso, a participação em eventos relevantes e a publicação de resultados em revistas de impacto internacional é de vital importância. O peso do IBRACON, com seu grande número de associados e sua atuação na promoção de atividades científicas, principalmente o Congresso Brasileiro do Concreto, evento tradicional na área, criou condições para o desenvolvimento de periódicos que promovessem a inserção de pesquisadores brasileiros na comunidade científica internacional.

Em 2004, no 46º Congresso Brasileiro do Concreto, em Florianópolis, tivemos aprovada a criação da Revista IBRACON de Estruturas (RIEst) e da Revista IBRACON de Materiais (RIMat), que passaram a ser publicadas eletronicamente a partir de 2005. Em 2008, visando concentrar os esforços de maneira mais efetiva, ambas foram combinadas de modo a formar a Revista IBRACON de Estruturas e Materiais (RIEM), que completou o primeiro volume nesse mesmo ano.

A RIEM conta com um número significativo de artigos em processo de avaliação ou já aprovados para publicação, indicando uma forte tendência à regularidade, requisito essencial

para seu reconhecimento no cenário internacional. Com vistas a esse reconhecimento, a RIEM é publicada em inglês, porém dando ao autor a possibilidade de realizar todo o processo de avaliação em português ou espanhol, fazendo a tradução após sua aprovação do manuscrito. A critério do autor, o artigo pode ter publicada também uma versão em português ou espanhol. Esse procedimento vem permitindo que mesmo aqueles profissionais não tão familiarizados com o idioma inglês possam comunicar seus desenvolvimentos à comunidade internacional, e que profissionais estrangeiros tenham também alcance à nossa comunidade. É interessante observar que todos os números publicados até agora contam com um ou mais autores estrangeiros.

Estamos atualmente em entendimentos com o ACI, American Concrete Institute, parceiro tradicional do IBRACON, para que os resumos de artigos e "links" para os textos completos da RIEM sejam carregados em sua base de dados e disponibilizados aos membros do ACI. Esse procedimento tem potencial para aumentar o alcance de nossa revista. Haverá uma contrapartida similar com relação às publicações do ACI, que será divulgada oportunamente.

Assim como a Revista Concreto e Construções está consolidada, em seu 37º ano de publicação, a RIEM está se consolidando como uma revista científica brasileira de alcance internacional, em condições de ser indexada nos principais bancos de dados considerados pelos órgãos de avaliação de produção científica e de fomento à pesquisa.

Desejo a todos que apreciem o conteúdo deste número da Revista Concreto e Construções e convido para uma visita à página eletrônica de nossa Revista IBRACON de Estruturas e Materiais em <http://www.revistas.ibracon.org.br/index.php/riem/> e participem dessa iniciativa como leitores assíduos ou como autores, submetendo manuscritos para publicação em números futuros.

JOSÉ LUIZ ANTUNES DE OLIVEIRA E SOUSA
Diretor de Publicações e Divulgação Técnica ◀



Converse com o IBRACON

Inscrição no Concurso Ibracon de Teses e Dissertações vai até março

Gostaríamos de lembrar a comunidade técnico-científica do concreto que as inscrições ao Prêmio IBRACON DE TESES E DISSERTAÇÕES 2009, nas áreas de Estruturas e Materiais, serão aceitas até 31 de março de 2009.

Considerando as regras do prêmio, neste ano podem concorrer os trabalhos de MESTRADO defendidos entre 1º de março de 2007 e 28 de fevereiro de 2009.

As teses de doutorado do período 1º de março de 2008 a 28 de fevereiro de 2010 poderão ser inscritas até 31 de março de 2010, para premiação em 2010.

Lembramos que o Concurso de Teses e Dissertações foi implantado pela Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento do IBRACON para valorizar as pesquisas de pós-graduação sobre o concreto. O concurso foi iniciado em 2006.

Desde então o mesmo vem promovendo o merecido reconhecimento da qualificada produção científico-tecnológica nacional no campo do concreto e contribuindo para a integração entre as pesquisas acadêmicas e o mercado da construção civil no Brasil.

Em 2009, a premiação vai acontecer em Curitiba, durante a realização do 51º Congresso Brasileiro do Concreto, de 6 a 10 de outubro.

Para realizar a inscrição, os candidatos deverão inserir seus trabalhos científicos no Banco de Teses e Dissertações do IBRACON, acessível no link P&D no site www.ibracon.org.br. Não é necessário ser associado para cadastrar a tese ou dissertação! Entretanto, para poder concorrer ao Prêmio, os candidatos deverão ser obrigatoriamente sócios do instituto.

O julgamento será feito por comissões indicadas pela Diretoria do IBRACON. Essas comissões serão formadas por representantes dos diversos segmentos do setor, a saber: pesquisa; desenvolvimento; produção; comercialização; mercado; controle; ensino; uso; manutenção; projeto; materiais; etc.

Contamos com sua ajuda para divulgar e difundir esta idéia!

Prof. Luiz Carlos P. Silva Filho

*Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento
IBRACON*

Publicação de artigos na revista CONCRETO & Construções

Caros profissionais,

A revista CONCRETO & Construções, publicação oficial do IBRACON, voltada à divulgação de temas da atualidade, de assuntos controversos e de boas práticas do setor construtivo relacionados ao concreto, assim como do ensino, da pesquisa e do desenvolvimento do concreto, abre espaço a cada edição aos profissionais que desejem expor suas opiniões e experiências.

A participação acontece pela submissão de notas informativas, comentários e artigos técnicos ao Comitê Editorial do periódico. Veja a seguir as principais modalidades de colaboração.

Artigo de opinião

O artigo de opinião é aquele que visa divulgar uma prática profissional, uma obra exemplar, a normalização de um aspecto construtivo, uma pesquisa tecnológica, etc, segundo o conhecimento consolidado do profissional. O valor do artigo referencia-se na experiência do profissional que escreve, em suas vivências na prática.

Sua composição deve conter: título; créditos (nome do profissional e empresa onde trabalha); introdução; desenvolvimento do tema (subdividido em seções); e conclusão. A referência bibliográfica é dispensável, mas, quando necessária, deverá ser sucinta (máximo: 5 referências).

O artigo, com, no máximo, 20.000 caracteres com espaços, deve ser entregue em documento Word. Fotos, tabelas, figuras, gráficos devem conter legendas explicativas e ter sua posição indicada no

documento. Não é necessário adicionar fotos, figuras e gráficos no documento Word, mas, se for o caso, fazer com imagens em baixa resolução. As fotos, figuras e gráficos precisam ser enviadas, separadamente do documento Word, em formato JPEG em alta resolução (300 DPI).

Artigo Científico

O artigo científico é aquele escrito segundo o que prescreve a metodologia científica. Seu objetivo é divulgar as pesquisas científicas realizadas nos centros de pesquisa e desenvolvimento das empresas, nos institutos de pesquisa e nas instituições de ensino. O artigo científico deve-se limitar a 20.000 caracteres com espaços e ser entregue em documento Word. Referências bibliográficas ficam limitadas a, no máximo, 10. Fotos, tabelas, figuras, gráficos devem conter legendas explicativas e ter sua posição indicada no documento. Não é necessário adicionar fotos, figuras e gráficos no documento Word, mas, se for o caso, fazer com imagens em baixa resolução. As fotos, figuras e gráficos precisam ser enviadas, separadamente do documento Word, em formato JPEG em alta resolução (1Mb cada).

Relatório da seção "Tecnologia"

O relatório técnico é documento redigido pelo secretário dos Comitês Técnicos do IBRACON onde se contempla o objetivo da reunião, as propostas discutidas e as principais deliberações. Seu propósito é divulgar as atividades dos Comitês Técnicos, resumindo suas discussões e compromissos para o desenvolvimento da cadeia produtiva do concreto.

Texto deve limitar-se a 5000 caracteres e ser entregue em documento Word. Fotos, figuras, gráficos e tabelas devem conter legendas explicativas e serem entregues separadamente do texto, em formato JPEG em alta resolução (1Mb cada).

Texto da seção "Acontece nas Regionais"

Os textos sobre as atividades nas Regionais do IBRACON visam a divulgação prévia ou posterior à sua realização. São textos informativos que trazem o objetivo do evento, seu público-alvo, público participante (número de participantes), palestrantes convidados, temas abordados, patrocinadores, local e data de realização. Pode ser enriquecido com depoimentos de participantes e de realizadores.

O texto deve ser entregue em documento Word. Fotos e logomarcas devem conter legendas explicativas e serem enviadas separadamente do documento Word, em formato JPEG em alta resolução (1Mb cada).

Texto da seção "Mantenedor"

Os textos precisam divulgar uma atividade socialmente relevante promovida por empresa sócia

coletiva ou mantenedora do IBRACON. Dentre as atividades previstas citam-se as relacionadas com responsabilidade social e as pesquisas tecnológicas e a inovação aplicadas a produtos e serviços.

O texto de caráter informativo deve limitar-se a 5000 caracteres. Fotos, tabelas, figuras, gráficos devem conter legendas explicativas e serem enviados separadamente do texto, em formato JPEG em alta resolução.

Texto da seção Entidades Parceiras

Textos informativos sobre as atividades e campanhas realizadas por instituições ligadas ao setor construtivo. Dentre as atividades relevantes para publicação, citam-se: eventos técnicos em geral; campanhas de valorização da engenharia nacional; pesquisas de opinião sobre o setor construtivo; índices de produtividade relacionados a um sistema construtivo; publicações técnicas; pesquisas técnicas e científicas; etc.

O texto deve limitar-se a 5000 caracteres. Fotos, tabelas, figuras, gráficos devem conter legendas explicativas e serem enviados separadamente do texto, em formato JPEG em alta resolução (300 DPI).

Texto da seção "Recordes de Engenharia"

Texto informativo sobre obra emblemática da engenharia em concreto. Aborda-se o aspecto mais relevante da obra, do ponto de vista de sua grandezza, dificuldade, inovação, funcionalidade, seja quanto ao seu projeto estrutural, à tecnologia construtiva empregada, ao concreto usado, ao seu controle tecnológico, à logística e gestão da obra, etc.

Sua composição deve conter: título; créditos (nome do profissional e empresa onde trabalha); apresentação da obra em termos gerais; abordagem técnica do aspecto construtivo relevante; e dados técnicos pertinentes.

O texto deve conter, no máximo, 5000 caracteres. Ser entregue em documento Word. Fotos, tabelas, figuras, gráficos devem conter legendas explicativas e ter sua posição indicada no documento. Não é necessário adicionar fotos, figuras e gráficos no documento Word, mas, se for o caso, fazer com imagens em baixa resolução. As fotos, figuras e gráficos precisam ser enviadas, separadamente do documento Word, em formato JPEG em alta resolução (300 DPI).

Os critérios para a publicação das contribuições são:

- ◆ Pertinência do tema e da abordagem ao projeto editorial;
- ◆ Enquadramento do artigo aos modelos que seguem;
- ◆ Aprovação para publicação da parte do Comitê Editorial e do autor;
- ◆ Filiação do autor ao IBRACON.

A publicação das contribuições segue sua ordem de chegada e de aprovação, de acordo com as conveniências editoriais de cada edição. Participe! Envie sua colaboração para fabio@ibracon.org.br. ◆



José Zamarion Ferreira Diniz

O engenheiro estrutural José Zamarion tem muita história para contar ao longo de seus 53 anos de carreira profissional. Formado pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Zamarion participou ativamente das entidades de classe ligadas ao setor construtivo: foi membro de várias comissões de Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), inclusive das comissões revisoras da NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – e da NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado. Sócio honorário da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutura e sócio fundador do Instituto Brasileiro do Concreto, foi diretor presidente desta entidade nos biênios 1993-95 e 1995-97, além de atuar nela como vice-presidente, diretor técnico e membro do Conselho Diretor.

Por sua contribuição ao desenvolvimento da engenharia estrutural no Brasil, particularmente no campo dos pré-moldados de concreto, Zamarion foi contemplado recentemente com uma homenagem do American Concrete Institute (ACI), honraria que se vem somar a outras, como os próprios prêmios do IBRACON – Prêmio Emilio Baumgart e Prêmio Gilberto Molinari.

Ex-professor de concreto armado e protendido da Escola de Engenharia da UFMG, Zamarion é autor de diversos trabalhos em publicações nacionais e internacionais, em especial, é de sua autoria o livro “Manual para Cálculo de Concreto Armado e Protendido”. Atualmente, é diretor da Zamarion e Millen Consultores.

IBRACON – Por que a escolha da Engenharia Civil? Conte-nos sobre as razões que o motivaram.

José Zamarion Ferreira Diniz – Costumo dizer que a primeira laje que eu construí foi com nove anos. Nós morávamos numa casa com um lote ao lado, onde começaram a construir uma casa. Eu ficava na janela olhando a construção; às vezes, ia ao canteiro de obras conversar com os operários. Com uns pedacinhos de cacos de cerâmica, algumas pedrinhas, um pouco de arame e com o cimento e areia fornecidos pelo mestre-de-obras, eu fiz o primeiro concreto de minha vida e construí as paredes e as lajes de uma pequena casinha.

Na realidade, foi uma escolha que veio com certa naturalidade. Creio que porque a engenharia é um tipo de profissão que possibilita que você materialize o que é idealizado.

IBRACON – Conte-nos resumidamente sobre sua trajetória profissional, destacando os principais motivos das diversas escolhas feitas.

José Zamarion Ferreira Diniz – A engenharia era um curso que abrangia o conjunto de suas especializações: civil, mecânica, hidráulica, elétrica... Quando comecei a estudar, de 51 a 56, houve uma definição maior da área com a criação de cursos de estruturas, de construção, de hidráulica e optei pela Engenharia Civil de Estruturas e Execução. Quando estava no terceiro ano, quando tínhamos um contato mais direto com as bases da engenharia estrutural, na cadeira de resistência dos materiais e num curso intensivo no meio do ano letivo, tomei contato com um tipo de concreto diferente, uma evolução do concreto armado, que era o concreto protendido. Na ocasião deste curso, estava sendo ampliado um cais em Vitória, no Espírito Santo, fazendo uso do concreto protendido com peças pré-moldadas no canteiro. Aí, definiu-se bem claramente para mim que queria fazer estruturas, dentro de estruturas, concreto protendido e armado.

Na seqüência, fiz um curso de estabilidade das construções de concreto armado e outros relativos à questão, como de pontes e tal.

A bibliografia era geralmente em francês, mas dei preferência à bibliografia em inglês, por

causa de um curso de inglês que havia feito paralelamente. Em razão disso, me candidatei para uma bolsa na Universidade de Flórida, sendo aprovado condicionalmente: faria um semestre. Mas, acabei tendo um emprego na Universidade – o de auxiliar de pesquisa, fazendo a revisão bibliográfica e teórica, paralelamente fazendo estudos sobre fadiga de concreto e ligação entre o concreto pré-moldado e o moldado no local. Isso interessava no estado da Flórida em razão de um programa extenso de auto-estradas com trechos no mar de vários quilômetros de pontes em que eram empregadas vigas pré-moldadas protendidas. Desenvolvi, junto com outros colegas, dissertações e teses nesta área, assim como participei da execução de ensaios.

Um episódio interessante ocorreu numa Feira de Engenharia promovida pela Universidade: nós apresentamos o ensaio desenvolvido pelo professor Lobo Carneiro de compres-

são diametral que resulta na ruptura por tração da metade de um corpo-de-prova cilíndrico, que acabou sendo a atração da Feira. Ao lado havia o ensaio à compressão com o concreto rompendo-se em vários pedaços e nós aplicando o ensaio que resultava no rompimento ao meio.

O engenheiro estrutural é o profissional que participa com os arquitetos e executores das definições relativas à estabilidade e segurança das estruturas, tendo por princípio básico a garantia da resistência requerida ao longo do tempo

IBRACON – O que é ser um engenheiro estrutural? Quais são as habilidades envolvidas nesta profissão? A profissão tornou-se mais simples ou mais complexa com o avanço da tecnologia do concreto e o advento dos softwares de projeto? O que mudou desde o início de sua carreira?

José Zamarion Ferreira Diniz – O engenheiro estrutural é o profissional que participa com os arquitetos e executores das definições relativas à estabilidade e segurança das estruturas, tendo por princípio básico a garantia da resistência requerida ao longo do tempo.

As habilidades requeridas referem-se a um gosto pela matemática e pelas pesquisas de novos processos e materiais; um compromisso ético com a sociedade e respeito com os projetos de colegas.

Com avanço do concreto, a profissão tornou-se mais complexa, pois se passou de uma situação que designava uma determinada resistência à compressão do concreto sem uma visão de aperfeiçoamento da parte executiva, caminhando

do-se para extrair do concreto, matéria-prima criada pelo homem, maiores vãos e melhores aproveitamentos em estruturas, tais como as rodoviárias e ferroviárias.

Com o advento dos computadores, no início da década de 60, estes foram considerados máquinas para geração de tabelas, de ábacos – eu mesmo desenvolvi uma série de tabelas para estruturas de concreto armado e protendido, publicada no final da década de 60 – para auxiliar no dimensionamento. Aos poucos foi se pensando e desenvolvendo as diversas possibilidades de programação para uma seqüência de execução que caminha para garantir certa autonomia de um sistema construtivo – existem softwares que permitem hoje criar, a partir da introdução de dados geométricos e especificações técnicas, uma estrutura até sua apresentação final.

Mas, o software não substitui o engenheiro estrutural. Ele resolve problemas que o engenheiro isoladamente não tinha condições de fazer, como o estudo em três dimensões de vários aspectos da estrutura. Um grupo de engenheiros vão se especializar no desenvolvimento de softwares e de hardwares; e outros grupos irão perceber as vantagens e desvantagens dos diversos tipos de estruturas fornecidos pelos softwares, optando pela melhor escolha em termos técnicos e econômicos, estudando em detalhes as estruturas para sua otimização.

IBRACON – *Os cursos de engenharia civil nas escolas brasileiras têm respondido à altura dos desafios postos pelo mercado? Quais as carências ostensivas daquele que é egresso de um curso de engenharia no país?*

José Zamarion Ferreira Diniz – É uma velha questão a queixa do aluno de que a escola não prepara para a profissão. Na época em que dava aula na Universidade Federal de Minas Gerais, na década de 60, ouvia-se muito essa queixa e havia a interpelação dos coordenadores e diretores para a questão. Mas, na minha opinião, os engenheiros formados, depois de cinco anos de profissão, chegam sempre à conclusão de que as escolas estavam certas em fazer um programa abrangente, apesar de não muito profundo, onde o aluno é levado a saber da possibilida-

de da existência dos caminhos técnicos para resolver o problema sem saber fazer o cálculo de momentos numa laje, numa viga, etc. Essa abordagem é também válida para o curso de estruturas, onde o conhecimento teórico é muito mais importante para o desenvolvimento do indivíduo no âmbito da profissão do que o conhecimento de onde encontrar uma tabela num livro para resolver os problemas técnicos.

Agora, fala-se que não tem prática suficiente para resolver os problemas no computador. A queixa sempre vai existir. Porém, reafirmo que depois o indivíduo acaba dando razão à formação mais ampla, a ponto de estar se cogitando hoje o retorno a um curso mais amplo; chega-se à conclusão de que a especialização foi excessiva: os engenheiros estruturais precisam falar a linguagem dos engenheiros tecnologistas e também dos responsáveis pelos processos executivos.



Os engenheiros estruturais precisam falar a linguagem dos engenheiros tecnologistas e também dos responsáveis pelos processos executivos



IBRACON – *Como sua empresa lida com essas carências? O que é feito em termos de complementação da formação do engenheiro civil recém-formado?*

José Zamarion Ferreira Diniz – De um modo geral, nossos colaboradores trilham o caminho para desenvolvimento individual, de acordo com a capacidade e interesse de cada um, de acordo com as necessidades que

surgem, onde se procurou extrair o que foi melhor induzido pelas universidades nos indivíduos, descobrir suas carências e preenchê-las.

Os recém-formados e contratados fazem pouco mais de dois anos de estágio justamente para se descobrir a vertente que mais lhe interessa: eles passam pelas diversas áreas na empresa. A prática mostra que a pior coisa que existe é forçar a pessoa a trabalhar em algo que não lhe desperta interesse. Complementarmente, sugerimos que ele faça, pelo menos, um mestrado ou cursos esporádicos e rápidos dados nas escolas para rememorar ou se especializar. Fazemos questão também que o profissional participe de projetos de fundações, pois estes, ao longo dos anos, com o desenvolvimento da mecânica dos solos e das técnicas avançadas de fundações profundas, tornaram-se um nicho paralelo à engenharia estrutural: há 50 anos, havia a carência de disciplinas sobre mecânica

dos solos; hoje, não se concebe que não haja um especialista em solos atuando junto com o estrutural. O contato com projetos de fundações visa também o viés da teoria das estruturas, não o viés prático de como fazer um buraco e fazer a fundação.

IBRACON – Por que o concreto é o material construtivo mais largamente empregado na construção civil?

José Zamarion Ferreira Diniz – O concreto depois da água é o material que mais se consome. São características de durabilidade, resistência, plasticidade (dar forma aos constituintes da estrutura por sua execução no canteiro dentro de fôrmas e moldes). Economicamente, o concreto continua sendo, para a maioria dos casos, a melhor solução. Sua versatilidade não é alcançada por outros materiais. O aço, para utilização específicas, tem vantagens – para construção industrial, por exemplo. Apesar de que, com boom de consumo de aço no exterior, o concreto ganhou mais espaço no mercado – hoje se faz as obras correntes com 50MPa, que deve evoluir facilmente para 100MPa, aumentando ainda mais a competitividade do concreto.

IBRACON – O senhor coordenou os trabalhos de atualização da norma brasileira NBR 6118/2003.

a) Por que a norma precisou ser atualizada?

José Zamarion Ferreira Diniz – No início da década de 90, no Brasil, foi feita uma atualização das normas de cimento, que antes disso eram muito resumidas, não apresentando uma classificação dos tipos de cimentos disponíveis no mercado. Com isso, normatizou-se definitivamente o uso de cimentos compostos, cimentos contendo uma parcela estabelecida de escória de alto-forno (resultantes do processo siderúrgico) e de “fly ash” (cinzas volantes, resultantes da queima do carvão, que também possui características pozolânicas). Daí resultou em cinco tipos básicos de cimentos. Anteriormente à revisão, os profissionais trabalhavam com apenas um tipo de cimento (CP I, cimento Portland comum, que não possui pozolanas). Curiosamente, hoje, nenhuma fábrica de cimento no Brasil produz o cimento CP I e, se o faz, é para misturá-lo com pozolanas.

Ao mesmo tempo, a norma tinha sido revista, pela última vez, em 1968 e estava superada em alguns pontos. Por exemplo: a norma dispensava a análise da variação volumétrica do concreto – por retração e térmica – no caso da estrutura possuir, a cada 30 metros, uma junta de dilatação. Na prática, encontrávamos pilares muito rígidos com distâncias entre eles menor que 30 metros com fissuras.

b) Que eventos levaram à formação da comissão revisora?

José Zamarion Ferreira Diniz – A comissão revisora começou seus trabalhos em 1991. Ela foi formada no meio técnico de São Paulo: a Escola Politécnica colocou o departamento de estruturas para discutir aprofundadamente o assunto e indicou dois de seus professores – Fernando Stucchi e Rodolfo França; a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) indicou meu nome para fazer o ‘meio de campo’, porque no reduto dos engenheiros estruturais eu era bastante atuante na confecção de concreto, lidando com as questões das propriedades, do desenvolvimento de traços e do controle de qualidade do concreto.

c) Quais foram as principais propostas de mudanças inseridas na nova norma?

José Zamarion Ferreira Diniz – Basicamente, foi a criação do conceito de concreto estrutural, a análise

estrutural do ponto de vista do uso e da aplicação do concreto nas estruturas – como simples, armado e protendido. A norma

antiga tinha coisas que só valiam para o concreto simples, outras para o armado. Apresentava cálculos diferentes de resistência à tração, por exemplo, para o concreto com ou sem armadura. Porém, o concreto enquanto material tem autonomia para, de acordo com as exigências a que é submetido, ser classificado em concreto simples, armado e protendido. Isso já havia sido feitos nas normas no exterior – européias e americanas; desde início da década de 70 apresentavam os dimensionamentos e classificações do concreto com parâmetros estabelecidos por sua destinação final – sem armadura, com armadura e com protensão. A definição do material para barragem por gravidade é concreto simples, mesmo que alguma seção use o concreto armado. A destinação do concreto define os parâmetros de cálculo, de propriedades e de ensaio.

O conceito de concreto estrutural presente na norma postula que a destinação do concreto define os parâmetros de cálculo, de propriedades e de ensaio

Outra proposta foi a consideração das estruturas como um todo coeso, em razão de ferramentas de cálculo que possibilitavam analisar um prédio em três dimensões e sua interação com a fundação. Antes, era feita a suposição de que todos os pilares de um edifício eram engastados nos blocos de fundação e isso definia as grandezas das solicitações de compressão, tração e momento na malha estrutural. Hoje, com os recursos da área de fundação e de computação para estruturas, começa-se a se ter ferramentas confiáveis da interação, mostrando-se inclusive casos críticos em razão da consideração simplificada da interação estrutura-fundação.

d) As propostas foram bem aceitas pela comunidade técnica? Qual sua avaliação final do trabalho realizado? O que foi concluído e o que faltou ser implementado?

José Zamarion Ferreira Diniz – Houve

muita resistência. O texto-base, proposto em 1992, foi muito discutido em seminários, palestras, debates, em várias universidades de todo Brasil. Houve uma triagem por parte da Comissão de todas as contribuições recebidas. Finalmente, chegou-se à versão quase final da norma em 2002. Foi então apresentada à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), seguindo os ritos adequados de consulta pública estipulados pela associação, onde se recebeu novas contribuições que melhoraram a redação final. Em março de 2003, a nova norma já valia igualmente em relação à versão anterior, mas, devido às diversas modificações introduzidas, estipulou-se um prazo de tolerância de um ano para que ela entrasse oficialmente em vigor – a partir de março de 2004 que passou a ser norma utilizada para projetos de estruturas.

No geral, a revisão foi positiva: passamos de uma norma muito resumida, com assuntos controversos e sem definição, para uma norma mais abrangente com definições mais claras. É fundamental citar a ampliação do escopo da Norma com a consideração do estado limite de serviço e a conseqüente consideração da durabilidade das estruturas, parâmetros obrigatórios nos projetos. Ao mesmo tempo, a gente respeita o trabalho dos colegas que nos antecederam, valorizando os serviços voluntários prestados e as condições precárias para a realização do trabalho.

Mas, o teste final da norma veio de sua submis-

são à International Organization for Standardization (ISO) e de seu reconhecimento no ano passado. Pelo trabalho do IBRACON em parcerias com o American Concrete Institute (ACI), principalmente no âmbito do Comitê Técnico 318, que é o que discute cálculo e projeto de estruturas de concreto. Por meio deste comitê do ACI entramos no Comitê da TC 71, normas e execução de estruturas de concreto, e depois de vários percalços e dificuldades (como arrumar dinheiro para viajar), conseguimos aprovar a norma como a que atende as prescrições necessárias para ser aceita como norma internacional (ISO 19338).

e) O mercado tem aceito e assimilado as recomendações da norma? A norma está bem disseminada?

José Zamarion Ferreira Diniz – Está.

Depois de um período de adaptação inicial, ela fixou alguns parâmetros básicos para o mercado construtivo.

f) Quando a norma será novamente atualizada?

José Zamarion Ferreira Diniz – O processo de

revisão começou desde o lançamento da nova norma. A comissão continua atuante. A idéia inicial é que a norma fosse revisada a cada cinco anos. Mas, o boom na construção civil e a crise financeira mundial

têm adiado tal compromisso. Quem sabe no início do ano que vem a gente tenha norma revista.

As normas do ACI são revisadas a cada três anos, em decorrência do desenvolvimento muito rápido das técnicas. Se a revisão não for feita, o concreto perde competitividade em relação aos outros materiais construtivos. Os profissionais brasileiros do aço para construção, por exemplo, fizeram uma revisão de sua norma nos moldes da nossa norma, e estão se preparando para entrar no segmento construtivo com força, o que representa um desafio para o concreto.

IBRACON – *Dos projetos em que participou, qual considera o mais exemplar para sua carreira profissional? Por quê?*

José Zamarion Ferreira Diniz – Acho que foi o desenvolvimento de galpões industriais de grande porte na década de 70. Galpões com vãos de 25 a 30m, altura dessa ordem, comprimento



A revisão foi positiva: passamos de uma norma muito resumida com assuntos controversos sem definição para uma norma mais abrangente e com definições mais claras



de 100m, com duas ou mais pontes rolantes de até 200 toneladas de capacidade, que usaram concreto parcialmente pré-moldado na obra para peças em concreto armado e protendidas. Pela primeira vez, as estruturas de aço no Brasil em obras dessa finalidade tiveram a concorrência do concreto, o que mostrou, no final da década de 70, as verdadeiras possibilidades do material, do ponto de vista econômico e técnico - desenvolver estruturas desse porte e executá-las com qualidade, satisfazendo as exigências internacionais. Por outro lado, tendo em vista que a norma de projetos de concreto em vigor era a de 78, a estrutura já dava um passo enorme em relação à própria norma vigente, estipulando parâmetros que vieram a ser assegurados apenas na norma de 2003.

Outras obras desenvolvidas neste aspecto foram as estruturas de aeroportos no Brasil, como o Aeroporto de Cumbica, em São Paulo - usou aproximadamente 10 mil peças de concreto pré-moldado de 2,5 x 10m, que compõem os pavimentos da estrutura desse aeroporto.

IBRACON - O senhor foi presidente do IBRACON por duas gestões.

a) Quais motivos o levaram a aceitar o cargo?

José Zamarion Ferreira Diniz - Eu fui um dos fundadores do IBRACON em

72, juntamente com outros colegas, e participei ativamente das reuniões técnicas semestrais, apresentando trabalhos ou fazendo parte da organização. Depois, fui nomeado diretor tesoureiro e os colegas acharam que eu tinha algumas idéias para o Instituto que poderiam dar certo, e acabaram me elegendo.

b) Quais foram suas principais realizações?

José Zamarion Ferreira Diniz - Como presidente, fiz um programa de revisão de rumos, de quebra de paradigmas e de mudança dos métodos de trabalho que trouxeram um crescimento razoável ao Instituto. Por exemplo, realizamos o primeiro concurso IBRACON. Era um ensaio de compressão do concreto de alta resistência, que foi realizado num clima de muita resistência e descrença. Os corpos-de-prova de vários lugares do Brasil foram rompidos em Porto Alegre, durante o Congresso Brasileiro do Concreto. Quem ganhou o prêmio foram os estudantes da Universidade da Bahia,

o que foi uma surpresa, pois esperava-se que a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo ganhasse o prêmio. A resistência alcançada pelos vencedores passou de 100MPa. A brita usada foi a de Campinas, famosa por sua brita de basalto, uma vez que havia liberdade total para buscar os meios de fazer o concreto mais resistente.

Outra proposta foi a de levar o Congresso Brasileiro do Concreto para outras capitais do país além de São Paulo.

Mas, o que caracteriza o trabalho no IBRACON não é seu destaque para a pessoa, mas o trabalho em conjunto, em que cada um dá sua contribuição dentro de suas limitações e possibilidades. Depois foi instaurado o concurso de Aparato de Proteção ao Ovo, inspirado em concursos similares aos realizados nos Estados Unidos.

c) Que futuro enxerga para o Instituto?

José Zamarion Ferreira Diniz - É difícil planejar ações no IBRACON por causa dos altos e baixos do mercado da construção civil. Por um lado, há uma concorrência acirrada de feiras, o que traz dificuldades financeiras para manter atividades e programas. Por outro, a contribuição de empresas cedendo funcionários e horas para os trabalhos de diretoria estão cada vez mais restritas. Mas, temos um corpo fixo de funcionários, que ao longo do tempo foi montado, que mantém viva

a chama, a idéia dos fundadores.

É preciso uma ação junto aos produtores de estruturas, o pessoal do mercado imobiliário, por exemplo, que deveriam ter uma maior participação, pois o IBRACON sintetiza o desenvolvimento do concreto no Brasil e a possibilidade de execução de estruturas econômicas e desafiadoras é resultante desse conhecimento técnico acumulado e disseminado nos Congressos do IBRACON.

IBRACON - Qual é o significado da honraria recebida pelo senhor do ACI pelos seus trabalhos de divulgação do concreto na América Latina?

José Zamarion Ferreira Diniz - A homenagem foi gratificante. Mas, creio que exageraram um pouco ao atribuir a mim a divulgação do concreto na América Latina, creio que esta se restringiu ao Brasil. Sem dúvida, o reconhecimento veio como conseqüência natural da intensificação das relações entre o IBRACON e o ACI. ♦

O pessoal do mercado imobiliário deveria ter uma maior participação, pois o IBRACON sintetiza o desenvolvimento do concreto no Brasil

Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem

Fábio Luís Pedroso

O concreto é material construtivo amplamente disseminado. Podemos encontrá-lo em nossas casas de alvenaria, em rodovias, em pontes, nos edifícios mais altos do mundo, em torres de resfriamento, em usinas hidrelétricas e nucleares, em obras de saneamento, até em plataformas de extração petrolífera móveis. Estima-se que anualmente são consumidas 11 bilhões de toneladas de concreto, o que dá, segundo a *Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado* (FIHP), aproximadamente, um consumo médio de 1,9 tonelada de concreto por habitante por ano, valor inferior apenas ao consumo de água. No Brasil, o concreto que sai de centrais dosadoras gira em torno de 30 milhões de metros cúbicos.

Por que o concreto é tão largamente empregado?

De maneira sucinta, pode-se afirmar que o concreto é uma pedra artificial que se molda à inventividade construtiva do homem. Este foi capaz de desenvolver um material que, depois de endurecido, tem resistência similar às das rochas naturais e, quando no estado fresco, é composto plástico: possibilita sua modelagem em formas e tamanhos os mais variados.

Duas propriedades do concreto que o destacam como material construtivo são: sua resistência à água – diferentemente do aço e da madeira, o concreto sofre menor deterioração quando exposto à água, razão de sua utilização em estruturas de controle, armazenamento e transporte de água – e sua plasticidade – que possibilita obter formas construtivas inusitadas, como se vê nas obras arquitetô-



Burj Dubai – edificação mais alta do mundo (aprox. 700m)

nicas de Niemayer. Mas existem outras vantagens: a disponibilidade abundante de seus elementos constituintes e seus baixos custos.

“Em termos de sustentabilidade, o concreto armado consome muito menos energia do que o alumínio, o aço, o vidro, e também emite proporcionalmente menos gases e partículas poluentes”, ressalta Arnaldo Forti Battagin, chefe dos laboratórios da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

A propósito, qual é a definição de concreto? Quais são seus elementos constituintes?

Segundo a ASTM (*American Society for Testing and Materials*), o concreto é um material compósito que consiste de um meio aglomerante no qual estão aglutinadas partículas de diferentes naturezas:

- ◆ O aglomerante é o cimento em presença de água;
- ◆ O agregado é qualquer material granular, como areia, pedregulho, seixos, rocha britada, escória de alto-forno e resíduos de construção e de demolição; se as partículas de agregado são maiores do que 4,75mm, o agregado é dito graúdo; caso contrário, o agregado é miúdo;
- ◆ Os aditivos e adições são substâncias químicas adicionadas ao concreto em seu estado fresco que lhe alteram algumas propriedades, adequando-as às necessidades construtivas.

“O concreto é uma mistura homogênea de cimento, agregados miúdos e graúdos, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos e adições), que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento”, define Inês Battagin, superintendente do CB-18 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).



Concretagem do piso de Aeroporto em Bologna

O segredo para que mistura se comporte como descrito acima está justamente na presença do cimento. Este é mistura finamente moída de compostos inorgânicos calcinados (calcário, argila) que, quando combinada com água, endurece. As reações químicas entre os minerais do cimento e a água (reações de hidratação) resultam na pasta que se solidificará com o tempo, reunindo em torno de si os agregados.

Há dois tipos básicos de cimento. Os que não endurecem debaixo da água e, quando endurecidos, dissolvem-se lentamente se expostos à água. Sua origem remonta ao Egito Antigo e à Mesopotâmia. E os cimentos usados no concreto, que permanecem estáveis em ambiente aquoso – solidifica-se e mantém suas propriedades (resistência à água); por isso, dito cimento hidráulico. O cimento hidráulico largamente empregado no concreto moderno é o cimento Portland.



Pirâmide de Queóps em primeiro plano

O que é o cimento Portland?
Por que este nome?

CAL

Os sumérios foram os primeiros povos a construir com barro cozido, que, apesar de maleáveis, eram pouco resistentes. Os zigurates, obras representativas da construção Mesopotâmica, eram templos em forma de torres, atualmente muito desgastados pela ação do tempo.



Panteão romano – vista do interior

Mas, cabe aos egípcios o uso, pela primeira vez, do cimento de tipo não-hidráulico: a cal e a gipsita.

A cal é um aglomerante simples resultante da calcinação de rochas calcárias. A queima da rocha resulta na produção de óxido de cálcio, denominada cal virgem. Esta, na presença de água (cal hidratada), transforma-se em hidróxido de cálcio, o aglomerante que, juntamente com areia, era utilizado para assentar os tijolos feitos de barro e palha. A argamassa, mistura de areia, cimento e água, tem consistência plástica, mas, em contato com o ar, endurece pela recombinação do hidróxido com o gás carbônico, reconstituindo o carbonato de cálcio original (veja as equações). O endurecimento processa-se lentamente, de fora para dentro, por meio da porosidade da argamassa que possibilita, de um lado, a evaporação da água e, de outro, a penetração do ar. Por isso, a cal é denominada de aglomerante aéreo.

Equação 1 – Reação de Calcinação



Equação 2 – Extinção da Cal Virgem



Equação 3 – Endurecimento da Cal



A gipsita é originária do sulfato bi-hidratado, acompanhado de certas impurezas; sua calcinação resulta no gesso, também um aglomerante que endurece por hidratação, mas que, como a cal, não possui a propriedade de resistência à água.

CIMENTO ROMANO

Os romanos descobriram que, misturando-se a cinza vulcânica das proximidades do Vesúvio – chamada pozolana – com a cal hidratada, numa proporção que variava de 25 a 45%, obtinham uma cal que endurecia sob a água – cal pozolânica. Esta foi usada na construção da Via Ápia, dos banhos romanos, do Coliseu, do Panteão e dos aquedutos. Gordura animal, leite e sangue foram usados como aditivos para incorporar ar à mistura.

A eles atribui-se também a descoberta da cal hidráulica, obtida pela calcinação de rochas calcárias com uma porção considerável de materiais



Farol atual de Eddystone

argilosos. “Se há dúvidas de que os romanos não tenham sido os pioneiros do concreto, há unanimidade entre os pesquisadores de que eles indubitavelmente foram os primeiros que o usaram em larga escala”, acrescenta Arnaldo Battagin.

A técnica de construir com concreto foi a base da ordem espacial encontrada na arquitetura romana. As abóbadas são a expressão genuína de um material plástico, maleável até desenvolver resistência suficiente para se manter por si mesmo. O Panteão, construído de 118 a 128, é estrutura formada de uma cúpula de 43m de diâmetro apoiada num cilindro de concreto pozolânico revestido com tijolos e mármore com 6m de espessura nas nervuras. Sua fundação, um anel de concreto com 4,5m de profundidade e 7m de largura, foi a solução encontrada para evitar recalques diferenciais e para melhor distribuir a pressão aplicada no solo de pouca capacidade de suporte.

CIMENTO NATURAL

Estudos experimentais sistemáticos sobre o cimento romano foram somente realizados em 1755, pelo construtor John Smeaton, encarregado da reconstrução do Farol de Eddystone, situado a 9km do Porto de Plymouth, um dos portos ingleses mais movimentados da época. Como na maré alta a rocha onde o Farol seria construído ficava submersa, a escolha da argamassa a ser utilizada era fator decisivo para o sucesso da construção e para sua durabilidade. Dois parâmetros para a escolha do cimento foram considerados: suas propriedades hidráulicas e seu custo.

Smeaton descobriu que o uso da cal produzida a partir de uma queima imperfeita do calcário seria inútil, pois ela não resistia sob a água. Descobriu que a dureza da rocha a partir da qual a cal era produzida não era determinante da dureza da argamassa. Encontrou que as propriedades hidráulicas do cimento dependiam da quantidade de argila contida na rocha calcária, mas que, se essa argila fosse posteriormente adicionada, não resultaria em cimento hidráulico. Finalmente, achou que, das várias substâncias adicionadas às argamassas – pedras pomes, cinzas volantes, resíduos de tijolos e escórias de forjas de ferreiros – as que se mostraram mais eficientes para conferir as propriedades hidráulicas foram a pozolana e uma rocha vulcânica denominada tarras.

Um fator conjuntural contribuiu para a escolha da pozolana: um mercador de Plymouth, tendo importado grandes quantidades do material para construção da Ponte de Westminster, viu-se obrigado a vendê-lo a preços baixos ao ter seu plano recusado.

As investigações de Smeaton resultaram num excelente aglomerante e na determinação das características fundamentais do cimento hidráulico natural.

Mas, sua patente foi somente obtida por James Parker, em 1796, na Inglaterra. Parker fundou uma fábrica de cimento, onde os nódulos de calcário impuro contendo argila eram despedaçados e queimados em fornos em forma de garrafa com capacidade para até 30t. Após três dias, o calcário suficientemente calcinado era retirado por uma abertura na parte inferior do forno e mais rocha e carvão adicionados no topo. A rocha calcinada era moída e peneirada antes de ser acondicionada em barris para expedição. A fábrica prosperou até 1810, quando a patente expirou.

Cabe, porém, a Louis Vicat, construtor francês, a teoria explicativa para o comportamento e as propriedades físicas do cimento. Sua principal descoberta foi de que as propriedades cimentícias dependiam da proporção das misturas, que poderiam resultar em tipos diferentes de cimentos, inclusive mais resistentes do que os naturalmente encontrados.

CIMENTO PORTLAND

O cimento Portland surgiu, porém, da queima de calcário e argila, finamente moídos e misturados, sob altas temperaturas, promovida pelo inglês Joseph Aspdin, em 1824. Ele estabeleceu uma fábrica de cimento em Leeds, em 1825, e denominou seu cimento de Portland, em menção às rochas da ilha britânica de Portland, material de construção muito conhecido e utilizado na época. “O cimento Portland obtido apresentava cor e propriedades de durabilidade e solidez semelhantes às rochas da ilha”, explica Arnaldo.

Apesar do nome, o cimento hoje conhecido como Portland não é o mesmo material patenteado por Aspdin. Isso porque o cimento moderno é obtido pela queima de uma mistura definida de rocha calcária e argila, finamente moídas, até sua fusão incipiente, resultando numa substância denominada clínquer. Os fornos de Aspdin eram precários demais para conseguirem obter clínquer, além da proporção da mistura não ser definida na patente. Construídos em alvenaria com forma de garrafa, com aproximadamente 12m de altura e 5,6m de diâmetro, os fornos queimavam a mistura imperfeitamente, o que requeria um custoso trabalho de inspeção e classificação manual, sendo processo bastante anti-econômico (o consumo de coque podia atingir mais da metade do peso de cimento produzido).

Por causa dos fornos, o uso do concreto foi incipiente na década de 30 dos anos 1800. Ele foi usado principalmente em fundações. Mas, o termo concreto ficou estabelecido para designar uma massa sólida resultante da combinação de cimento, areia, água e pedras.

Seu desenvolvimento ganhou impulso a partir da segunda metade do século XIX, princi-

palmente na Alemanha, com avanços no projeto de fornos, que aumentaram a uniformidade do clínquer, e dos estudos sobre a melhor proporção da mistura para a obtenção de um clínquer mais duro.

Tipos de cimento e de concreto

As dosagens do cimento e do concreto, ou seja, as proporções dessas misturas, são tão importantes para a obtenção de um produto de qualidade que são normalizadas. Cada país possui normas técnicas que recomendam como obter diferentes cimentos e concretos para diferentes aplicações.

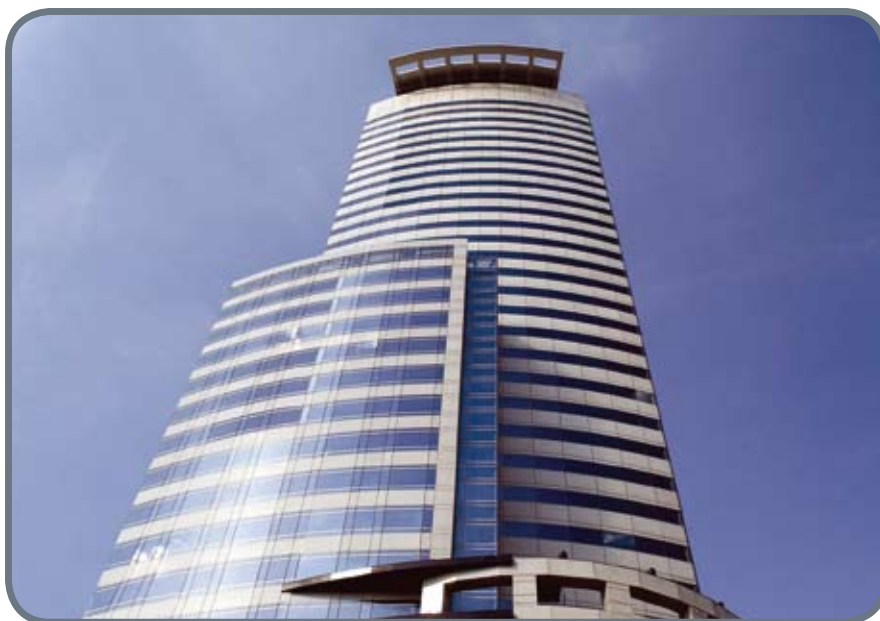
No Brasil, o mercado da construção civil dispõe de 8 opções de cimentos:

A) CIMENTO PORTLAND COMUM (CP I)

É o cimento Portland sem quaisquer adições, exceto gesso, usado para controlar a pega (o tempo necessário para o endurecimento parcial do composto). É recomendado para o uso em construções de concreto em geral, quando não são exigidas propriedades especiais do cimento. É normalizado pela ABNT NBR 5732.

B) CIMENTO PORTLAND COMPOSTO (CP II)

Tem adições de escória, pozolana ou filer em pequenas proporções. Sua composição segue a norma ABNT NBR 11578. Devido ao desempenho equivalente ao CP I, o cimento composto atende plenamente às necessidades da maioria das aplicações usuais, apresentando, em muitos casos, vantagens adicionais.



Edifício e-tower – recorde em resistência à compressão no Brasil



Peça de concreto pré-fabricado

C) CIMENTO PORTLAND DE ALTO-FORNO (CP III)

Normalizado pela ABNT NBR 5735, este cimento pode conter escória de alto-forno variando de 35 a 70% de sua massa. Por apresentar maior impermeabilidade e durabilidade, baixo calor de hidratação e alta resistência à expansão e a sulfatos (reações álcali-agregado), este cimento é vantajoso em obras de concreto-massa, tais como a construção de barragens.

D) CIMENTO PORTLAND POZOLÂNICO (CP IV)

Possui pozolana em quantidade que varia de 15 a 50% de sua massa. É normalizado pela ABNT NBR 5736. Recomendado para obras expostas à ação de água corrente e para ambientes agressivos por suas propriedades de baixa permeabilidade, alta durabilidade, alta resistência à compressão a idades avançadas.

E) CIMENTO PORTLAND DE ALTA RESISTÊNCIA INICIAL (CP V – ARI)

Por atingir altas resistências já nos primeiros dias de aplicação, este cimento é usado por fábricas

de blocos para alvenaria, blocos para pavimentação, de tubos, lajes, meio-fio, mourões, postos e de elementos arquitetônicos pré-moldados, que necessitam de um cimento de elevada resistência inicial para a rápida desforma. O desenvolvimento dessa propriedade é obtido pela utilização de uma dosagem específica de calcário e argila na produção de clínquer e pela moagem mais fina do cimento, normalizados pela ABNT NBR 5733.

F) CIMENTO PORTLAND RESISTENTE A SULFATOS (RS)

Normalizado pela ABNT NBR 5737 e recomendado para obras em ambientes agressivos, tais como: redes de esgotos e obras em regiões litorâneas, subterrâneas e marítimas. Os cinco tipos de cimento expostos anteriormente podem ser resistentes a sulfatos, caso observarem os parâmetros para essa propriedade.

G) CIMENTO PORTLAND DE BAIXO CALOR DE HIDRATAÇÃO (BC)

Da mesma forma, é considerado cimento de baixo calor de hidratação os tipos anteriores que demonstrem uma dissipação mais prolongada do calor gerado durante a hidratação do cimento. Definido pela ABNT NBR 13116, é recomendado para grandes concretagens onde é indispensável o controle de fissuras de origem térmica, como em obras hidráulicas.

H) CIMENTO PORTLAND BRANCO (CPB)

É o cimento de coloração diferenciada da coloração natural cinza. Sua obtenção ocorre a partir de matérias-primas com baixos teores de óxido de ferro e manganês e em condições mais severas de resfriamento. Ao cimento branco assim obtido, pode-se adicionar pigmentos coloridos para cimentos de diferentes cores. Segundo a NBR 12989, este cimento deve ter índice de brancura maior do que 78%. É um cimento adequado aos projetos arquitetônicos de concreto aparente e para composição de argamassas para rejunte de azulejos e outras aplicações não-estruturais.

Com relação ao concreto, em função de suas massas específicas, obtidas pelas diferentes dosagens da mistura – também chamadas de traços – temos três classes básicas de classificação:

- a) **Concreto de densidade normal:** massa específica no intervalo de 2000 a 2800kg/m³ (comumente encontrado em obras em geral)
- b) **Concreto leve:** densidade abaixo do intervalo estabelecido para o concreto normal, obtida com o uso de agregados com menor massa específica

- c) **Concreto pesado:** massa específica acima do intervalo estabelecido para o concreto normal, devido ao uso de agregados de alta densidade (usado em blindagem contra radiação)

Os concretos podem também ser classificados em relação à sua resistência à compressão aos 28 dias, conforme a ABNT NBR 8953:

- a) **Concreto de baixa resistência:** menos de 20MPa (não adequado à finalidade estrutural, segundo a NBR 6118)
- b) **Concreto de resistência normal:** de 20 a 50MPa
- c) **Concreto de alta resistência:** mais de 50MPa

Para saber mais

Concreto: microestrutura, propriedades e materiais – Kumar Mehta e Paulo Monteiro

A evolução do concreto armado – Luís Fernando Kaefer

Sites: Associação Brasileira de Cimento Portland (www.abcp.org.br) e Instituto Brasileiro do Concreto (www.ibracon.org.br) ♦



PENETRON®

INTEGRAL CAPILLARY CONCRETE WATERPROOFING SYSTEMS

Água! Procure o seu jogo.



O sistema PENETRON® de impermeabilização por cristalização integral do concreto, cria um cristal insolúvel que cresce profundamente dentro dos poros capilares e fissuras do concreto. Este tipo de mecanismo protege o concreto da corrosão e da carbonatação, reduzindo as fissuras de retração, aumentando a resistência total e durabilidade. De baixo custo, mais rápido e de fácil aplicação. E isso tudo com um suporte de um time de pesos-pesados de um dos líderes mundiais em impermeabilização do concreto.

Maiores informações no site: www.penetron.com/br
Tel: (11) 4991-5278
info@penetron.com.br

A crise mundial e os impactos no setor da Construção Civil

Samara Miyagi • *Analista Setorial*
All Consulting

Os reflexos da crise financeira mundial já assolaram o mercado brasileiro, prejudicando o setor da construção civil nacional.

Este cenário deve-se ao menor nível de investimentos no mercado, assim como, a redução no consumo e demanda da população. Em se tratando de um mercado no qual o poder de compras dos consumidores é fator primordial, os efeitos em seus resultados são rapidamente sentidos pelas construtoras.

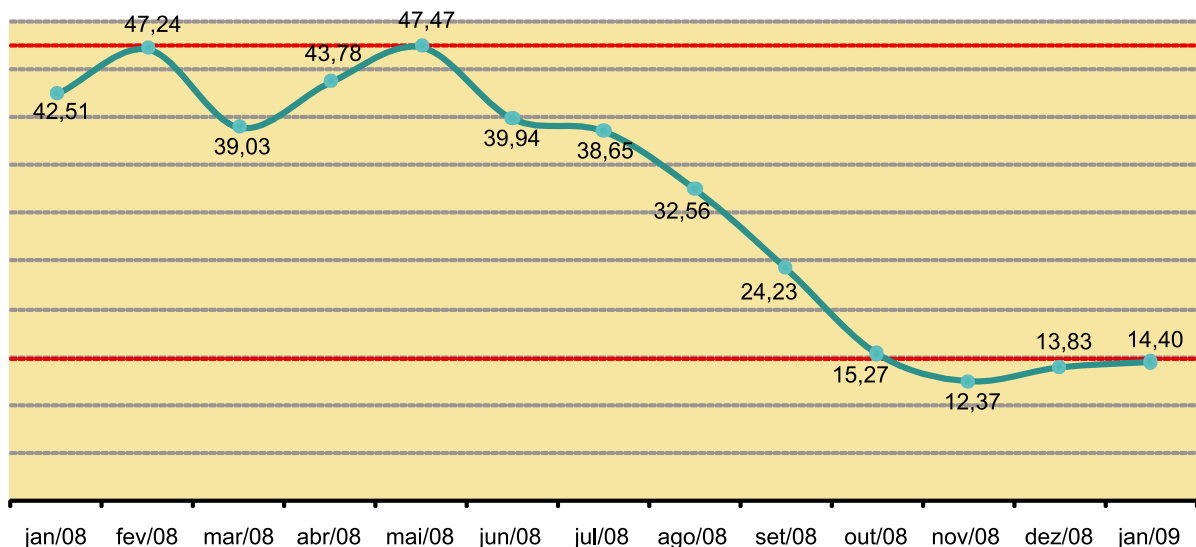
Outro fator que tem prejudicado o desempenho da construção é a queda nos

índices de renda e emprego, que, por sua vez, acabam inibindo uma maior procura pelo setor imobiliário, assim como gera um incremento na inadimplência.

Nessa conjuntura altamente instável e, até aqui, desfavorável para o mercado da construção, percebe-se uma sensível queda no número de lançamentos imobiliários, principalmente quando comparado a períodos de forte alta, como 2007 e o primeiro semestre de 2008.

Cabe frisar que o setor da construção civil e pesada ocupa um lugar de bastante destaque na economia nacional, pelo fato

Valor de mercado do setor na Bolsa
(em R\$ bilhões)



Fonte: Bovespa

Elaboração: All Consulting

de movimentar elevados investimentos no País e por empregar muita mão-de-obra. Desta forma, uma queda no seu desempenho prejudica não só sua própria indústria, mas também contribui de forma relevante para uma alta no desemprego.

Com o objetivo de amenizar esses reflexos negativos, o governo federal tem intensificado seus esforços no intuito de incrementar o consumo, incentivando o aumento de crédito disponível no mercado e reduzindo as taxas de juros. Além disso, uma possível iniciativa do governo de incentivo à habitação popular poderá também contribuir para melhores resultados do setor.

Apesar dos incentivos, a conjuntura atual não está contribuindo para uma recuperação das construtoras. A inserção de empresas no mercado de capitais, por exemplo, que foi prática bastante comum nos últimos anos - estimuladas pelo bom desempenho da economia nacional - agora intensifica a crise nas companhias.

O principal problema é que, no decorrer de 2008, esse cenário se alterou, com fortes oscilações negativas nas cotações das ações e queda na lucratividade das empresas listadas, inclusive do setor da construção.

De uma maneira geral, pode-se inferir que o movimento de ingresso na Bovespa passou a mostrar ao mercado desempenhos completamente distintos, sendo que num primeiro momento, as operadoras ficaram capitalizadas, estocaram terrenos e investiram no lançamento de muitos empreendimentos imobiliários.

Com o advento da crise mundial, as empresas de capital aberto passaram a enfrentar uma forte desvalorização, o que as tornou totalmente vulneráveis ao mercado, abrindo inclusive espaço para aquisições por parte dos concorrentes.

Vale lembrar que muitas das construtoras que possuem ações listadas na bolsa atuam em diversos segmentos, como o de materiais de construção e incorporação, o

Lucratividade das empresas na Bolsa (Em %)

Empresa	Jun/08	Jul/08	Ago/08	Set/08	Out/08	Nov/08	Dez/08	Jan/09
ABYARA	-29,7	-1,9	-55,3	-62,5	-29,6	-3,2	0,7	15,2
AGRA INCORP	12,3	6,2	-9,5	-16,4	-83,2	18,6	28,6	-1,7
BRASCAN RES	-5,8	-12,9	-13,1	-32,3	-29,8	-26,9	9,3	-16,3
CC DES IMOB	-10,5	-13,1	-31,1	-16,8	-54,0	33,2	-10,3	-6,9
COMPANY	-10,0	-7,3	-2,6	-31,7	-19,5	*	*	*
CR2	-31,6	-6,4	13,3	-24,3	-36,6	-29,9	15,5	-9,1
CYRELA REALT	-18,8	3,0	-10,1	-4,8	-45,6	-26,0	17,4	1,1
EVEN	-21,5	-15,7	-28,6	-28,2	-30,3	-15,8	23,4	-18,3
EZTEC	-12,6	-3,8	-33,4	-12,3	-25,4	1,5	17,5	-15,3
GAFISA	-23,9	-2,4	-13,6	3,3	-36,7	-42,6	19,8	11,5
HELBOR	-5,7	-25,4	-15,5	-40,6	-17,1	0,0	-4,5	-13,4
INPAR S/A	-25,9	-40,5	-28,3	-63,5	9,8	14,8	6,5	-3,0
JHSF PART	-11,6	-14,0	-2,9	-50,8	-39,4	-17,5	0,0	4,9
JOAO FORTES	-15,1	-13,7	-8,5	-24,2	-37,1	13,6	0,0	-6,0
KLABINSEGALL	-14,6	-8,0	-9,8	-43,6	-39,8	-2,1	-14,2	-1,3
MRV	-10,1	1,4	-10,6	-38,0	-42,4	-21,7	8,9	10,2
PDG REALT	-14,9	2,7	-16,5	-31,5	-16,1	-19,2	23,7	10,8
RODOBENSIMOB	-19,0	3,2	-4,6	-32,8	-46,7	34,7	-16,5	-0,5
ROSSI RESID	-24,5	4,6	-20,3	-46,0	-18,3	-22,0	9,9	18,8
SERGEN	-3,8	-5,1	-13,9	-29,4	-4,0	/	-50,0	-7,0
TECNISA	-15,2	-6,1	-12,4	-29,4	-38,6	1,8	17,2	-5,9
TENDA	-12,5	-3,8	-65,2	-64,0	-13,3	-12,8	13,7	17,2
TRISUL	-14,2	-13,3	-25,2	-38,8	-27,3	-1,4	19,6	-2,0

* A Company foi incorporada pela Brascan Residential Properties

Fonte: Bovespa

Elaboração: All Consulting

que pode gerar desempenhos distintos de acordo com a atividade exercida.

No caso das empresas que atuam no segmento de materiais de construção, com destaque para a indústria de cimentos, a tendência é de que, em 2009, os resultados ainda sejam positivos, visto que muitos empreendimentos ainda se encontram em andamento.

Ao analisarmos os resultados apresentados pelas empresas do setor na Bovespa em 2008, podemos observar que seu desempenho ficou bem abaixo do esperado, com forte queda na lucratividade e, conseqüentemente, no valor de mercado das mesmas.

Em termos de valor de mercado, as empresas do setor sofreram um grande abalo neste último ano, principalmente a partir do segundo semestre.

Uma das alternativas viáveis que poderão ser adotadas pelas construtoras para evitar maiores efeitos em seus resultados é a abertura da opção de recompra de ações, com prioridade para os próprios executivos das empresas, seguindo o exemplo de outros setores da economia nacional que também

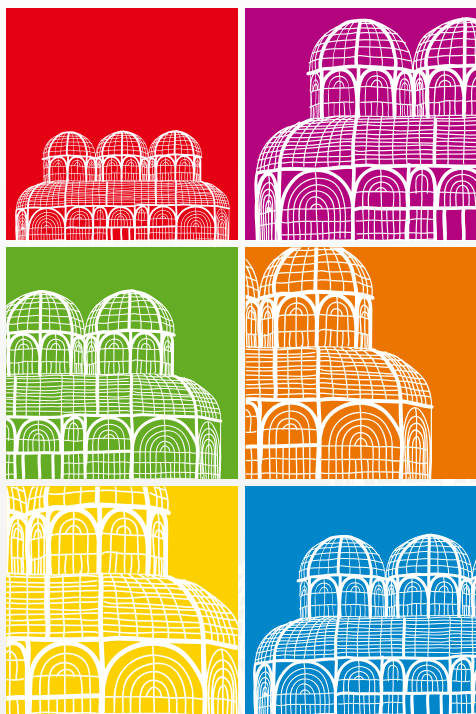
vêm sofrendo com a conjuntura econômica desfavorável.

Em relação ao desempenho do setor como um todo neste ano, ainda não se pode afirmar com certeza como irá reagir o mercado, considerando-se as medidas do governo, a instabilidade financeira dos investidores estrangeiros e a insegurança da população em arcar com dívidas de longo prazo. Contudo, o que se pode inferir é que os resultados de 2009 e, provavelmente, 2010 ficarão bem abaixo dos apurados nos dois anos anteriores.

De uma maneira geral, o momento agora é de cautela, revisão das estratégias, de freio nos investimentos e de busca por aportes que poderão minimizar os rombos com a inadimplência.

A previsão é de que as taxas de juros mantenham a trajetória de queda, o que já é um ponto positivo para o setor, porém, embora o governo venha tentando estimular o crédito por parte dos bancos, a medida ainda deverá ser insuficiente para garantir o aquecimento da demanda e a recuperação dos resultados das empresas ligadas ao setor da construção civil. ♦

Cinpar 2009



5º Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas

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

www.cinpar2009.com.br

Concreto para obras de infra-estrutura

Marcos de Ávila Pimenta
Furnas Centrais Elétricas S.A.

Introdução

O PAC-Programa de Aceleração do Crescimento encontra-se em fase de implantação e prevê a execução de grande quantidade de obras de infra-estrutura, com investimento total de R\$646 bilhões entre 2007 e 2010 [1]. Este valor, somado aos R\$502,2 bilhões previstos para aplicação após 2010, eleva para R\$1,15 trilhão o investimento total do PAC, sendo R\$759 bilhões em energia, R\$132,2 bilhões em logística e R\$257 bilhões na área social/urbana.

A aplicação de quantia tão elevada exige dos órgãos públicos e das empresas responsáveis pela implantação das obras ações enérgicas para evitar o desperdício de recursos com obras planejadas e executadas de maneira inadequada. De fato, apenas 1% de desperdício dos recursos previstos representa para o país perdas de R\$11,5 bilhões. Uma economia possível, mas não viabilizada, de 5% a 10%, razoável de se esperar a partir de estudos e projetos bem desenvolvidos, pode representar desperdício superior a R\$100 bilhões!

Um país como o Brasil, com tanta necessidade e carência de recursos, não pode jogar fora tal soma de dinheiro, sendo imperativo que os órgãos públicos e os empreendedores privados evitem que isso aconteça, através de ações efetivas tais como:

- ◆ estudos e projetos bem desenvolvidos, com grau de detalhamento adequado na



Foto 1 – Vista geral da UHE Serra da Mesa-GO, obra licitada com base nos documentos de Projeto Básico

fase que antecede à contratação das obras;

- ◆ planejamento adequado das obras;
- ◆ especificações técnicas e contratos claros e objetivos, que propiciem a execução de obras seguras, econômicas e duráveis, preservando os interesses dos concessionários e permitindo, ao construtor, liberdade na escolha dos métodos construtivos e utilização eficiente de seus recursos;
- ◆ implantação das obras por equipes competentes nas áreas de projeto, construção e controle;
- ◆ adequada alocação dos riscos dos empreendimentos entre contratantes e contratados;
- ◆ definição dos termos finais dos documentos contratuais para execução das obras antes da sua licitação;

- ◆ estruturação eficiente da supervisão dos trabalhos, com base no equilíbrio entre os custos das atividades e a garantia da qualidade e segurança das obras;
- ◆ gestão adequada das questões sócio-ambientais, evitando impactos nos prazos e custos pela falta das licenças necessárias.

A implantação de uma grande obra com qualidade, segurança e economia não se consegue apenas a partir do momento em que se inicia a sua construção. Ao contrário, a busca de tais objetivos deve ser iniciada bem antes, a começar pelo desenvolvimento adequado dos estudos e projetos que antecedem a licitação, passando pelas fases de detalhamento do projeto e das investigações de campo, elaboração dos documentos contratuais e contratação das obras, tudo no seu devido tempo.

Cabe destacar a ênfase necessária às questões da garantia da qualidade e segurança das obras, principalmente levando-se em conta o contexto atual do país, em que, com a intensificação da presença dos agentes privados como concessionários de serviços públicos, muitas vezes os empreendimentos tendem a ser vistos prioritariamente sob o enfoque do retorno econômico-financeiro, em detrimento da qualidade, durabilidade e segurança. É inevitável associar tal fato aos acidentes e incidentes ocorridos no Brasil nos últimos anos em importantes obras concedidas pelo poder público, causando prejuízos ao país e à sociedade, além de denegrir a imagem e o prestígio construídos ao longo dos anos pela Engenharia brasileira.

A maneira de contratar, implantar e gerenciar as grandes obras mudou consideravelmente no Brasil nos últimos 10 ou 20 anos. Neste período, diversos serviços públicos, antes prestados quase que somente por órgãos públicos, passaram a ser concedidos também a empresas privadas, ao mesmo tempo em que muitas empresas públicas passaram a gerenciar a implantação das obras de uma forma diferente do que faziam anteriormente. Somando-se a isto o fato de que a disputa pelas concessões de serviços públicos tornou-se mais competitiva, forçando os preços para baixo, observa-se que foi criado, no mínimo, um ambiente mais propenso à ocorrência de problemas em nossas obras.

Entretanto, qualquer que seja o modelo de gestão adotado na implantação dos novos empreendimentos, uma condição básica deve prevalecer: a tradição da Engenharia brasileira de concepção e implantação de obras seguras, duráveis e de alta qualidade.

Segurança do projeto

De nada adianta a verificação teórica da segurança estrutural de uma obra, se, durante a construção não for dedicada, de forma cotidiana e sistemática, a atenção devida à verificação do atendimento aos requisitos especificados. Por outro lado, de nada adianta comprovar que a resistência do concreto atende ao especificado, se, ao mesmo tempo, não for observada, analisada e considerada a resposta dos terrenos e maciços rochosos afetados pela implantação da obra. Não é muito comum a ocorrência de colapsos de obras por causa da baixa resistência do concreto, sendo, entretanto, bastante freqüentes os acidentes e incidentes causados pela execução deficiente da obra ou pela desconsideração do comportamento global do conjunto formado pelas estruturas de concreto e suas fundações.

Etapas dos estudos e projetos

A implantação de uma grande obra exige, no mínimo, as etapas do Projeto Básico e Projeto Executivo. No caso das usinas hidrelétricas, o Projeto Básico é antecedido pelos Estudos de Inventário e pelos Estudos de Viabilidade.

A Lei 8666, que rege as contratações de obras pelos órgãos da administração pública, estabelece que o Projeto Básico, imprescindível para iniciar um processo licitatório, deve caracterizar, com grau de detalhamento adequado, os serviços e o custo da obra, contendo as especificações técnicas dos serviços, equipamentos e materiais e o orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

O atendimento às premissas da Lei 8666 contribuiria sobremaneira para reduzir as incertezas para os empreendedores. Entretanto, não raro se observa que, apesar de constar em lei, tais premissas não são atendidas. Isto gera incertezas e riscos aos empreendedores e, como conseqüência, ônus adicionais significativos devido à posterior incorporação, ao preço da obra, dos custos associados aos riscos. Esta situação traz consigo uma dificuldade adicional aos empreendedores: com o detalhamento do projeto e a ocorrência de alterações nos tipos e/ou quantitativos de serviços, surge a necessidade de renegociação das bases contratuais já firmadas anteriormente com o construtor. Esta

responsabilidade dos engenheiros estudar e antecipar o comportamento da natureza e a sua influência na obra, para que não sejam pegos de surpresa pelas condições geológicas, hidrológicas e meteorológicas.

Durabilidade do concreto

Por muitos anos, a resistência do concreto constituiu-se na maior preocupação dos projetistas de estruturas de concreto.

Esta situação tornou-se mais alarmante nos últimos anos, com o aumento gradativo da resistência dos cimentos, que faz com que os concretos atendam às resistências especificadas com consumos bem menores deste material, com elevação da relação A/C, da porosidade e da permeabilidade do concreto. Além disso, os concretos atuais, com maior resistência inicial em função da maior finura dos cimentos, podem apresentar maior tendência à fissuração, devido à menor fluência, à maior retração e à evolução mais rápida do módulo de elasticidade.

Atualmente, as normas têm dado maior atenção à durabilidade do concreto, definindo critérios e parâmetros relacionados aos diversos aspectos que interferem em tal propriedade. Porém, algumas normas e práticas recomendadas por conceituadas instituições internacionais têm atribuído excessiva importância à limitação da relação A/C máxima do concreto, em detrimento do controle da fissuração.

É imprescindível que os responsáveis pelas obras de concreto possuam conhecimentos e capacidade de discernimento para balancear adequadamente os parâmetros que interferem na durabilidade das estruturas.

Especificações técnicas das obras

As especificações técnicas – ET's têm que ser definidas antes da contratação das obras, dada a sua influência nos preços. Embora pareça óbvio, freqüentemente isto não tem ocorrido em importantes obras brasileiras, o que leva a situações inusitadas onde contratantes e contratados discutem os requisitos a serem estabelecidos nas ET's, requisitos estes que não são, de forma alguma, negociáveis.

Uma importante questão com que se defrontam os responsáveis pela elaboração

das ET's refere-se aos graus de autonomia e de restrição adotados em relação ao construtor. Observam-se, muitas vezes, disposições restritivas na forma de se executar os trabalhos, em contraposição à fixação apenas dos requisitos finais que devem ser obedecidos pelos serviços, ou seja, a adoção de requisitos de desempenho dos materiais e das obras.

As ET's não devem ser desnecessariamente restritivas ao construtor, pois isto se torna antieconômico para o próprio proprietário da obra. ET's muito rígidas tendem a nivelar os concorrentes e os preços por eles apresentados, já que, assim, eles teriam que trabalhar com materiais e metodologias executivas similares. A rigidez dos requisitos especificados pode impedir que um construtor dotado de maior conhecimento e melhor tecnologia concorra com vantagens contra outro menos preparado.

Há que se ter bom senso para definir o que tem que ser especificado obrigatoriamente, de modo a resguardar a qualidade e a segurança da obra e os interesses do proprietário. Entretanto, deve ser dada liberdade ao construtor para escolher as metodologias construtivas, de acordo com a sua experiência e com os seus recursos, desde que sejam atendidos integralmente os requisitos contratuais.

A escolha dos materiais a serem empregados no concreto merece cuidado especial nas ET's. Diferentes tipos de agregados ou materiais cimentícios podem estar disponíveis no local da obra, podendo alguns ser mais adequados tecnicamente. Antes da licitação das obras, é necessário que sejam realizadas investigações de campo e pesquisas de laboratório para caracterizar os diferentes materiais disponíveis. Estudos de dosagens e ensaios do concreto devem ser realizados nesta fase, de modo que sejam indicados, nas ET's, os materiais que poderão ser empregados e as condições para sua utilização. Isto ajuda a evitar situações que possam aumentar o custo das obras, ou mesmo o emprego de materiais de pior qualidade durante a obra.

Incertezas, riscos e contratação das obras

De um modo geral e em condições normais, de uma forma ou de outra, quem paga pelos custos associados aos riscos do empreendimento é o empreendedor, independentemente da modalidade de contratação. Entretanto, o contratante

não deve pagar mais do que o devido. Ou seja, o construtor deve receber o justo pagamento que lhe cabe, nem mais nem menos do que isso.

É complexa a questão dos riscos dos empreendimentos e seus custos associados, sendo necessária, aos empreendedores, a realização prévia de criteriosas análises de risco. Como já mencionado, as obras devem ser contratadas com base em Projeto Básico detalhado o suficiente para que as empresas interessadas em sua construção possam orçar o seu preço com segurança. Incertezas nas informações utilizadas nos orçamentos são consideradas pelos futuros contratados como riscos e, como tal, são valorados e incorporados aos preços da obra. Sem dúvida, a contratação de uma obra sem um Projeto Básico adequado é uma das principais causas do aumento exagerado do preço final das obras de infra-estrutura no Brasil.

O custo de implantação de uma obra sofre grande influência do tipo de contrato firmado para a sua construção. Em condições normais, em um contrato EPC *turn key lump sum* (que pode ser entendido como um contrato na modalidade EPC de empreitada integral por preço global), o contratante vai pagar mais caro pelas obras, já que os preços do grupo EPC embutem todos os riscos por ele assumidos, mesmo que eles não venham a se consumir. Caso o contratante assumira os riscos de engenharia, como, por exemplo, em um contrato por preços unitários, ele pagará apenas pelos riscos consumados durante a obra.

A decisão do contratante quanto a assumir, repassar ou compartilhar os riscos de implantação do empreendimento dependerá, logicamente, de cada situação específica e do perfil de cada contratante. No caso de um empreendedor apto a gerenciar os riscos, parece não haver dúvida de que a melhor opção é ele assumi-los, adotando-se, por exemplo, contratos por preços unitários.

Os contratos devem estabelecer com precisão as responsabilidades das partes pelos riscos e, naturalmente, pelos custos a eles associados. Isto é especialmente importante para os contratantes na gestão dos custos da obra.

Gestão da implantação das obras

Qualquer que seja o modelo de gestão que venha a ser adotado na implantação das obras, o concessionário deve considerar e colocar em prática algumas premissas básicas:

- ♦ o concessionário é o responsável pela obra perante a sociedade;

- ♦ controle absoluto sobre prazos, custos e qualidade;
- ♦ atendimento aos requisitos de segurança, no que se refere à estabilidade dos elementos estruturais da obra e à segurança operacional do empreendimento, de forma a assegurar, tanto quanto possível, a sua operação ininterrupta e sem restrições.

Tem sido bastante discutida, talvez em razão dos recentes acidentes e incidentes ocorridos em obras brasileiras, a questão da responsabilidade pelas atividades da Engenharia do Proprietário – EP. Percebe-se, até mesmo, uma perigosa confusão quanto à necessidade ou não dessa atividade em contratos do tipo EPC, em que o contratado é responsável por todos os serviços e fornecimentos, inclusive pelo controle da qualidade das obras.

Independentemente do tipo de contrato firmado para implantação das obras, a EP, como o próprio nome indica, tem que ser desenvolvida pelo proprietário, através de equipes próprias ou contratando esse serviço junto a outras empresas. A EP é o olho do dono.

Outra discussão presente nos dias atuais é quanto ao modo de atuação da EP: ela deve atuar de modo intensivo, acompanhando todas as atividades do construtor ou os serviços devem ser verificados através de *spot check*¹? A resposta a esta questão vem da própria finalidade da existência da figura da EP: garantir ao proprietário que as obras sejam executadas em estrita concordância com o projeto e com os requisitos especificados, de acordo com as condições de prazos e preços pactuadas no contrato. Ou seja, garantir que o proprietário está recebendo o que comprou e pagou. Para que se tenha esta garantia, o empreendedor tem que desempenhar o seu papel, acompanhando e fiscalizando a contento a qualidade dos materiais e dos serviços executados, independentemente do controle que o construtor venha a realizar. Logicamente, o dimensionamento da equipe de supervisão dependerá de cada caso específico, de acordo com as condições da obra e com a experiência da equipe.

Conclusões

O investimento previsto pelo PAC supera R\$1 trilhão, distribuídos em grande quantidade de obras nas áreas de energia, transporte, saneamento, etc. A administração de recursos de tal ordem exige, dos órgãos públicos, muito critério, atenção e controle das atividades de pla-

¹ *spot check* [Michaelis]: n. Am. teste ou prova rápida, inspeção rápida e aleatória.

nejamento, projeto, contratação e supervisão das obras.

Negligências por parte dos contratantes das obras representarão grandes desperdícios de recursos, em um país tão carente deles. Economias possíveis e não viabilizadas, por menores que sejam em termos percentuais, poderão significar perdas de várias dezenas de bilhões de reais para o país. Para impedir que isto aconteça, deve-se evitar:

- ◆ a concessão e/ou contratação das obras sem dispor, ainda, de projetos básicos suficientemente desenvolvidos;
- ◆ especificações técnicas inadequadas e/ou não disponíveis previamente à contratação das obras;
- ◆ escolha inadequada da modalidade de contratação das obras;
- ◆ condução inadequada dos processos de contratação das obras;
- ◆ definição imprecisa da alocação dos riscos do empreendimento entre contratantes e contratados;
- ◆ gestão contratual deficiente por parte dos contratantes, com inobservância da responsabilidade de acompanhar de perto os serviços e de verificar o cumprimento dos requisitos contratuais e de projeto estabelecidos;
- ◆ acompanhamento inadequado das condições de segurança das obras e deficiências no controle da qualidade dos materiais e serviços;
- ◆ gestão deficiente das questões sócio-ambientais, principalmente considerando-se a morosidade dos órgãos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[01] BRASIL - Balanço do PAC – 2 Anos – Fevereiro/2009.

[02] ELETROBRÁS-DNAEE – Instruções para Estudos de Viabilidade. Rio de Janeiro, 1997.

[03] PIMENTA, M. A., PIMENTA FILHO, M. A. - Concreto para Obras de Infra-Estrutura – Estudos, Especificações Técnicas, Construção e Controle, 50º Congresso Brasileiro do Concreto. IBRACON, Salvador, 2008. ◆

Responsabilidade dos Engenheiros e Arquitetos: fundamentos e aplicações da perícia judicial



A publicação aborda os fundamentos e aplicações judiciais das avaliações e perícias de Engenharia e Arquitetura, a partir dos dispositivos legais e técnicos dessas profissões – responsabilidades civil, ético-profissional, técnica, administrativa, penal e trabalhista

Elaborada para auxiliar os engenheiros e arquitetos a conhecer melhor a legislação em vigor, orientar a prática da perícia em ações judiciais, e alertar sobre o exercício ilegal das atribuições exclusivas desses profissionais. As resoluções do sistema Confea/Crea e as principais normas técnicas aplicáveis às construções também foram reunidas para facilitar consultas.

No livro são examinadas as atividades de avaliação de imóveis, a perícia de edificações, a inspeção predial para a manutenção da qualidade das construções e as principais ações sobre o Direito de Construir.

DADOS TÉCNICOS

Editora: Kelps

Páginas: 206

Formato: 16 x 26cm

VENDAS

e-mail: suporte@aspeago.com

Tels.: (62) 3212-2492 • 9178-6100

Valor: R\$ 50,00 (frete incluso)

Qualidade do cimento

A qualidade do cimento está diretamente ligada à segurança da população. Cimentos produzidos fora dos padrões estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) podem comprometer as estruturas, causar fissuras, patologias e, em casos extremos, podem levar edificações ao colapso (queda). Para esclarecer sobre o assunto a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) dá algumas dicas para que o consumidor exija qualidade na hora de comprar cimento.

Assim como ocorre em outros segmentos industrializados, o setor da construção civil tem sido abastecido com cimentos fora de norma. De acordo com o técnico especialista em cimento da ABCP, Arnaldo Battagin, o principal item na hora de escolher o cimento, independente da marca ou do tipo de cimento, é assegurar que o produto tenha atestado de qualidade. "Prefira cimentos que tenham o Selo de Qualidade da ABCP ou de qualquer outro órgão que possa atestar a qualidade da mercadoria. Caso não haja selo, peça ao revendedor o laudo técnico com os ensaios. É um direito do consumidor e um dever do lojista, de acordo com o Código Brasileiro do Consumidor", orienta.

Além da certificação, veja o que mais os consumidores devem ver na hora de comprar cimento:

- ♦ **Prazo de validade** – O prazo de validade vem impresso no saco de cimento e nunca é superior a três meses. Caso, ele esteja vencido ou o fabricante especifique um prazo maior, desconfie;
- ♦ **Procedência** – Todos os sacos de cimento devem trazer o nome do fabricante, da marca, o endereço e outros dados de identificação. A sigla que especifica o tipo do cimento deve ser escrita em letras maiúsculas e em números romanos



(Exemplo CII, CIII). A classe da resistência do produto deve estar em números arábicos, logo em seguida à sigla referente ao tipo;

- ♦ **Produto** – Fique atento ao produto. Caso esteja empedrado (mesmo que em pouca quantidade), o cimento não deve ser usado, principalmente em obras estruturais;
- ♦ **Sacaria** – O cimento é vendido em sacos de papel que contém 20, 40 ou 50 quilos. Suspeite de sacos com pesagens diferentes e embalagens plásticas;

Segundo Arnaldo Battagin, o processo de fabricação do cimento é uma atividade industrial complexa, que exige rigoroso controle de qualidade em todas as etapas de fabricação. "Este controle faz parte das ações do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), do Ministério das Cidades, que estabelece critérios e normas para materiais, serviço e execução de construções do governo e da iniciativa privada".

Linha direta

Caso o consumidor tenha mais alguma dúvida sobre cimento, a ABCP possui um serviço

de discagem direta gratuita, chamado Disque Cimento e Concreto (DCC) para responder

às perguntas. O número do telefone é o 0800.0555.776.

Especificações Brasileiras para Cimentos Portland

Os cimentos portland de acordo com as revisões das especificações brasileiras realizadas pela ABNT em 1991 passaram a ter as seguintes designações:

1 | CIMENTO PORTLAND COMUM

- CP I
Cimento Portland Comum
- CP I-S
Cimento Portland Comum com Adição

2 | CIMENTO PORTLAND COMPOSTO

- CP II-E
Cimento Portland Composto com Escória
- CP II-Z
Cimento Portland Composto com Pozolana
- CP II-F
Cimento Portland Composto com Fíler

3 | CIMENTO PORTLAND DE ALTO-FORNO

- CP III

4 | CIMENTO PORTLAND POZOLÂNICO

- CP IV

5 | CIMENTO PORTLAND DE ALTA RESISTÊNCIA INICIAL

- CP V-ARI

6 | CIMENTO PORTLAND RESISTENTE A SULFATOS

- (RS)

7 | CIMENTO PORTLAND DE BAIXO CALOR DE HIDRATAÇÃO

- (BC)

8 | CIMENTO PORTLAND BRANCO

- (CPB) ◆

PROMOÇÃO IMPERDÍVEL!

Coleção Livros Técnicos IBRACON



Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.
Autores: Profs. Kumar Mehta e Paulo Monteiro

Materiais de Construção Civil – vols. 1 e 2.
Coordenador: Prof. Geraldo Isaia

Concreto: ensino, pesquisa e realizações – vols. 1 e 2.
Coordenador: Prof. Geraldo Isaia

5 livros por apenas R\$ 200,00
(não incluso o valor do frete)

Uma verdadeira biblioteca sobre o concreto!
Referências básicas para engenheiros civis, profissionais do mercado construtivo e estudantes dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura

Corra! A promoção é por tempo limitado.

Acesse hoje mesmo a **Loja Virtual do IBRACON**
no site www.ibracon.org.br.

Se preferir, fale conosco:
Marilene | Tel.: 11-3735-0202 – e-mail: marilene@ibracon.org.br

Recuperação e reforço estrutural de pontes rodoviárias no Rio Grande do Norte

Fábio Sergio da Costa Pereira • *Diretor Engecal – Engenharia e Cálculos Ltda*

Introdução

Neste artigo são descritas as metodologias executivas de recuperação e reforço estrutural realizadas em cinco pontes rodoviárias do estado do Rio Grande do Norte, que apresentavam diferentes patologias em suas estruturas.

PONTE JERÔNIMO ROSADO

Construída em 1944, no centro da cidade de Mossoró

Patologia principal: corrosão disseminada das armaduras ao longo de sua estrutura, com flambagem localizada e perda de seção das armaduras, principalmente nas vigas retas com mísulas parabólicas existentes



Vista de viga da Ponte Jerônimo Rosado com flambagem localizada, perda de seção e rompimento de armaduras (estribos)



Reforço com armaduras nas vigas



Detalhe das plataformas suspensas



Aplicação de concreto projetado em viga

Metodologia: retirada da sobrecarga e execução de nova camada asfáltica; remoção de concreto desagregado e armaduras com corrosão; reforço estrutural das vigas com ancoragem de novas armaduras; hidrojateamento de areia para limpeza das armaduras; proteção catódica com pintura líquida de zinco nas armaduras; proteção catódica com ânodos de sacrifício; concreto projetado via seca com aditivo acelerador de pega; injeção de epóxi em fissuras do concreto; e proteção estrutural ao longo de toda ponte com argamassa polimérica.

PONTE SOBRE O RIO TRAÍRI (TRECHO TANGARÁ – SÃO JOSÉ DE CAMPESTRE)

Patologias: tabuleiro com intenso desgaste de sua estrutura (redução da capacidade resistente), sendo sensível o anormal movimento vibratório quando da passagem de veículos; precaríssimo estado de conservação da pavimentação; ocorrência de trincas e fissuras disseminadas ao longo de pontos críticos do vigamento principal e das lajes; ocorrência de estado de corrosão nas



Vista do alargamento da Ponte Traíri



Detalhe do alargamento

armaduras do vigamento principal e lajes; e desgaste excessivo dos passeios e guarda-corpos.

Intervenção: antes da execução da recuperação e do reforço estrutural, foi elaborado e executado o projeto estrutural de alargamento da ponte, com introdução de duas novas vigas principais (0.50 m x 2.00m), solidarizadas à laje existente e prolongadas lateralmente com en-



Vista do escoramento da viga de reforço ao longo da ponte



Detalhe do reforço de armadura da viga de reforço

gastamento nas novas vigas principais, alargando-se o tabuleiro de 6.05 m para 8.65 m (1.30 m para cada lado), com dois passeios de 0.60 m cada um e laje de pavimentação de 7.45 m.

Recuperação e reforço: remoção de concreto; hidrojateamento de areia na infra e superestrutura; proteção de armadura com pintura líquida de zinco; proteção catódica das armaduras com ânodos de sacrifício; grauteamento; injeção de resina epóxi; perfuração para ancoragem de armaduras de reforço com 15 e 10 cm; ancoragem das armaduras de reforço com adesivo estrutural; reforço com manta de fibra de carbono em trincas e fissuras; e instalação de novos aparelhos de apoio de neoprene e chumbo.

Detalhe executivo: adoção de escoramento indireto da estrutura de alargamento, com a implantação ao longo de todo tabuleiro de estrutura de madeira em balanço, ancoradas com tirantes de aço na laje do tabuleiro existente. Procedimento adotado em face da grande



Flambagem localizada das armaduras de pilar da ponte sobre o Rio Dois Irmãos



Encamisamento de grout dos pilares com vista dos tubos metálicos para operação de macaqueamento da Ponte Dois Irmãos

altura dos pilares existentes, que por sua vez, receberam alargamento em concreto armado 1.50 m para cada lado, com armaduras ancoradas nos blocos de fundação existentes.

PONTE SOBRE O RIO DOIS IRMÃOS (TRECHO NATAL – LAJES)

Patologia principal: abatimento acentuado de seu tabuleiro com recalque de suas fundações da ordem de 45 cm, devido à flambagem localizada das armaduras de dois pilares componentes do pórtico transversal.

Patologia secundária: corrosão disseminada na maioria de suas armaduras.

Recuperação: remoção de concreto deteriorado; hidrojateamento de areia nas armaduras; pintura líquida de zinco; grauteamento das superfícies; consolidação do solo com pasta de cimento e resinas químicas; injeção de epóxi; macaqueamento e encamisamento com groute dos pilares e vigas.



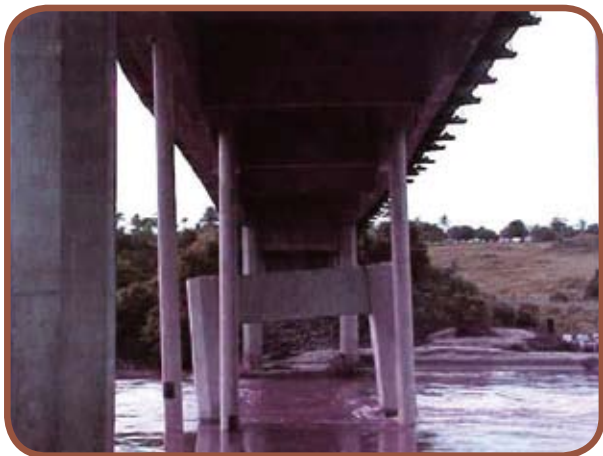
Macaqueamento da ponte com introdução de aparelho de apoio



Vista dos macacos hidráulicos durante a operação de macaqueamento da Ponte Dois Irmãos

PONTE SOBRE O RIO TRAÍRI (TRECHO MONTE ALEGRE – BREJINHO)

Patologias: colapso em duas seções, com aberturas da ordem de 15cm na zona de tração das vigas, devido a deformações progressivas da ordem de 60cm, causadas pelo recalque de suas fundações e pilares.



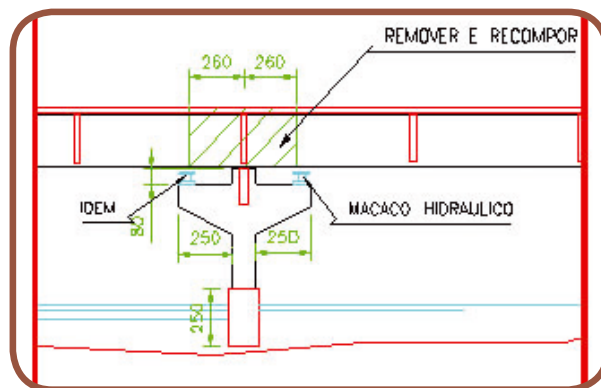
Vista da estrutura da Ponte Traíri levada pela correnteza e de parte das estruturas metálicas utilizadas para o escoramento



Detalhe de fissura em viga



Detalhe do escoramento da ponte



Detalhe do projeto de reforço estrutural da Ponte Traíri

Recuperação e reforço: escoramento da ponte com oito tubos metálicos através do tabuleiro; concretagem dos tubos metálicos; execução de novas fundações e pilares; injeção de epóxi nas rachaduras; reposicionamento, através de macaqueamento do tabuleiro com transferência de carregamento; e introdução de aparelhos de apoio de neoprene.

PONTE SOBRE O RIO MOSSORÓ

Patologias: ruptura da estrutura dos balanços junto ao guarda-rodas, em virtude da perda de seção das armaduras com corrosão; fissuras disseminadas ao longo do vigamento principal; e aumento do movimento oscilatório.

Intervenção estrutural: acréscimo de 40% na capacidade resistente da estrutura do vigamento principal, resolvido com aplicação de protensão externa

Recuperação reforço estrutural realizados: hidrojateamento de areia nas estruturas com armaduras corroídas; pintura líquida de zinco nas estruturas corroídas; grauteamento das estruturas corroídas; injeção de epóxi nas fissuras; e protensão com pós-tensão em cabos externos sob o tabuleiro com geometria poligonal embutidos em bainhas de polietileno.

Conclusão

O artigo apresentou a atual situação estrutural das pontes rodoviárias no estado do Rio Grande do Norte, em razão da ausência de investimentos para a manutenção e conservação. Em geral, as pontes rodoviárias antigas carecem, há muito tempo, de um planejamento executivo para o aumento de suas vidas úteis. Vale salientar que esses serviços apresentados foram executados exclusivamente em razão da iminência de colapso das pontes citadas, atingindo em tempo os objetivos propostos de segurança e aumento de vida útil de suas estruturas. ♦

Degradação do concreto por carbonatação: execução do ensaio

Cristiane Pauletti • *Doutoranda em Engenharia Civil*
 Edna Possan • *Doutoranda em Engenharia Civil*
 Denise C. C. Dal Molin • *Professora Doutora*
 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Claudio de S. Kazmierczak • *Professor Doutor*
 UNISINOS

1. Carbonatação do concreto

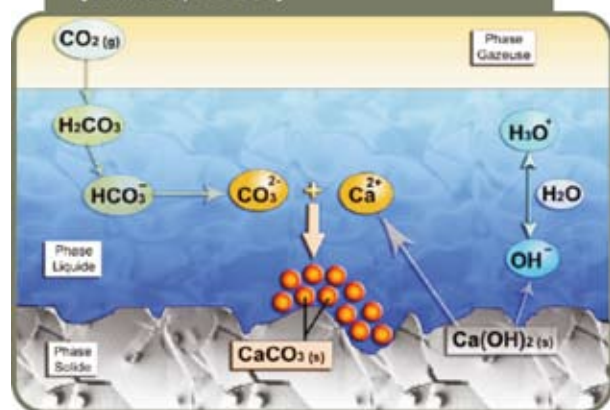
O ingresso de dióxido de carbono (CO_2) através do concreto é um dos principais desencadeadores da corrosão das armaduras, manifestação patológica preponderante nas estruturas de concreto armado. A tendência mundial, de aumento das emissões de CO_2 na atmosfera, traz conseqüências diretas às estruturas construídas em ambiente urbano, pois a profundidade carbonatada aumenta com a elevação da concentração deste gás no ambiente.

A carbonatação é um fenômeno físico-químico bastante complexo que pode limitar a vida útil das estruturas de concreto armado. O concreto possui um pH alcalino, com valores na ordem de 13, o que gera uma película passivadora (protetora) em torno da armadura. No entanto, quando carbonatado, sua alcalinidade diminui e o pH baixa para valores da ordem de 9, destruindo essa película passivadora e dando condições para a corrosão de armaduras.

As reações de carbonatação ocorrem entre os produtos formados na hidratação do cimento (principalmente o hidróxido de cálcio) e o CO_2 disponível na atmosfera, gerando essencialmente carbonato de cálcio e água, conforme a reação principal, apresentada na equação 1.



Figura 1 – Mecanismo de carbonatação do Ca(OH)_2 (THIERY, 2005)



A figura 1 ilustra a intervenção combinada de três fases: gasosa, aquosa e sólida durante o processo de carbonatação do hidróxido de cálcio. O mecanismo de carbonatação pode ser simplificado como segue:

- 1 – Difusão do CO_2 na fase gasosa dos poros e posterior dissolução na água dos poros;
- 2 – Dissolução do Ca(OH)_2 na água dos poros e difusão do Ca(OH)_2 dissolvido das regiões de maior alcalinidade para as de menor alcalinidade;
- 3 – Reação do CO_2 dissolvido com o Ca(OH)_2 dissolvido;
- 4 – Reação do CO_2 dissolvido com C-S-H e compostos não hidratados da pasta de cimento;
- 5 – Redução do volume dos poros;
- 6 – Condensação do vapor de água.

Fatores como relação água/aglomerante, condições de cura, grau de hidratação, quantidade e tipo de cimento, concentração de CO₂ no ambiente, umidade e temperatura influenciam a taxa e a velocidade de carbonatação do concreto.

Como em ambiente natural de degradação o processo de carbonatação é lento, o emprego de ensaios acelerados é uma alternativa comumente adotada para estudos de desempenho de materiais, em especial o concreto.

Os **ensaios acelerados** simulam um processo de degradação natural, com intensidade superior à esperada em condições normais de serviço. Geralmente, são desenvolvidos em laboratório, tendo como principal objetivo reduzir o tempo necessário para que ocorra a deterioração do material devido a algum processo de degradação específico. No caso da carbonatação, após um processo de condicionamento (ou sazonalização), amostras de concreto ou argamassa são expostas à ação de elevados teores de CO₂ (de 1% a 100%), com condições de umidade relativa e temperatura controladas. Em geral, a duração destes ensaios varia de 30 a 180 dias.

Os **ensaios naturais**, também denominados de ensaios não acelerados, de campo ou de longa duração, têm como princípio básico a exposição de amostras de concreto em ambiente de degradação natural, conforme o uso a que se destina, em ambiente protegido ou desprotegido das intempéries. Neste ensaio, as amostras de concreto não passam pelo condicionamento. São expostas à degradação (0,03% a 1% de CO₂), em ambiente sem controle de umidade e temperatura, demandando tempos superiores a um ano para obtenção de dados passíveis de análise.

Os ensaios acelerados formam a grande maioria dos estudos desenvolvidos, pois em relação ao ensaio natural, demandam menor tempo para a obtenção de dados e apresentam custos de execução reduzidos. No entanto, apesar da necessidade e utilização destes, ainda não existe um procedimento padronizado para a execução do ensaio e de seus fatores intervenientes. Além da falta de padronização dos procedimentos de ensaios, a maioria dos trabalhos é conduzida de forma isolada e/ou pontual nos vários centros de pesquisas brasileiros, resultando em pesquisas fragmentadas e de pequena extensão, com poucas correlações com situações in situ.

Dentro deste contexto, cabe a discussão no sentido de promover ações para:

- (i) **planejar e executar o projeto de experimentos** com critérios estatísticos,

com o propósito de obter resultados confiáveis dos efeitos isolados e das interações que interferem no processo de carbonatação do concreto;

- (ii) **padronizar os ensaios** no Brasil a fim de unificar o conhecimento sobre o tema e buscar soluções para os problemas referentes às manifestações patológicas;
- (iii) **criar uma base de dados** a fim de agrupar e correlacionar as informações (dados, procedimentos, modelos, etc) de durabilidade existentes.

2. Planejamento, Padronização e base de dados

As decisões adotadas no planejamento dos ensaios acelerados de carbonatação influenciam os resultados a serem obtidos. Se a intenção é padronizar, faz-se necessário controlar todos os fatores envolvidos no ensaio ou, ao menos, saber as conseqüências de não controlá-los.

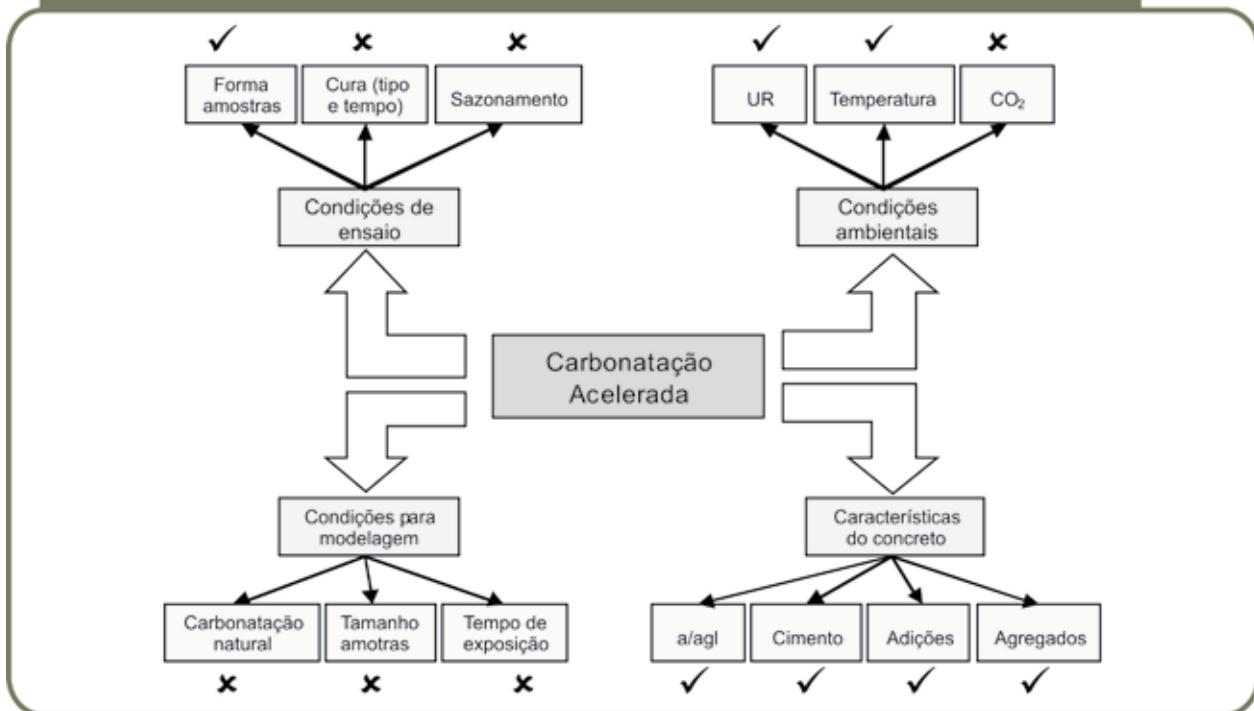
Mas o que é planejamento de ensaio? Como fazê-lo? Qual a influência do planejamento dos ensaios nos resultados de profundidade carbonatada?

O planejamento do ensaio refere-se à seleção das variáveis de estudo (dependentes e independentes) como: tipo de ensaio (acelerado ou natural); tamanho e forma de amostra; tipo de dados e interações que se deseja coletar; entre outros itens. Ou seja, refere-se à condução de um experimento desde antes da realização até a análise e cruzamento dos dados, empregando-se para tal a técnica de projeto de experimentos. É nesta etapa que se define a abrangência da pesquisa, sendo a mesma de fundamental importância para o avanço do conhecimento.

No entanto, para comparar dados de experimentos obtidos por centros de pesquisa distintos, o planejamento por si só não é suficiente. É necessário que os ensaios sejam conduzidos de forma semelhante, ou seja, padronizada. Todavia, não existe um procedimento de ensaio normalizado no Brasil e, os que existem no exterior, ou são considerados não adequados, ou estão pouco difundidos no Brasil. Mas pergunta-se: através dos estudos já realizados seria possível propor um procedimento de ensaio? Se não, o que ainda precisamos investigar?

Com o intuito de apresentar o estado da arte das pesquisas de carbonatação no Brasil, este artigo relaciona diversos trabalhos e procura fazer uma descrição e compilação do

Figura 2 – Esquema do estado da arte das pesquisas de carbonatação acelerada no Brasil (PAULETTI, POSSAN, DAL MOLIN (2007))



estado de conhecimento dos fatores envolvidos nos ensaios acelerados de carbonatação, o que é resumido na figura 2, onde as variáveis envolvidas foram divididas em 4 grupos. Na figura são indicados os fatores que, segundo as autoras, são compreendidos (✓) e os que ainda carecem de pesquisa (✗).

No trabalho foi constatado que fatores como o tipo e o tempo de cura, acondicionamento, o teor de CO₂ e todos os itens relacionados as condições para modelagem não são aplicados de maneira padronizada pelos pesquisadores, o que reforça a necessidade de um ensaio padronizado, a fim de uniformizar o procedimento de coleta de dados nos ensaios de carbonatação conduzidos no Brasil.

Para a determinação da frente de carbonatação vários métodos podem ser utilizados (indicadores químicos, diferença de massa, termogravimetria, entre outros) e as diferenças entre eles são conhecidas e abordadas na literatura. Ressalta-se, apenas, que o método mais utilizado é o de aspersão de indicadores químicos (normalmente, a fenolftaleína), que indica o ponto de viragem do pH em torno de 9 (incolor para valores inferiores a 9 e rosa-carmim para valores de pH acima de 9). No emprego desse método, geralmente, extrai-se uma fatia da seção transversal da amostra e nela é aspergida a solução. Os exemplos mostrados nesse trabalho referem-se ao uso da fenolftaleína.

Por meio da padronização, acredita-se que se iniciaria a geração de uma base de dados relativos à durabilidade (comparação entre dois ou mais materiais), que então poderia ser empregado, com certa segurança, para fins de previsão de vida útil (estimativa de vida de um dado material) de estruturas de concreto armado.

3. Carbonatação visando à durabilidade

Se o ensaio de carbonatação for realizado com a finalidade de verificar a durabilidade do material, deve-se levar em conta três grupos da figura 1: condições de ensaio, condições ambientais e características do concreto.

As condições do ensaio englobam a forma das amostras, o tipo e o tempo de cura e o acondicionamento.

3.1. CONDIÇÕES DE ENSAIO

O efeito da forma das amostras e/ou a soma de vetores na frente de carbonatação já é conhecido, sendo as formas cilíndricas preteridas em relação às prismáticas. As figuras 3 e 4 apresentam amostras cilíndricas e prismáticas, respectivamente, do mesmo material, carbonatadas pelo mesmo período de tempo. Alguns pesquisadores optam por romper os corpos-de-

Figura 3 – Corpos-de-prova cilíndricos parcialmente carbonatados



prova cilíndricos no sentido longitudinal a fim de minimizar os efeitos da adição de vetores.

O tipo de cura (submersa, úmida ou ao ar) e o tempo de cura (7, 14, 28 ou mais dias) têm influência na velocidade de carbonatação, principalmente se a exposição é interna ou externa, no caso de carbonatação natural, mas ainda não há na literatura um consenso sobre os níveis a serem empregados nos ensaios.

A condição em que se encontram os corpos-de-prova para o ensaio de carbonatação acelerada é de extrema importância, pois irá influenciar fortemente nos resultados obtidos. Um problema bastante comum em nossas pesquisas é a ausência desta etapa e/ou a omissão na descrição do **precondicionamento**.

Figura 4 – Corpos-de-prova prismáticos parcialmente carbonatados

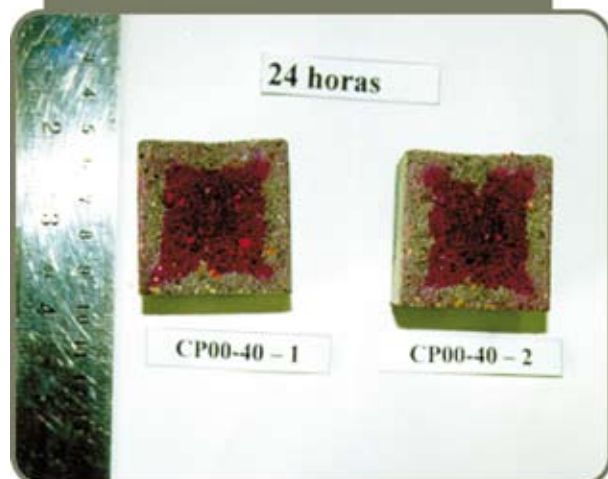


Figura 5 – Amostras em pré-condicionamento em ambiente com umidade e temperatura controladas



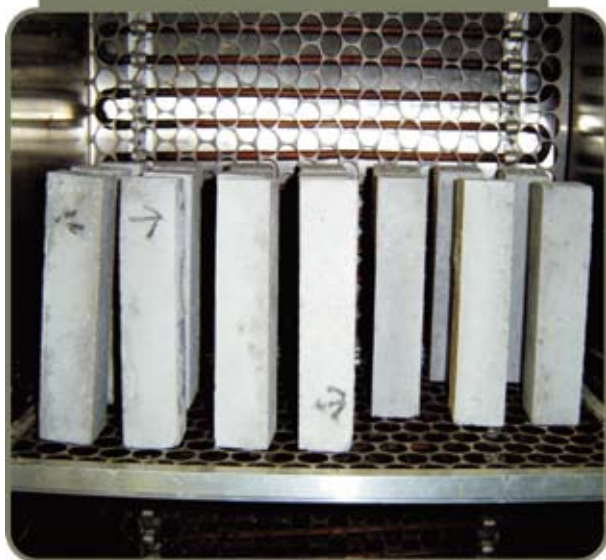
Depois de curados e antes de entrarem na câmara de carbonatação, os corpos-de-prova devem ser pré-condicionados. O ideal é que este processo garanta o equilíbrio da umidade interna dos corpos-de-prova, como também uma quantidade de água que favoreça o avanço da frente de carbonatação.

Mas, deve-se perguntar: “o que se espera desse procedimento?”: “que haja uma distribuição homogênea de uma quantidade de água em equilíbrio com um ambiente de dada umidade relativa?” ou “que a condição de ensaio seja igual para todos os corpos-de-prova, mesmo que isso resulte em quantidades distintas de água internamente?” ou “que todas as amostras tenham o mesmo percentual interno de água?” ou “que seja um procedimento de fácil realização?” ou “que represente da forma mais fiel possível o que ocorre na prática?”. A resposta a essas perguntas levará ao procedimento de pré-condicionamento mais adequado aos objetivos do ensaio acelerado.

A Rilem (1999), no TC-116 PCD, apresenta um procedimento para obtenção de uma distribuição homogênea de uma determinada quantidade de água em equilíbrio com ambiente de umidade relativa de 75%. No entanto, o referido procedimento é trabalhoso e deixa dúvidas quanto à sua realização.

A figura 5 ilustra corpos-de-prova sendo pré-condicionados em ambiente climatizado e a figura 6 mostra o pré-condicionamento das amostras em estufa.

Figura 6 – Amostras em
precondicionamento em estufa
com temperatura controlada



3.2. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

A umidade relativa, a temperatura e o percentual de CO_2 são condições ambientais de ensaio que influenciam os testes de carbonatação acelerada.

Na literatura encontra-se que a carbonatação é máxima em valores de **umidade relativa** entre 50% e 80%. Embora esse intervalo seja bastante amplo, acredita-se que, para obtenção de maiores profundidades de carbonatação em menor intervalo de tempo, haja uma relação direta entre a umidade relativa e a concentração de CO_2 a ser utilizada, pois a própria reação gera água, que também pode ser usada para o avanço da frente de carbonatação.

Com relação à umidade relativa é importante salientar que se trata da umidade do ambiente para que a reação seja favorecida, o que não significa que esta seja o teor de água do corpo-de-prova. Quando se fala em umidade da amostra, se está falando de uma quantidade/concentração de água que esta amostra tem em equilíbrio com um ambiente de dada umidade. Por exemplo, se as amostras são precondicionadas e o ensaio realizado em um ambiente com 70% de umidade relativa, isso não quer dizer que esta amostra terá 70% do seu total de água, quando saturada.

Em termos de **temperatura**, os pesquisadores concordam que, para valores entre 20°C e 40°C, a temperatura praticamente não influencia na carbonatação do concreto, pois nestes níveis o processo ainda é controlado pela difusão.

A **concentração de CO_2** é um fator bas-

tante relevante para o avanço da profundidade de carbonatação. Segundo a literatura, até certos níveis, quanto mais elevado o teor de CO_2 do ambiente de exposição, maior a profundidade carbonatada do concreto. Entretanto, ainda não existe consenso sobre esta questão, havendo uma carência de trabalhos que contemplem diferentes teores de CO_2 no projeto de experimentos a fim de definir qual o teor ideal a ser empregado no ensaio.

Os autores sugerem que mais estudos sejam realizados contemplando vários percentuais de CO_2 (1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 70 e 100%), a fim de elucidar se realmente há uma queda na velocidade de penetração da frente de carbonatação a partir de determinada concentração e em qual intervalo isto ocorre.

3.3. CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO

Os fatores que foram chamados de características do concreto, como a relação água-aglomerante, o tipo de cimento, as adições e os agregados, geralmente, são alvo da avaliação do material em estudo. As comparações são feitas mudando essas variáveis e suas respectivas quantidades.

Além disso, os efeitos de se aumentar ou diminuir a relação a/agl, o consumo de cimento, as adições e os agregados já estão bem difundidos na comunidade científica. O comporta-

Figura 7 – Câmara de
carbonatação em acrílico

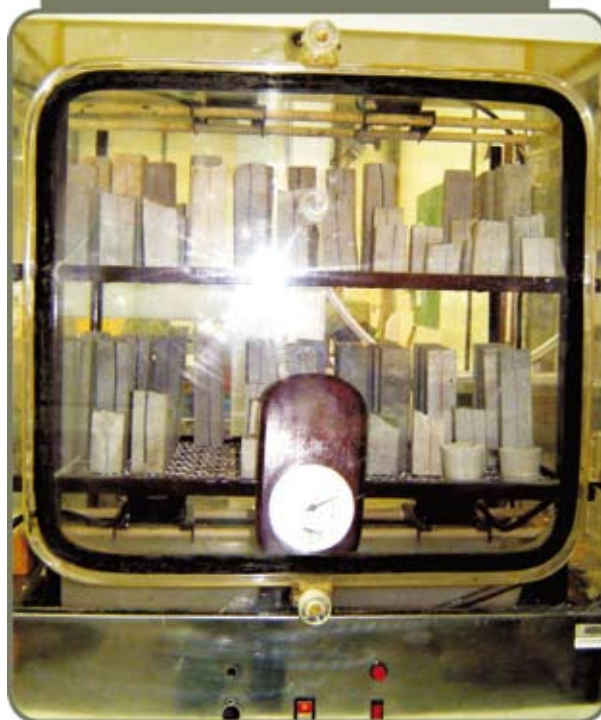


Figura 8 – Câmara de carbonatação em compensado, com “janelas” em acrílico



mento de diferentes tipos de cimento também é conhecido, ou então, é foco do estudo.

Acredita-se que estes fatores são parte do projeto de experimentos de cada pesquisa e não seriam contemplados diretamente na norma, ficando esta restrita aos fatores que, de uma forma geral, regem o ensaio e suas condições.

4. Aspectos importantes a serem levados em conta

Ao estimar o tempo de cada etapa, desde a moldagem até a medida da profundidade de carbonatação, é importante levar em conta o tipo de cura (ao ar, úmida ou submersa) e tipo de condicionamento, fatores que podem alterar consideravelmente o tempo necessário para que as condições preestabelecidas sejam atingidas.

As câmaras de carbonatação utilizadas, geralmente, ficam em ambientes de temperatura e umidade controladas, porém, essas câmaras são estanques e não têm trocas com o ambiente em que estão inseridas, e, devido às reações do processo de carbonatação, criam uma atmosfera

própria. Por esses motivos, torna-se importante colocar termômetros, higrômetros e medidores de CO_2 dentro da câmara, de modo que estes possam ser vistos externamente, permitindo que as condições internas sejam ajustadas quando necessário. As figuras 7 e 8 ilustram duas câmaras de carbonatação utilizadas em ensaios acelerados.

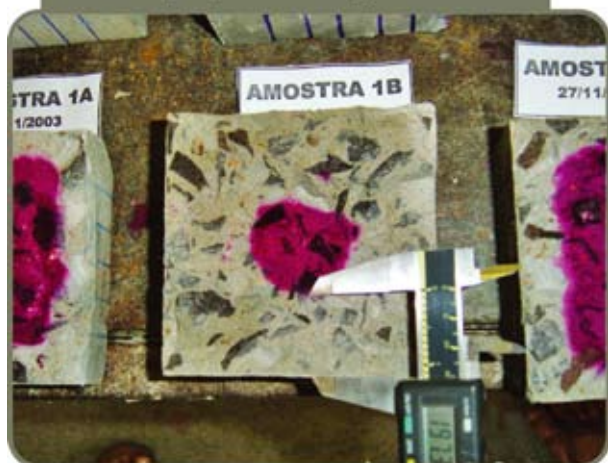
Ao abrir as câmaras de ensaio para medida da carbonatação, deve-se tomar cuidado para não contaminar o entorno da mesma, devendo conduzir o CO_2 interno para um ambiente externo, ao ar livre. Como, na maioria das vezes, as câmaras são locadas em salas climatizadas, onde outros corpos-de-prova estão sendo ensaiados no mesmo ambiente, ou até preconditionados para o próprio ensaio, a não observância dessa precaução poderia prejudicar os resultados, além de não ser aconselhável para a saúde.

Para a ruptura da fatia que será analisada, pode-se fazer uso de uma prensa (figura 9). Quanto mais plana for a fatia retirada, melhor, pois facilitará a medida da profundidade de carbonatação, independentemente dela ser realizada com paquímetro ou por análise de imagens. Para auxiliar nessa ruptura, podem ser usados pedaços de barras de aço de seção circular na base e no topo do corpo-de-prova, na altura em que deve ser rompido.

Figura 9 – Ruptura do corpo-de-prova para retirada da fatia a ser ensaiada



Figura 10 – Medição da profundidade carbonatada com uso de paquímetro digital



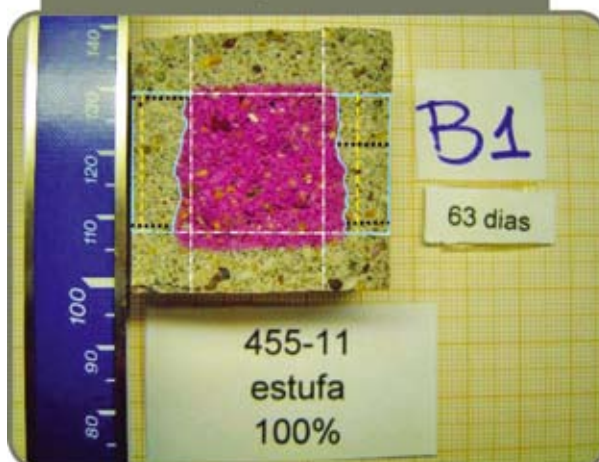
Como dito anteriormente, a indicação e medição da profundidade carbonatada pode ser feita de diversas maneiras, todavia, a mais comumente usada é por indicadores químicos, geralmente a fenolftaleína. A medida da frente de carbonatação é obtida com o auxílio do paquímetro (figura 10) ou por análise de imagens (figura 11 e 12). Quando se utiliza a análise de imagem é importante lembrar que a fotografia deve ser acompanhada de uma escala ou utensílio métrico (régua, paquímetro, etc), para que o valor mensurado seja representativo. Também é interessante manter a mesma distância focal para todas as imagens, pois, caso contrário, a cada nova análise a escala deverá ser ajustada.

As figuras 11 e 12 apresentam uma imagem digital de uma amostra parcialmente carbonatada antes e depois de ter sido analisada com auxílio de software específico para análise de imagens.

Figura 11 – Imagem digital para medida da frente de carbonatação



Figura 12 – Imagem digital ao final da análise da frente de carbonatação



Outra forma bastante simples de acompanhar a carbonatação se dá por ganho de massa, onde também se pode fazer um acompanhamento da água gerada na reação. Caso esse controle seja feito, é preciso prever a moldagem dessas amostras.

Dependendo do tipo de análise que está sendo realizada, ao mesmo tempo em que os ensaios de carbonatação são conduzidos, pode haver a necessidade de se retirar uma amostra em determinada condição ou profundidade de carbonatação para avaliação e caracterização e, por isso, o ensaio deve ser planejado para que não tenha que ser repetido.

Por todas as razões citadas anteriormente, fica claro que, ao planejar um ensaio de carbonatação, principalmente quando for acelerado, é importante saber exatamente qual é o objetivo do mesmo e quais são as respostas esperadas.

5. Conclusões

Como visto, a carbonatação é um fenômeno físico-químico complexo que pode ser bastante influenciado por diversas variáveis. Quando da realização de ensaios de carbonatação, seja visando durabilidade ou previsão de vida útil, diversos cuidados devem ser tomados, o que seria padrão se houvesse um procedimento normalizado. Contemplar todas estas variáveis em um ensaio de degradação, não é uma tarefa fácil, todavia, necessária.

Das condições ambientais que envolvem o ensaio, a influência da **temperatura** e da **umidade relativa** são melhor compreendidas e poderiam ser estabelecidas numa padronização. O **percentual de CO₂** ideal parece estar relacionado diretamente com a umidade relativa e o condicionamento, entretanto ainda carece de investigação.

Acerca das condições de ensaio, a **forma das amostras** também está compreendida. Os efeitos do **tipo e tempo de cura** já são bem conhecidos, mas precisam ser relacionados aos objetivos do ensaio de carbonatação e, então, fixados em norma. No **precondicionamento** reside uma grande incógnita, ainda mais pelo fato desse fator interferir e sofrer influência de outras variáveis. Mais que a realização de diversos experimentos, é necessário saber o que se espera desse procedimento.

As características do concreto são o alvo da maior parte dos estudos e acredita-se que numa norma seriam variáveis da pesquisa.

A relação entre **ensaios acelerados e naturais** de carbonatação deve avançar no sentido de comparar a tendência de comportamento e

verificar se há representatividade, para então, fazer extrapolações e estimativas de previsão da carbonatação e da vida útil das estruturas de concreto. O **tamanho das amostras** e o **tempo de exposição** também precisam ser discutidos em função dos objetivos.

Enquanto não for criada uma norma para os ensaios acelerados de carbonatação, os fatores que ainda não são bem compreendidos merecem maior atenção e cuidado no planejamento dos experimentos que estudam o fenômeno.

Avanços neste sentido dependem da cooperação da comunidade técnico-científica, da padronização de procedimentos de ensaios à criação de bancos de dados de degradação natural e acelerada, viabilizando estudos probabilísticos e maior aproximação da vida útil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] PAULETTI, C.; POSSAN, E.; DAL MOLIN, D. C. C. Carbonatação acelerada: estado da arte das pesquisas no Brasil. Revista Ambiente Construído, v. 7, n. 4, p. 7-20, 2007.
- [02] REUNION INTERNATIONALE DE LABORATOIRES D'ESSAIS ET MATERIAUX – RILEM. Concrete Durability – An approach towards performance testing. (RILEM Recommendation TC 116-PCD). Materials and Structures, 1999, p. 163-173.
- [03] THIERY, M. Modélisation de la carbonatation atmosphérique des bétons – Prise en compte des effects cinétiques et de l'état hydrique. Tese de doutorado da Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 2005.♦



PROGRAMA IBRACON DE CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL



Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON é Organismo
Certificador de Pessoal – OPC

Primeira entidade acreditada pelo INMETRO para certificar
mão-de-obra da construção civil



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

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

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

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

Aplicação dos critérios de qualidade na Construção Civil

Adriana Galletto • *Diretora*
Apoena Engenharia Ltda

Marcelo Zanardo Petrelli • *Diretor*
ADM Gestão de Empresas

1. Introdução

1.1 CRITÉRIOS DE QUALIDADE

Num mercado cada vez mais competitivo, é de grande importância que as organizações adequem seus métodos de gerenciamento com as melhores práticas em gestão.

A Fundação Nacional da Qualidade (FNQ) considera oito critérios no desenvolvimento do modelo de excelência em gestão.

Destes oito critérios, sete tratam dos processos gerenciais e o oitavo examina os resultados obtidos pelas práticas dos critérios.

1.2 ESTÁGIOS DE MATURIDADE

Ao decidir pelo desenvolvimento e a implementação dos critérios de qualidade a Liderança da organização deve estar ciente que o processo de adequação da gestão é um projeto que demanda tempo e constância de propósito da organização.

A FNQ indica para organizações que estão no estágio inicial o documento **Compromisso com a Excelência**. Para estágios intermediários, utilizar o **Rumo à Excelência** e para as que estão

Figura 1 – Evolução e estágios de maturidade da gestão



em estágio avançado, o caderno **Críticos de Excelência**.

A Figura 1 apresenta de forma simbólica o tempo e o esforço para alcançar a excelência na gestão.

Dentro deste processo de mudança, é importante que a Liderança eleja de forma coerente quais critérios impactam inicialmente a estratégia definida, iniciando-se o processo de implementação pelos critérios mais relevantes.

Neste artigo, abordaremos processos gerenciais referentes a **Clientes** e **Pessoas** para empresas em estágio inicial, utilizando como referência o **Compromisso com a Excelência 2009-2010** da FNQ.

2. Critério Clientes

Muitos empresários afirmam que o Cliente é a razão de ser da organização, ou seja, ela só existe porque existe o Cliente para adquirir seus produtos. Teoricamente isto faz sentido, porém a prática deste conceito mostra-se aquém de um padrão desejável.

Tabela 1 – Segmentação na Construção Civil

Segmento	Construção
Industrial	Indústria Farmacêutica
	Indústria Cerâmica
	Indústria Têxtil
Comercial	Supermercados
	Restaurantes
	Bancos
Residencial	Condomínios verticais
	Condomínios horizontais
	Moradia Popular

No critério **Clientes**, a organização deve:

- ◆ Segmentar seu mercado;
- ◆ Identificar as necessidades e expectativas dos Clientes;
- ◆ Divulgar as marcas e os produtos da organização;
- ◆ Tratar as reclamações;
- ◆ Avaliar a satisfação do Cliente.

2.1 CLIENTES – SEGMENTÁ-LOS

Segundo Kotler, em seu livro *Administração de Marketing (2000)*, “*uma empresa raramente consegue satisfazer a todos em um mercado. Segmentos de mercado podem ser identificados, analisando-se diferenças demográficas, psicográficas e comportamentais dos Clientes*”.

Utilizaremos, como exemplo, uma empresa da construção civil que atende o segmento industrial, comercial e residencial.

Neste processo de segmentação do mercado alvo, a organização especializou-se nos seguintes setores, conforme Tabela 1.

Ao segmentar seu mercado alvo, a organização consegue comunicar-se com clientes com mesmo interesse e executar ações de marketing focadas para grupos específicos.

Para o segmento **Residencial – Moradia Popular**, a empresa identificou a seguinte

Tabela 2 – Participação Residencial – Moradia Popular

Segmento	Construção	%
Residencial	Condomínios verticais	20%
	Condomínios horizontais	45%
	Moradia Popular	35%

Tabela 3 – Residencial – Moradia Popular – Perfil da Família *

Idade	30 a 50 anos
Escolaridade	Ensino Fundamental/Médio
Classe Social	D e E
Filhos	3

*Dados apresentados como referência. Não representam a realidade de mercado.

segmentação e participação em seu portfolio (Tabela 2).

Ao aprofundarmos no setor de Moradia Popular, identificamos aspectos relevantes, como o perfil da família, para a composição do produto a ser oferecido, conforme Tabela 3.

Este perfil pode ser ampliado e detalhado, considerando-se informações sobre os hábitos e costumes deste público.

2.2 CLIENTES – NECESSIDADES E EXPECTATIVAS

Ao oferecer um produto no mercado, a organização deve estudar as necessidades e expectativas de seus Clientes.

Mantendo o foco no mercado alvo **Residencial – Moradia Popular** a organização com base na segmentação identificada desenvolve o produto customizado, conforme tabela 4 – Necessidades do Cliente Residencial – Moradia Popular.

2.3 CLIENTES – DIVULGAÇÃO DOS PRODUTOS E MARCAS

O processo de divulgação dos produtos e marcas da organização é fundamental para o êxito na comercialização.

O cuidado com a imagem da organização deve ser contemplado neste item, utilizando formas e canais adequados.

Tabela 4 – Necessidades do Cliente Residencial – Moradia Popular

Tipologia da Residência	Casa térrea
Metragem média	40,00 a 60,00 m ²
Ambientes	Sala de estar, cozinha, 2 dormitórios, 1 banheiro, pequena área de serviço
Proximidade de	Posto de saúde, escola, circulação de ônibus

O Escritório de Engenharia Joal Teitelbaum, com base em seu planejamento de marketing utiliza em seus materiais promocionais obrigatoriamente os seguintes itens:

- ◆ Logomarca da Empresa;
- ◆ Slogan;
- ◆ Simbologia da Marca Registrada no INPI;
- ◆ Referência à Lei 4.591/64;
- ◆ Referência aos Prêmios e Certificações de Qualidade

Conforme seu Relatório de Gestão, publicado pela Fundação Nacional da Qualidade em 2003, esta construtora, em seus materiais institucionais, divulga amplamente a Política da Qualidade e Meio Ambiente, Saúde e Segurança (PQMASS), histórico da organização, prêmios e conquistas, depoimentos de clientes e personalidades de idoneidade inquestionável e Práticas de Responsabilidade Social.

Outras formas de comunicação podem incluir:

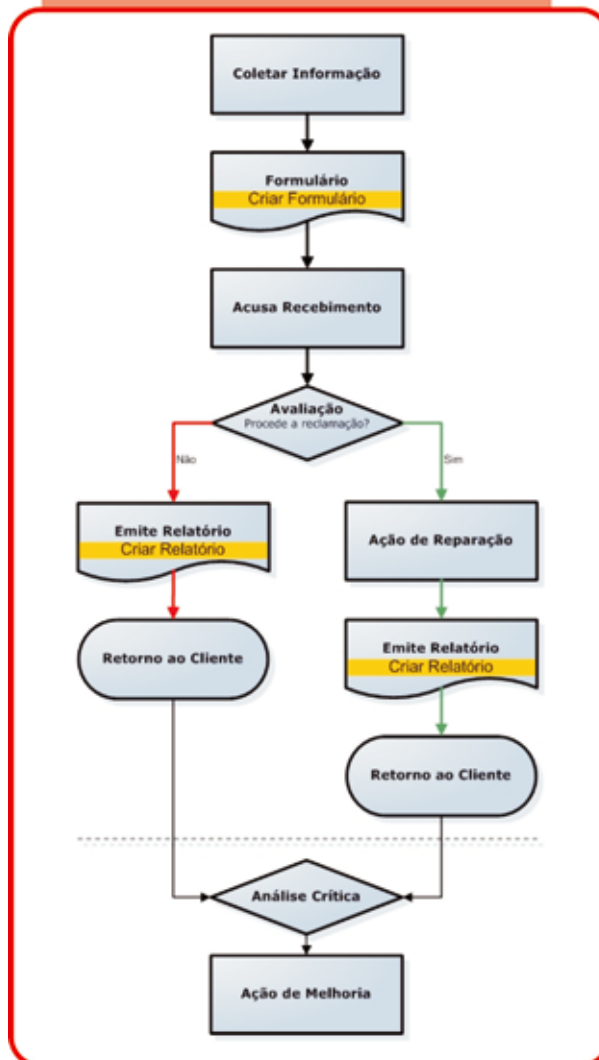
- ◆ Tapumes;
- ◆ Visitas a Clientes;
- ◆ *Press-release*;
- ◆ *Clippings* eletrônicos;
- ◆ Plantões de Vendas;
- ◆ Linhas telefônicas 0800.

2.4 CLIENTES – TRATAR AS RECLAMAÇÕES

Toda organização que tenha como um de seus valores o foco no cliente, deve contemplar um sistema que receba, registre e tenha um plano de ação para as reclamações e sugestões de seus clientes.

A “NBR ISO10002:2005, *Gestão da qualidade – Satisfação do cliente – Diretrizes para o*

Figura 2 – Fluxograma para tratar a reclamação do cliente



tratamento de reclamações nas organizações”, orienta as organizações de qualquer porte em como conduzir estas questões de forma a oferecer ao cliente a resposta adequada, e ressarcir ou refazer o serviço quando aplicável.

A Figura 2 apresenta de forma resumida a metodologia para tratar a reclamação do cliente.

2.5 CLIENTES – AVALIAR SUA SATISFAÇÃO

A avaliação da satisfação do cliente é realizada a partir do momento em que a organização conseguiu cumprir com os requisitos anteriores.

Algumas organizações utilizam esta ferramenta em dois momentos distintos: um na metade do projeto e outro na entrega do projeto.

Na pesquisa inicial (metade do projeto) há a possibilidade de corrigir eventuais

rotas que não estão aderentes ao padrão de qualidade da empresa. Já a pesquisa na entrega da obra indica questões que ainda exigem oportunidades de melhoria. Ambas as pesquisas servem como indicadores de performance da empresa.

3. Critério Pessoas

O critério Pessoas contemplado no **Compromisso com a Excelência** da FNQ questiona como a organização conduz a relação com sua equipe, bem como o desenvolvimento e aprimoramento, os riscos e sua satisfação. É comum no discurso das organizações as pessoas serem consideradas seu bem mais precioso. Porém, na prática, o que vemos é um *gap* importante entre a teoria e a prática.

Neste critério, temos as seguintes questões a considerar:

- ◆ A implementação e definição da organização do trabalho;
- ◆ Critério para a seleção e contratação do profissional;
- ◆ A capacitação e desenvolvimento das pessoas;
- ◆ A forma de realização dos programas de capacitação e de desenvolvimento;
- ◆ Os perigos e os riscos relacionados à saúde ocupacional, segurança e ergonomia;
- ◆ A satisfação das pessoas.

3.1 PESSOAS – IMPLEMENTAÇÃO E DEFINIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Para o desenvolvimento do plano de ação traçado pela organização, bem como a realização das tarefas diárias de cada profissional, é importante a definição clara da tarefa de cada nível hierárquico. Cabe a organização definir quais as atribuições de cada profissional que atua na empresa. Ao informar claramente as responsabilidades e autonomias, a organização *“promove a sinergia do trabalho em equipe e a produtividade do sistema de trabalho”*, segundo o caderno Compromisso com a Excelência da FNQ (2009-2010).

O Ministério do Trabalho, através do site <http://www.mteco.gov.br/busca.asp> apresenta formalmente com base na Classi-

ficação Brasileira de Ocupações as diversas responsabilidades de cada profissional. Com base neste documento, a organização pode complementar as tarefas que julgar relevantes para o desenvolvimento do trabalho de cada categoria.

A Tabela 5 apresenta de forma sucinta o descritivo de cargo, as responsabilidades e a autonomia de cada profissional.

3.2 PESSOAS – CRITÉRIO PARA A SELEÇÃO E CONTRATAÇÃO DO PROFISSIONAL

No recrutamento e seleção do profissional, a organização deve identificar as necessidades relacionadas à execução dos seus serviços e, com base nesta identificação, desenvolver um sistema que selecione o profissional. Este critério deve contemplar competências:

- ◆ Educacionais;
- ◆ Técnicas e;
- ◆ Pessoais.

A seleção profissional pode ser tanto interna quanto externa. Muitas organizações iniciam este processo pela sua equipe para verificar se há interesse de algum profissional ocupar a vaga oferecida. Não havendo nenhum profissional interno, a busca é realizada no mercado.

Contratado o profissional, a integração é importante para inserção, conhecimento e orientação organizacional.

Tabela 5 – Cargos e Funções de cada profissional

Função	CBO*	Responsabilidade sumária
Engenheiro Civil	2142	Elaborar, executar e dirigir projetos de engenharia, assessorando na realização dos mesmos e supervisionando a sua execução.
Encarregado	7102	Coordenar e supervisionar equipes de trabalho, controlar padrões produtivos dos serviços, administrar o cronograma da obra, receber materiais, orientar os operários sobre as normas de higiene e segurança do trabalho.
Pedreiro	7152	Realizar trabalhos de alvenaria, concreto e outros materiais de construção civil, guiando-se por desenhos, esquemas e especificações, e utilizando processos e instrumentos pertinentes ao ofício, para construir, reformar, ou reparar prédios e obras similares.
Servente de obras	7170	Limpeza da obra, acondicionamento de materiais e ferramentas, transporte de materiais, preparo de argamassas sob supervisão do encarregado.

*CBO - Classificação Brasileira de Ocupações.

Tabela 6 – Capacitação e formato do desenvolvimento

Cargo	Engenheiro	Encarregado	Pedreiro
Conteúdo	Impermeabilizações e vedações	Impermeabilizações e vedações	Impermeabilizações e vedações
Formato	Mestrado e/ou especialização	Cursos e treinamentos	Orientação didática
Forma	Por meio de programas de instituições particulares ou do governo	Por meio de profissional capacitado e empresas especializadas	Por meio do mestre de obras, com a fiscalização do engenheiro responsável
Período	Determinado pela instituição com atualizações constantes	A cada 6 meses, com atualizações quando necessário	A cada execução do serviço

Neste processo de integração devem ser incluídos os seguintes temas:

Programa de Integração da Empresa

A EMPRESA

- ◆ Visão
- ◆ Missão
- ◆ Valores Organizacionais
- ◆ Histórico
- ◆ Liderança
- ◆ Nossos Produtos
- ◆ Mercados que atuamos
- ◆ Organograma
- ◆ Macro Fluxograma
- ◆ Sistemas de Gestão

SEU SETOR

- ◆ Objetivo
- ◆ Responsável
- ◆ Colegas
- ◆ Fluxograma
- ◆ Indicador de Desempenho/Metas
- ◆ Fatores Críticos de Sucesso
- ◆ Descritivo do cargo
- ◆ Autonomia
- ◆ Responsabilidade
- ◆ Uniforme
- ◆ Utilização de EPI
(Equipamento de Proteção Individual)

BENEFÍCIOS

- ◆ Horário de Trabalho
- ◆ Dia do Pagamento
- ◆ Benefícios
- ◆ Incentivos
- ◆ Férias

3.3 PESSOAS – CAPACITAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS PESSOAS

Ter pessoas com capacidade para suportar a estratégia estabelecida nas organizações é fundamental para o alcance dos objetivos e metas traçados. Neste sentido, a FNQ – Fundação Nacional da Qualidade (2009-2010) questiona *“como as necessidades de capacitação e desenvolvimento são identificadas considerando as estratégias e as necessidades das pessoas”*.

Um mapeamento e o registro formal sobre quais são os profissionais que trabalham na organização e a formação que possuem auxilia a direção no entendimento técnico da força de trabalho e serve como norte no desenho dos programas de capacitação e desenvolvimento da equipe.

Estes projetos de capacitação e desenvolvimento interno devem ser desenhados e comunicados a equipe, informando a necessidade de adequar os profissionais as necessidades da organização. A prática desses programas deve ser urgente, pois assimilar profundamente uma nova área de atuação, a operação de máquina, novas tecnologias demandam tempo para a incorporação e aprendizado.

3.4 PESSOAS – REALIZAÇÃO DOS PROGRAMAS DE CAPACITAÇÃO E DE DESENVOLVIMENTO

É importante que cada setor tenha sua forma e realização adequada a necessidades dos profissionais que participam deste programa. Neste sentido, para um engenheiro a capacitação e desenvolvimento não são nos mesmos moldes que para os pedreiros. Na tabela 6, apresentamos a programação de capacitação bem como a forma desta capacitação.

Tabela 7 – Identificação e tratamento dos riscos e perigos

Identificação	Tratamento
"Check list" relacionando todos os perigos e riscos de cada etapa construtiva	Conscientização, treinamento e aplicação de posturas e técnicas para desenvolver o trabalho, aliado ao uso de EPIs
Observação do comportamento dos trabalhadores mediante riscos e perigos	Fiscalização e treinamentos de reforço
Limpeza e organização do canteiro de obras	Aplicação da ferramenta 5S*
Observar os movimentos dos trabalhadores na realização de suas tarefas	Apresentação de palestras ou filmes sobre a importância da ergonomia

* O 5S é uma prática desenvolvida no Japão, onde os pais ensinam a seus filhos princípios educacionais que os acompanham até a fase adulta. Caracteriza-se também por ser uma das primeiras ferramentas de gestão de qualidade nas organizações que tem como foco a melhoria contínua. São eles: Seiri (Organização), Seiton (Ordenamento), Seiso (Limpeza), Seiketsu (Asseio) e Shitsuke (Disciplina).

A recomendação para funcionários terceirizados na execução da obra é incluí-los nos programas de capacitação e desenvolvimento, pois entende-se que eles estão executando e vivenciando os valores organizacionais e o dia a dia das obras da organização que os contratou.

3.5 PESSOAS – PERIGOS E OS RISCOS RELACIONADOS À SAÚDE OCUPACIONAL, SEGURANÇA E ERGONOMIA

Na construção civil, os perigos e riscos de acidente de trabalho são uma constante. Com o objetivo de reduzir estes índices de acidentes e manter essa redução, é importante fazer da segurança um ritual diário de práticas e procedimentos, envolvendo as pessoas nas atividades diárias e criando a visão de uma cultura de segurança total.

A excelência em segurança e saúde do trabalho deve ser alcançada por meio de mudanças contínuas de comportamento e não apenas com programas.

Estas mudanças poderão acontecer basicamente por uma efetiva troca de informações e experiências, assim como treinamentos, conscientização de conteúdo e aplicação prática na construção civil, a todos os níveis da organização (estratégico, tático e operacional), e que gere sensibilização, reciclagem e aperfeiçoamento de toda a mão de obra.

A implantação da NR-18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção da ABNT (2003), melhorou a qualidade das obras e também a qualidade de vida dos seus trabalhadores, porém o número de acidentes de trabalho no setor da construção civil continua sendo bastante significativa.

A ergonomia é tratada na norma OHSAS 18001: 1999 – Especificação da gestão em saúde e segurança do trabalho, que auxilia o gestor a planejar, implantar, desenvolver e manter os cuidados com a ergonomia na empresa e no canteiro de obras.

Na Tabela 7, é possível iniciar a identificação e tratamento dos perigos e riscos rela-

Tabela 8 – Fatores Motivacionais e os Fatores Higiênicos

Fatores Motivacionais (Satisfacientes) Conteúdo do Cargo	Fatores Higiênicos (Insatisfacientes) Contexto do Cargo
Como a pessoa se sente em relação ao cargo	Como a pessoa se sente em relação à empresa
O trabalho em si mesmo	As condições de trabalho
Realização pessoal	Salários e prêmios de produção
Reconhecimento do trabalho	Benefícios e serviços sociais
Progresso profissional	Cultura organizacional
Responsabilidade	Relações com o gerente

Fonte: CHIAVENATO, I. (1994).

Tabela 9 – Bem-estar, a satisfação e a motivação

BEM-ESTAR	SATISFAÇÃO	MOTIVAÇÃO
Sinto segurança	Dever cumprido	Tenho motivos
Trabalho com critérios de segurança;	Saber o que, onde e como fazer;	Desenvolvimento pessoal;
Tenho responsabilidades;	Bater metas estabelecidas;	Desenvolvimento profissional;
Tenho assistência de saúde.	Tarefa executada com precisão;	Reconhecimento pela direção;
	Ser referência na área.	Respeito à pessoa.

cionados à saúde ocupacional, segurança e ergonomia da empresa construtora.

3.6 PESSOAS – FATORES QUE AFETAM O BEM-ESTAR, A SATISFAÇÃO E A MOTIVAÇÃO DAS PESSOAS

A identificação de fatores que afetam o bem-estar, a satisfação e a motivação das pessoas é fundamental para manter o clima organizacional elevado e, conseqüentemente, as tarefas diárias eficientes.

Segundo Chiavenato, em "Gerenciando Pessoas, o passo decisivo para a administração participativa" (1994), os fatores responsáveis pela satisfação no trabalho são totalmente independentes e desligados dos fatores responsáveis pela insatisfação: o oposto da satisfação profissional não é a insatisfação, mas sim nenhuma satisfação; da mesma forma, o oposto da insatisfação profissional não é a satisfação, mas a não-satisfação.

Na construção civil, identificamos aspectos do bem-estar, satisfação e motivação dos profissionais, conforme a tabela 9.

3.7 PESSOAS – AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DAS PESSOAS

Para identificar a satisfação das pessoas no ambiente de trabalho é utilizada a pesquisa entre os colaboradores para medir o clima organizacional, que de acordo com Chiavenato, em seu livro

"Gestão de pessoas, o novo papel dos recursos humanos na organização", de 1999, é a *qualidade ou propriedade do ambiente organizacional que é percebida ou experimentada pelos membros da organização e que influencia seu comportamento.*

Neste sentido a pesquisa de clima organizacional (Figura 3) mostra para a liderança qual o nível da relação entre os colaboradores e entre a direção, suas percepções sobre os outros colegas, sobre a empresa e sobre o mercado em que está inserida, tornando-se uma ferramenta importante para diminuição do *gap* entre o que a direção acredita ser verdade e qual é a verdadeira percepção das pessoas com relação a estas interações.

Como complemento à pesquisa, é indicado que a liderança estabeleça um plano de ação em relação às questões em que os indicadores são desfavoráveis. Ao proceder desta maneira, os colaboradores percebem a veracidade do projeto e atenção aos itens desfavoráveis. ♦

Figura 3 – Pesquisa de clima organizacional



Responsabilidade na engenharia e arquitetura

Rone Antônio de Azevedo • *Engenheiro Civil*
Caixa Econômica Federal

Esta série de artigos tem por objetivo discutir o exercício profissional da Engenharia e Arquitetura no Brasil sob a perspectiva das responsabilidades legais – civil, ético-profissional, técnica, administrativa, penal e trabalhista – bem como suas excludentes. Pretende-se estimular o interesse pelo conhecimento da legislação por parte dos engenheiros e arquitetos.

No Brasil, o exercício profissional dos engenheiros e arquitetos está sujeito às responsabilidades previstas nos códigos Civil, Penal, Trabalhista, de Defesa do Consumidor, além das resoluções do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea).

Responsabilidade é tema freqüente na sociedade hodierna e aplicável nas relações de consumo, serviços e técnicas. Os processos de indenização por responsabilidade civil são cada vez mais freqüentes. A sociedade busca restaurar o equilíbrio moral, social e patrimonial, tendo como consequência indenizações com valores significativos.

É o caso do colapso estrutural na Linha 4 do Metrô, em São Paulo, ocorrido em 12 de janeiro de 2007, durante as obras da Estação Pinheiros. Nessa tragédia morreram 7 (sete) pessoas, além dos danos patrimoniais em 94 imóveis interditados na vizinhança. Ao todo, 14 (quatorze) pessoas foram indiciadas pelo Ministério Público do Estado de São Paulo. A maioria dos acusados é de engenheiros, projetistas e fiscais. Eles foram enquadrados em artigos do Código Penal

que tratam de desabamento seguido de morte - homicídio considerado culposo (sem intenção).

É preciso cuidar para que os serviços e produtos estejam dentro dos parâmetros de qualidade, segurança e economia. Dessa forma, engenheiros e arquitetos estarão resguardados de futura responsabilização. O profissional tem por obrigação esclarecer o consumidor sobre as características intrínsecas do serviço, os riscos e os custos da relação contratual.

Por um lado, engenheiros e arquitetos são educados com a visão lógica e racional dos serviços técnicos que executam. Todavia, nem sempre conhecem com suficiente lucidez as implicações legais e as responsabilidades envolvidas no desempenho das suas atividades profissionais.

O desafio de acompanhar e compreender a legislação inicia na formação acadêmica que privilegia a tecnologia em detrimento das relações sociais. Quando muito, nas faculdades de Arquitetura e Engenharia há uma disciplina com noções gerais de Direito e Ética Profissional.

Na esfera Cível, as relações desses profissionais estão submetidas às Leis nº 10.406/02 e nº 8.078/90, respectivamente, Código Civil (CC) e Código de Defesa do Consumidor (CDC). Em algumas situações, as relações atingem esferas penais, trabalhistas e administrativas. Ao exercer essas atividades, engenheiros e arquitetos enfrentam situações práticas e legais que não foram abordadas na formação acadêmica.



Por outro lado, a busca por provas requer a realização de perícias técnicas com o objetivo de determinar a culpabilidade de todos os envolvidos, qualificando ou excluindo a responsabilidade do profissional, de acordo com o caso concreto. O laudo pericial é o elemento fundamental para embasamento da decisão do magistrado.

As escolas de Engenharia fazem muito pouco para superar o desconhecimento sobre laudos técnicos. A maioria dos engenheiros formados tem dificuldade para expressar conceitos técnicos em outra linguagem diferente da numérica. Na graduação faltam disciplinas que preparem o profissional nas áreas de Engenharia de Avaliações e Perícias de Engenharia. Aqueles que desejam atuar nessas áreas precisam investir em pós-graduações, treinamentos e livros específicos.

A Engenharia Legal é mais ampla do que a Medicina Legal, envolvendo desapropriações, avaliações de aluguéis, vistorias técnicas e ações reais imobiliárias, dentre outras áreas. Contudo, os próprios engenheiros e arquitetos geralmente ignoram essas e outras atividades de avaliações e perícias que estão habilitados a exercer.

A Resolução nº 345/90 do Confea normatizou o exercício profissional das atividades de Engenharia de Avaliações e Perícias de Engenharia. O

mercado de trabalho para peritos de Engenharia e de Arquitetura é amplo, incluindo a atuação junto aos órgãos do Executivo e do Judiciário, empresas privadas, construtoras, bancos, seguradoras, locadores e locatários de imóveis, entre outros.

Paralelamente às deficiências na formação acadêmica, a falta de posicionamento da categoria contribui para o aumento da negligência, imprudência e imperícia no exercício das atribuições exclusivas das profissões regulamentadas no Sistema Confea/Crea.

Engenheiros e arquitetos têm o dever de zelar das atribuições legais que possuem. Quando necessário, devem denunciar as irregularidades aos seus respectivos Conselhos Federal e Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – Confea/Creas – que regulam e fiscalizam as profissões. Os Conselhos, por sua vez, têm a obrigação legal de tomar providências cabíveis, impedindo o mau exercício profissional, não só de leigos inabilitados, como dos habilitados sem ética.

A valorização dos engenheiros e arquitetos resulta da conduta ética, do respeito às atribuições profissionais e do compromisso com o desenvolvimento da sociedade. O estudo das leis pertinentes – incluindo as resoluções emanadas pelo Confea – é tão necessário quanto a permanente atualização dos conhecimentos técnicos e científicos. ♦



LANÇAMENTO ESTUDO SETORIAL CONSTRUÇÃO - CIVIL E PESADA

Monitorar o mercado é atualmente aspecto crucial na condução dos negócios de todas as empresas e em específico daquelas que atuam no competitivo mercado de construção civil leve e pesada.

Por esta razão estamos levando a seu conhecimento as atividades da All Consulting, empresa voltada a elaboração de vários produtos entre os quais Relatórios Setoriais de Mercado, Acompanhamentos Contínuos de Mercado, Análises de Viabilidade, Workshops e Projetos Econômicos.

Constituída por profissionais altamente qualificados, experientes nas áreas mencionadas e oriundos de empresas correlatas, a All Consulting sente-se confortável em oferecer todo nosso portfólio de produtos, em específico os Relatórios Setoriais abrangendo as áreas de construção civil leve e pesada.

Entre em contato
para conhecer
outros produtos

www.allconsulting.srv.br

contato@allconsulting.srv.br

11 3565-1702 / 1703



Programa Comparativo de Resistência à Compressão visando o Controle de Qualidade do Concreto Dosado em Central

Carine Hartmann • *Coordenadora de Pesquisa e Desenvolvimento*
Carlos Eduardo Xavier Regattieri • *Gerente Nacional de Gestão e Tecnologia*
Engemix/SA

1. Introdução

O “Programa Interlaboratorial” é uma série de medições de uma ou mais propriedades, realizadas independentemente, por um grupo de laboratórios, em amostras de um material. O termo “Programa Interlaboratorial” é muito abrangente, pois pode ser utilizado para se atingir uma ou mais das seguintes finalidades:

- ◆ Compatibilização entre resultados obtidos por dois laboratórios
- ◆ Compatibilização entre resultados obtidos por vários laboratórios
- ◆ Avaliação de Métodos de Ensaios
- ◆ Certificação de Materiais de Referência
- ◆ Avaliação de Desempenho de Laboratórios

O artigo objetiva apresentar os resultados dos Programas Interlaboratoriais da Engemix referente à Resistência à Compressão Axial do Concreto. O programa conta com a participação dos principais laboratórios da Engemix, além de alguns laboratórios externos convidados.

Este trabalho permite a comparação de resultados de ruptura dos concretos obtidos em ensaios de amostras de referência, dentro do universo constituído por laboratórios de vários pontos do Brasil, avaliando sua sistemática de trabalho e comparando os seus resultados com os demais laboratórios. O uso desta ferramenta objetiva estabelecer

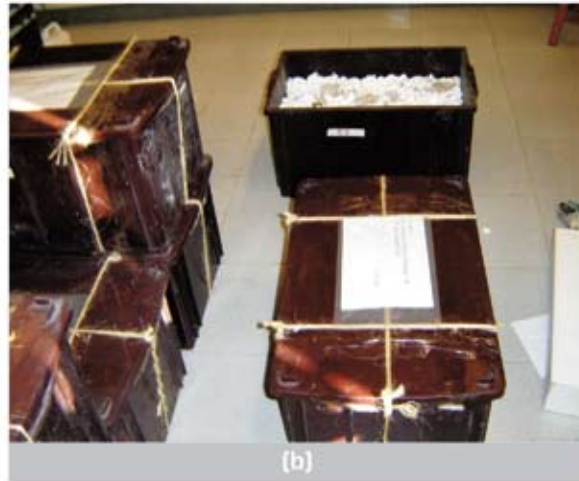
uma referência para balizar eventuais ações corretivas.

Duas são as premissas para o controle tecnológico eficiente: análise dos resultados de ensaio, de maneira a verificar se estão condizentes aos parâmetros estabelecidos, verificando sua rastreabilidade desde quando a amostra deu entrada no laboratório até a confecção do relatório de ensaio; laboratório com procedimento que vise a melhoria contínua, que permita detectar quaisquer não conformidades e, assim, desenvolver um plano de ação corretiva e preventiva, para evitar e prevenir qualquer não conformidade.

Figura 1 – Identificação das amostras na Câmara Úmida



Figura 2 – Transporte dos corpos-de-prova para os laboratórios



2. Metodologia

2.1 DEFINIÇÃO DOS LABORATÓRIOS E AMOSTRAS

Os laboratórios participantes são identificados através de numeração seqüencial, de forma a garantir a confidencialidade dos resultados. Cada participante recebe os seguintes materiais:

- ◆ Nove corpos de prova de concreto com relação a/c diferentes (3 relações a/c) para execução dos ensaios;
- ◆ Planilha para registro de dados e resultados de todas as determinações realizadas;
- ◆ Número de identificação no Programa;
- ◆ Informações necessárias, para a realização dos ensaios, incluindo dia e horário.

2.2 AMOSTRAS

No Programa são utilizadas três composições de concreto com diferentes relações a/c, constituindo 3 amostras (com 3 exemplares cada). Todas as amostras são moldadas pela mesma equipe, seguindo o procedimento prescrito pela NBR 5738/2003.

De cada composição foram selecionados 03 corpos-de-prova, identificados por numeração seqüencial e encaminhados aos laboratórios com numeração aleatória, totalizando uma amostra de 09 corpos de prova, como indicado no item anterior.

As amostras foram embaladas em caixas plásticas com isopor e enviadas aos laboratórios.

Apresenta-se na Figura 3, o esquema do estudo interlaboratorial usado na empresa.

3. Metodologia para análise dos dados

Para execução das análises foi adotada metodologia análoga à empregada pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia e Normalização Industrial), através da CTLE 1 (Comissão Técnica de Laboratórios de Ensaio em Construção Civil) da RBLE (Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio), desde de 1995. Esta metodologia vem se consagrando pela sua simplicidade e eficiência. O INMETRO adota os resultados dos Programas Interlaboratoriais nas avaliações de supervisão dos laboratórios acreditados ou em fase de acreditação. O método

Figura 3 – Esquema do programa

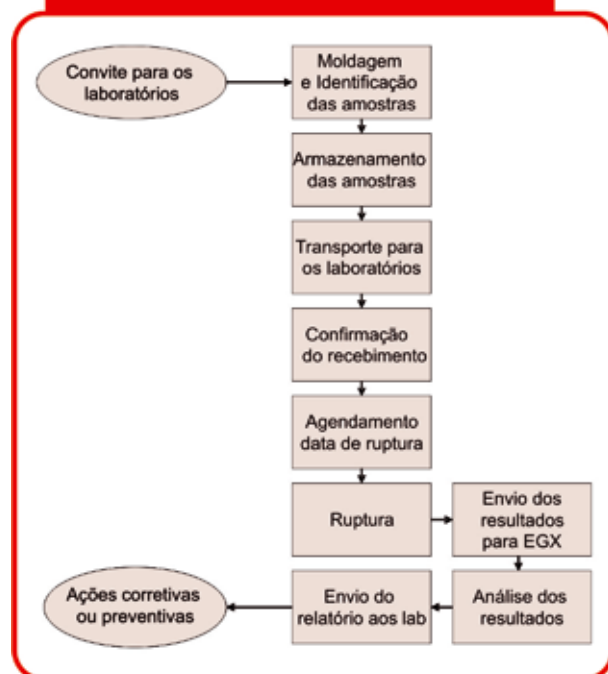
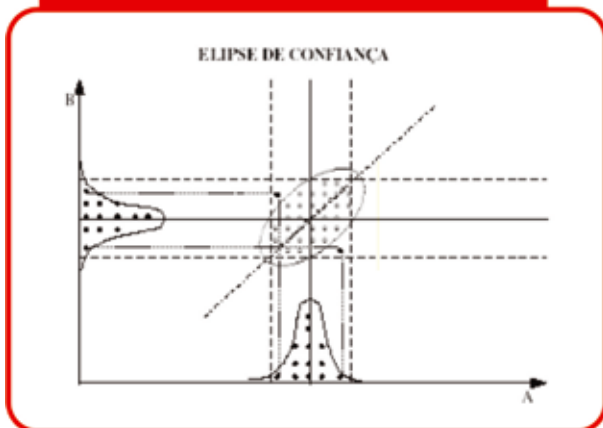


Figura 4 – Intervalo de Confiança e Região de Confiança (OLIVIERI, J.C. , 2004)



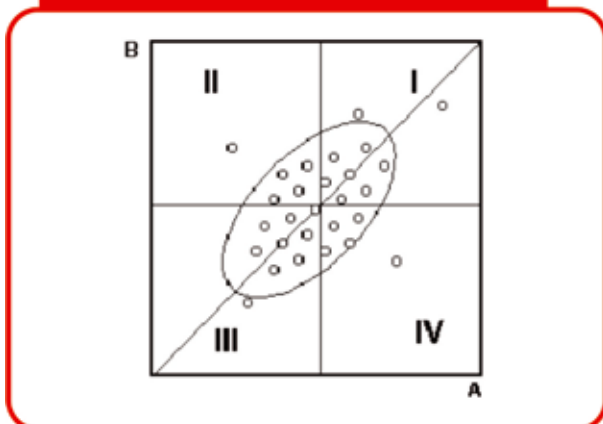
utilizado de análise dos dados foi o da Elipse de Confiança, onde, com os resultados obtidos pelos laboratórios participantes, amostras A e B, são construídos os diagramas de dispersão elaborados em um sistema de eixos cartesianos: a escala do eixo X cobre a faixa de resultados referentes à amostra A; e a do eixo Y, a faixa de resultados da amostra B.

3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA ELIPSE

Considera-se duas variáveis aleatórias x e y , bem como suas funções de distribuição $f_1(X)$ e $f_2(Y)$. O intervalo de confiança é determinado com probabilidade P de conter o valor estimado de uma dada distribuição em estudo de uma variável. Uma região de confiança é definida com probabilidade P de conter, simultaneamente, os valores estimados das distribuições de ambas as variáveis aleatórias (Olivieri). A Figura 4 e a Figura 5 apresentam a elipse de confiança.

Geralmente, os pontos se situam dentro de uma elipse, cujo eixo maior faz um ângulo de

Figura 5 – Configuração Geral da Elipse de Confiança (OLIVIERI, J.C. , 2004)



aproximadamente 45° com o eixo X. A inclinação do eixo maior está próxima de +1 e a do eixo menor próxima de -1. A dispersão dos pontos ao longo do eixo maior está associada aos erros sistemáticos, enquanto que ao longo do eixo menor está associada aos erros aleatórios.

3.2 FONTES DE ERROS

Ao realizar um ensaio, diversas são as fontes de erros a que se está sujeito. Os tipos de erros que podem ocorrer, função da posição do ponto em relação à elipse, são os seguintes:

- ♦ **Erros sistemáticos:** ocorrem devido a condições adversas do laboratório, podendo ter origem em modificações não permitidas na metodologia e/ou equipamentos não calibrados. São sempre de mesmo sinal e magnitude. São constantes, não importa quantas medidas sejam feitas.
- ♦ **Erros aleatórios:** ocorrem devido à variabilidade dentro do laboratório podendo ter origem em operador não devidamente treinado e/ou erros ocasionais como: erro de leitura, erro de cálculo, erro em transcrição de dados, etc. Variam em sinal e magnitude e são imprevisíveis. Se várias medições são realizadas, a média dos erros aleatórios tende a zero.

Na Figura 6 são apresentadas as principais fontes de erros, classificando-as em sistemáticas e aleatórias.

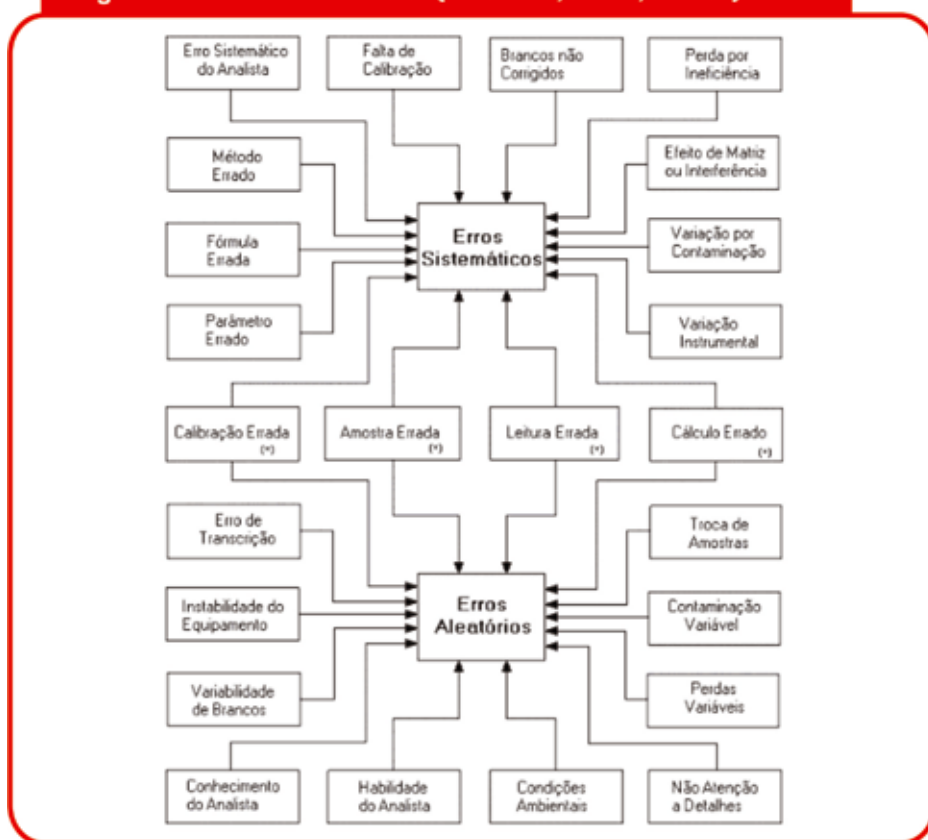
3.3 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A interpretação dos resultados é feita em função do posicionamento dos pontos representativos dos laboratórios relativamente à elipse construída (dentro ou fora), ao seu eixo maior (próximo ou afastado), bem como aos quadrantes.

- ♦ **Pontos dentro da elipse:** indicam que existe compatibilidade entre os resultados destes laboratórios e que a variabilidade apresentada é aceitável. *São considerados como laboratórios com bom desempenho.*
- ♦ **Pontos fora da elipse:** indicam que os resultados destes laboratórios não são compatíveis com os demais, sendo considerados, portanto, como dispersos. São considerados como laboratórios que apresentam problemas, ou seja, com desempenho insatisfatório. *Necessitam de ações corretivas e/ou preventivas para eventuais melhorias.*

Portanto, laboratórios cujos pontos se situam fora da elipse de confiança aceitável devem reexaminar seu procedimento de ensaio, localizando e corrigindo a provável fonte de desvio. Para

Figura 6 – Fontes de erros (OLIVIERI, J.C. , 2004)



4. Resultados

São apresentados os resultados de 3 programas realizados na empresa. A Figura 7 apresenta os resultados do primeiro programa realizado em 2005. Onde, para a análise da elipse com 95% de confiança tivemos laboratórios fora da elipse.

As Figuras 8 a 10 apresentam os resultados do segundo e do terceiro programa realizado na empresa em 2006 e 2008. As análises foram feitas para 95% e 90% de confiança. Para 95% de confiança, no segundo programa, dois laboratórios ficaram fora da

estes laboratórios, a posição do ponto em relação ao eixo maior da elipse, fornece uma indicação do tipo de erro eventualmente cometido, ou seja:

- ◆ Próximos ao eixo maior da elipse indicam erros sistemáticos significativos e ocorrem devido a condições adversas do laboratório, podendo ter origem em modificações não permitidas na metodologia e/ ou instrumental não calibrado.
- ◆ Afastados do eixo maior da elipse, indicam erros aleatórios significativos e ocorrem devido à variabilidade dentro do laboratório, podendo ter origem em: operador não devidamente treinado e erros ocasionais (erro de leitura, erro de cálculo, erro de conversão de valores, erro de transcrição de resultados etc.).

O método tradicional da elipse de confiança apresenta vantagens em relação a outros métodos, tais como: visualizar a compatibilidade dos resultados entre si (pontos dentro da elipse), bem como fornecer algumas informações relativas ao tipo de erro eventualmente cometido (de caráter aleatório ou sistemático). No entanto, apresenta algumas desvantagens tais como: não fornece informações sobre o desempenho dos laboratórios; resultados dentro da elipse de confiança podem ser interpretados como bom desempenho, o que nem sempre é verdade, pois informação adicional se faz necessária para tal.

elipse e para 90%, tivemos 10 laboratórios.

Com base nos resultados, foram verificados os tipos de erros para cada laboratório e, com isso, elaborou-se um plano de ação para os laboratórios internos (da empresa), cujo principal objetivo foi a correção destes erros. Entre os erros encontrados pode-se citar: erro aleatório, erro sistemático, erro aleatório e sistemático. Os principais erros foram: falta de calibração do equipamento, erro de transcrição de dados e treinamento do operador (laboralista).

5. Considerações finais

A metodologia de análise dos resultados empregada – Método da Elipse de Confiança – é simples, prática e eficiente.

A metodologia se mostrou eficaz e deverá ser mantida, podendo se constituir numa ferramenta de gerenciamento do nível de confiança dos laboratórios da Engemix e benchmarking com o mercado. Este procedimento faz parte da rotina para aferição e correções realizadas pelos laboratórios internos da empresa e aprimoramento do processo. Os objetivos do programa foram atingidos:

- ◆ Avaliar a variabilidade dos resultados de resistência à compressão obtidas pelos laboratórios de uma concreiteira;

Figura 7 – Resultados do primeiro programa realizado em 2005 para 95% de confiança

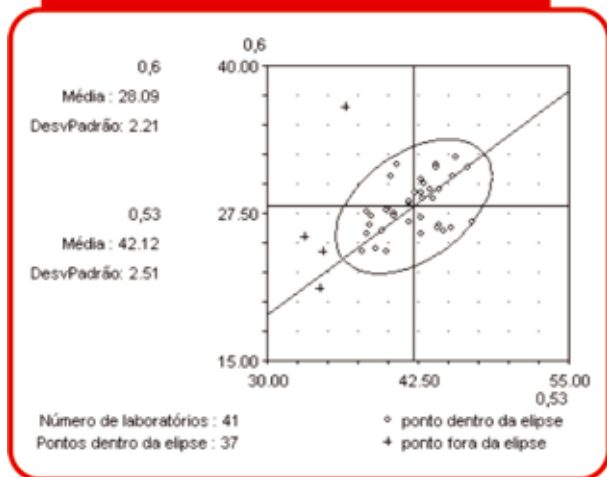
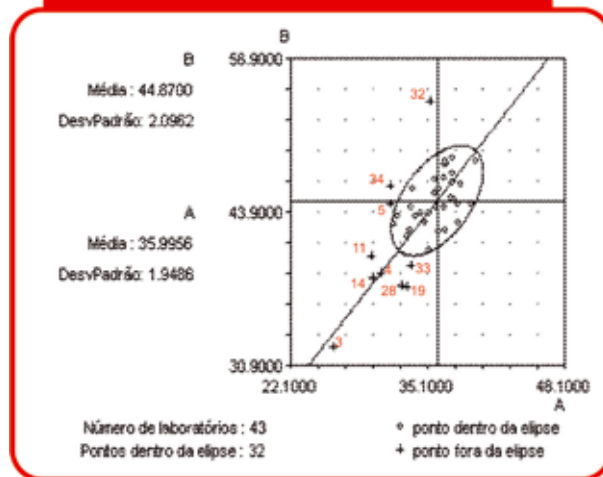


Figura 9 – Resultados do segundo programa realizado em 2006, para 90% de confiança



- ◆ Verificar se houve reincidência de laboratórios fora da elipse de confiança;
- ◆ Identificar quais laboratórios necessitam de ações corretivas;
- ◆ Fornecer informações para direcionar as ações corretivas.

De uma maneira geral, os resultados indicam que os laboratórios participantes apresentaram

bom desempenho quando se analisa a elipse com 95% de confiança. Os laboratórios identificados fora da elipse de confiança são sempre contatados para investigação e ações de melhorias. A apresentação da elipse com 90% pode ser um bom sinalizador para aperfeiçoamento dos processos.

Figura 8 – Resultados do segundo programa realizado em 2006, para 95% de confiança

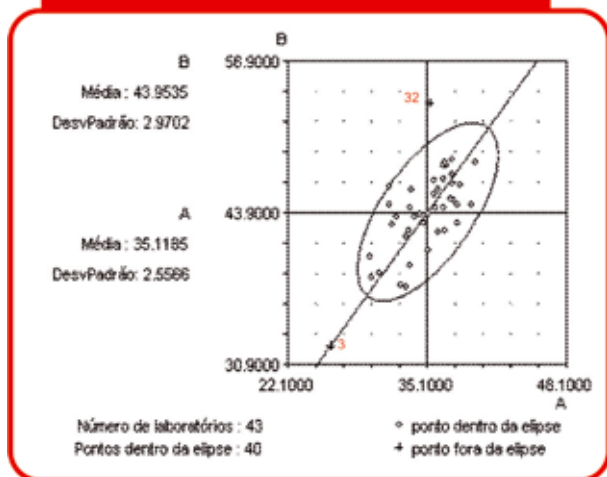
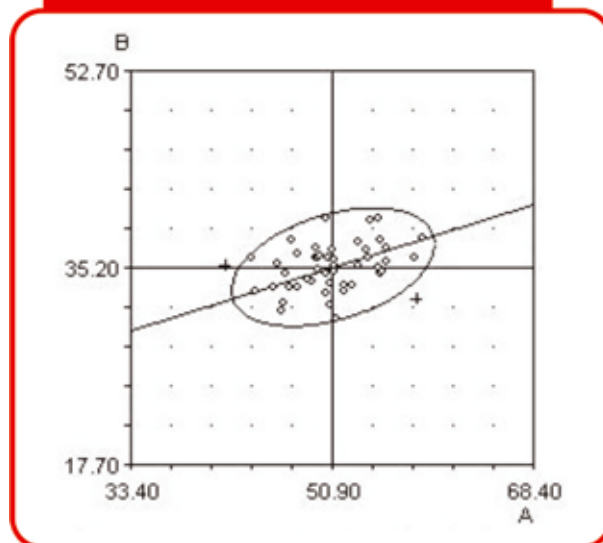


Figura 10 – Resultados do terceiro programa realizado em 2008, para 95% de confiança



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] FORTES, R. et. al Avaliação de cinco anos de programa interlaboratorial de misturas asfálticas desenvolvido no Brasil Anais. In. 35a REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO Rio de Janeiro - BRASIL - 19 a 21 de Outubro de 2004
- [02] OLIVIERI, J.C. (1988) Método Gráfico para a Interpretação de Resultados em Programas Interlaboratoriais - Elipse de Confiança. Publicação IPT no 1759.
- [03] OLIVIERI, J.C. (2000) Programas Interlaboratoriais - Elipse de Confiança. Manual do programa interlaboratorial.
- [04] OLIVIERI, J.C (2004) Programa interlaboratorial: proposta de modelo para interpretação de resultados de análises químicas. Dissertação de Mestrado apresentada a Unicamp. 102 p. ◆

Selo de qualidade setorial para elementos pré-fabricados de concreto

Pedro H. Gobbo; Sheyla M.B. Serra ; Marcelo de A. Ferreira
NETPRE – Núcleo de Estudo e Tecnologia em Pré-Moldados de Concreto
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Brasil

1. Introdução

Desde a segunda metade dos anos 90, a implementação dos sistemas de gestão da qualidade vem se afirmando como um dos mais importantes modelos de gestão de empresas e da produção, principalmente em construtoras atuantes no setor de edificações no Brasil. Com isso, surgiram Programas de Qualidade em âmbitos nacionais e estaduais, que inspecionam e comprovam a qualidade nas empresas de construção e divulgam o resultado para os potenciais clientes em função da aprovação da certificação. A alta competitividade do setor na construção civil tem levado as empresas construtoras a desenvolverem ações visando competir estrategicamente neste mercado, principalmente com foco no seu processo de produção. Estudos revelam que é crescente o número de empresas que procuram a certificação dos seus sistemas de qualidade, com base nas normas ISO 9000 ou em outros sistemas próprios.

Diversas pesquisas na área mostram que o número de empresas certificadas na construção civil aumentou, assim como se deu início a exigências de certificação pelo poder de compra dos clientes, principalmente pelo setor de

obras públicas. Este é o caso do programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB) da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) e do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) do Ministério das Cidades. A consolidação das normas ISO 9000 nos mercados, como referência em termos de garantia dos sistemas da qualidade, mostra que o processo de certificação das empresas no setor da Construção Civil é uma realidade. Sendo assim, as normas de garantia da qualidade proporcionam à empresa o conhecimento, o controle e a avaliação dos



Transporte e montagem de painel de fachada



Aplicação de concreto auto-adensável em painel pré-fabricado na Europa [foto cedida por Kim Elliott]

resultados do processo de produção, além de trazer indiretamente qualidade em marketing, melhoria nos aspectos financeiros e segurança e credibilidade do produto.

Verifica-se que para facilitar a implementação e sucesso dos sistemas de qualidade nas empresas uma das estratégias possíveis é considerar o mercado dividido por segmentos, desta forma desenvolvendo uma metodologia que oriente os dirigentes e executores do processo de certificação a buscar as diretrizes aplicadas e as vantagens direcionadas ao seu negócio.

O setor de pré-moldados de concreto possui destaque no desenvolvimento da construção civil brasileira sendo caracterizado por estar em constante desenvolvimento tecnológico, principalmente nos aspectos de organização e de redução dos custos da produção durante a fabricação e montagem dos elementos. Como forma de alavancar a eficiência e racionalização da produção, uma das estratégias mais recentes e importantes deste setor foi o desenvolvimento e implantação de um processo de certificação setorial.

Com o objetivo de contextualizar o processo de certificação na construção civil no Brasil referente aos pré-fabricados de concreto, frente à importância da iniciativa para o setor, foi

desenvolvida uma pesquisa pelo grupo NETPRE da UFSCar. Este artigo apresenta e caracteriza o processo de implantação do selo de excelência ABCIC como instrumento para incremento do nível da organização, gestão e controle de qualidade da fabricação e utilização do sistema estrutural de pré-fabricado, considerando o desenvolvimento da certificação da qualidade nas empresas de construção civil. Com isso, espera-se criar propostas e reflexões a respeito do controle de qualidade na indústria de pré-fabricados e suas mais modernas aplicações para o auxílio no desenvolvimento deste importante setor da construção civil.

2. Certificação na indústria de pré-fabricados

2.1 CONTROLE DA QUALIDADE

Os materiais pré-fabricados agregam em si um maior controle de qualidade, pois a própria empresa fabricante realiza esse controle, fazendo com que o material chegue ao canteiro de obra em boas condições de utilização.

Um sistema de qualidade só é eficiente quando existe o controle da produção juntamente com o controle de aceitação, em que o



Montagem de edifício de múltiplos pavimentos

primeiro é feito pelo produtor e o segundo pelo consumidor, pois se este não exige qualidade, o produtor não é solicitado e a deixará para níveis secundários. O controle da produção é a soma do auto-controle, que deve ser executado pela produção, com base em regras pré-estabelecidas que devem estar, sempre que possível, em um manual de fabricação, e do controle independente, que deve ser realizado por uma equipe desvinculada da produção, em que seu objetivo é verificar se a produção do elemento foi feita de acordo com os procedimentos pré-estabelecidos e se a qualidade final do produto está dentro dos limites preconizados. A norma utilizada para o controle da qualidade nos materiais pré-fabricados é a NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, em seu item 12 – Controle de Qualidade e Inspeção (ABNT, 2005).

2.2 O SELO DE EXCELÊNCIA ABCIC

O aprimoramento da tecnologia dos elementos pré-fabricados de concreto trouxe inúmeras vantagens para a construção civil, entre elas rapidez, economia e limpeza na obra. Dessa forma, para garantir o crescimento ordenado, confiável, com qualidade e segurança dos



Vista do pátio de produção de empresa de pré-fabricados

produtos pré-fabricados, a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto – ABCIC, e a Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, em parceria com o Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) criaram, em 2004, o Selo de Excelência ABCIC.

O Selo é uma maneira de garantir que haverá qualidade nas peças pré-fabricadas produzidas por uma determinada empresa, que receberá o certificado em um dos três níveis de certificação (Níveis I, II, e III) que o selo possui, de acordo com a avaliação realizada pelo CTE. Sendo assim, o selo tem a função de nivelar os produtores, ocasionando uma melhor

estruturação do setor, resultando em uma maior utilização do sistema pré-fabricado de concreto. Além disso, o selo responde às necessidades do consumidor, atestando que os detentores do selo estejam adequados em diversos requisitos pré-definidos no conteúdo da avaliação para a obtenção do mesmo.

Para conseguir o selo, as empresas são analisadas pelo desempenho técnico e empresarial, que é medido por indicadores pré-estabelecidos. O setor de pré-fabricados está expandindo e o selo garante um crescimento ordenado, confiável, com qualidade e segurança, não só para o mercado, mas para a própria empresa



Armazenagem e transporte de peças pré-fabricadas



Execução de ligação soldada na Inglaterra [foto cedida por Kim Elliott]

adepta ao programa e seus funcionários. Sendo assim, somente receberão o selo as empresas que demonstrarem possuir competência efetiva para projetar, produzir, transportar, montar e entregar ao cliente construções em conformidade com as normas técnicas, utilizando as melhores práticas de gestão empresarial relacionadas à qualidade, segurança e respeito ao meio-ambiente.

Pode candidatar-se ao Selo qualquer empresa que possua um sistema industrializado para a produção de elementos pré-fabricados em concreto armado ou protendido destinados à construção civil. O local onde são produzidos os elementos pré-fabricados a serem utilizados para a montagem de uma obra é chamado de Planta de Produção, que pode, em alguns casos, estar dentro do próprio canteiro da obra onde serão utilizados os elementos fabricados.

A gestão das atividades necessárias para o funcionamento do sistema envolve os seguintes agentes: Diretoria da Qualidade da ABCIC, que coordena as atividades; a Coordenação Operacional para o Selo (COS), que coordena as atividades operacionais; o Setor administrativo da ABCIC, que realiza atividades de promoção e divulgação; os Avaliadores, que realizam as avaliações das plantas de produção; e a Comissão de Credenciamento

(CCRED), que analisa as atividades dos avaliadores. É constituída por representantes de diversas classes envolvidas com o Selo. A composição da CCRED e suas funções são encontrados no Regimento da Comissão de Credenciamento (R.02) e pode ser encontrado no site http://www.abcic.org.br/selo_excelencia.asp, juntamente com o restante do material do selo.

O Material do Selo de Excelência é composto por uma série de regulamentos e normas específicas que podem ser encontrados no site acima.

Para que uma planta de produção seja cadastrada, ela deve possuir infra-estrutura própria (mesmo com utilização de funcionários terceirizados)

para o recebimento de matéria-prima, produção de concreto e elementos pré-fabricados, armazenamento e transporte dos materiais. Além disso, a planta deve pertencer a uma empresa devidamente cadastrada junto ao CREA (Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo) e deve possuir alvará de funcionamento junto à prefeitura do município onde esteja estabelecida.

O credenciamento inicial pode ser realizado para uma planta de produção que tenha iniciado ou realizado suas atividades há, pelo menos, 30 dias antes da data de solicitação, tenha produzido elementos pré-fabricados e realizado



Concreto lavado (agregado exposto) em painel arquitetônico



Concreto lavado (agregado exposto) em painel arquitetônico

a montagem de parte de uma obra para, pelo menos, um cliente comprovado em pedido ou contrato de fornecimento.

A solicitação de credenciamento de uma planta de produção é realizada pela empresa que detém o sistema industrializado para produção e possui responsável técnico pela produção e montagem dos elementos pré-fabricados. Essa empresa deve disponibilizar à COS todas as informações necessárias para seu cadastramento (razão social, CNPJ, endereço etc.), para classificação inicial da planta de produção, que pode ser classificada como de pouca, média ou grande complexidade. Essa classificação é realizada pela COS, com base nas informações fornecidas pela empresa e conforme a norma específica N.01 – Critérios para Classificação de Plantas de Produção, do material do Selo de Excelência ABCIC.

Para que uma empresa possa obter o Selo de Excelência ABCIC é necessário que a mesma pontue uma quantidade de requisitos estabelecidos pelas Normas Específicas do Selo. As normas especificam quais os requisitos mínimos a serem pontuados de acordo com o nível de credenciamento pretendido pela empresa solicitante.

3. Metodologia

3.1 AMOSTRAGEM

A definição da amostra de empresas foi determinada através do estudo das empresas ligadas à construção civil filiadas à ABCIC (Asso-

ciação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto). Foram identificadas três empresas de pré-fabricação de concreto, que eram cadastradas e possuíam o Selo de Excelência ABCIC em um de seus três níveis de certificação. Para essas empresas foram elaborados roteiros pertinentes a cada tipo de visita, a fim de obter os resultados desejados. Este artigo apresenta os resultados da pesquisa desenvolvida sob apoio da FAPESP.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

A primeira empresa estudada, identificada aqui por Empresa A, está cadastrada no nível II do Selo ABCIC. Durante a visita, foi acompanhada uma auditoria para a manutenção do Selo, juntamente com o coordenador técnico da empresa auditante. Também foi analisada a central de produção de pré-fabricados de concreto.

A empresa B foi escolhida pelo fato de estar no início de seu credenciamento junto à ABCIC e já existir há vinte anos no mercado, possuindo uma experiência na fabricação dos elementos pré-fabricados. Sendo assim, seria possível entender quais os motivos que levam uma empresa a possuir o Selo de Excelência ABCIC. Para as visitas na empresa B, também foi elaborado um roteiro e com o estudo foi possível identificar quais as perspectivas dos profissionais da empresa em relação à melhoria da gestão da qualidade de seu empreendimento, em função da obtenção da certificação almejada. Outra utilidade da visita foi verificar as condições de produção e planejamento da fábrica antes de obter o Selo. Além da visita à fábrica, foi efetuada uma visita a uma montagem dos elementos produzidos pela empresa no município de São Carlos, no estado de São Paulo, a fim de verificar a qualidade na montagem no canteiro.

O terceiro estudo de caso efetuado neste trabalho foi realizado junto à empresa identificada como Empresa C, que começou com a implantação do Selo desde 2004. Como uma das precursoras e incentivadoras da qualidade em seus processos, a mesma já possui o selo de Excelência da ABCIC, em seu nível I. O estudo se concentrou na análise da central de produção, a fim de observar a atuação nos processos de planejamento e gestão da qualidade.

Com estes três estudos de caso, foi possível realizar comparações entre os diferentes níveis de qualidade e seus respectivos diferenciais de gestão da produção. Por isso, foram escolhidas: uma fábrica que ainda não possuía o Selo, uma que já o possuía, e outra que estava em processo de auditoria, onde foi possível acompanhar um avaliador durante a manutenção (ou não) do Selo de uma empresa.

4. Análise de resultados

4.1 DADOS DAS VISITAS

O auditor concluiu após a auditoria na empresa A que a mesma possui pontuação suficiente para manter o Selo de Excelência ABCIC no nível II de credenciamento. A partir daí o auditor deve disponibilizar o formulário com os resultados para a empresa e enviar à COS até, no máximo, em dois dias. As ações corretivas devem ser realizadas pela empresa e serão verificadas através de uma visita suplementar de conferência. Desta forma, a empresa poderá manter o uso do Selo de Excelência ABCIC, desde que mantidas as condições de uso, explicadas na Norma Específica N.03. O fato de a empresa ter uma produção certificada demonstra que os elementos pré-fabricados produzidos possuirão as características de projeto especificadas e que as mesmas poderão ser mantidas ao longo de sua vida útil. Durante a visita, foi possível acompanhar a pontuação de cada requisito exigido pela norma, ficando claro que, para a pontuação dos mesmos, a empresa deve possuir um sistema eficaz de controle e planejamento da produção, além de investimentos em segurança e treinamento dos funcionários. Uma proposta de organização dos dados a serem avaliados será apresentada no item seguinte.

A partir da entrevista efetuada e das visitas à fábrica e à montagem na empresa B, pode-se concluir que a empresa em questão precisa investir na criação de uma equipe da qualidade a fim de melhorar as condições da fábrica, fazendo com que esta produza seus elementos de forma mais segura e racionalizada. Foram observados, ao longo desta visita, que a fábrica possui alguns pontos que poderão ser melhorados a partir do momento em que a empresa começar a trabalhar em função do cumprimento dos requisitos exigidos pela Norma Específica do Selo de Excelência ABCIC. Isso provavelmente ocorrerá devido ao fato de que, para conseguir se credenciar em algum

dos níveis de certificação do Selo, a empresa deverá criar um sistema de gestão e controle da produção mais eficiente, do contrário não receberá a pontuação necessária para conseguir a aprovação.

Após analisar a montagem da obra da empresa B, pode-se concluir que ainda existem muitas atividades que podem ser melhoradas para aumentar a produtividade e segurança na montagem com elementos pré-fabricados. Vale lembrar que embora possa se conseguir uma obra mais rápida com o uso desses elementos, deve haver um planejamento por parte da empresa de todas as atividades a serem realizadas, a fim de que realmente seja vantajosa esta alternativa de construção, tanto na questão de otimização dos recursos quanto na questão da racionalização.

Na terceira empresa, identificada como empresa C, pode-se concluir que ela possui de fato um controle da produção dos elementos pré-fabricados. Algumas coisas ainda poderiam ser melhoradas, tais como o layout da fábrica, que talvez por falta de espaço seja um pouco apertado. Mas, de acordo com o engenheiro, a fábrica se encontra em processo de expansão e certamente a distribuição será melhorada, embora já se possa dizer que está bem organizada. Existe um processo definido de organização que segue um fluxo de etapas, componentes e materiais, acompanhando a disposição dos locais da produção e montagem de cada etapa.

Também é possível concluir que o Selo de Excelência ABCIC tem colaborado para melhorar o sistema de planejamento e controle da produção da fábrica da empresa C, que já possui uma série de atividades que racionalizam o produto final, tais como o controle de inspeção, que impede que peças defeituosas sigam para as obras. Os estoques e controles da produção do concreto efetuado pela empresa C também colaboram de forma significativa no resultado final, pois materiais de qualidade e bem produzidos aumentam a vida útil do material.

4.2 REQUISITOS A SEREM PONTUADOS

Para que uma empresa possa obter o Selo de Excelência ABCIC é necessário que a mesma pontue uma quantidade de requisitos estabelecidos pelas Normas Específicas do Selo. As normas especificam quais os requisitos mínimos a serem pontuados de acordo com o nível de credenciamento pretendido pela empresa solicitante.

A Tabela 1 mostra os requisitos a serem pontuados para cada nível de certificação

Tabela 1 – Pontuação dos requisitos do Selo de Excelência da ABCIC (GOBBO, 2007)

SELO EXCELÊNCIA ABCIC - QUADRO RESUMO - PONTUAÇÃO DOS REQUISITOS DA NORMA N2					
Grupo	Item	Nível I	Nível II	Nível III	Pontos acumulados
Materiais	Materiais em geral (recebimento)	10	15		25
	Aço para concreto (recebimento)	25			25
	Areias e pedra p/concreto (recebimento)	20			20
	Cimento (recebimento)	20	10		30
	Concreto usinado (recebimento)	25			25
	Insertos (recebimento)	15		20	35
	Aço para concreto (preservação)	15		15	30
	Insertos e elementos metálicos (preservação)	15			15
	Agregados para concreto (preservação)	15	15		30
	Cimento (preservação)	15			15
	Aparelhos de apoio (recebimento)		15	10	25
	Aditivos para concreto (recebimento)		15	10	25
	Tirantes (recebimento)			20	20
	Envasados (preservação)		15		15
	Água de amassamento		15		15
		Pontuação do grupo :	175	100	75
Produção	Traços para concreto	15		20	35
	Produção e transporte do concreto	10			10
	Controle do concreto produzido	25			25
	Controle do Concreto - desprotensão	20			20
	Controle do Concreto - desforma	15			15
	Controle do Concreto - Desvio-padrão e cura			15	15
	Controle do Concreto - especificações de projeto			15	15
	Controle do concreto - Cura			10	10
	Controle do concreto -Desvio-padrão e especif.			20	20
	Fôrmas e desmoldagem	10	20		30
	Alças, insertos e outros detalhes	20		20	40
	Armação passiva	15	20		35
	Armação protendida	20	25		45
	Cobrimento da armadura	15			15
	Concretagem	15			15
	Execução de consolos e outros detalhes			25	25
Verificação do elemento pré-fabricado	120	105	55	280	
	Pontuação do grupo :	300	225	125	650
Montagem	Armazenamento dos elementos pré-fabricados	20			20
	Transporte e manuseio de elementos PF	15			15
	Transporte e armazenamento			15	15

Tabela 1 – Pontuação dos requisitos do Selo de Excelência da ABCIC (GOBBO, 2007)
[continuação]

SELO EXCELÊNCIA ABCIC - QUADRO RESUMO – PONTUAÇÃO DOS REQUISITOS DA NORMA N2					
Grupo	Item	Nível I	Nível II	Nível III	Pontos acumulados
Montagem (continua)	Acabamento de elementos PF				
	Identificação de elementos PF	20			20
	Locação de fundações	15			15
	Montagem e ligação dos elementos	25	20	25	70
	Serviços complementares	25	15		40
	Verificação da montagem	70	65	60	195
	Pontuação do grupo :	200	100	100	400
Projetos	Especificação de projetos para produção	60			60
	Especificações de cobrimento	20			20
	Dados para projetos para montagem	50			50
	Controle de especificações e projetos	20	100	45	165
	Desenvolvimento de projetos			55	55
	Pontuação do grupo :	150	100	100	350
Gestão e Apoio	Definição de funções e cargos		20		20
	Atribuições de responsabilidade		20		20
	Planejamento		30	30	60
	Comercial		25		25
	Aquisição		25	15	40
	Competências de funcionários		20	15	35
	Treinamento de funcionários		15		15
	Controle de equipamentos		25		25
	Análise de desempenho			75	75
	Ações de melhoria			70	70
	Registros regulamentares	50		10	60
	Controle de equipamentos de medição	15	30		45
	Controle de documentos	20			20
	Controle de registros	15	15	10	40
Pontuação do grupo :	100	225	225	550	
Segurança	Exames médicos	20		20	40
	Fornecimento e uso de EPI	25		25	50
	Equipe especializada de segurança	10	20		30
	Comissão de prevenção de acidentes			20	20
	Identificação de perigos		50		50
	Controles operacionais (perigo e emergência)		40	25	65
	Treinamento em segurança	20	15	10	45
Pontuação do grupo :	75	125	100	300	
Gestão Ambiental	Identificação de impactos			50	50
	Controle de impactos			75	75
	Análise de legislação			25	25
	Treinamento em gestão ambiental			25	25
	Pontuação do grupo :			175	175
Atendimento ao cliente	Pesquisa de satisfação		95	70	165
	Assistência técnica		30		30
	Comunicação com o cliente			30	30
	Pontuação do grupo :		125	100	225
Pontuação Global:		1000	1000	1000	3000

do Selo de Excelência ABCIC em função dos grupos de análise e os respectivos itens de observação com as notas máximas possíveis.

Observa-se que a discriminação dos itens a serem observados e a confecção da tabela é uma importante ferramenta de análise das condições da fábrica e para a tomada de decisões estratégicas.

5. Conclusões

Como pode ser observado durante as visitas, a evolução do nível de credenciamento exige que as empresas controlem mais as etapas do seu processo produtivo, necessitando, por conseqüência, de maior esforço gerencial. Este trabalho observou as diferenças de planejamento e controle da produção que existiam entre essas empresas, em função dos níveis de credenciamento no qual se situavam, visando provar que o Selo de Excelência ABCIC não é apenas um diferencial de marketing. Na análise realizada, o Selo se configura como uma ferramenta utilizada pelas empresas para padronizar o seu sistema de gestão e qualidade de produção. Observou-se que, a partir do momento de sua implantação, a empresa automaticamente se via obrigada a criar um sistema de gestão da qualidade em função dos requisitos exigidos pelas Normas Específicas do Selo, que, para serem pontuados, exigia que a empresa possuísse um nível de organização significativo.

Pode-se concluir que este certificado será uma ferramenta extremamente eficaz para que a empresa possa identificar e corrigir os problemas relacionados à sua

produção, a fim de controlá-la e planejá-la mais adequadamente para o fornecimento dos componentes pré-fabricados. O trabalho provou também que a implantação do Selo de Excelência ABCIC é utilizada por uma empresa de pré-fabricado como forma de padronizar a sua produção, ou seja, fornecer diretrizes, através de seus requisitos, para que a empresa pudesse melhorar a qualidade de suas peças produzidas, fazendo com que elas permanecessem com as características de projeto ao longo de toda sua vida útil.

Sendo assim, a implantação do selo setorial contribui para o desenvolvimento do controle de produção das empresas de pré-fabricados, melhorando a qualidade dos elementos produzidos, fazendo com que a construção civil no Brasil possa ser mais industrializada. Acredita-se que a alternativa de construção em pré-fabricados de concreto, além de ser economicamente viável e segura, coloca a construção civil num nível de organização e racionalização construtiva sem precedentes no Brasil.

Espera-se que pesquisas tecnológicas e organizacionais, como esta, possam contribuir de fato para que os pré-moldados de concreto sejam cada vez mais utilizados no país.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da FAPESP através da concessão da bolsa de pesquisa, às empresas estudadas, ao CTE e à ABCIC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO (ABCIC). Documentos do Selo de Excelência. 2006. Disponível em <http://www.abcic.org.br/selo_excelencia.asp>. Acesso em fevereiro de 2009.
- [02] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro.2005b.
- [03] GOBBO, P.H. O processo de implantação do selo ABCIC para os pré-fabricados de concreto. Relatório de pesquisa de iniciação científica, UFSCar/FAPESP, 2007. 83p.
- [04] RODRIGUES, P. P. F.; AGOPYAN, V. Controle de qualidade na indústria de pré-fabricados. Brasil - São Paulo, SP. 1991. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/49. 17p. In: Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/lista.htm#boletins%20técnicos>. Acesso em maio de 2007.
- [05] SERRA, S. M. B.; PIGOZZO, B. N.; FERREIRA, M. A. A industrialização e os pré-fabricados em concreto armado. Brasil - Porto Alegre, RS. 2005. 9 p. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 4.; Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção, 2005, Anais... Porto Alegre, RS.◆

5º Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas

A 5ª edição do Congresso Internacional sobre Patologias e Reabilitação de Estruturas vai ser realizada de 11 a 13 de junho de 2009, no Hotel Four Points Sheraton, em Curitiba, Paraná.

O evento objetiva promover conhecimentos, técnicas e tecnologias para a realização dos trabalhos de diagnóstico, restauração e recuperação de estruturas de concreto.

Palestrantes internacionais:

- ◆ Eduardo Ballan Ballán (Espanha)
- ◆ Humberto Varum (Portugal)
- ◆ Petr Stepanek (República Theca)
- ◆ Thomaz José Ripper Barbosa Cordeiro (Portugal)

Palestrantes nacionais:

- ◆ Bruno Contarini (Brasil)
- ◆ César Zanchi Daher (Brasil)
- ◆ Eliana Barreto Monteiro (Brasil)
- ◆ Ercio Thomaz (Brasil)
- ◆ Francisco Carvalho (Brasil)
- ◆ Ivo José Padaratz (Brasil)
- ◆ Jarbas Milititsky (Brasil)

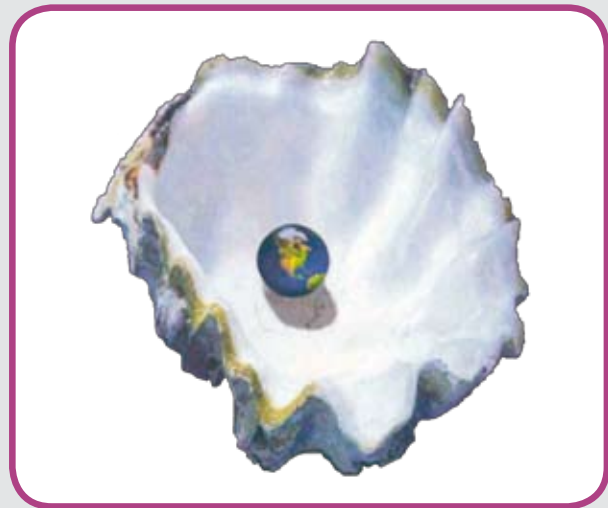


- ◆ Thomas Carmona (Brasil)
- ◆ Tibério Andrade (Brasil)

Inscrições abertas! Preços promocionais até 31 de março.

Mais informações: <http://www.cinpar2009.com.br>

IX Seminário Desenvolvimento Sustentável



O setor da construção civil tem desenvolvido ações para minimizar seu impacto sobre o meio ambiente. São estudos de comportamento do concreto com adição de resíduos de construção e demolição. São novas tecnologias na linha de produção de cimento, que diminuem o consumo de energia e a emissão de gases do efeito estufa. São políticas públicas inovadoras de gestão ambiental relacionadas ao setor. É o desenvolvimento e aplicação de concretos de maior resistência e melhor desempenho, que garantem a construção de obras com maior vida útil.

“A sociedade tem mostrado uma visão holística quando se trata de crescer para atender as necessidades básicas da humanidade. Hoje, tanto

VII Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto

O VII Simpósio da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo sobre Estruturas de Concreto – VII EPUSP – será realizado como evento paralelo do 51º Congresso Brasileiro do Concreto, que acontece de 6 a 10 de outubro de 2009, em Curitiba.

Esta edição do evento, além das sessões plenárias e pôsteres, espera contar com a presença dos seguintes especialistas nacionais e estrangeiros:

Palestrantes convidados:

- ◆ Prof. Alberto Carpinteri (Politécnico de Torino)
- ◆ Prof. Carlos Eduardo Moreira Maffei (POLI USP)
- ◆ Prof. Christian Bohler (Univ. Saarbrucken)
- ◆ Prof. James Wight (Univ. Michigan)
- ◆ Prof. Peter Marti (ETH – Zurich)

Durante o evento, vão ser debatidos os temas:

- ◆ Projeto e Métodos Construtivos de Estruturas Complexas
- ◆ Modernização de Códigos de Projeto
- ◆ Monitoração de Estruturas
- ◆ Aspectos Inovadores na Análise e Projeto de Estruturas

No evento, serão homenageados os professores Ernani Dias e José Zamarion Diniz.



Foro de debates entre os agentes de todos os elos da cadeia da construção civil, oportunidade ímpar para atualizar conhecimentos e práticas sobre a tecnologia do concreto e seus sistemas construtivos, o Congresso Brasileiro do Concreto realiza sua 51ª edição na ExpoUnimed, em Curitiba, de 06 a 10 de outubro de 2009.

Mais informações e envio de resumos, acesse: www.ibracon.org.br

e Reciclagem na Construção Civil

a iniciativa privada como a academia e o poder público já entendem que o desenvolvimento não pode ter seu foco apenas no aspecto econômico, afinal de contas gerações futuras vão se lembrar de nós como a geração que fez a diferença ou como a que destruiu o planeta”, explica o professor Salomon Levy, coordenador do Comitê Técnico IBRACON Meio Ambiente (CT-MAB).

Com o propósito de contribuir para disseminar o conhecimento, as técnicas e as inovações no setor construtivo com vista à sustentabilidade, será realizado pelo CT-MAB o IX Seminário de Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil, nos dias 16 e 17 de junho de 2009, no Instituto de Engenharia, em São Paulo, Capital.

Temas:

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

O envio de artigos para o evento encerra-se dia 15 de abril próximo.

Mais informações: www.ibracon.org.br

2º Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado

O 2º Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-Moldado é uma reunião técnica para promover a integração do setor acadêmico e do setor produtivo em torno do concreto pré-moldado. Seu objetivo é promover a transferência de conhecimentos das instituições de ensino e pesquisa para o mercado, assim como das necessidades e demandas do setor produtivo para a academia.

O evento vai acontecer nos dias 3 e 4 de novembro de 2009 no Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade de São Paulo em São Carlos.

O prazo para submissão de resumos de trabalhos técnico-científicos vai até 31 de março.

Temário

- ◆ Sistemas estruturais
- ◆ Ligações

- ◆ Componentes e materiais
- ◆ Lajes pré-fabricadas
- ◆ Obras emblemáticas
- ◆ Aplicações especiais do concreto pré-moldado

Datas importantes

- ◆ Data limite para submissão de resumos: 31/03/2009
- ◆ Comunicação de resultados dos resumos: 30/04/2009
- ◆ Data limite para submissão dos trabalhos completos: 30/06/2009
- ◆ Comunicação de resultados da avaliação dos trabalhos completos: 20/09/2009

Mais informações:

<http://www.set.eesc.usp.br/2enpppcpm> ◆

3º Workshop – Concreto: Durabilidade, Qualidade e Novas Tecnologias

A Regional Ibracon Noroeste Paulista, a UNESP e o Laboratório CESP de Engenharia Civil realizarão o 3º Workshop Concreto: Durabilidade, Qualidade e Novas Tecnologias, de 20 a 22 de maio de 2009, em Ilha Solteira. O objetivo do evento é divulgar os trabalhos desenvolvidos pelas duas instituições em Ilha Solteira e destacar os avanços na Tecnologia do Concreto, particularmente do Concreto Pré-moldado. A data limite para o envio de artigos é 5 de abril.

PALESTRAS

- ◆ **Modelagem e Gerenciamento da Vida Útil de Estruturas Civas**
Professor Doutor LUIZ CARLOS PINTO SILVA FILHO, UFRGS, PORTO ALEGRE
- ◆ **Norma Técnica de Concreto**
Engenheira INÊS L.S. BATTAGIN, ABNT/CB18 – São Paulo

- ◆ **Ligações Semi-Rígidas em Estruturas Pré-Moldadas**
Professor Doutor MARCELO DE ARAUJO FERREIRA, NETPRE, UFSCAR, SÃO CARLOS
- ◆ **O Papel da Abcic no Desenvolvimento da Indústria de Estruturas Pré-Moldadas de Concreto**
Engenheira ÍRIA LÍCIA OLIVA DONIAK, ABCIC, SÃO PAULO
- ◆ **Estágio Atual e Perspectivas da Normalização do Concreto com Fibras**
Professor Doutor ANTÔNIO DOMINGUES DE FIQUEIREDO, POLI, USP, S.P
- ◆ **A Cura Térmica dos Elementos Pré-Moldados: É Necessário ou Não?**
Prof. Doutor ROBERTO CALDAS DE ANDRADE PINTO – Departamento de Estruturas e Materiais da UFSC-Florianópolis

Mais informações:

<http://www.dec.feis.unesp.br/workshop3> ◆

Impermeabilizar para garantir vida longa e saúde aos imóveis

As principais funções da impermeabilização são: aumentar a vida útil das estruturas, impedir a corrosão das armaduras do concreto; proteger as superfícies da umidade, das manchas, dos fungos, entre outros; garantir salubridade aos ambientes e preservar o patrimônio contra o intemperismo. É um discurso repetido por muitos, mas, infelizmente, ainda não entendido.

Veja o check list a seguir, preparado pela Vedacit, para ajudar na impermeabilização de alicerces. Afinal, a água existente no solo (lençol freático) pode subir pelas paredes até quase um metro, o que faz a pintura descascar, o reboco se soltar e surgir o mofo, entre outros.

A umidade do solo é o problema de infiltração mais difícil de ser resolvido, pois a fundação é uma etapa da obra a que não se tem mais acesso depois da obra entregue. Considere as informações que se seguem:

- ◆ 1 – Em torno da viga baldrame, faça revestimento de argamassa com cimento, areia, impermeabilizante e água, na espessura de 1,5 cm.
- ◆ 2 – A mistura é feita da seguinte forma:
 - a)** Homogenize o produto na própria embalagem.
 - b)** Prepare a argamassa com cimento novo, sem pelotas, areia média (0-3 mm), lavada, limpa, isenta de impurezas orgânicas e peneirada.
 - c)** A argamassa impermeável é preparada usando-se: 1 lata de cimento e 3 de areia, misturando-se o impermeabilizante na seguinte proporção: 1 kg do produto para cada lata de cimento ou 2 kg para cada saco de 50 kg.
 - d)** Uma dica é dissolver impermeabilizante na água que será usada no amassamento, assim consegue-se espalhar melhor o produto por toda a massa.
- ◆ 3 – Após a secagem da argamassa, aplique duas demãos de Neutrol (consumo de 500 ml/m²) ou Neutrolin (consumo de 400 ml/m²). Este último pode ser aplicado mesmo com a superfície levemente úmida.
- ◆ 4 – Levante a alvenaria, assentando todos os tijolos ou blocos com a mesma argamassa impermeável, até a terceira



fiada acima do piso acabado.

- ◆ 5 – Atente para o projeto arquitetônico, levantando todas as interferências, como jardim encostado nas paredes ou parede de encosta. Nesses casos a alvenaria tem de ser levantada com argamassa impermeável até uma altura que ultrapasse tais pontos.
- ◆ 6 – Tenha sempre em mente que a falta da impermeabilização na fundação pode causar sérios danos à construção. E que impermeabilização tem custo baixo diante do benefício agregado.

Para corrigir um problema de umidade do solo, gastamos com:

- ◆ Remoção da tinta ou revestimentos cerâmicos, rebocos, chapisco. Fazendo esse trabalho, é necessário regularizar novamente a parede e, assim, gastar com cimento e areia para fechar os orifícios.
- ◆ Após essa etapa, é feita a impermeabilização. Em seguida, faz-se a repintura ou recoloca-se o revestimento cerâmico.
- ◆ Portanto, os gastos a serem computados são muitos: mão-de-obra para remover tudo e depois refazer os serviços; cimento, areia, tinta, aluguel de caçamba de entulho. Sem contar outros que podem surgir, tais como: móveis danificados, somados ao desconforto dos moradores durante a reforma, os riscos à saúde e a geração de entulho, que se traduz em agressão ao meio ambiente.

A impermeabilização tem, portanto, uma série de fatores a seu favor. ◆

Fibra de carbono no reforço ao cisalhamento em vigas de concreto

Eng. Otávio de Borba Vieira • *Diretor Técnico*
Solução Engenharia Ltda

Resumo

Com a evolução do concreto e das técnicas construtivas, tornaram-se viáveis estruturas cada vez mais esbeltas. Porém, observa-se uma crescente necessidade de reforço posterior dessas estruturas, por causa de problemas aos quais ela pode estar sujeita, tais como: mudança do uso previsto, erros de construção, falhas de projeto, falta de manutenção etc. Diversos materiais e técnicas de reforço vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos, com destaque para a técnica que utiliza materiais compósitos e fibra de carbono, sobre a qual ainda não há conhecimento suficiente. Então, estudou-se o reforço de vigas de concreto armado ao cisalhamento, utilizando PRFC (polímero reforçado com fibra de carbono), com o objetivo de verificar, entre as estudadas, qual configuração de reforço apresentou maior ganho de resistência. Considerando tiras de tecido de fibra de carbono com cinco centímetros de largura, executou-se um programa experimental compreendido por seis vigas, com as seguintes configurações: uma viga de referência (sem reforço); duas vigas com reforço em toda a altura das faces laterais; duas vigas com reforço nas faces laterais e no fundo da viga, formando um "U"; uma viga com reforço similar ao das duas vigas anteriores, porém com tiras horizontais coladas na parte superior, para ancoragem das fibras. Essas vigas foram ensaiadas no laboratório da Universidade Federal de Minas Gerais, para se determinarem os valores de resistência em cada caso, verificando-se

o aparecimento de fissuras e a ruptura do concreto. Os resultados mostraram que as vigas reforçadas tiveram 8% de ganho médio na resistência ao cisalhamento, sendo que o maior aumento ocorreu na viga com reforço em "U" e ancoragem na parte superior, que resistiu 15% a mais que a viga de referência.

Palavras-chave: reforço estrutural, fibra de carbono, concreto armado, vigas, cisalhamento.

Abstract

With the evolution of concrete and constructive techniques it became practicable structures each time more slender. However, an increasing necessity of intervention for posterior strengthening of these structures, because of problems it can be subject, such as: changing of the previous use, errors of construction, imperfections of project, lack of maintenance, etc. Several materials and techniques of strengthening have been developed in the last years, with prominence for the technique involving the use of composites materials and carbon fiber, on which still do not has enough knowledge. Therefore, shear strengthening of reinforced concrete beams was studied, using CFRP (carbon fiber reinforced polymer), with the objective to verify, among the studied beams, which configuration of strengthening presented higher increase of strength. Using strips of carbon fiber cloth with five centimeters of width, it was carried out an experimental

program with six beams with the following configurations: a beam of reference (without strengthening); two beams with strengthening at the lateral faces; two beams with strengthening at the lateral faces and at the bottom of the beam, forming an "U"; a beam with strengthening like in the last two beams, but with horizontal strips glued at the top part for anchorage of the fibers. These beams have been tested at the laboratory of the Federal University of Minas Gerais in order to determine the values of strength in each case, verifying the emerging of cracks and the concrete failure. The results have shown that the strengthened beams had 8% of average increase in the shear strength, being that the largest increase occurred in the beam with strengthening in "U" and anchorage at the top part, which resisted 15% more than the beam of reference. **Keywords:** structural strengthening, carbon fiber, reinforced concrete, beams, shear.

1. Introdução

Desde o início da civilização, o homem busca aprimorar seus conhecimentos e expor suas potencialidades, edificando estruturas cada vez mais robustas. Para tanto, aliou os materiais disponíveis com técnicas construtivas, executando estruturas imponentes.

No século XX, consolidou-se a utilização do material mais empregado até hoje nas estruturas – o concreto armado. Desenvolveram-se técnicas construtivas inovadoras, sendo possível executar estruturas cada vez mais esbeltas, devido à versatilidade do concreto.

No entanto, alguns problemas eram desconhecidos ou ignorados, o que podia tornar necessária uma intervenção para reforço das estruturas.

1.1 TÉCNICAS DE REFORÇO

As técnicas de reforço em estruturas de concreto armado vêm sendo largamente utilizadas na construção civil, devido a vários fatores, como falhas de projeto, erros de construção, falta de manutenção adequada e, por vezes, mudança do uso para o qual as

estruturas foram projetadas.

Existem, atualmente, diversas técnicas de reforço, cujas aplicações e desempenhos irão depender da configuração geométrica e do carregamento (BEBER, 2003).

Para Robery e Innes (1997), a escolha de uma dessas técnicas deverá ser baseada nas seguintes considerações:

- ◆ custo de aplicação;
- ◆ desempenho do reforço;
- ◆ durabilidade do reforço;
- ◆ facilidade de aplicação.

Os primeiros trabalhos de reforço estrutural foram executados com a adição de chapas metálicas coladas com resina epóxi, na década de 1960 (THOMAS, 1998). Essa técnica, embora eficiente, apresenta algumas desvantagens, como baixa resistência à corrosão e ao fogo, demora na execução e na liberação das estruturas, restrição ao tamanho das chapas etc.

Nos últimos anos, diversos materiais assim como novas tecnologia foram desenvolvidas na área de reforço das estruturas, com o objetivo de aumentar cada vez mais sua vida útil.

Uma das mais notáveis técnicas envolve a utilização de materiais compósitos e fibra de carbono que, diferentemente do aço, não são afetados pela corrosão eletroquímica e resistem aos efeitos corrosivos de ácidos, álcalis, sais e outros agentes agressivos (HOLLAWAY, 1993).

Os materiais compósitos podem resolver uma série de problemas dentro da área de reforços estruturais.

A combinação de fibras e polímeros permite que o elemento de reforço seja confeccionado para atender a uma solução particular, tanto em relação à sua geometria, quanto às suas propriedades mecânicas (BEBER, 1999)

1.2 PROBLEMA ANALISADO

Atualmente, cada vez mais vêm se mostrando necessários trabalhos de reforço e de recuperação de estruturas.

De acordo com Souza e Ripper apud De Luca (2006), tais reparos se devem a fatores como: correção de falhas de projeto e/ou de execução; aumento da capacidade portante da estrutura, para permitir modificações em seu uso; regeneração da capacidade resistente, diminuída em virtude de acidentes (choques, incêndios etc.), desgaste

Tabela 1 – Propriedades Típicas de Alguns Tipos de Fibra (MATTHYS, 2000)

Tipo de Fibras		Resistência à tração	Módulo de elasticidade (MPa)	Deformação última (%)	Peso específico (kg/m ³)	Diâmetro da fibra (µm)
Carbono (C)	tipo PAN* – com alta resistência (HS)	3500 - 5000	200 - 260	1.2 - 1.8	1700 - 1800	5 - 8
	tipo PAN* – com alto módulo de elasticidade (HS)	2500 - 4000	350 - 700	0.4 - 0.8	1800 - 2000	5 - 8
	tipo Pitch** – com alto módulo de elasticidade (HM)	3000 - 3500	400 - 800	0.4 - 1.5	1900 - 2100	9 - 18
Aramida (A)	com módulo de elasticidade intermediário (IM)	2700 - 4500	60 - 80	4.0 - 4.8	1400 - 1450	12 - 15
	com alto módulo de elasticidade (HM)	2700 - 4500	115 - 130	2.5 - 3.5	1400 - 1450	12 - 15
Vidro (G)	aluminoborosilicato de cálcio (E)	1800 - 2700	70 - 75	3.0 - 4.5	2550 - 2600	5 - 25
	aluminoborosilicato de magnésio (S)	3400 - 4800	85 - 100	4.5 - 5.5	2550 - 2600	5 - 25

* PAN - fibras obtidas por pirólise e oxidação das fibras sintéticas de Poliacrilonitrila

** Pitch - fibras obtidas por pirólise do petróleo destilado ou do piche convertido em cristal líquido

ou deterioração; e modificação da concepção estrutural, como corte de uma viga, por necessidade arquitetônica ou de utilização.

Várias são as técnicas de reforço existentes. Porém, destaca-se nos últimos anos a aplicação de Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono (PRFC), cujos custos são elevados e critérios de projeto para execução dessa técnica são pouco desenvolvidos, principalmente no Brasil.

2. Polímeros Reforçados com Fibra de Carbono (PRFC)

Inicialmente utilizados no reforço de pilares submetidos à ação sísmica, os polímeros reforçados com fibras de carbono (PRFC) já são largamente utilizados no reforço de lajes e de vigas, em estruturas como pontes etc.

A durabilidade, rapidez de execução e alto módulo de elasticidade (podendo chegar a 800GPa) são as características responsáveis pela sua boa aceitação (ARAÚJO, 2002).

São inúmeras as obras hoje, tanto no panorama mundial quanto nacional, sendo reforçadas com compósitos de fibra de

carbono (CFC). Porém, são casos especiais, devido ao alto custo de tal intervenção.

Os polímeros reforçados com fibra (PRF) são constituídos por um componente estrutural (filamentos de fibras de carbono) e por um componente matricial (resinas poliméricas).

2.1 FIBRAS

As fibras utilizadas na fabricação de compósitos devem apresentar as seguintes características: elevada resistência e módulo de elasticidade, reduzida variação de resistência entre fibras individuais, estabilidade e capacidade de manter suas propriedades ao longo do processo de fabricação e manuseio, uniformidade de seus diâmetros e superfícies (HOLLAWAY, 1993).

As fibras mais usadas atualmente são as de vidro, as de aramida e as de carbono. As fibras de carbono são as mais rígidas e resistentes dentre as utilizadas para reforço de polímeros, como mostra a tabela 1, na qual são apresentadas as propriedades típicas de alguns tipos de fibra.

Segundo Taylor (1994) a principal razão de se reforçarem os polímeros é aumentar sua rigidez, mas, ao se empregar elementos de alta

rigidez, aumenta-se também a resistência a compressão, tração, impacto e fadiga.

2.2 MATRIZ

A matriz polimérica de compósitos reforçados tem como funções envolver as fibras, dando proteção contra os agentes agressivos, e possibilitar a transferência de tensões, além de promover o posicionamento correto das fibras.

A resina que irá compor a matriz polimérica interfere nas propriedades físicas, químicas e elétricas dos compósitos. A matriz pode ser composta de resinas termoplásticas ou resinas termoendurecíveis.

As resinas epóxicas (termoendurecíveis) são as mais utilizadas, pois apresentam excelente resistência à tração, boa resistência à fluência, boa resistência química, forte adesão com as fibras e baixa retração durante a cura.

3. Cisalhamento

A ruptura por cisalhamento em elementos de concreto armado ocorre de maneira súbita e catastrófica, e devem ser tomadas providências para evitá-la, ainda na fase de projeto. O efeito do cisalhamento se traduz em tensões de tração em planos com inclinação de aproximadamente 45° em relação ao plano em que atua a tensão de cisalhamento. A ruptura ocorre quando essas tensões, juntamente com as tensões horizontais devidas à flexão, excedem a resistência do material à tração diagonal (BEBER, 2003).

As solicitações de cisalhamento quase sempre ocorrem em conjunto com solicitações axiais, de flexão e de torção, e raramente de forma isolada.

Para identificar o efeito do cisalhamento de maneira isolada, é necessário examinar

as possíveis interações com outras solicitações.

Os estudos sobre reforço ao cisalhamento de vigas de concreto armado utilizando materiais compósitos têm sido limitados. Apesar de existirem alguns estudos, os procedimentos de verificação e de dimensionamento desses reforços são, ainda, um tanto complexos. Os modelos propostos são diversos e, em alguns casos, contraditórios (TRIANTAFILLOU, 1998).

O método mais eficiente de reforço ao cisalhamento é o envolvimento total – wrapping –, ou seja, o completo envolvimento da seção transversal da viga, conforme a figura 1 (a). Contudo, às vezes, essa alternativa é inviável do ponto de vista prático, devido à presença de uma laje ou de outro elemento.

O método mais comum caracteriza-se pela colagem do reforço nas laterais e na base da seção. Esse método é denominado “U wrap”, isto é, envolvimento tipo “U”, conforme a figura 1 (b). Quando não é possível envolver a base da viga, pode-se colar o reforço nas laterais, conforme a figura 1 (c). Entretanto, esse método tem limitações por conta de problemas com a ancoragem do reforço.

4. Características do experimento

Moldaram-se seis vigas de comprimento 180cm e seção retangular 15cm x 20cm, cinco delas com reforço de tiras de tecido de carbono com 5cm de largura. Essas vigas foram divididas da seguinte forma:

- ◆ Primeiro grupo: uma viga de referência sem reforço (denominada V1);
- ◆ Segundo grupo: duas vigas com reforço em toda a altura das duas faces laterais (denominadas V2-1 e V2-2);
- ◆ Terceiro grupo: duas vigas com reforço em toda a altura das duas faces laterais

Figura 1 – Tipos de reforços ao cisalhamento (BEBER, 2003)

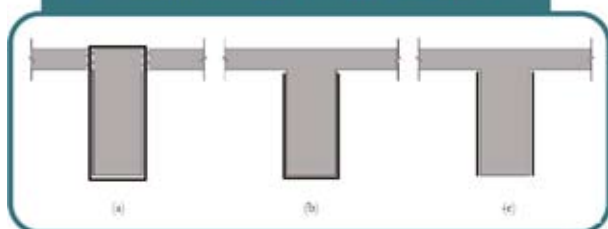
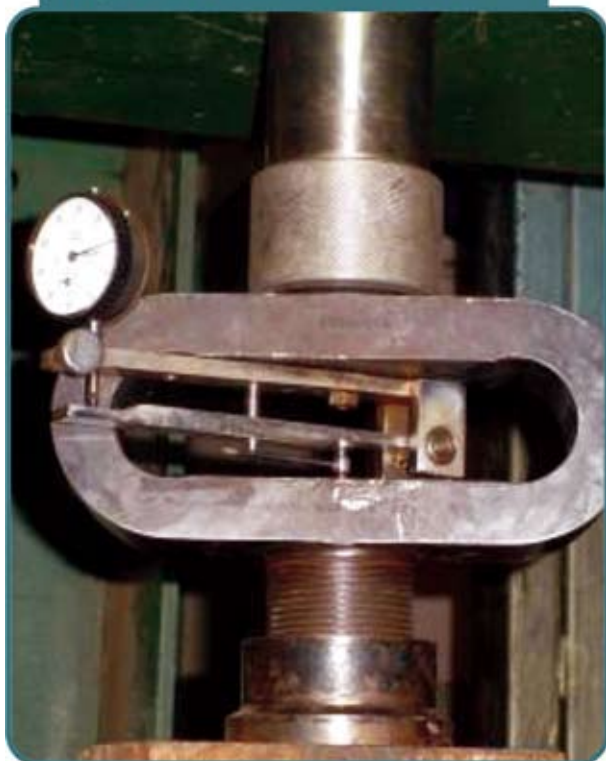


Tabela 2 – Quantidade de materiais para um metro cúbico de concreto

Cimento CP ARI PLUS	400 kg
Areia média lavada	986,40 kg
Brita1	1253,20 kg
Água	188 l
Aditivo plastificante	200 ml

Figura 2 – Anel dinamométrico



e no fundo da viga, formando um “U” (denominadas V3-1 e V3-2);

- ◆ Quarto grupo: uma viga com reforço em toda a altura das duas faces laterais e no fundo, formando um “U”, sendo colocadas tiras horizontais na parte superior para ancoragem das fibras (denominada V4).

A resistência do concreto à compressão, adotada para dosagem, foi de 30MPa, utilizando-

Figura 3 – Sistema estático de carregamento

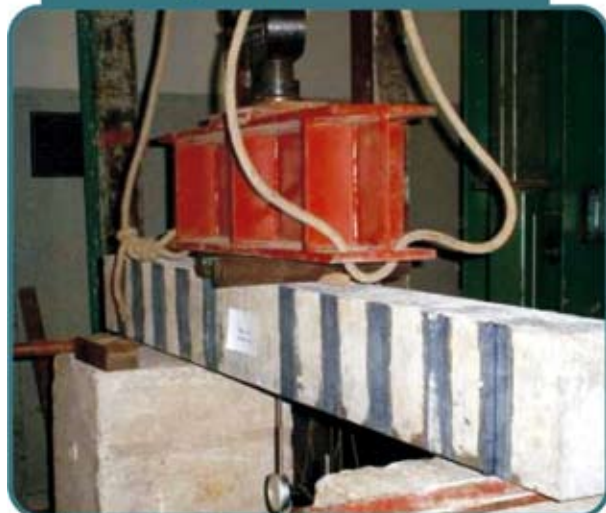


Figura 4 – Relógio comparador para determinação das flechas



se cimento CPV-ARI-PLUS. A moldagem de seis corpos-de-prova confirmaram uma resistência característica à compressão de 34,8MPa. A porcentagem de argamassa no traço foi da ordem de 52%. A relação água/cimento foi de 0,47, com a utilização de um aditivo superplastificante, na proporção de 0,5% do peso do cimento. O traço em peso foi de 1 : 2,466 : 3,133. A tabela 2 mostra a quantidade de materiais para a confecção de um metro cúbico de concreto.

A estrutura do sistema de reforço constitui-se no seguinte: primer na superfície de concreto, tecido de fibra de carbono e resina de impregnação do tecido, seguindo-se as orientações do fabricante. A função do primer é melhorar as características da superfície, colmatando os poros, garantindo, assim, a adesão do composto.

5. Resultados experimentais

Utilizaram-se equipamentos para a aplicação de forças e medida dos deslocamentos. As forças transmitidas às vigas foram aplicadas por um atuador hidráulico preso a um pórtico de reação. Os valores correspondentes às forças foram medidos por anel dinamométrico, com capacidade de 300kN e constante de calibração de 456,8N/divisão, acoplado no pistão do atuador hidráulico, conforme a figura 2.

O corpo-de-prova foi colocado sobre um apoio fixo e outro móvel. Para a aplicação da força foi colocada uma viga metálica rígida apoiada em dois pontos equidistantes, a

Figura 5 – Detalhe do ensaio para a viga V1



10cm do meio do vão, conforme a figura 3.

Para determinação dos deslocamentos verticais (flechas), foi utilizado um relógio comparador colocado no meio da viga, conforme a figura 4. Desse modo pode ser detectada qualquer tendência de flexão da viga, na direção do carregamento.

O carregamento foi aplicado em uma única etapa contínua. Essa aplicação foi controlada de forma que a tensão, calculada em relação à área bruta, aumentasse progressivamente à razão de $0,25(N/cm^2)/s$. As interrupções para leitura dos deslocamentos foram feitas a cada dez divisões ($0,456kN$) até o limite de elasticidade. A cada interrupção foi feita uma verificação da viga no que se refere ao aparecimento de fissuras e ruptura do concreto ou desprendimento dos reforços de fibra de carbono. As figuras 5 (A e B), 6 (A e B), 7 (A e B) e 8 (A e B) mostram detalhes

do ensaio para as vigas do primeiro, segundo, terceiro e quarto grupo, respectivamente.

O gráfico 1 apresenta do diagrama carga versus flecha de todas as vigas ensaiadas. Observa-se que o comportamento é praticamente igual.

Desse gráfico foi determinado, para cada viga e a partir de uma regressão linear, o coeficiente angular da curva. O módulo de elasticidade na flexão foi determinado a partir da equação 1.

$$f = \frac{F \cdot a}{24 \cdot EI}$$

Eq. 1

Na qual:

f = flecha

F = carga sobre a viga (metade da carga total)

a = distância do apoio até a carga

Figura 6 – Detalhe dos ensaios para as vigas V2-1 e V2-2



Figura 7 – Detalhes dos ensaios para as vigas V3-1 e V3-2



A



B

I = momento de inércia

E = módulo de elasticidade

Com $\frac{P}{F} = \theta$ (coeficiente angular) e $F = \frac{P}{2}$ substituindo na equação 1, obtém-se a equação 2.

$$E = \frac{\theta \cdot a(3l^2 - 4a^2)}{12 \cdot I}$$

Eq. 2

Na tabela 3 são apresentados os valores de ensaio representativos de todas as vigas ensaiadas.

6. Análise dos resultados

Com os resultados obtidos e a visualização do comportamento das vigas durante os

ensaios, pode ser estabelecido o seguinte:

- ◆ O colapso das vigas deu-se pelo descolamento das fibras, nas vigas V2-1 e V2-2 (reforço nas faces laterais), V3-1 e V3-2 (reforço em "U"), e pelo esmagamento do concreto na região de aplicação das forças, na viga V4 (reforço em "U" com ancoragem);
- ◆ As vigas do terceiro grupo (V3-1 e V3-2) apresentaram maior rigidez, e as primeiras fissuras de flexão e cisalhamento apareceram com um carregamento mais elevado, porém apresentaram menor tensão de ruptura, pois ocorreu o descolamento das fibras;
- ◆ A viga V4 apresentou o melhor resultado; a ancoragem horizontal mostrou-se bastante eficiente, pois impediu o descolamento das fibras e

Figura 8 – Detalhe do ensaio para a viga V4

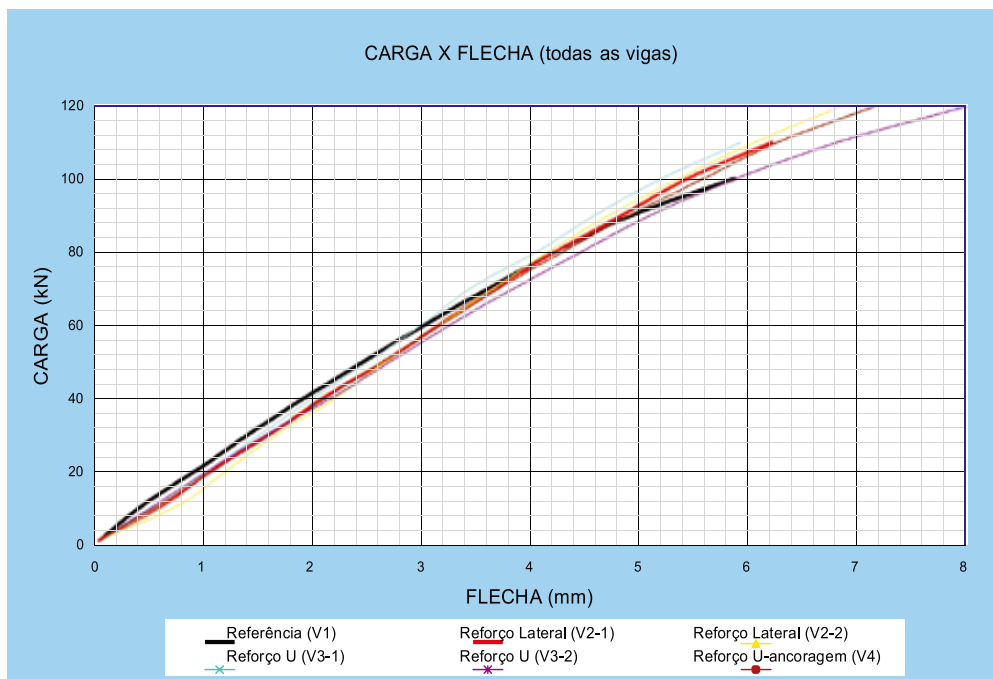


A



B

Gráfico 1 – Carga versus flecha de todas as vigas



aumentou a capacidade resistente até que ocorresse ruptura do concreto.

7. Considerações Finais

Com base no que foi apresentado neste trabalho, pode-se concluir que o reforço de vigas de concreto armado ao cisalhamento com tecidos de fibra de carbono mostrou-se eficiente, aumentando a força de ruptura em média 8%, aproximadamente, nos ensaios realizados.

Para as vigas reforçadas nas laterais, o ganho médio de resistência foi de aproximadamente 3,6%.

Para reforço em "U", o ganho médio de resistência foi de 8,5%.

Para a viga com reforço em "U" e ancoragem na parte superior, o ganho médio de resistência foi de 15,1%.

Vale ressaltar que esses resultados referem-se tão somente às vigas ensaiadas. Portanto, são relativos aos materiais utilizados e à resistência do concreto empregada, ou seja, da ordem de 35MPa.

Tabela 3 – Resultado dos ensaios das vigas

Variável	Vigas					
	V1	V2-1	V2-2	V3-1	V3-2	V4
Relação carga/flecha (kN/mm)	18,22	19,13	19,35	20,01	17,4	18,79
Flecha 1ª fissura flexão (mm)	2,64	2,75	2,76	5,16	2,84	3,23
Flecha 1ª fissura cisalh. (mm)	4,29	3,68	3,62	5,98	4,44	4,27
Carga 1ª fissura flexão (kN)	54,81	54,81	54,81	100,50	54,81	63,95
Carga 1ª fissura cisalham. (kN)	68,52	73,09	73,09	109,63	82,22	82,22
Carga de Ruptura (kN)	121,05	121,76	129,05	137,04	125,62	139,32
E na flexão (MPa)	27056	25985	28734	28905	25838	27200

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] ARAÚJO, Caroline M. Reforço de vigas de concreto à flexão e ao cisalhamento com tecidos de fibras de carbono. Dissertação de Mestrado (COPPE). Coordenação dos Programas de Pós Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- [02] BEBER, Andriei José. Avaliação do desempenho de vigas de concreto armado reforçadas com lâmina de fibra de carbono. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1999.
- [03] BEBER, Andriei José. Comportamento estrutural de vigas de concreto armado reforçadas com compósitos de fibras de carbono. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- [04] DE LUCA, Luis César. Cisalhamento em vigas de concreto armado reforçadas com compósitos de fibras de carbono: avaliação dos critérios de projeto. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- [05] HOLLAWAY, L. C. Polymer composites for civil and structural engineering. Glasgow, Blackie Academic and Professional, 1993.
- [06] MATTHYS, S. Structural behavior and design of concrete members strengthened with externally bonded FRP reinforcement. D. Sc. Thesis, Ghent University. Belgium, 2000.
- [07] ROBERY, P; INNES, C. Carbon fibre strengthening of concrete structures. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON STRUCTURAL FAULT AND REPAIR, 7. 1997, Edinburgh. Proceedings... Edinburgh: Engineering Technics Press, 1997. 3v., v.1.
- [08] TAYLOR, G. Materials in construction. 2.ed. London: Longman Scientific & Technical, 1994. 284p.
- [09] THOMAS, J. FRP strengthening . Experimental or mainstream technology. Concrete International, Detroit, ACI, v.20, n.6, June 1998.
- [10] TRIANTAFILLOU, T. C. Shear strengthening of reinforced concrete beams using epoxy-bonded FRP composites. ACI Structural Journal, Detroit . Mar/Apr 1998, v.95, n.2. ◆

IX SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL



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

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

TEMAS

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



51º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO IBRACON 2009

6 a 10
de outubro
de 2009



Local

EXPOUnimedCuritiba

Rua Prof. Pedro Viriato
Parigot de Souza, nº 5.300

Campo Comprido

Curitiba | PR

CURITIBA é conhecida nacional e internacionalmente pela inovação e modernidade. Executa seu planejamento pensando em crescimento, desenvolvimento e qualidade de vida.

O resultado, além de satisfazer a seus habitantes (1,8 milhão), é modelo e referência para o Brasil e para o mundo; soluções urbanas inteligentes; ruas limpas e arborizadas; um dos melhores índices de áreas verdes por habitante, três vezes superior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde. Seus 26 parques, seus teatros e museus, suas variadas opções gastronômicas e seus locais históricos também proporcionam à cidade uma programação cultural intensa.



TEMAS

- >> 1. Projeto e Métodos Construtivos de Estruturas Complexas
- >> 2. Modernização de Códigos de Projeto
- >> 3. Monitoração de Estruturas
- >> 4. Aspectos Inovadores na Análise e Projeto de Estruturas

DATAS IMPORTANTES

Aprovação dos Resumos: até 17/04/2009

Envio dos Artigos: até 31/05/2009

Aprovação dos Artigos: até 30/06/2009

EVENTOS PARALELOS

- >> VII Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto
- >> Seminário Concreto Indústria de Oléo e Gás
- >> Evento Eletrobrás – Segurança de Barragens

TEMAS

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

RAPIDÍSS

É assim que atua a linha de aceleradores da Vedacit/Otto Baumgart. Vedacit Rapidíssimo em Pó, 100, 150 e 200 são indicados para concretos projetados e possuem alta tecnologia, atendendo aos mais exigentes padrões de qualidade estabelecidos pelas obras com segurança, economia e muita rapidez.

www.vedacit.com.br

VEDACIT
IMPERMEABILIZANTES

